

An aerial photograph showing a coastal town with buildings and roads, surrounded by lush green forested hills. The sea is visible on the right side of the image.

TURISMO E TUTELA DEL TERRITORIO

A. A. 2006-2007

TITOLARE DEL CORSO:

Dr. Croatti Gabriele

Dispense a cura di:

Dr. de Donato Stefano Renato (Matrici Fisiche)

Dr. Croatti Gabriele (Matrice Acqua)

Dott.ssa Merlo Luciana (Matrice Aria)

Dott.ssa Rinaldini Vanessa (Matrici Suolo e Rifiuti)

INDICE

PREMESSA	6
1 TUTELA AMBIENTALE DEI TERRITORI TURISTICI	19
1.1 IMPATTO AMBIENTALE DELL'ATTIVITA' TURISTICA	21
2 LA MATRICE ACQUA: INFLUENZA DEL COMPARTO TURISTICO SULLA QUALITA' DELL'ACQUA IN RELAZIONE ALLE VARIE TIPOLOGIE DI UTILIZZO	24
2.1 LE ACQUE SUPERFICIALI INTERNE	26
2.1.1 INTRODUZIONE	26
2.1.2 LE RETI DI MONITORAGGIO PER LE ACQUE SUPERFICIALI INTERNE	27
2.1.3 PARAMETRI DETERMINATI E INDICI DI QUALITÀ	31
2.1.4 RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI	36
2.2 LA RETE PROVINCIALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE	41
2.2.1 CARATTERIZZAZIONE DELLA RETE	41
2.2.2 GESTIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA	44
2.2.3 LA CLASSIFICAZIONE QUALI QUANTITATIVA DELLE ACQUE SOTTERRANEE	46
2.2.3.1 LA CLASSIFICAZIONE QUANTITATIVA (SQUAS)	46
2.2.3.2 LA CLASSIFICAZIONE QUALITATIVA (SCAS)	50
2.2.3.3 LO STATO AMBIENTALE (SAAS)	53
2.2.3.4 ANALISI DEI RISULTATI	56
2.3 LE ACQUE DOLCI DESTINATE ALLA PRODUZIONE DI ACQUA POTABILE	59
2.3.1 OBIETTIVI	59
2.3.2 LA RETE DI MONITORAGGIO IN PROVINCIA DI RIMINI: L'INVASO DEL CONCA	60
2.3.2.5 GESTIONE E TRATTAMENTO DELLE ACQUE DELL'INVASO	62
2.3.2.6 IL MONITORAGGIO	64
2.3.2.7 ANALISI DEI DATI QUADRIENNIO 2002-2005	65
2.4 ACQUE DESTINATE ALLA BALNEAZIONE	66
2.4.1 OBIETTIVI	67
2.4.2 LA RETE DI CONTROLLO DELLE ACQUE DI BALNEAZIONE	67
2.4.3 PARAMETRI E FREQUENZA DI RILEVAMENTO	69
2.4.4 NUMERO E LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI PRELIEVO	70
2.4.5 LA QUALITÀ DELLE ACQUE DI BALNEAZIONE	71
2.4.5.8 ANALISI DEI DATI QUADRIENNIO 2002-2005	71
2.5 ACQUE DOLCI CHE RICHIEDONO PROTEZIONE MIGLIORAMENTO PER ESSERE IDONEE ALLA VITA DI PESCI	72
2.5.1 OBIETTIVI	72
2.5.2 PARAMETRI E FREQUENZA DI RILEVAMENTO	74
2.5.3 NUMERO E LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI PRELIEVO	76
2.6 LE RETI FOGNARIE	77
2.7 LA DEPURAZIONE	80
2.8 LA DEPURAZIONE NATURALE	84
2.9 LA FITODEPURAZIONE	86
2.9.1 GLI IMPIANTI IN ITALIA	88
2.9.2 I VANTAGGI DELLA FITODEPURAZIONE	88
2.10 USO RAZIONALE DELL'ACQUA PER IL SETTORE CIVILE IN EMILIA-ROMAGNA	90
3 LA MATRICE ARIA: INFLUENZA DEL COMPARTO TURISTICO SULLA QUALITA' DELL'ARIA	94
3.1 L'INQUINAMENTO URBANO	94
3.2 GAS CLIMATERANTI	104
3.2.1 L'EFFETTO SERRA	104
3.2.2 ANALISI DELLE CONSEGUENZE DELL'EFFETTO SERRA	106
3.2.3 EMISSIONI DEI GAS AD EFFETTO SERRA	107
3.3 LO STATO DELL'AMBIENTE	108
3.4 PRESSIONI SULL'AMBIENTE	115

3.4.1	CATASTO DELLE EMISSIONI:METODOLOGIA	115
3.4.1.1	METODOLOGIA DI STIMA	116
3.4.1.2	TIPOLOGIA DELLE SORGENTI INQUINANTI	118
3.4.1.3	SORGENTI PUNTUALI	118
3.4.1.4	SORGENTI LINEARI	118
3.4.1.5	SORGENTI AREALI E VOLUMETRICHE.....	118
3.4.1.6	INQUINANTI CONSIDERATI	119
3.4.1.7	STIMA DELLE EMISSIONI	119
3.4.1.8	COMMENTO.....	121
4	LA MATRICE SUOLO: INFLUENZA DEL COMPARTO TURISTICO SULL'UTILIZZO E SFRUTTAMENTO DEL SUOLO	126
4.1	USO DEL SUOLO	126
4.2	IL CONSUMO DI SUOLO	127
4.2.1	GLI IMPATTI DERIVANTI DALL'IMPERMEABILIZZAZIONE DEL SUOLO	128
4.2.2	IL CONSUMO DI SUOLO NELLA REALTA' TURISTICA RIMINESE	129
5	LE MATRICI FISICHE IN RELAZIONE AL COMPARTO TURISTICO.....	133
5.1	SORGENTI DI CAMPO ELETTROMAGNETICO AD ALTA FREQUENZA NELL'AMBIENTE ESTERNO.....	133
5.1.1	INTRODUZIONE.....	133
5.1.2	SERVIZI DI TELECOMUNICAZIONE	133
5.1.3	ANTENNE PER TELEFONIA CELLULARE	140
5.1.4	ANTENNE RADIOTELEVISIVE.....	142
5.1.5	NORMATIVA PER LE ALTE FREQUENZE	144
5.2	VALUTAZIONE TEMPORALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO IN PROSSIMITA' DI STAZIONI RADIO BASE.....	145
5.2.1	RIASSUNTO	145
5.2.2	INTRODUZIONE.....	145
5.2.3	MATERIALI E METODI	146
5.2.4	RISULTATI.....	147
5.2.5	CONCLUSIONI.....	150
5.3	LA STIMA DEI LIVELLI DI CAMPO ELETTRICO PRODOTTO DA ANTENNE RADIOTELEVISIVE E DI TELEFONIA MOBILE IN RELAZIONE AL PROCESSO DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE COMUNALE.....	151
5.3.1	INTRODUZIONE.....	151
5.3.2	ALGORITMO DI CALCOLO	152
5.3.3	UTILIZZO DEL PROGRAMMA	154
5.3.4	RISULTATI.....	156
5.3.5	DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.....	157
5.4	LA STIMA DEI LIVELLI DI CAMPO MAGNETICO PRODOTTO DA ELETTRODOTTI AD ALTA E ALTISSIMA TENSIONE IN RELAZIONE AL PROCESSO DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE COMUNALE	158
5.4.1	INTRODUZIONE.....	159
5.4.2	ALGORITMO DI CALCOLO	159
5.4.3	UTILIZZO DEL PROGRAMMA	162
5.4.4	RISULTATI.....	165
5.4.5	DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.....	166
5.5	SORGENTI DI CAMPI ELETTRICI E DI CAMPI MAGNETICI A FREQUENZA INDUSTRIALE NELL'AMBIENTE ESTERNO.....	167
5.5.1	INTRODUZIONE	167
5.5.2	LINEE ELETTRICHE	168
5.5.3	LINEE AEREE	169
5.5.4	LINEE INTERRATE	172
5.5.5	IMPIANTI DI TRASFORMAZIONE	174
5.5.6	METODI DI MISURA E DI CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	177
5.5.7	NORMATIVE PER LE FREQUENZE INDUSTRIALI.....	179
5.6	IL RUMORE	182

5.6.1	CHE COSA È IL RUMORE	182
5.6.2	LE SORGENTI DEL RUMORE	184
5.6.3	EFFETTI DEL RUMORE	185
5.6.4	NORMATIVA.....	187
5.7	IL RUMORE PRODOTTO DA DISCOTECHES E PUBBLICI ESERCIZI NELLA RIVIERA ROMAGNOLA	191
5.7.1	INTRODUZIONE	191
5.7.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	193
5.7.3	INQUADRAMENTO DEL PROBLEMA.....	194
5.7.4	METODICA DI MISURA	196
5.7.5	RISULTATI	197
5.7.6	UN CASO PARTICOLARE: LA "PIAZZETTA" DEL CENTRO STORICO DI RIMINI	201
5.7.7	CONCLUSIONI	203
5.8	DIFFERENZE STAGIONALI NELLA SITUAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO DI RIMINI 206	
5.8.1	INTRODUZIONE	206
5.8.2	MATERIALI E METODI	207
5.8.3	RISULTATI	209
5.8.4	CONCLUSIONI	217
5.9	DIFFERENZE STAGIONALI NELLA SITUAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO DI RIMINI, RICCIONE E CATTOLICA	218
5.9.1	SOMMARIO.....	219
5.9.2	INTRODUZIONE	219
5.9.3	MATERIALI E METODI	219
5.9.4	RISULTATI	220
6	LA MATRICE RIFIUTI: INFLUENZA DEL COMPARTO TURISTICO SULLA PRODUZIONE DI RIFIUTI	223
6.1	PREMESSA	223
6.2	GESTIONE INTEGRATA DEI RIFIUTI	224
6.3	IL PROBLEMA RIFIUTI.....	226
6.4	IL RUOLO DEI RIFIUTI NELL'INDUSTRIA TURISTICA.....	229
6.5	I RIFIUTI ORGANICI	230
6.6	LA PRODUZIONE DI RIFIUTI URBANI E LA RACCOLTA DIFFERENZIATA: LA REALTA' RIMINESE	232
6.7	GLI ANDAMENTI MENSILI NELLA PROVINCIA E NEI COMUNI	236
6.8	IL RIFIUTO PRO CAPITE	237
6.9	LE RACCOLTE SUDDIVISE PER ZONE	241

PREMESSA

I tradizionali schemi di separazione e specializzazione delle varie discipline si mostrano spesso superati ed emerge imprescindibile l'esigenza di perseguire un'orchestrazione di tutti i dati di conoscenza che possono contribuire alla soluzione dei problemi ambientali.

Occorre promuovere un nuovo modo di percepire e organizzare le informazioni sull'ambiente e riconoscerne la complessità sistemica. Altrettanto profondi sono i cambiamenti strutturali necessari nell'uso delle risorse, nei modi di produrre e di consumare, negli stili di vita individuali e collettivi. La prova odierna è quella di orientare sulla qualità le sfide dell'innovazione, rendere lo sviluppo sostenibile, dimensionandolo alle capacità di carico degli ecosistemi, compatibilmente con una società più unita, solidale e giusta.

L'esperienza e il dibattito di questi anni mostrano come lo sviluppo sostenibile richieda sempre più un insieme articolato, bilanciato e coerente di misure economiche, legislative, tecniche, fiscali, formative e informative.

È un obiettivo quello dello sviluppo sostenibile che richiede nel contempo la partecipazione e la corresponsabilizzazione di tutti gli attori istituzionali, economici, sociali e culturali interessati. Prescindendo da questi aspetti, come ha mostrato l'esperienza, è difficile immaginare politiche pienamente efficaci. Non sono più sufficienti norme e divieti, occorrono mutamenti culturali e di atteggiamento pratico, occorre percepire come desiderabile e vantaggioso per il benessere fisico, sociale ed economico il cambiamento verso la sostenibilità.

Lo sviluppo sostenibile si compone di più dimensioni: una dimensione ambientale, conservazione e tutela delle risorse naturali e della diversità biologica; una dimensione economica, ecoefficienza

dell'economia, produzione di reddito e lavoro; una dimensione sociale, servizi civili equi e ben distribuiti; una dimensione istituzionale, condizioni di stabilità, democrazia, giustizia.

La sostenibilità dello sviluppo viene definita grazie a molteplici criteri di carattere non solo ambientale ma anche economico, sociale e istituzionale ed è incompatibile con il degrado delle risorse naturali, con il declino economico e la violazione dei diritti umani.

Le caratteristiche che possono definire lo sviluppo sostenibile sono riassumibili nei seguenti concetti: una buona qualità della vita, un buon accesso alle risorse naturali, nessun danno all'ambiente.

Uno sviluppo sostenibile comporta quindi un approccio integrato e preventivo alle tematiche ambientali a cui si conformino i comportamenti di tutti i soggetti coinvolti e richiede nuove modalità di funzionamento della pubblica amministrazione basate sulla ponderazione dei diversi interessi e sulla integrazione dei settori. Verso questa direzione spingono anche le innovazioni della più recente legislazione europea.

La necessità di riconfigurare l'industria del turismo in modo da evitare un deterioramento del patrimonio ambientale, deve essere attuata con approcci in cui il rispetto dell'ambiente rappresenti un criterio base sul quale l'economia turistica possa far leva.

L'obiettivo primario è quindi quello di riqualificare l'offerta turistica indirizzandola verso modalità di gestione a minor impatto ambientale.

Il turismo può essere un forte elemento di sviluppo vanno quindi cercate soluzioni che offrano vantaggi sia alla popolazione locale sia ai turisti che integrino la pianificazione turistica con la pianificazione della comunità e della regione sostenendo le cose di maggiore valore ed importanza e usando gli indicatori per identificare i rischi e per poterli gestire

Il turismo ha quindi:

- Esigenze di un quadro conoscitivo completo in tema di ambiente;
 - Esigenze di programmazione ed indirizzi comuni;
- Esigenze di management integrati con le logiche dell'ambiente.

Nasce così la necessità di valutare l'influenza dei residenti e delle presenze turistiche sul territorio, influenza esaminata in relazione alle matrici ambientali aria, acqua, suolo e rifiuti, tramite l'uso di indicatori ambientali.

INDICATORE AMBIENTALE

Tra le numerose definizioni di indicatore ambientale la più idonea è quella indicata dall'OECD, che definisce un indicatore come "parametro o valore derivato da parametri che fornisce informazioni su un fenomeno e il cui significato va al di là delle proprietà direttamente associate al valore del parametro".

Il ricorso all'indicatore è indispensabile quando non è possibile provvedere, per l'onere delle risorse richieste e per i tempi necessari, alla raccolta sistematica ed esaustiva di tutte le informazioni utili per delineare un quadro delle condizioni ambientali di un paese.

Gli indicatori ambientali vengono generalmente classificati in funzione degli obiettivi dell'indagine per cui sono formulati: il monitoraggio dell'ambiente, la riparazione dei danni ambientali, la valutazione dell'impatto ambientale.

Al fine di effettuare un'analisi ambientale il più possibile approfondita è necessario che gli indicatori ambientali selezionati permettano di rendere conto non solo della qualità ambientale ma anche delle cause che hanno alterato lo stato dell'ambiente e dei provvedimenti correttivi messi in atto per recuperare lo stato di qualità.

INDICATORI : CAMPO DI APPLICAZIONE

L'obiettivo della selezione di un set minimo di indicatori è quello di ricercare un numero di indicatori prioritari effettivamente esaustivi per descrivere sinteticamente le condizioni ambientali prese in esame e di affiancare eventualmente a questi una serie di indicatori di complemento in grado di definire specifiche problematiche.

Uno degli obiettivi perseguiti nella selezione del set di indicatori per le tematiche di conservazione della natura è la loro praticabilità in termini di supporto conoscitivo e decisionale nelle politiche di gestione del territorio e di sostenibilità dello sviluppo. La recente consapevolezza che le scelte economiche effettuate dai governi hanno effetti non solo sull'economia ma anche sull'ambiente, ha rafforzato lo stretto legame tra politica economica e politica ambientale.

La relazione tra indicatori ambientali e politiche è definita mediante l'individuazione degli obiettivi che si intendono perseguire. Gli obiettivi contribuiscono a definire le politiche e perciò devono essere significativi e misurabili, gli indicatori garantiscono il monitoraggio e dunque la verifica periodica dei progressi compiuti. Più un obiettivo è ben formulato, meno difficoltoso diventa la scelta di un set di indicatori e l'individuazione di adeguate politiche per la tutela ambientale.

La cruciale interazione tra stato ed ambiente, causa del degrado e delle azioni intraprese, può essere meglio compresa se gli indicatori vengono selezionati rispetto alle problematiche ambientali che destano maggiore preoccupazione e vengono organizzati secondo modelli concettuali in grado di esplicitare relazioni ed interdipendenze tra i fenomeni analizzati.

I MODELLI

“PRESSIONE – STATO – RISPOSTA- PSR” E

“DRIVING FORCE – PRESSIONE – STATO – IMPATTO – RISPOSTA – DPSIR”

Gli schemi concettuali consolidati in letteratura, mediante i quali strutturare le informazioni ambientali per renderle accessibili ed intellegibili ai fini decisionali ed informativi, sono quelli elaborati dall'OECD e dall'Agenzia Europea per l'ambiente.

Il modello “Pressione Stato Risposta”, proposto dall'OECD, applicato in numerosi studi internazionali e nazionali, si articola in una struttura che cerca di esprimere la sequenza causale esistente tra azioni antropiche (pressioni), impatti sulle condizioni ambientali (stato) e risposte della società per mitigare gli impatti stessi (risposte).

Tale sistema permette di cogliere le relazioni fondamentali che intercorrono tra il sistema ambientale e quello antropico.

Secondo questo schema possono essere individuate tre categorie di indicatori:

- di **pressione**: descrivono la pressione esercitata dalle attività umane sull'ambiente e sulla quantità e qualità delle risorse naturali;
- di **stato**: descrivono le trasformazioni qualitative e quantitative indotte nelle componenti ambientali dai fattori di pressione, misurando le condizioni delle risorse ambientali e le condizioni di impatto attraverso le variazioni di qualità e quantità delle risorse ambientali;
- di **risposta**: descrivono le azioni umane finalizzate alle mitigazioni degli impatti ed al miglioramento della quantità e qualità delle risorse ambientali.

Sulla base di questo modello è possibile organizzare gli indicatori rispetto a diversi temi ambientali. Essi possono essere considerati singolarmente oppure a più livelli di aggregazione.

Il modello dell'OECD, pur essendo quello più diffuso, non è esente da critiche. A causa della sua linearità, gli si attribuisce una scarsa flessibilità ed incapacità nel descrivere fenomeni ambientali connessi da complessi legami retroattivi e non lineari.

Il modello DPSIR, "Driving Force - Pressioni - Stato - Impatto - Risposta", concepito dall'Agenzia Europea dell'Ambiente in fase di redazione del primo Rapporto sullo stato dell'ambiente europeo, nasce in seguito al riconoscimento dell'incapacità del modello PSR dell'OECD di identificare e di tenere conto di fattori poco controllabili e difficilmente quantificabili, legati all'attività umane che hanno un'incidenza rilevante ma indiretta, nel determinare le condizioni ambientali. Tutti i fenomeni e le componenti ambientali monitorate, sono influenzate dalla loro variazione nel tempo, perciò essi costituiscono gli elementi generatori delle problematiche ambientali. Tali fattori sono stati introdotti e classificati nel modello come "Fattori Trainanti".

Distinzione importante tra il modello dell'OECD e il modello DPSIR è che in quest'ultimo le pressioni sull'ambiente sono distinte dagli impatti, intendendo con essi i reali effetti prodotti sull'ambiente dalle complesse interazioni causali delle prime.

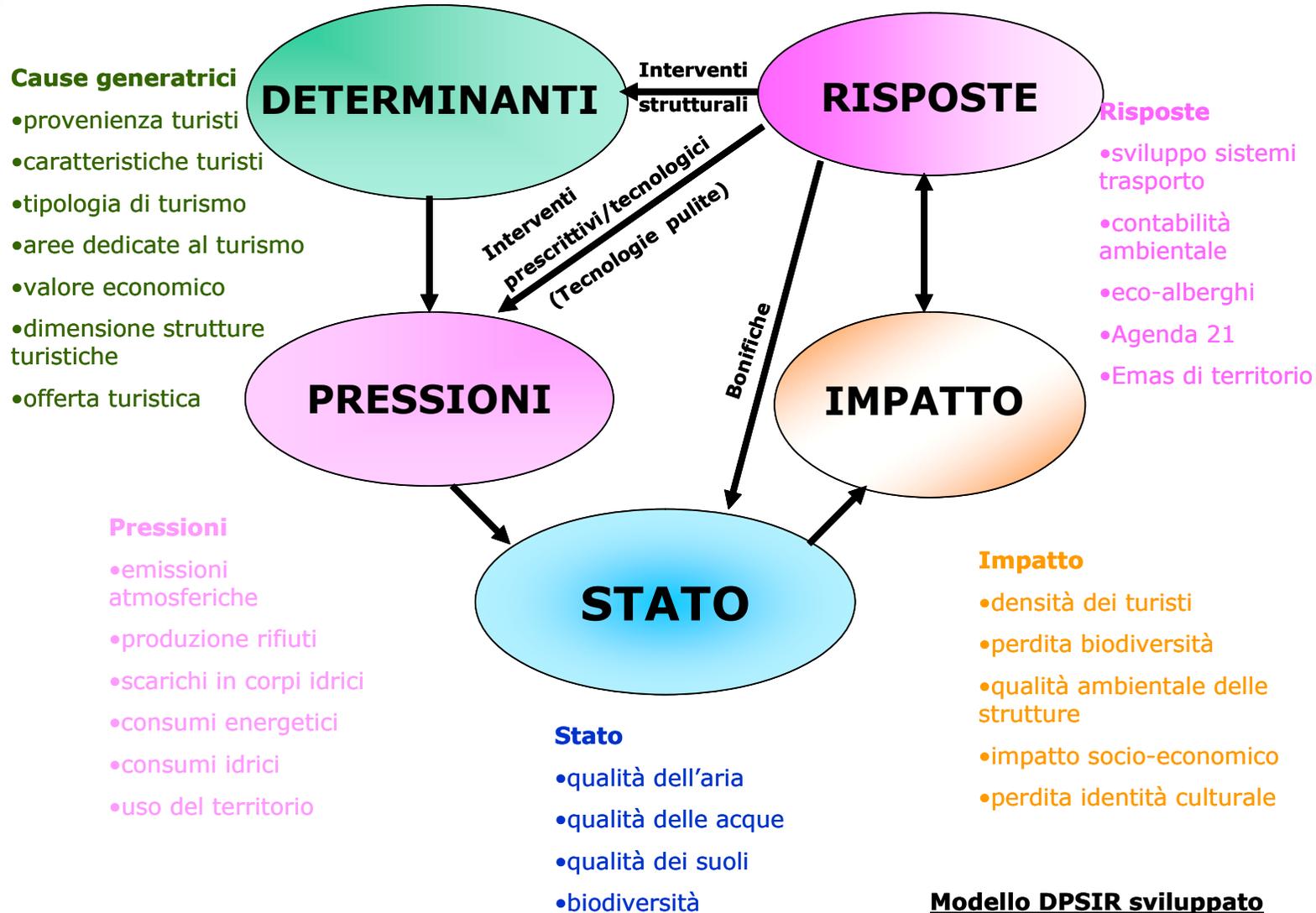
In conformità a tale modello, l'informazione ambientale è acquisita attraverso indicatori di:

- **Driving force:** identificano i fattori sottesi e connessi al trend di sviluppo che influenzano le condizioni ambientali; utili per individuare le relazioni esistenti tra i fattori responsabili delle pressioni e le pressioni stesse, per aiutare i decisori nell'identificare le fonti di esternalità negative su cui intervenire per ridurre le problematiche ambientali;

- **Pressione:** individuano le variabili direttamente responsabili del degrado ambientale utili per trovare e quantificare le cause delle modificazioni ambientali;
- **Stato:** delineano le condizioni in cui versa l'ambiente all'istante considerato;
- **Impatto:** rendono esplicite le relazioni causa effetto tra pressioni, stato e impatti. Quando gli impatti sono visibili, generalmente è troppo tardi per intervenire;
- **Risposta:** esprimono gli sforzi operativi compiuti dalla società per migliorare la qualità di vita e dell'ambiente.

Un primo tentativo di applicare quest'ultimo modello al turismo, ci ha portato alla costruzione di uno schema di massima (**DPSIR TURISMO**) che ha come obiettivo quello di mettere in evidenza i rapporti esistenti fra ambiente, o meglio, qualità ambientale e turismo.

DPSIR TURISMO



Modello DPSIR sviluppato dall'OCSE

Per quanto riguarda il rapporto **AMBIENTE – TURISMO**, nasce la necessità di poter disporre di alcuni elementi che permettano di analizzare le variabili che influiscono maggiormente sul territorio, variabili che si sviluppano dal turismo (presenze, trasporti, rifiuti, rumore...), e che si riflettono sull'ambiente.

L'attività turistica è caratterizzata nel nostro paese da flussi di massa in periodi di punta e si localizza principalmente nelle aree naturali montane e marine determinando, così, particolari condizioni di pressione e impatto sull'ambiente.

Il turismo esercita una fortissima pressione che persiste sulle risorse naturali e sull'ambiente: l'impatto locale e regionale sulla gestione spaziale, la perdita di biodiversità, i consumi d'acqua e di energia, la produzione di rifiuti, il trasporto turistico.

Recentemente si sta così cercando di comprendere e di analizzare il settore turistico nel complesso delle sue variabili per riuscire a costruire degli indicatori che permettano di esaminare la relazione turismo – ambiente e rispondere così a domande del tipo:

“Come influisce il turismo sull'aria, sull'acqua, sui rifiuti sull'inquinamento?”

“Come possiamo intervenire per cercare di migliorare tale situazione?”

Il progetto **TU.T.TE** cerca quindi di costruire un set di indicatori che permettano di dare risposta a tali domande, indicatori che possano essere applicati non solo a diverse realtà territoriali ma in grado anche di analizzare il fenomeno turistico nelle sue varie forme (turismo balneare, turismo congressuale.).

Gli indicatori ambientali dovrebbero infatti essere in grado di:

- Fornire un'immagine realistica e rappresentativa dello stato dell'ambiente;
- Essere semplici e di facile interpretazione;
- Delineare il trend nel tempo;
- Essere adattabili ai cambiamenti dell'ambiente e delle attività umane;
- Permettere il confronto con gli indicatori di più ampia scala (nazionale, internazionale);
- Essere rilevanti nell'analisi dei fenomeni che vogliono descrivere a scala nazionale quanto nel delineare le tendenze di interesse globale;
- Essere confrontabili così che gli utilizzatori possano testarne l'utilità ed attribuire un corretto significato ai valori associati;

- Confrontarsi con i modelli economici, di previsione e con i sistemi di informazione.

I dati richiesti per costruire gli indicatori dovrebbero poi essere:

- facilmente disponibili;
- adeguatamente documentabili e di buona qualità;
- attendibili e facilmente reperibili a cadenza regolare.

Esistono molti indicatori con cui è possibile effettuare varie ricerche in ambito ambientale, ma per quanto riguarda il turismo non esistono norme di riferimento su cui basarsi.

In questo settore si riscontrano numerose difficoltà specialmente nel calcolo delle presenze effettive (si presume che tra la stima delle presenze ufficiali e quella delle presenze effettive ci sia una discrepanza almeno del 10%).

Per questo motivo ci si chiede come integrare le stime ufficiali proponendo una serie di metodi:

- utilizzo dei dati censuari sulla consistenza delle seconde case utilizzabili per le vacanze;
- integrazione tra le fonti statistiche ufficiali sul turismo (indagine ISTAT sugli arrivi e presenze, indagine ISTAT "Viaggi e vacanze", indagine UIC alle frontiere);
- modelli basati su variabili ausiliarie;
- modelli basati sulle stime di contabilità nazionale (indicatori provinciali → stima della suddivisione delle presenze turistiche per tipo di turismo....);
- analisi delle discrepanze tra aggregati statistici derivanti da fonti indipendenti;
- ricorso ad indagini ad hoc.

Il problema per quanto riguarda il settore turismo è quello di valutare l'impatto ambientale in base alla quota di presenze sul territorio, presenze che però non sempre sono completamente registrate dalle statistiche ufficiali.

Ci sono infatti 4 tipi di fenomeni economici "non osservati":

- economia illegale
- economia informale

- sommerso economico (mancata risposta totale o volontaria in relazione a talune tipologie di alloggio).
- sommerso statistico (uso di alloggi privati non iscritti al REC in aggiunta alle strutture ricettive ufficiali).

Per questo motivo stiamo cercando di costruire un set di indicatori da noi elaborati e scelti, basati sulle matrici ambientali, aria, acqua, suolo, rifiuti, ed in osservanza del numero tanto dei residenti quanto delle presenze turistiche. Le variabili di studio sono:

➤ **SOCIO ECONOMICHE:**

- presenze
- posti letto
- strutture ricettive alberghiere ed extra – alberghiere

➤ **AMBIENTALI:**

- consumo idrico
- scarichi idrici
- produzione rifiuti
- raccolta differenziata
- consumo energetico
- mobilità
- rumore (in situazioni particolari)
- aree verdi
- estensione aree urbanizzate ad uso turistico

Un ostacolo incontrato nella messa a punto del progetto è costituito dalla raccolta di dati e informazioni aventi le caratteristiche di indicatori.

Per cercare di ovviare a questo inconveniente abbiamo costruito uno schema, denominato "Impatto ambientale in un territorio turistico", che ci permette di mettere in relazione le variabili esaminate.

IMPATTO AMBIENTALE IN UN TERRITORIO TURISTICO

SCHEMA 1

MATRICI AMBIENTALI	RESIDENTI	PRESENZE TURISTICHE	STRUTTURE RICETTIVE
Aria Qualità aria	Emissioni Mobilità	Mobilità	Emissioni
Acqua Qualità acqua sottosuolo Qualità acqua superficie Qualità acqua mare	Consumi Scarichi	Consumi Scarichi	Consumi Scarichi
Suolo Qualità suolo (Agricoltura)	Verde Consumi alimenti freschi	Verde	Consumi alimenti freschi
Rifiuti	Raccolta differenziata		Raccolta organico alberghi ristoranti/pizzerie

Questo schema può essere suddiviso in ulteriori schemi, che ci permettono di valutare in modo differenziato l'influenza delle presenze turistiche dal carico prodotto dai residenti.

SCHEMA 1A

RESIDENTI	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
ARIA Emissioni Mobilità												
ACQUA Consumi Scarichi												
SUOLO Verde Consumi alimenti freschi												
RIFIUTI Raccolta differenziata												

Obiettivo di tale progetto è quindi quello di riuscire a capire come le presenze turistiche influiscano sulle matrici ambientali; solo così, in un secondo momento, in base a questi dati è possibile intervenire per modificare le politiche attuate e riuscire a:

- prevenire e ridurre gli impatti negativi sull'ambiente dell'urbanizzazione e delle infrastrutture turistiche;
- ridurre i consumi delle risorse naturali e gli inquinamenti dalle strutture ricettive e delle attività turistiche;
- monitorare l'evoluzione delle attività di svago nel campo turistico che influiscono sull'ambiente;
- elaborare strategie di integrazione;
- promuovere la diversificazione del turismo.

1 TUTELA AMBIENTALE DEI TERRITORI TURISTICI

Il turismo è un fenomeno ambivalente poiché può potenzialmente contribuire al raggiungimento di obiettivi socio-economici e culturali ma può anche, allo stesso tempo, essere causa del degrado ambientale e della perdita di identità locali.

Infatti il turismo deve essere ecologicamente sostenibile nel lungo periodo, economicamente conveniente, rispettoso delle comunità locali e dell'ambiente.

Un concetto che è stato rilanciato con forza nella Conferenza Internazionale sul Turismo Sostenibile di Rimini del giugno 2001 e riaffermato a Johannesburg nel settembre 2002.

Un percorso lungo e difficile, che deve tradursi oggi in un cambiamento di mentalità e nell'applicazione di "buone pratiche" in grado di coinvolgere politiche territoriali, urbanistica, attività culturali, trasporti, uso delle acque, consumi, produzione di rifiuti e sicurezza.

Tutto ciò attraverso il contributo di tutti gli attori coinvolti: enti pubblici, operatori privati, associazioni, cittadini, turisti.

Dobbiamo essere consapevoli che le risorse sulle quali è basato il turismo sono limitate e che c'è una richiesta crescente per una migliore qualità dell'ambiente.

Lo sviluppo turistico di un paese deve soddisfare le aspettative economiche e le esigenze ambientali e deve rispettare non solo la struttura fisica e sociale ma anche le istanze delle popolazioni locali, deve essere quindi ecologicamente sostenibile nel lungo periodo, economicamente conveniente, eticamente e socialmente equo nei riguardi delle comunità locali.

Lo sviluppo sostenibile è un processo guidato che prevede una gestione globale delle risorse per assicurarne la redditività, consentendo la salvaguardia del capitale naturale e culturale del territorio. Il turismo deve integrarsi con l'ambiente naturale, culturale e umano, inoltre è opportuno che rispetti l'equilibrio che caratterizza molte località turistiche.

L'industria turistica, con le sue attività, ha una notevole influenza sulle risorse naturali, sulla biodiversità e sulla capacità di assorbimento dell'impatto e dei residui prodotti da parte del territorio interessato.

Il contributo attivo del turismo allo sviluppo economico di un territorio presuppone necessariamente solidarietà, rispetto reciproco e partecipazione da parte di tutti gli attori coinvolti nel processo al fine di renderlo sostenibile.

La conservazione, la protezione e la consapevolezza del valore delle nostre risorse naturali e culturali costituiscono una importante responsabilità per tutti gli addetti del settore che devono affrontare una vera e propria sfida, quella dell'innovazione culturale e professionale, e debbono inoltre assumersi il grande impegno di creare progetti di azione integrati e strumenti adeguati per la gestione che comprendano anche innovazioni tecnologiche.

La protezione della qualità ambientale della destinazione turistica e la capacità di soddisfare le esigenze dei turisti devono essere determinate dalle comunità locali in consultazione con gli enti coinvolti e le parti interessate e dovrebbero rappresentare gli obiettivi prioritari nella formulazione delle strategie e dei progetti turistici.

Per essere compatibile con lo sviluppo sostenibile, il turismo dovrebbe basarsi sulla diversità delle opportunità offerte dalle economie locali. Dovrebbe quindi essere completamente integrato con lo sviluppo economico locale e contribuire positivamente allo stesso. Tutte le opzioni per lo sviluppo turistico devono servire effettivamente per migliorare la qualità della vita della gente e devono produrre effetti e interrelazioni positive per quanto riguarda l'identità socio-culturale.

La promozione di forme alternative di turismo che siano compatibili con i principi di sviluppo sostenibile e il sostegno alla diversificazione aiutano a garantire la sostenibilità nel medio e lungo termine.

Perché il turismo diventi sostenibile è fondamentale che i principali protagonisti del settore, ed in particolare le imprese coinvolte, adottino, rispettino e diano attuazione a codici di comportamento che indirizzino verso uno sviluppo sostenibile.

1.1 IMPATTO AMBIENTALE DELL'ATTIVITA' TURISTICA

In termini di pressioni sull'ambiente il turismo presenta degli input, costituiti da richiesta alimentare, energetica, idrica e di territorio; e degli output, costituiti dal peso che il turismo ha sullo smaltimento dei rifiuti, sulla depurazione delle acque reflue, sulle varie infrastrutture a rete (viarie, fognarie, acquedottistiche, ecc.), sulla qualità delle acque di balneazione, sulla qualità dell'aria.

L'UNEP ha identificato tre principali aree di impatto del turismo:

1. Consumo di risorse naturali, in particolare per:
 - a. l'acqua, il cui consumo per usi turistici è significativamente superiore al consumo medio, basti

pensare all'elevato consumo di acqua per la gestione di piscine o di campi da golf, spesso, inoltre, le aree a grande attrazione turistica hanno problemi di scarsità o difficoltà di approvvigionamento della risorsa stessa;

b. altre risorse locali, quali l'energia, il cibo ed altre materie prime utilizzate;

c. il territorio, inteso come fonte di risorse più o meno rinnovabili (legno, minerali ecc.) utilizzate in larga misura nelle attività turistiche.

2. Inquinamento, che può evidenziarsi in varie forme:

a. inquinamento atmosferico e rumore, generati per esempio dalla mobilità turistica, svolta attraverso automobili, aerei, autobus ecc.;

b. produzione di rifiuti, il cui smaltimento può generare problemi rilevanti soprattutto in alcune zone (es. alta montagna, isole ecc.);

c. acque reflue, che richiedono impianti di trattamento in grado di gestire le forti oscillazioni stagionali, caratteristiche, in particolare, dei territori a turismo di massa;

d. impatto estetico, legato al danneggiamento per esempio, delle zone costiere per un'eccessiva ed incontrollata urbanizzazione.

3. Impatti fisici sugli ecosistemi, dovuti a:

a. Impatti fisici legati allo sviluppo turistico:

i. urbanizzazione, sviluppo di costruzioni ed infrastrutture, che possono generare occupazione, impermeabilizzazione ed erosione di suolo;

ii. deforestazione per l'utilizzo di suolo da destinarsi ad altre attività (infrastrutture, centri turistici ecc.), con conseguente distruzione degli ecosistemi locali;

- iii. costruzione di marine e sistemi frangiflutti che modificano la linea di costa e le correnti marine;
- b. Impatti fisici legati alle attività turistiche:
 - i. le attività di trekking generano impatti sulla vegetazione e sul suolo (riduzione della rigenerazione e della copertura vegetale, riduzione della permeabilità all'aria e all'acqua e accelerazione dell'erosione del suolo);
 - ii. le attività turistiche marine (immersioni, caccia subacquea, navigazione) possono generare degradazione degli ecosistemi marini;
 - iii. le attività turistiche quali safari possono generare stress sugli ecosistemi naturali, modificando il comportamento degli animali.

La disponibilità di informazioni riguardo alle condizioni di criticità e stress ambientali connesse al turismo è in generale molto scarsa, in quanto è molto complesso valutare la capacità di carico di un determinato ambiente, definita come "il massimo utilizzo di un'area senza la creazione di effetti negativi sulle risorse naturali e sul contesto sociale e culturale locale", e la conseguente sostenibilità o meno dell'attività turistica che vi insiste.

Gli studi svolti dall'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi tecnici (APAT), nell'ambito dell'indagine per l'applicazione del marchio europeo di qualità ecologica Ecolabel, hanno permesso di quantificare alcune di queste pressioni, in particolare relativamente ai consumi di risorse naturali:

Settore	Consumi idrici (l/giorno)	Consumi energetici (MJ/giorno)
Civile	250	10
Alberghi	560 ¹	40 ²
Campeggi	250 ¹	20 ²

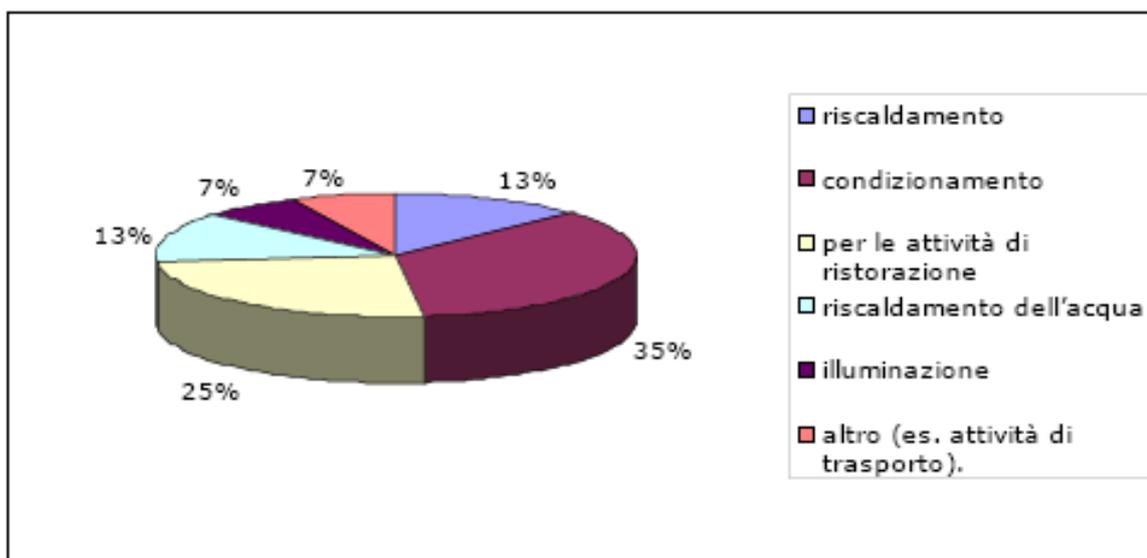
¹ Espressi in l/presenze.

² Espressi in MJ/presenze.

Per ciò che concerne, in particolare, il settore ricettivo alberghiero, è evidente il maggiore consumo di risorse rispetto ai normali usi civili. Un'ulteriore indagine svolta dallo studio FEMATOUR ha permesso di calcolare un consumo energetico medio nell'ambito del settore ricettivo variabile da 120 a 300 MJ/presenza, in funzione della stagione considerata.

In particolare, i consumi possono essere così ripartiti:

- 35% per condizionamento
- 25% per le attività di ristorazione
- 13% per riscaldamento
- 13% per riscaldamento dell'acqua
- 7% per illuminazione
- 7% altro (es. attività di trasporto).



2 LA MATRICE ACQUA: INFLUENZA DEL COMPARTO TURISTICO SULLA QUALITA' DELL'ACQUA IN RELAZIONE ALLE VARIE TIPOLOGIE DI UTILIZZO

Una conoscenza ampia e approfondita dello stato di qualità della matrice acqua consente di avere una visione del trend, delle

motivazioni che hanno dato origine alla evoluzione determinata e quindi quali siano le eventuali priorità da mettere in atto per eliminare o mitigare gli eventuali impatti.

Il territorio della provincia di Rimini, per chi debba tracciarne un profilo dal punto di vista ambientale, risulta essere intensamente utilizzato con uno sfruttamento che aumenta mano a mano ci si avvicina alla linea di costa.

L'intensità abitativa, in continuo incremento, l'aumento delle superfici impermeabilizzate, gli interventi di artificializzazione delle rive fluviali, l'uso eccessivo di risorsa idrica pregiata (acque di falda) e il mancato utilizzo di risorsa di minore pregio (acque bianche e reflui trattati), la superficie utilizzata a scopi agricoli, la mancata gestione delle acque meteoriche, incidono in modo diretto sullo stato della matrice sia da un punto di vista qualitativo che per quanto attiene la parte quantitativa.

Il ciclo dell'acqua, nell'ambito di una programmazione territoriale, influenza ed è a sua volta influenzato da scelte di vario tipo sia in ordine alla gestione del territorio che alla gestione del ciclo dell'acqua vero e proprio. Un esempio per tutti può essere dato dalla programmazione di un intervento urbanistico che di norma prevede in relazione ai dati di piovosità e di consumo idrico quali siano le necessità in tema di reti fognarie senza considerare che è importante tenere conto della quantità di acqua prodotta a vario titolo e del suo eventuale stoccaggio e riutilizzo in modo che: 1) Riduciamo le quantità di reflui fognari che devono poi essere gestiti negli impianti di depurazione; 2) Risparmiamo risorse idriche che sono sempre più preziose.

Le modalità attraverso cui si sono valutate le varie tipologie di acque sono quelle dettate dalla normativa in vigore al momento della raccolta dei dati.

Infatti il D.Lgs. 152/99 e successive modificazioni risulta essere il metro utilizzato nella valutazione delle varie tipologie di classificazioni.

Al momento della consegna della relazione si è avuta l'emanazione di un Decreto Legislativo che ricomprende tutte le normative ambientali e che ha casualmente lo stesso numero 152. Vi sono tuttavia ancora molte perplessità sulla applicabilità della norma che prevedeva una serie di decreti attuativi emanati e successivamente abrogati.

2.1 LE ACQUE SUPERFICIALI INTERNE

2.1.1 INTRODUZIONE

La Provincia di Rimini è caratterizzata da corsi d'acqua superficiali di tipo appenninico a regime torrentizio, fortemente influenzati dal clima, dalle precipitazioni e dall'utilizzo antropico del territorio.

I corsi d'acqua principali sono otto (da nord verso sud): Uso, Marecchia, Ausa, Marano, Melo, Conca, Ventena, Tavollo. Tali corsi idrici sfociano nel mare Adriatico, ad eccezione del torrente Ausa, il cui corso è stato deviato, negli anni '60, dal suo percorso naturale, che sfociava nel mare Adriatico, per confluire nel fiume Marecchia a circa tre chilometri dalla sua foce a mare.

I nostri corsi d'acqua rappresentano per la Provincia di Rimini una ricchezza fondamentale, non solo dal punto di vista ambientale e paesaggistico, ma anche per il loro ruolo nei confronti dell'economia riminese, in quanto molte delle attività artigianali ed industriali che insistono sul territorio necessitano di risorse idriche per i loro processi produttivi.

Al fini di tutela e risanamento delle acque superficiali interne, il D.Lgs. 152/99 individua gli obiettivi minimi di qualità ambientale per i corpi idrici significativi, da raggiungere entro il 2008 (stato di qualità "sufficiente") ed entro il 2016 (stato di qualità "buono").

2.1.2 LE RETI DI MONITORAGGIO PER LE ACQUE SUPERFICIALI INTERNE

Il D.Lgs. n. 152/99, come modificato ed integrato dal D.Lgs. 258/00, definisce, in allegato 1, i criteri per la scelta dei punti di campionamento, i parametri da ricercare e la frequenza di prelievo.

Come già accennato, nel 2002 è stata attuata a livello regionale l'individuazione dei corpi idrici significativi e la revisione della rete di monitoraggio delle acque superficiali, mediante la Delibera di Giunta Regionale n° 1420/2002, emanata ai sensi del D.Lgs. 152/99, Allegato 1, art. 1 c. 1.

Le stazioni di prelievo possono essere distinte nelle seguenti due macrocategorie:

- [1] stazioni di tipo A (rete di monitoraggio di rilevanza nazionale), da monitorare e classificare ai fini del raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale di cui sopra;
- [2] stazioni di tipo B (rete di monitoraggio di rilevanza regionale), importanti per integrare il quadro conoscitivo dello stato di qualità dei corpi idrici superficiali.

Le stazioni di tipo A sono ulteriormente distinte in AS, localizzate su corpi idrici superficiali significativi, ed AI, ritenute di interesse ed ubicate su corsi d'acqua che, per il carico inquinante da essi convogliato, possono avere un'influenza rilevante sui corpi idrici significativi.

Unico corpo idrico superficiale significativo è, in Provincia di Rimini, il fiume Marecchia, in quanto di primo ordine (recapitante direttamente a mare) e caratterizzato da un bacino idrografico di estensione superiore a 400 km²; il numero minimo di stazioni di prelievo, sulla base di quanto stabilito in tabella 6 dell'Allegato 1 al D.Lgs. 152/99, è 2 (stazioni di tipo AS), individuate una in corrispondenza della sezione di chiusura del bacino montano (in località Ponte Verucchio) e

l'altra nella sezione di chiusura del bacino prima dell'immissione a mare (a monte cascata di Via Tonale, Rimini).

Le stazioni di tipo AI sono in totale 4 e posizionate sui corsi d'acqua: Uso (S.P. 89, località San Vito di Rimini), Ausa (Ponte Via Marecchiese, Rimini), Conca (200 m a monte invaso, S. Giovanni in M.) e Ventena (Ponte Via Emilia-Romagna, Cattolica), prima della loro immissione in corpi idrici significativi (Marecchia o mare Adriatico).

In tutti i corpi idrici superficiali della Provincia sono state, infine, individuate in totale 12 stazioni di tipo B, sulla base delle indicazioni fornite dal D.Lgs. 152/99, per completare il quadro conoscitivo dello stato di qualità delle acque superficiali.

Inoltre, per fornire una base di conoscenza più ampia, il Servizio Ambiente dell'Amministrazione Provinciale di Rimini e ARPA Sezione di Rimini, hanno concordato, a partire dal 2001, di procedere allo studio ulteriormente più approfondito dei corsi d'acqua della Provincia di Rimini, istituendo una rete di monitoraggio provinciale, che va ad integrare le reti di monitoraggio nazionale (stazioni di tipo AS ed AI) e regionale (stazione di tipo B).

La scelta dei punti della rete di monitoraggio di rilievo provinciale è stata compiuta tenendo conto delle reti di monitoraggio nazionale e regionale e dei fattori di pressione antropica sulle acque superficiali, distribuiti nell'ambito dei singoli bacini idrografici.

Sommariamente, nel 2001, la rete di monitoraggio provinciale ha interessato i corsi d'acqua maggiori della Provincia di Rimini, Marecchia e Conca. Nel 2002, si è proseguito l'approfondimento studiando il fiume Uso ed il torrente Marano. Nel 2003 si è allargato il quadro conoscitivo con ulteriori tre corsi d'acqua: Melo, Ventena e Tavollo. Nel corso del 2004 si è proceduto, infine, al completamento dello studio con l'ultimo corso d'acqua :il torrente Ausa. Dal 2005 in poi, si è scelto di continuare il monitoraggio in sezioni fluviali ritenute strategiche, alla luce dei risultati degli anni precedenti.

Si può concludere, quindi, che tutti i corsi d'acqua della Provincia di Rimini presentano una stazione di prelievo di rilievo provinciale, ad eccezione del solo rio Melo. A causa delle naturali caratteristiche del bacino e del regime idrologico fortemente torrentizio, non garantisce, infatti, nel tratto collinare, la presenza di portata idrica per un periodo sufficiente ad effettuare un numero minimo di campionamenti. La descrizione dettagliata delle reti di monitoraggio è presente di seguito nei paragrafi dedicati ai singoli bacini.

Il quadro complessivo attuale delle stazioni di prelievo è riportato nella tabella 2.1.2.

Tabella 2.1.2 – Rete di monitoraggio attuale completa per obiettivi di qualità ambientale.

BACINO	CORSO D'ACQUA	RETE	CODICE	DESCRIZIONE PUNTO	Coordinate geografiche	
					Lat.	Long.
USO	USO	REG. TIPO B	17000200	Ponte S.P. 73 - loc.tà Camerano - Poggio Berni	12° 24'	44° 02'
	//	NAZ. TIPO AI	17000300	Ponte S.P. 89 - loc.tà S. Vito - Santarcangelo di Romagna	12° 27'	44° 05'
	//	PROV. (2002)	17000301	A valle scarico impianto depurazione comunale - Bellaria Igea M.	12° 27'	44° 08'
MARECCHIA - AUSA	MARECCHIA	REG. TIPO B	19000100	Ponte per Secchiano - S. Leo (PU)	12° 19'	43° 55'
	//	PROV. (2001)	19000101	A valle foce torrente Mazzocco - Pietracuta - Novafeltria (PU)	12° 22'	43° 57'
	//	NAZ. TIPO AS	19000200	Ponte in loc.tà Ponte Verucchio - Verucchio	12° 24'	43° 59'
	//	REG. TIPO B	19000300	Ponte S.P. 49 - Santarcangelo di Romagna	12° 27'	44° 02'
	//	NAZ. TIPO AS	19000600	A monte cascatella di Via Tonale - Rimini	12° 33'	44° 03'
	AUSA	REG. TIPO B	19000400	Ponte S.S. 72 al confine fra Rimini e RSM - Rimini	12° 30'	43° 59'
	//	PROV. (2004)	19000401	All'altezza del km 4 - S.S. 72 - a valle foce fosso Ausella	12° 32'	43° 59'
MARANO	MARANO	REG. TIPO B	20000100	Ponte S.P. 118 - Via Salina - Albereto di Montescudo	12° 30'	43° 55'
	//	PROV. (2002)	20000101	All'interno del Parco del Marano - loc.tà Vecciano - Coriano	12° 33'	43° 57'
	//	REG. TIPO B	20000200	Ponte S.S. 16 - S. Lorenzo - Riccione	12° 37'	44° 00'
MELO	MELO	REG. TIPO B	21000100	Ponte Via Venezia - Riccione	12° 38'	44° 00'
CONCA	CONCA	REG. TIPO B	22000100	Ponte per Marazzano - Gemmano	12° 33'	43° 54'
	//	REG. TIPO B	22000200	Ponte Via Ponte - Morciano di Romagna	12° 38'	43° 54'
	//	PROV. (2001)	22000201	Guado in loc.tà Pianventena - San Clemente	12° 40'	43° 55'
	//	NAZ. TIPO AI	22000300	A 200 metri a monte invaso del Conca - S. Giovanni in M.	12° 41'	43° 57'
VENTENA	VENTENA	REG. TIPO B	23000100	Ponte Via Ponte Rosso - confine Morciano di R. - Saludecio	12° 40'	43° 54'
	//	PROV. (2003)	23000101	Ponte via Roma - S. Giovanni in Marignano	12° 42'	43° 56'
	//	NAZ. TIPO AI	23000200	Ponte Via Emilia Romagna - Cattolica	12° 44'	43° 57'
TAVOLLO	TAVOLLO	REG. TIPO B	24000100	Ponte S.P. 59 - S. Maria del Monte - Saludecio	12° 44'	43° 54'
	//	PROV. (2003)	24000101	Ponte S. Maria in Pietrafitta - S. Giovanni in Marignano	12° 43'	43° 55'
	//	REG. TIPO B	24000200	Ponte S.S. 16 - Cattolica	12° 44'	43° 57'

2.1.3 PARAMETRI DETERMINATI E INDICI DI QUALITÀ

Ai fini della classificazione della qualità dei corsi d'acqua, il D.Lgs. 152/99, modificato ed integrato dal D.lgs. 258/00, prevede la determinazione di parametri ed indici sulla matrice acquosa e sul biota.

Le determinazioni sulla matrice acquosa riguardano parametri di base (la cui determinazione è obbligatoria) ed addizionali (microinquinanti organici ed inorganici la cui selezione è effettuata dall'Autorità competente, in funzione delle criticità presenti sul territorio), a cui si aggiungono temperatura dell'aria, azoto nitroso, salmonelle, enterococchi fecali, come stabilito nella Delibera di Giunta Regionale n. 1420/2002 (vedi tabella 2.1.3 di seguito riportata); tra i parametri di base, vengono identificati e contrassegnati dalla lettera (o) i parametri definiti macrodescrittori (come indicati nella tab. 4, allegato 1, D.Lgs. 152/99), i quali vengono utilizzati per la classificazione dello stato di qualità chimico-microbiologica (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori).

Per tutte le stazioni è prevista una frequenza mensile per la determinazione dei parametri di base e, solamente per le stazioni A, anche dei parametri addizionali.

Per quanto riguarda la rete di monitoraggio provinciale, vengono determinati, con cadenza mensile, soltanto i macrodescrittori.

Tabella 2.1.3 – Parametri di base e parametri addizionali.

PARAMETRI DI BASE		PARAMETRI ADDIZIONALI	
PARAMETRO	U.D.M	PARAMETRO	U.D.M
Temperatura aria	°C	Cadmio	µg/l
Temperatura acqua	°C	Cromo Totale	µg/l
pH (a 20 °C)		Mercurio	µg/l
Durezza	°F	Nichel	µg/l
Conducibilità	µS/cm	Piombo	µg/l
Solidi sospesi	mg/l	Rame	µg/l
Ossigeno disciolto	mg/l	Zinco	µg/l
Ossigeno disciolto (o)	%	Boro	µg/l
BOD5 (o)	mg/l	Aldrin	µg/l
COD (o)	mg/l	Dieldrin	µg/l
Fosforo totale (o)	mg/l	Endrin	µg/l
Fosforo reattivo	mg/l	Isodrin	µg/l
Azoto ammoniacale (N-NH4)(o)	mg/l	DDT	µg/l
Azoto nitroso (N-NO2)	mg/l	Esaclorobenzene	µg/l
Azoto nitrico (N-NO3) (o)	mg/l	Esaclorocicloesano	µg/l
Azoto totale (N)	mg/l	Esaclorobutadiene	µg/l
Solfati	mg/l	1,2 Dicloroetano	µg/l
Cloruri	mg/l	Tricloroetilene	µg/l
Escherichia coli (o)	UFC/100 ml	Triclorobenzene	µg/l
Enterocchi	UFC/100 ml	Cloroformio	µg/l
Salmonelle/Gruppo	/ 1000 ml	Tetracloruro di carbonio	µg/l
		Percloroetilene	µg/l
		Pentaclorofenolo	µg/l

Per ciascun macrodescrittore viene determinato il 75° percentile, il valore ottenuto rientra in un livello al quale corrisponde un punteggio; la somma dei punteggi ottenuti per ciascun macrodescrittore viene a sua volta convertita in un livello, come evidenziato dalla tabella 2.1.4 riportata di seguito, ripresa dalla tabella 7 dell'allegato 1 al D.Lgs. n. 152/99.

Tabella 2.1.4 - Livello di inquinamento espresso dai macrodescrittori (LIM).

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100-OD (% sat.)	□ | 10 |	□□□□20 |	□□□□30 |	□□□□50 |	> | 50 |
BOD5 (O2 mg/l)	< 2,5	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (O2 mg/)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH4 (N mg/l)	< 0,03	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1,5	> 1,5
NO3 (N mg/l)	< 0,30	≤ 1,5	≤ 5	≤ 10	> 10
Fosforo totale (P mg/l)	< 0,07	≤ 0,15	≤ 0,30	≤ 0,6	> 0,6
Escherichia coli (UFC/100 ml)	< 100	≤1.000	≤ 5.000	≤ 20.000	> 20.000
Punteggio da attribuire a per ogni parametro analizzato (75° percentile del periodo di rilevamento)	80	40	20	10	5
LIVELLO DI INQUINAMENTO DAI MACRODESCRITTORI	480 – 560	240 – 475	120 – 235	60 – 115	< 60

La determinazione sul biota, prevista dal D.Lgs. 152/99, è costituita dall'Indice Biotico Esteso (IBE), che permette di valutare l'impatto antropico complessivo sulle comunità animali di macroinvertebrati bentonici dei corsi d'acqua.

L'indice assume un valore tanto più elevato quanto più diversificata è la comunità studiata ed in base alla sensibilità all'inquinamento delle unità tassonomiche rilevate; tale indice viene determinato due volte all'anno nelle stazioni di tipo B, in corrispondenza dei periodi idrologici di magra e morbida, e quattro volte all'anno nei punti di tipo AS - su corpi idrici significativi - ed AI - su corpi idrici di interesse) e, per la classificazione, viene considerato il valore medio ottenuto dalle analisi eseguite (tabella 2.1.5).

Tabella 2.1.5 – Livello di inquinamento espresso dai macroinvertebrati.

CLASSI DI QUALITÀ	VALORE DI I.B.E.	GIUDIZIO DI QUALITÀ	COLORE DELLA CLASSE DI QUALITÀ
Classe I	10-11-12-...	Ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile	azzurro
Classe II	8-9	Ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione	verde
Classe III	6-7	Ambiente inquinato o comunque alterato	giallo
Classe IV	4-5	Ambiente molto inquinato o comunque molto alterato	arancione
Classe V	0-1-2-3	Ambiente fortemente inquinato e fortemente alterato	rosso

La classificazione dello Stato Ecologico viene effettuata incrociando il dato risultante dai macrodescrittori (LIM) con il risultato dell'IBE, attribuendo alla sezione in esame o al tratto da essa rappresentato il risultato peggiore (tabella 2.1.6).

Tabella 2.1.6 - Stato ecologico dei corsi d'acqua (si considera il risultato peggiore fra 1 e 2).

	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5
1) VALORE DI I.B.E.	10 - 11 - 12 - ...	8 - 9	6 - 7	4 - 5	1 - 2 - 3
2) PUNTEGGIO TOTALE MACRODESCRITTORI	480 - 560	240 - 475	120 - 235	60 - 115	< 60
COLORE RELATIVO	AZZURRO	VERDE	GIALLO	ARANCIONE	ROSSO

Per l'attribuzione dello Stato Ambientale del corso d'acqua (tabella 1.1.6), i dati relativi allo Stato Ecologico vanno rapportati con i dati relativi alla presenza di microinquinanti chimici organici ed inorganici, già citati sopra e definiti parametri addizionali (tabella 2.1.7), i quali definiscono lo Stato Chimico del corso d'acqua.

In aggiunta ai parametri addizionali previsti dal D.Lgs. 152/99, vengono determinate le sostanze pericolose e prioritarie, individuate dalla Provincia di Rimini, in collaborazione con Arpa Rimini, in relazione alle criticità presenti sul territorio, secondo quanto stabilito dal D.Lgs. 152/99 nell'allegato 1 al paragrafo 2.1.2, e previste dalla Decisione 2455/2001/CE. La definizione del numero dei parametri aggiuntivi e la loro frequenza di determinazione dipendono dalla tipologia della stazione di monitoraggio (tipo A e B) e, nel caso delle stazioni di tipo B, dalla posizione nell'ambito del bacino idrografico, in quanto viene data maggiore rilevanza ai punti posti prima della foce a mare.

Tabella 2.1.7 - Stato ambientale dei corsi d'acqua.

Stato Ecologico ⇒	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Concentrazione inquinanti di cui alla tabella 1, all. 1, D.Lgs. 152/99 ↓					
≤ Valore Soglia	ELEVATO	BUONO	SUFFICIENTE	SCADENTE	PESSIMO
> Valore Soglia	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	PESSIMO

A ciascun valore dello Stato Ambientale corrisponde un giudizio di qualità, come descritto dalla tabella 2.1.8.

Tabella 2.1.8 – Definizione dello stato ambientale per le acque superficiali.

ELEVATO	<p>Non si rilevano alterazioni dei valori di qualità degli elementi chimico-fisici ed idromorfologici per quel dato tipo di corpo idrico in dipendenza degli impatti antropici, o sono minime rispetto ai valori normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni indisturbate. I valori degli elementi della qualità biologica del corpo idrico riflettono quelli normalmente associati per lo stesso tipo di ecotipo in condizioni indisturbate e non mostrano o è minima l'evidenza di alterazione. Esistono condizioni e comunità specifiche dell'ecotipo.</p> <p>La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è paragonabile alle concentrazioni di fondo rilevabili nei corpi idrici non influenzati da alcuna pressione antropica.</p>
BUONO	<p>I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico mostrano bassi livelli di alterazione derivanti dall'attività umana e si discostano solo leggermente da quelli normalmente associati allo stesso ecotipo in condizioni non disturbate.</p> <p>La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da non comportare effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.</p>
SUFFICIENTE	<p>I valori degli elementi della qualità biologica per quel tipo di corpo idrico si discostano moderatamente da quelli di norma associati allo stesso ecotipo in condizioni non disturbate. I valori mostrano segni di alterazione derivanti dall'attività umana e sono sensibilmente più disturbati che nella condizione di "buono stato".</p> <p>La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da non comportare effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.</p>
SCADENTE	<p>Si rilevano alterazioni considerevoli dei valori degli elementi di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale, e le comunità biologiche interessate si discostano sostanzialmente da quelle di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato.</p> <p>La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da comportare effetti a medio e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.</p>
PESSIMO	<p>I valori degli elementi di qualità biologica del tipo di corpo idrico superficiale presentano alterazioni gravi e mancano ampie porzioni delle comunità biologiche di norma associate al tipo di corpo idrico superficiale inalterato.</p> <p>La presenza di microinquinanti, di sintesi e non di sintesi, è in concentrazioni da gravi effetti a breve e lungo termine sulle comunità biologiche associate al corpo idrico di riferimento.</p>

Di seguito, sono rappresentati, nella tabella 2.1.9, i risultati delle classificazioni annue dello Stato Ecologico, effettuate sulla base dei risultati dei monitoraggi eseguiti negli anni 2002-2005. Si tratta, quindi, di classificazioni eseguite su 12 mesi a partire dal 2002, successivamente alla classificazione della fase conoscitiva presente nel Piano Regionale di Tutela delle Acque, la quale è stata effettuata sulla base di 24 mesi (2001-2002) ed è servita come base di partenza per le successive classificazioni, come previsto dal D.Lgs. 152/99. Lo Stato Ambientale determinato corrisponde sempre allo Stato

Ecologico, in quanto i valori del 75° percentile dei parametri addizionali di cui alla tabella 2.1.3 **sopra riportata sono risultati sempre inferiori ai valori soglia adottati dalla Regione Emilia-Romagna.**

Per questo motivo tutte le elaborazioni si limitano allo Stato Ecologico.

2.1.4 RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI

L'analisi dello stato di qualità è stata eseguita per ogni singolo bacino, considerando i dati derivanti dal monitoraggio eseguito negli anni dal 2002 al 2005, ed è riportata nel paragrafo intitolato "EVOLUZIONE DELLO STATO DI QUALITÀ 2002-2005" di ciascun bacino idrografico. Per ogni bacino sono stati elaborati grafici a istogramma riportanti i valori complessivi annui dal 2002 al 2005 di LIM, IBE e SECA (calcolati secondo le modalità sopra riportate), con nelle ascisse le stazioni di campionamento (da monte verso valle) e nell'asse delle ordinate i valori degli indici stessi, con sullo sfondo il colore della relativa classe di qualità. Su ogni barra dell'istogramma è riportato l'anno al quale si riferisce il valore rappresentato. Per distinguere le stazioni di monitoraggio presenti sul corso d'acqua principale da quelle localizzate su eventuali affluenti o corsi d'acqua secondari, gli istogrammi sono stati evidenziati con due colori differenti: grigio nel primo caso e azzurro nel secondo.

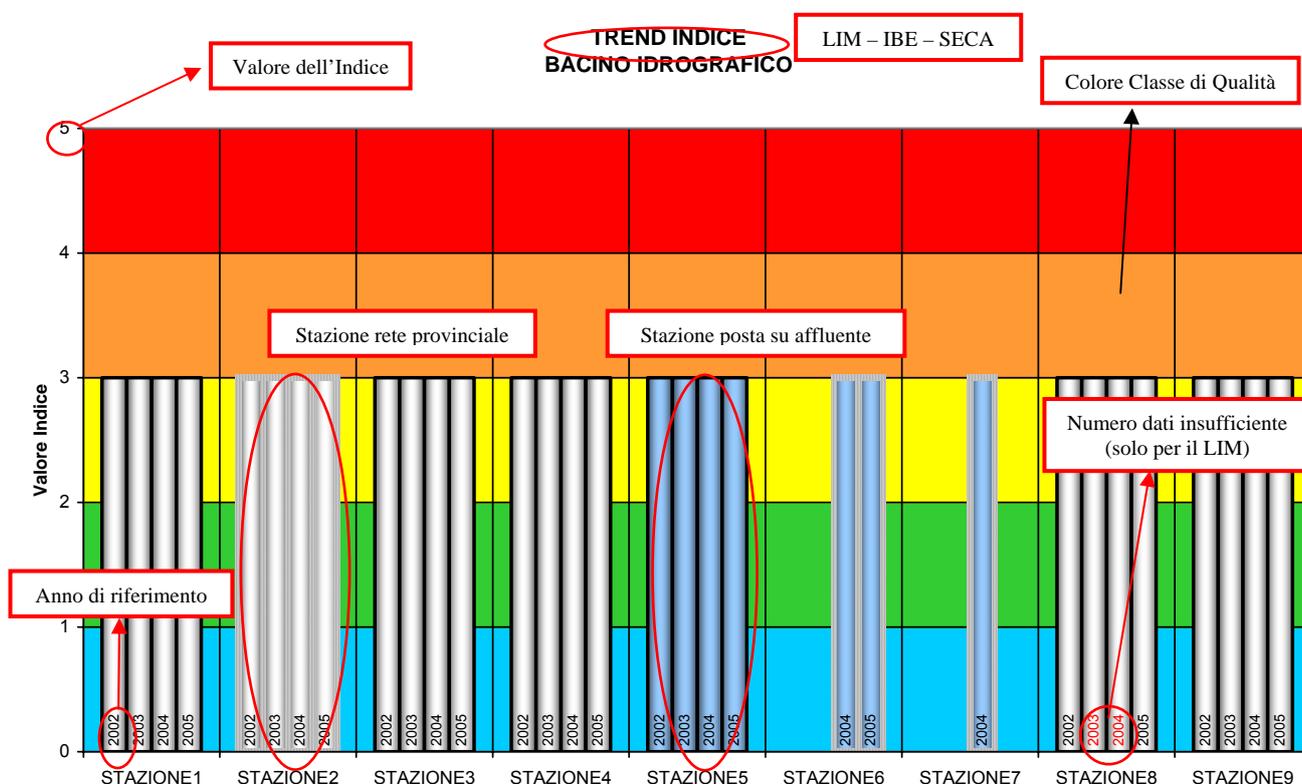
Inoltre, per differenziare i punti delle reti regionale e nazionale dai punti della rete provinciale, gli istogrammi relativi a questi ultimi sono caratterizzati dalla presenza di un bordo sfumato (vedi grafico 2.1.1 di esempio).

Sempre nel grafico 2.1.1, per quanto riguarda il LIM, nel caso in cui il numero di campionamenti in un anno sia risultato insufficiente per la classificazione (75% dei dati disponibili, ovvero nove campioni su dodici possibili in un anno), il valore del Livello di Inquinamento da Macrodescrittori è da considerarsi solo indicativo e nel grafico l'anno di riferimento viene riportato in colore rosso. Attraverso tali grafici è

possibile avere una visione dell'andamento di un determinato indice, sia da un punto di vista temporale che spaziale (da monte verso valle).

Per ogni bacino sono state, inoltre, realizzate delle carte riportanti le reti di monitoraggio, gli scarichi in acque superficiali e l'andamento dei tre indici (LIM, IBE, SECA) relativamente ad ogni stazione di campionamento.

Grafico 2.1.1 – Esempio di grafico a istogramma.



A fianco di ciascun punto di indagine è riportato, infatti, un grafico a istogramma, come quello riportato sopra, relativo ad una singola stazione. Per quanto riguarda le carte relative allo Stato Ecologico, a fianco di ciascun punto di indagine è riportato un singolo istogramma, costituito da quattro rettangoli, ciascuno dei quali si riferisce ad un anno (dal 2002 al 2005 da sinistra verso destra), i quali sono caratterizzati dal colore della classe SECA relativa.

Nell'allegato 1 sono riportati, mediante grafici a linea, i dati mensili dei quattro anni (2002-2005) relativamente ai macrodescrittori per

ciascuna stazione di campionamento. Sovrapposta all'andamento mensile è la linea, di colore fucsia, che rappresenta il valore del 75° percentile del parametro per l'anno in questione, valore che poi ha contribuito al calcolo del Livello di Inquinamento da Macrodescrittori, secondo le modalità descritte sopra.

Nell'allegato 2 sono riportati i singoli valori di Indice Biotico Esteso, con sovrapposto il colore della relativa classe di qualità.

La tabella 2.1.9 seguente riassume i dati LIM, IBE e SECA dei quattro anni in esame nella presente relazione, in riferimento alla rete di monitoraggio attuale, nazionale, regionale e provinciale.

Tabella 2.1.9 – Classificazione Stato Ecologico corpi idrici superficiali - Rete di monitoraggio completa attuale. ANNI 2002-2005.

BACINO IDROGRAFICO: USO

CORPO IDRICO - STAZIONE	TIPO	CODICE	2002			2003			2004			2005		
			LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA
F. USO – Ponte S.P. 73 – Camerano di Poggio Berni	B	17000200	215	6	Classe 3	125	4-5	Classe 4	135	6	Classe 3	155	5-6	Classe 4
F. USO – S.P. 89 - Rimini	AI	17000300	90	5	Classe 4	90	4	Classe 4	90	4	Classe 4	130	6	Classe 3
F. USO – a valle scarico imp. dep. com. – Bellaria Igea Marina	prov.	17000301	110	3	Classe 5	120	2	Classe 5	75	1	Classe 5	125	2-1	Classe 5

BACINO IDROGRAFICO: MARECCHIA

CORPO IDRICO - STAZIONE	TIPO	CODICE	2002			2003			2004			2005		
			LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA
F. MARECCHIA – Ponte per Secchiano – S. Leo (PU)	B	19000100	390	7-8	Classe 3	320	7	Classe 3	330	7	Classe 3	360	8	Classe 2
F. MARECCHIA – a valle t. Mazzocco – Pietracuta - S. Leo (PU)	prov.	19000101	360	7	Classe 3	300	7	Classe 3	310	7	Classe 3	330	7	Classe 3
F. MARECCHIA – Ponte Verucchio – Verucchio	AS	19000200	320	8	Classe 2	350	7	Classe 3	350	6	Classe 3	350	7-8	Classe 3
F. MARECCHIA – Ponte S.P. 49 – Santarcangelo di R.	B	19000300	400	7	Classe 3	330	5-6	Classe 4	350	6-7	Classe 3	360	7	Classe 3
T. AUSA – Ponte S.S. 72 confine Rimini - San Marino	B	19000400	65	3-4	Classe 5	75	2	Classe 5	80	4	Classe 4	70	1	Classe 5
T. AUSA – Km 4, S.S. 72 - a valle foce fosso Ausella - Rimini	prov.	19000401							70	4	Classe 4	70	2	Classe 5
T. AUSA – Ponte via Marecchiese - Rimini	AI	19000500	80	5	Classe 4	90	3	Classe 5	165	2	Classe 5	130	3	Classe 5
F. MARECCHIA – a monte cascata via Tonale – Rimini	AS	19000600	135	7	Classe 3	140	4-5	Classe 4	150	6	Classe 3	225	6	Classe 3

BACINO IDROGRAFICO: MARANO

CORPO IDRICO - STAZIONE	TIPO	CODICE	2002			2003			2004			2005		
			LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA
T. MARANO – Ponte via Salina – Albereto - Montescudo	B	20000100	185	4-5	Classe 4	155	5-6	Classe 4	140	7	Classe 3	325	7-6	Classe 3
T. MARANO – Parco del Marano – località Vecchiano - Coriano	prov.	20000101	295	6	Classe 3	255	7-6	Classe 3	225	7	Classe 3	175	7	Classe 3
T. MARANO – Ponte s.s. 16 S. Lorenzo - Riccione	B	20000200	195	5	Classe 4	265	4	Classe 4	295	2-3	Classe 5	265	4-5	Classe 4

■ Monitoraggio non eseguito

N.D. = Non Determinato

Tabella 2.1.9 – Classificazione STATO ECOLOGICO corpi idrici superficiali - Rete di monitoraggio completa attuale. ANNI 2002-2005.

BACINO IDROGRAFICO: MELO

CORPO IDRICO - STAZIONE	TIPO	CODICE	2002			2003			2004			2005		
			LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA
R. MELO – Ponte via Venezia - Riccione	B	21000100	155	5	Classe 4	155	5	Classe 4	115	5-4	Classe 4	245	5	Classe 4

BACINO IDROGRAFICO: CONCA

CORPO IDRICO - STAZIONE	TIPO	CODICE	2002			2003			2004			2005		
			LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA
F. CONCA – Ponte strada per Marazzano – Gemmano	B	22000100	390	7-8	Classe 3	290	7	Classe 3	290	7	Classe 3	310	8	Classe 2
F. CONCA – Ponte via Ponte – Morciano di Romagna	B	22000200	370	8-9	Classe 2	390	6-7	Classe 3	310	2-3	Classe 5	300	8	Classe 2
F. CONCA – Guado in località Pianventena – San Clemente	prov.	22000201	280	7	Classe 3	270	4	Classe 4	250	3-2	Classe 5	250	7	Classe 3
F. CONCA – 200 m a monte invaso – San Giovanni in Marignano	AI	22000300	310	6	Classe 3	270	5	Classe 4	265	1	Classe 5	310	6	Classe 3

BACINO IDROGRAFICO: VENTENA

CORPO IDRICO - STAZIONE	TIPO	CODICE	2002			2003			2004			2005		
			LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA
T. VENTENA – Ponte via Ponte Rosso confine Morciano - Saludecio	B	23000100	130	2-3	Classe 5	135	5	Classe 4	115	5-4	Classe 4	285	5	Classe 4
T. VENTENA – Ponte Via Roma – S. Giovanni in Marignano	prov.	23000101				285	5-4	Classe 4	245	2	Classe 5	205	N.D.	Classe 3
T. VENTENA – Ponte via Emilia-Romagna – Cattolica	AI	23000200	105	3	Classe 5	125	3	Classe 5	110	1	Classe 5	160	4	Classe 4

BACINO IDROGRAFICO: TAVOLLO

CORPO IDRICO - STAZIONE	TIPO	CODICE	2002			2003			2004			2005		
			LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA	LIM	IBE	SECA
T. TAVOLLO – Ponte S.P. 59 S. Maria del Monte – Saludecio	B	24000100	95	3-4	Classe 5	105	6	Classe 4	80	2-1	Classe 5	95	3-2	Classe 5
T. TAVOLLO – Ponte Santa Maria in Pietrafitta - S. Giovanni in M.	prov.	24000101				120	5-4	Classe 4	100	3-4	Classe 5	100	6-5	Classe 4
T. TAVOLLO – Ponte S.S. 16 – Cattolica	B	24000200	85	3	Classe 5	235	6	Classe 3	100	4	Classe 4	250	6-7	Classe 3

Monitoraggio non eseguito

N.D. = Non Determinato

2.2 LA RETE PROVINCIALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

La progettazione della Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee è avvenuta nel 1976 nell'ambito della predisposizione del Progetto di Piano per la salvaguardia e l'utilizzo ottimale delle risorse idriche (Regione Emilia-Romagna & Idroser, 1978), limitatamente al controllo della piezometria e della conducibilità elettrica specifica con una frequenza stagionale.

Negli anni 1987-88 sono state estese le indagini alla componente qualitativa, venendo così a realizzarsi una prima rete di controllo "quali-quantitativo", dove i rilievi piezometrici ed i campionamenti dei parametri fisico-chimici e microbiologici vengono condotti da Arpa con la frequenza semestrale.

La rete di controllo è stata recentemente sottoposta ad un processo di revisione/ottimizzazione il cui principale obiettivo era quello di essere funzionale alla classificazione delle acque sotterranee in base a quanto contenuto nel D.Lgs. 152/99 e s.m.i.. Con la Delibera di Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna numero 2135 del 2/11/2004 è stata approvata la nuova rete di monitoraggio delle acque sotterranee.

2.2.1 CARATTERIZZAZIONE DELLA RETE

La Rete Regionale delle acque sotterranee è composta da due reti:

1. una rete della piezometria o quantitativa;
2. una rete del chimismo o qualitativa.

Queste reti sono tra loro connesse ed interrelate ed un pozzo può essere presente in una o in entrambe le reti.

Nella Provincia di Rimini i punti della rete, definiti appunto dalla Delibera Regionale n. 2135, sono 25, 5 pozzi privati e 20 di proprietà

di Romagna Acque - Soc. delle Fonti, e rappresentano le peculiarità del nostro acquifero, utili ad esprimere un giudizio di qualità.

Il sistema acquifero della pianura riminese è costituito da un insieme di falde che trovano sede nei sistemi alluvionali costituiti da ghiaie, sabbie, limi e argille trasportati e depositati dai corsi d'acqua che solcano l'area. Nel nostro territorio si individuano un acquifero principale relativo alla conoide del Marecchia ed uno secondario connesso al torrente Conca.

La conoide dal Marecchia ha una forma a semicono che va via via ispessendosi a valle di Ponte Verucchio fino a superare i 200 m di profondità in prossimità della costa. Dalla conoide attingono più pozzi che si spingono fino ad una profondità variabile che va dai 30 ai 120 m di profondità.

L'acquifero ad essa connesso è costituito da successioni irregolari di orizzonti sovrapposti, fra loro interconnessi, permeabili e non.

Le zone apicali delle conoidi, dove per decine di metri sono presenti corpi ghiaiosi amalgamati, sono sede di un acquifero, detto monostrato, in condizioni di falda libera, caratterizzato da frequenti ed elevati scambi idrici falda-fiume, in cui il fiume rappresenta la fonte di alimentazione principale delle falde.

In corrispondenza della conoide del Conca, anch'essa sfruttata per l'emungimento di acqua potabile, lo spessore degli strati porosi permeabili non supera i 20 m. La minore portata del corso d'acqua induce un minore scambio tra fiume e falda.

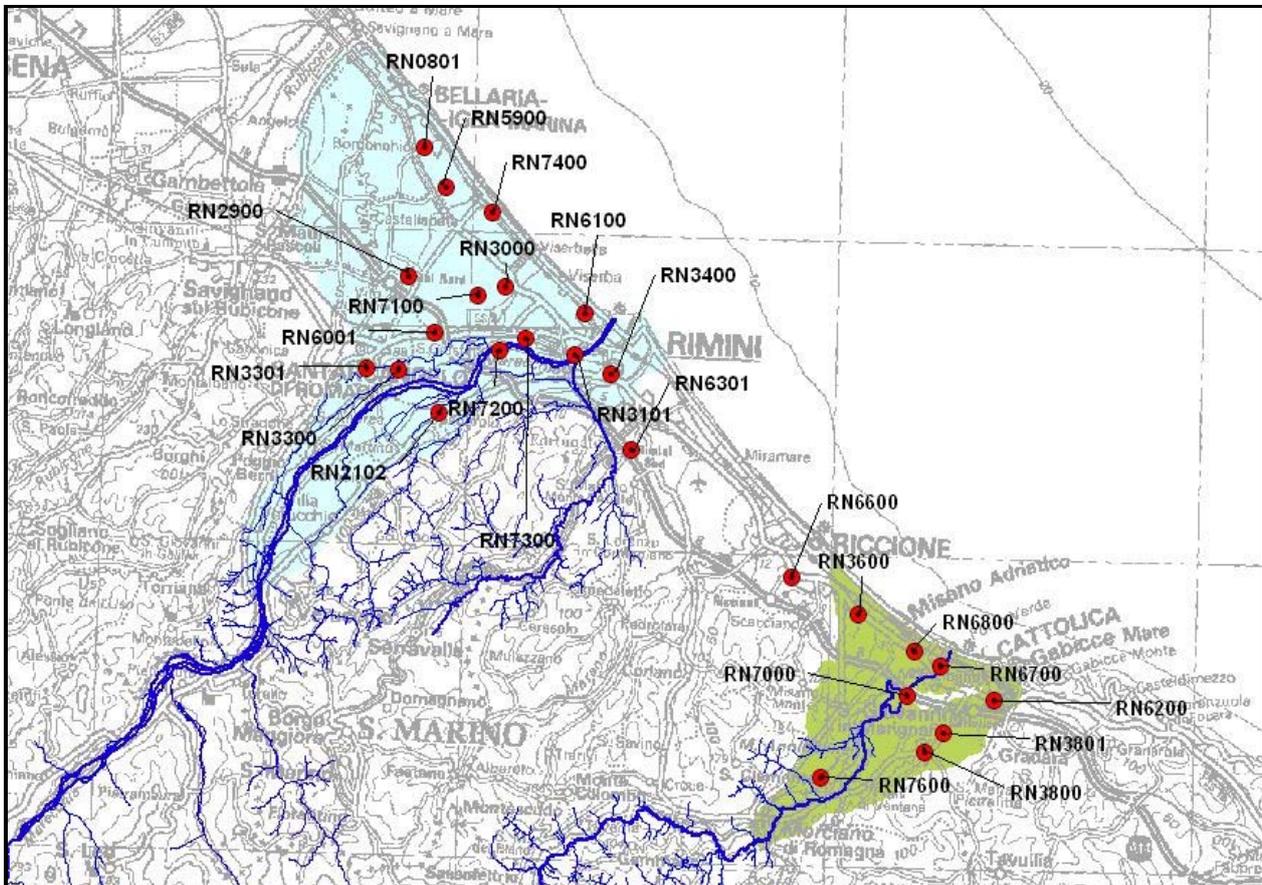
La struttura originaria della rete è stata comunque confermata, ovvero la parziale sovrapposizione tra punti con rilievo qualitativo e punti con rilievo quantitativo, essendo il mantenimento delle serie storiche di lunga durata un'informazione preziosa ed irrinunciabile.

La tabella 2.2.1 riporta, in sintesi, il numero di punti di misura provinciale suddivisi per tipologia di misura: solo piezometria, solo chimismo o entrambe le misure, mentre la figura 2.2.1 ne rappresenta la distribuzione sul territorio.

Tabella 2.2.1: Suddivisione dei punti di monitoraggio.

prov	codice	tipo di rilievo	unità idrogeologica	complesso idrogeologico	dimensioni conoidi
RN	RN08-01	ch	Marecchia	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi maggiori
RN	RN21-02	pz ch	Marecchia	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi maggiori
RN	RN29-00	pz ch	Marecchia	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi maggiori
RN	RN30-00	pz ch	Marecchia	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi maggiori
RN	RN31-01	pz ch	Marecchia	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi maggiori
RN	RN33-00	pz ch	Marecchia	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi maggiori
RN	RN33-01	pz ch	Marecchia	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi maggiori
RN	RN34-00	pz ch	Marecchia	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi maggiori
RN	RN36-00	pz ch	Conca	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi intermedie
RN	RN38-00	pz	Conca	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi intermedie
RN	RN38-01	pz ch	Conca	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi intermedie
RN	RN59-00	pz ch	Marecchia	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi maggiori
RN	RN60-01	pz ch	Marecchia	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi maggiori
RN	RN61-00	ch	Marecchia	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi maggiori
RN	RN62-00	pz ch	Conca	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi intermedie
RN	RN63-01	pz	interconoide riminese	interconoide	
RN	RN66-00	pz	interconoide riminese	interconoide	
RN	RN67-00	pz ch	Conca	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi intermedie
RN	RN68-00	pz ch	Conca	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi intermedie
RN	RN70-00	pz	Conca	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi intermedie
RN	RN71-00	pz ch	Marecchia	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi maggiori
RN	RN72-00	pz ch	Marecchia	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi maggiori
RN	RN73-00	pz ch	Marecchia	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi maggiori
RN	RN74-00	pz ch	Marecchia	conoidi alluvionali appenniniche	conoidi maggiori
RN	RN76-00	pz ch	Conca	in depositi vallivi	conoidi intermedie

Figura 2.2.1. – Cartina provinciale dei pozzi.



2.2.2 GESTIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

La corretta gestione delle risorse idriche presuppone la soluzione di due problemi fondamentali: il mantenimento della buona qualità delle acque e la conservazione, da un punto di vista quantitativo, delle riserve idriche sotterranee generalmente destinate all'approvvigionamento potabile.

La difesa totale dagli inquinanti in aree soggette a urbanizzazione e già interessate da contaminazione, privilegia la tutela delle opere di captazione degli acquedotti e del territorio circostante.

Tale scelta permette di conservare, tramite un accurato controllo della qualità delle acque sotterranee e degli insediamenti "a rischio" (possibili sorgenti di contaminazione), una soddisfacente condizione d'uso delle risorse idriche sotterranee in aree di interesse strategico.

La delimitazione di aree di salvaguardia per le opere di captazione sul territorio ha lo scopo di definire l'estensione della tutela, i vincoli d'uso e i controlli delle attività al fine di garantire nel tempo la possibilità dell'approvvigionamento idrico potabile.

Nel D.Lgs. 152/99 vengono stabilite zone nelle quali si hanno divieti e regolamentazioni per le attività e gli insediamenti al fine di conservare nel tempo la possibilità di un idoneo approvvigionamento idrico.

Le aree di salvaguardia sono suddivise in:

- [1] zona di tutela assoluta per un raggio di 10 metri;
- [2] zona di rispetto per un raggio di 200 metri ;
- [3] zona di protezione.

Le zone di tutela assoluta e quella di rispetto si riferiscono alle sorgenti, ai pozzi e ai punti di presa.

Esempi di rispetto della normativa:

Pozzo RN21-02 (S. Ermete Via Valdazze)



PozzoRN31-01 (Rimini Via Tonale)



Esempi di mancato rispetto della normativa:

Pozzo RN3800 (S.Giovanni in M. - Via Case Nuove): si trova in pieno campo coltivato.



Pozzo RN6800 (Misano A. Via Adriatica): privo di qualsiasi tutela, vicino a campi coltivati e zona artigianale.



Si fa notare che il Servizio Sistemi Ambientali di Arpa ha iniziato un carteggio e invio di e-mail con l'Amministrazione Provinciale di Rimini, il gestore dei pozzi (Hera SpA) e con la proprietà Società delle Fonti - Romagna Acque, facendo notare che esistono casi di pozzi utilizzati per il monitoraggio che non rientrano nella normativa vigente per quanto riguarda le aree di salvaguardia e la loro tutela da attività potenzialmente inquinanti e non autorizzate.

2.2.3 LA CLASSIFICAZIONE QUALI QUANTITATIVA DELLE ACQUE SOTTERRANEE

La classificazione delle acque sotterranee, secondo il D.Lgs. 152/99 e s.m.i., prevede la determinazione di uno stato quantitativo o di equilibrio idrogeologico, di uno stato chimico o qualitativo e di uno stato ambientale o quali-quantitativo che rappresenta una sintesi per sovrapposizione delle due classificazioni precedenti.

2.2.3.1 LA CLASSIFICAZIONE QUANTITATIVA (SQUAS)

Il D.Lgs. 152/99 riporta le indicazioni di principio secondo le quali la classificazione quantitativa deve essere basata sulle alterazioni misurate o previste delle condizioni di equilibrio idrogeologico. Inoltre

vengono identificate le quattro classi quantitative riportate in Tabella 2.2.2 unitamente alla loro descrizione. All'interno delle stesse definizioni risulta evidente l'importanza che riveste, per il mantenimento delle condizioni di sostenibilità nell'utilizzo della risorsa sul lungo periodo, la conoscenza dei termini che concorrono alla definizione del bilancio idrogeologico dell'acquifero, comprendendo tra questi quello dovuto agli emungimenti e rappresentativo dell'impatto antropico, nonché la conoscenza delle caratteristiche intrinseche e di potenzialità dell'acquifero.

Tabella 2.2.2 - Definizione dello stato quantitativo delle acque sotterranee

CLASSE A	L'impatto antropico è nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico. Le estrazioni di acqua o alterazioni della velocità naturale di ravenamento sono sostenibili sul lungo periodo.
CLASSE B	L'impatto antropico è ridotto, vi sono moderate condizioni di disequilibrio del bilancio idrico, senza che tuttavia ciò produca una condizione di sovrasfruttamento, consentendo un uso della risorsa e sostenibile sul lungo periodo.
CLASSE C	Impatto antropico significativo con notevole incidenza dell'uso sulla disponibilità della risorsa evidenziata da rilevanti modificazioni agli indicatori generali sopraesposti (1).
CLASSE D	Impatto antropico nullo o trascurabile, ma con presenza di complessi idrogeologici con intrinseche caratteristiche di scarsa potenzialità idrica.

Il livello piezometrico rappresenta il limite superiore dell'acquifero e quindi della vera e propria falda, dove tutti gli spazi presenti sono riempiti completamente dall'acqua, viene valutato in termini di variazione media annua del livello di falda, dato poi tradotto in volumi idrici.

L'esistenza di serie storiche di dati permette di valutare l'andamento nel tempo della piezometria e quindi lo stato quantitativo rispetto ad una situazione pregressa o una tendenza al miglioramento o peggioramento. Queste informazioni, unite a quelle relative alle caratteristiche strutturali ed idrogeologiche degli acquiferi, concorrono alla valutazione della classificazione quantitativa.

Il trend della piezometria calcolato in un opportuno periodo di riferimento (2002-2005) può essere assunto come indicatore indiretto

del rapporto tra ricarica e prelievi proprio per l'incidenza che questi ultimi hanno sull'abbassamento od innalzamento delle falde.

Le frequenze di monitoraggio della piezometria sono:

- semestrale: si colloca nelle due stagioni intermedie primavera e autunno, finalizzato a monitorare la fase di massima piena delle falde (primavera) e la massima magra (autunno);
- trimestrale: riguarda in particolare i nuovi pozzi della rete;
- mensile: prevalentemente pozzi ad uso civile.

CONOIDE DEL MARECCHIA

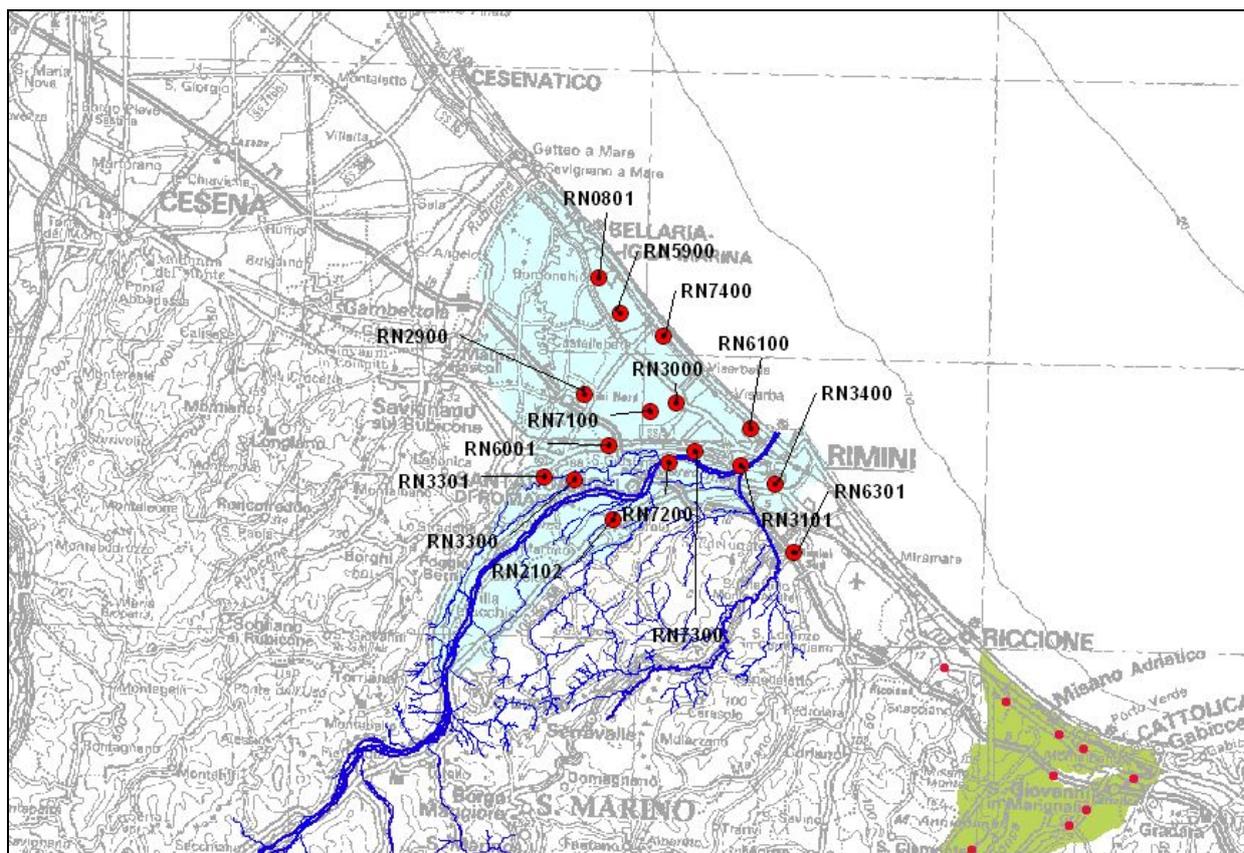
La conoide del Marecchia è stata individuata come conoide alluvionale maggiore. I principali centri abitati sono Rimini, Bellaria Igea Marina e Santarcangelo di Romagna.

Tabella 2.2.3 – Pozzi ubicati nella Conoide del Marecchia.

codice	tipo_di_rilievo	screening_analitico	piezometria	profondità	COMUNE	INDIRIZZO_POZZO
RN08-01	ch	completo		114,00	BELLARIA - IGEA MARINA	VIA ENNIO
RN21-02	pz ch	completo	trimestrale	53,60	RIMINI	VIA VALDAZZE
RN29-00	pz ch	parz. Sempl.	semestrale	37,00	RIMINI	VIA ORSOLETO 286
RN30-00	pz ch	completo	semestrale	42,00	RIMINI	VIA MANFRONI 16
RN31-01	pz ch	completo	trimestrale	31,00	RIMINI	VIA TONALE
RN33-00	ch	completo	semestrale	58,00	S.ARCANGELO DI ROMAGNA	VIA BORNACCINO
RN33-01	pz ch	completo	trimestrale	27,00	S.ARCANGELO DI ROMAGNA	VIA DELLA RESISTENZA 5
RN34-00	pz ch	completo	mensile	30,00	RIMINI	VIA BASTIONI OCCIDENTALE
RN59-00	pz ch	semplificato	semestrale	234,00	BELLARIA - IGEA MARINA	VIA ABBA
RN60-01	pz ch	completo	trimestrale	78,00	RIMINI	VIA ANTICA EMILIA
RN61-00	ch	parz. Sempl.		90,00	RIMINI	VIA XXV MARZO
RN63-01	pz ch	parz. Sempl.	semestrale	7,00	RIMINI	VIA MONTESCUDO 103
RN71-00	pz ch	completo	trimestrale	101,20	RIMINI	VIA ORSOLETO
RN72-00	pz ch	completo	trimestrale	105,00	RIMINI	VIA DEI MULINI
RN73-00	pz ch	completo	trimestrale	50,00	RIMINI	VIA EMILIA
RN74-00	pz ch	completo	trimestrale	25,00	RIMINI	VIA APOLLONIA

 **pozzi privati**

Figura 2.2.2 – Cartina dei pozzi ubicati nella conoide del Marecchia.



CONOIDE DEL CONCA

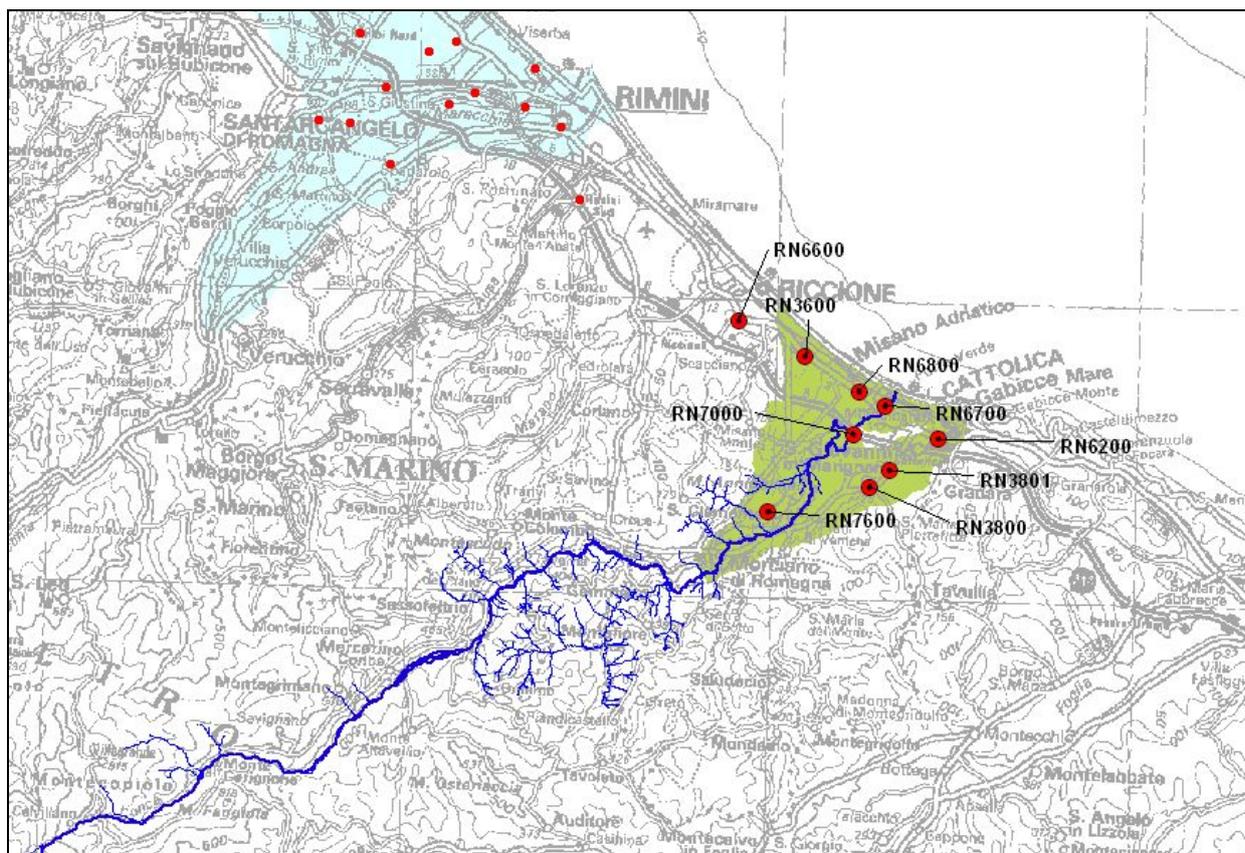
La conoide del Conca è stata individuata come conoide alluvionale intermedia. I principali centri abitati che vi insistono sono Riccione, Misano A., S. Giovanni in M. e S. Clemente.

Tabella 2.2.4 – Pozzi ubicati nella Conoide del Conca.

codice	tipo_di_rilievo	screening_analitico	piezometria	profondità	COMUNE	INDIRIZZO_POZZO
RN36-00	pz ch	parz.sempl.	semestrale	33,00	RICCIONE	VIA CALABRIA
RN38-00	pz		semestrale	34,30	S.GIOVANNI IN MARIGNANO	VIA CASE NUOVE
RN38-01	pz ch	parz.sempl.	semestrale	38,00	S.GIOVANNI IN MARIGNANO	VIA AL MARE
RN62-00	pz ch	completo	semestrale	35,60	CATTOLICA	VIA DALLA CHIESA
RN66-00	pz		semestrale	8,00	RICCIONE	VIA TOSCANA 20
RN67-00	pz ch	parz.sempl.	mensile	32,30	MISANO ADRIATICO	VIA CONCA
RN68-00	pz ch	completo	trimestrale	36,00	MISANO ADRIATICO	VIA ADRIATICA
RN70-00	pz		trimestrale	5,00	S.GIOVANNI IN MARIGNANO	VIA FRASSINETO
RN76-00	pz ch	completo	semestrale	13,00	SAN CLEMENTE	VIA CERRO

 **pozzi privati**

Figura 2.2.3 – Cartina dei pozzi ubicati nella conoide del Conca.



2.2.3.2 La Classificazione Qualitativa (SCAS)

Il D.Lgs. 152/99 e s.m.i. definisce cinque classi qualitative, riportate in tabella 2.2.5 insieme alla loro descrizione. Per l'attribuzione della classe, si fa riferimento ai valori di concentrazione dei sette parametri chimici di base, riportati nella tabella 2.2.6 seguente, ripresa dalla tabella 20 dell'Allegato 1 al D.Lgs 152/99 e s.m.i.

La classificazione è determinata dal valore peggiore di concentrazione riscontrato nelle analisi dei diversi parametri di base.

Tabella 2.2.5 – Definizione dello stato chimico o qualitativo delle acque sotterranee.

CLASSE 1	Impatto antropico nullo o trascurabile con pregiate caratteristiche idrochimiche
CLASSE 2	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche
CLASSE 3	Impatto antropico significativo e con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione
CLASSE 4	Impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti
CLASSE 0	Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in concentrazioni al di sopra del valore della Classe 3

Classe 0: per la valutazione dell'origine endogena delle specie idrochimiche presenti dovranno essere considerate anche le caratteristiche chimico-fisiche delle acque.

Tabella 2.2.6 – Determinazione della classificazione qualitativa in base al valore dei parametri di base

Parametro	Unità di misura	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 0
Conducibilità el. (20°C)	µS/cm	≤400	≤2500	≤2500	>2500	>2500
Cloruri	mg/l	≤ 25	≤250	≤250	>250	>250
Manganese	µg/l	≤ 20	≤50	≤50	>50	>50
Ferro	µg/l	≤ 50	≤200	≤200	>200	>200
Nitrati	mg/l di NO ₃	≤ 5	≤25	≤50	> 50	
Solfati	mg/l di SO ₄	≤ 25	≤250	≤250	>250	>250
Ione ammonio	mg/l di NH ₄	≤ 0.05	≤0.5	≤0.5	>0.5	>0.5

La classe attribuita deve, però, essere corretta in relazione ai valori di concentrazione rilevati nel monitoraggio di altri parametri addizionali, il cui elenco e relativi valori di soglia sono riportati in Tabella 2.2.7, tratta dalla tabella 21 dell'Allegato 1 del D.Lgs. 152/99 e s.m.i.

In particolare, il superamento della soglia riportata per ogni singolo inquinante, sia inorganico od organico, determina il passaggio alla Classe 4 a meno che non sia accertata, per i soli inorganici, l'origine naturale che ne determina la Classe 0.

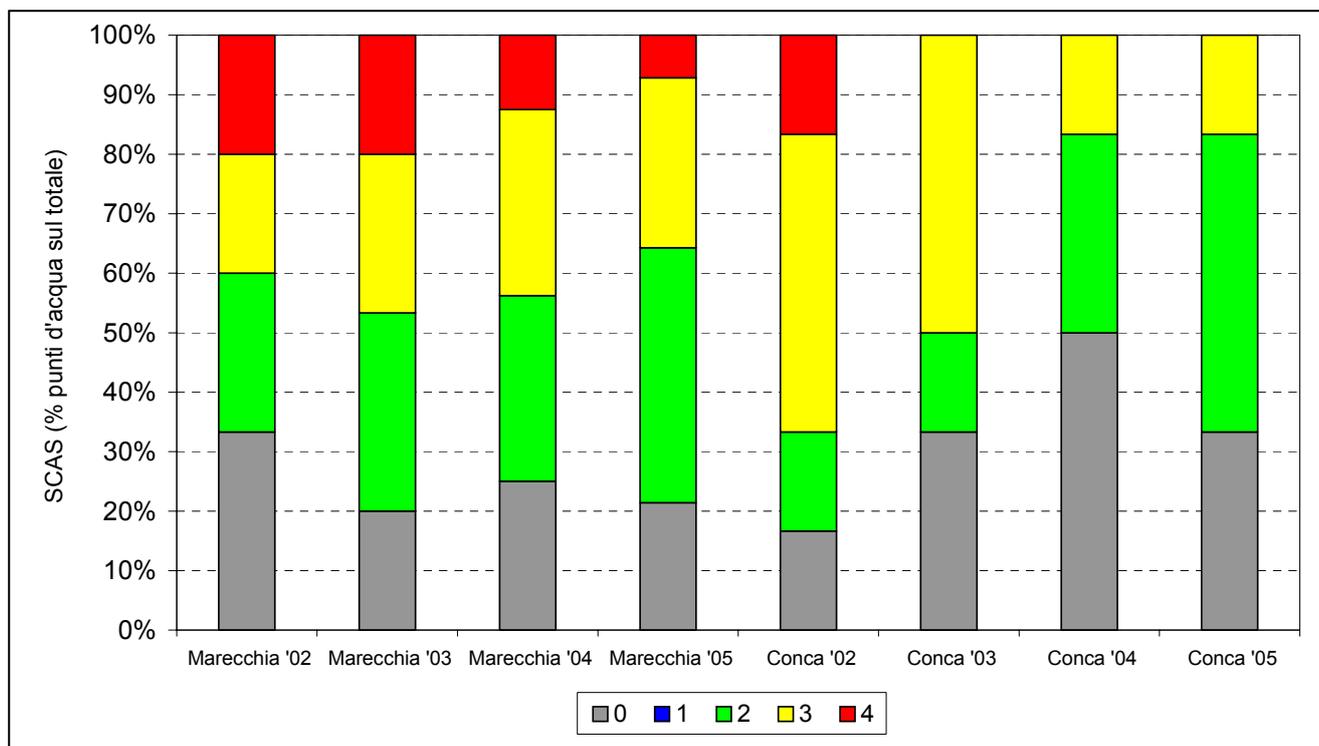
Tabella 2.2.7 – Determinazione della classificazione qualitativa in base al valore dei parametri aggiuntivi

Inquinanti inorganici	µg/l	Inquinanti organici	µg/l
Alluminio	≤200	Composti alifatici alogenati totali	10
Antimonio	≤5	di cui:	
Argento	≤10	- 1,2-dicloroetano	3
Arsenico	≤10	Pesticidi totali (1)	0.5
Bario	≤2000	di cui:	
Berillio	≤4	- aldrin	0.03
Boro	≤1000	- dieldrin	0.03
Cadmio	≤5	- eptacloro	0.03
Cianuri	≤50	- eptacloro epossido	0.03
Cromo tot.	≤50	Altri pesticidi individuali	0.1
Cromo VI	≤5	Acilamide	0.1
Ferro	≤200	Benzene	1
Fluoruri	≤1500	Cloruro di vinile	0.5
Mercurio	≤1	IPA totali (2)	0.1
Nichel	≤20	Benzo(a)pirene	0.01
Nitriti	≤500		
Piombo	≤10		
Rame	≤1000		
Selenio	≤10		
Zinco	≤3000		

Di particolare importanza risulta la distinzione effettuata separatamente per ognuno dei parametri di base o aggiuntivi che conducono alla classificazione qualitativa, delle zone nelle quali una elevata concentrazione è attribuibile a fenomeni di tipo antropico (attribuzione classe 4) piuttosto che a fenomeni di tipo naturale (attribuzione classe 0). Tale distinzione comporta conseguentemente l'attribuzione dello stato ambientale scadente (per il quale sono necessarie azioni di risanamento) oppure particolare (per il quale non sono previste azioni di risanamento, ma solo azioni atte ad evitare il peggioramento dello stato delle acque). In particolare per quanto riguarda i nitrati questi sono un parametro discriminante in quanto se superano i valori di 50 mg/l l'attribuzione è di classe 4, così come superando la soglia di 25 mg/l, la classe da attribuire alle acque sotterranee è la classe 3, anche se si presentano uno o più parametri indicatori di classe 0.

Di seguito viene riportato il grafico che riassume la classificazione dello Stato Qualitativo (SCAS) dei pozzi delle conoidi del Marecchia e del Conca dal 2002 al 2005.

Grafico 2.2.1 – Classificazione dello Stato Qualitativo (SCAS) pozzi delle conoidi Marecchia e Conca (2002-2005)



2.2.3.3 Lo Stato Ambientale (SAAS)

Lo Stato Ambientale delle Acque Sotterranee è definito dalle cinque classi riportate nella tabella 2.2.8; esse vengono determinate attraverso la sovrapposizione, guidata in base ai contenuti della tabella 2.2.9, delle cinque classi di qualità riportate in tabella 2.2.5 con le quattro classi di quantità riportate in tabella 2.2.2.

In tabella 2.2.9 si nota l'incidenza della classificazione qualitativa Classe 0 nei confronti dello stato ambientale in quanto, indipendentemente dalle condizioni di sfruttamento quantitativo, questa origina lo stato naturale particolare. Inoltre, la differenziazione tra le Classi 2 e 3, basata sul solo valore di concentrazione dei nitrati, determina, nel caso di non eccessivo

sfruttamento della risorsa (classi quantitative A e B), il passaggio dallo stato buono e quello sufficiente.

Mentre lo stato ambientale scadente può essere il risultato di una combinazione solo parzialmente negativa, come ad esempio la sovrapposizione della Classe qualitativa 4 con la Classe quantitativa A oppure della Classe qualitativa 2 con la Classe quantitativa C.

Tabella 2.2.8 – Definizione dello stato ambientale delle acque sotterranee

ELEVATO	Impatto antropico nullo o trascurabile sulla qualità e quantità della risorsa, con l'eccezione di quanto previsto nello stato naturale particolare
BUONO	Impatto antropico ridotto sulla qualità e/o quantità della risorsa
SUFFICIENTE	Impatto antropico ridotto sulla quantità, con effetti significativi sulla qualità tali da richiedere azioni mirate ad evitarne il peggioramento
SCADENTE	Impatto antropico rilevante sulla qualità e/o quantità della risorsa con necessità di specifiche azioni di risanamento
NATURALE/PARTICOLARE	Caratteristiche qualitative e/o quantitative che pur non presentando un significativo impatto antropico, presentano limitazioni d'uso della risorsa per la presenza naturale di particolari specie chimiche o per il basso potenziale quantitativo

Tabella 2.2.9 – Definizione dello Stato Ambientale (quali-quantitativo) dei corpi idrici sotterranei.

Stato elevato	Stato buono	Stato sufficiente	Stato scadente	Stato particolare
1 - A	1 - B	3 - A	1 - C	0 - A
	2 - A	3 - B	2 - C	0 - B
	2 - B		3 - C	0 - C
			4 - C	0 - D
			4 - A	1 - D
			4 - B	2 - D
				3 - D
				4 - D

Lo Stato Ambientale (SAAS), sovrapposizione dello stato chimico e dello stato quantitativo, per gli anni 2002-2003-2004 è stato determinato utilizzando lo stato quantitativo (SQuAS) dell'anno 2002; per quanto riguarda lo Stato Ambientale 2005 è stato riaggiornato lo stato quantitativo (SQuAS) al 2005 (tabella 2.2.10).

Tabella 2.2.10 – Stato Ambientale (quali-quantitativo) dei corpi idrici sotterranei.

XUTM32	YUTM32	Codice	UL-Unita	SCAS 2002	SCAS 2003	SCAS 2004	PARAMETRI CRITICI		SQUAS 2002	SAAS 2002	SAAS 2003	SAAS 2004	SCAS 2005	PARAMETRI CRITICI	SQUAS 2005	SAAS 2005
							DI BASE	ADDITIONALI								
778040	892209	RN08-01	27 Marecchia	0	0	0	Mn		A	particolare	particolare	particolare	0	Mn	A	Particolare
779280	882814	RN21-02	27 Marecchia	4	4	4	NO3		A	scadente	scadente	scadente	4	NO3	A	Scadente
777808	887606	RN29-00	27 Marecchia	3	3	3	NO3		A	sufficiente	sufficiente	sufficiente	3	NO3	A	Sufficiente
781377	887507	RN30-00	27 Marecchia	4	4	3	NO3		A	scadente	scadente	sufficiente	3	NO3	A	Sufficiente
784080	885274	RN31-01	27 Marecchia	4	4	3	NO3		A	scadente	scadente	sufficiente	3	NO3	A	Sufficiente
777670	884250	RN33-00	27 Marecchia	0	2	2			A	particolare	buono	buono	2		A	Buono
776388	884225	RN33-01	27 Marecchia	3	3	3	NO3	Se	A	sufficiente	sufficiente	sufficiente	3	NO3	A	Sufficiente
785440	884660	RN34-00	27 Marecchia	2	3	0	Cl Mn		A	buono	sufficiente	particolare	2		A	Buono
795047	876784	RN36-00	28 Conca	0	0	0	Mn		A	particolare	particolare	particolare	0	Mn	B	Particolare
796483	872791	RN39-01	28 Conca	3	3	3	Mn NO3		C	scadente	scadente	scadente	2		C	Scadente
778940	890868	RN59-00	27 Marecchia	0	0	0	Mn NH4		A	particolare	particolare	particolare			A	
778901	885647	RN60-01	27 Marecchia	0	2	2			A	particolare	buono	buono	2		A	Buono
784329	886753	RN61-00	27 Marecchia	2	2	2			A	buono	buono	buono	2		A	Buono
800200	874114	RN62-00	28 Conca	3	3	2			C	scadente	scadente	scadente	2		A	Buono
786360	882003	RN63-01	27 Marecchia	3	4	4	Mn NO3		A	sufficiente	scadente	scadente			A	
798178	875180	RN67-00	28 Conca	2	2	0	Cl		B	buono	buono	particolare	0	Cl	A	Particolare
797180	875630	RN68-00	28 Conca	4	0	0		Se	B	scadente	particolare	particolare	2		A	Buono
780399	887105	RN71-00	27 Marecchia	2	2	2			A	buono	buono	buono	2		A	Buono
781265	885183	RN72-00	27 Marecchia	0	0	0	Mn		A	particolare	particolare	particolare	0	Fe Mn	A	Particolare
782448	885716	RN73-00	27 Marecchia	2	2	2			A	buono	buono	buono	2		A	Buono
780710	890088	RN74-00	27 Marecchia	3	3	3	Mn NO3		A	sufficiente	sufficiente	sufficiente	0	Fe	A	Particolare
794110	870918	RN76-00	28 Conca	3	3	2			C	scadente	scadente	scadente	3	NO3	C	Scadente

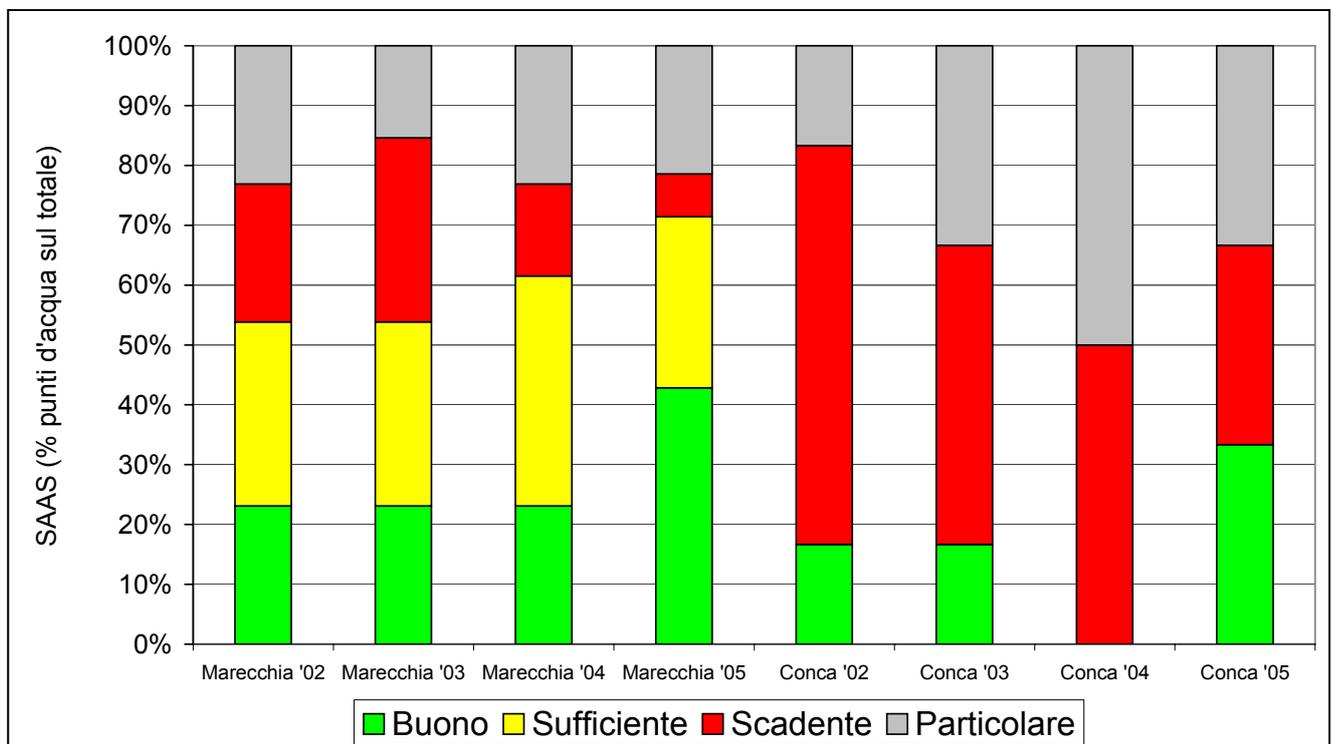
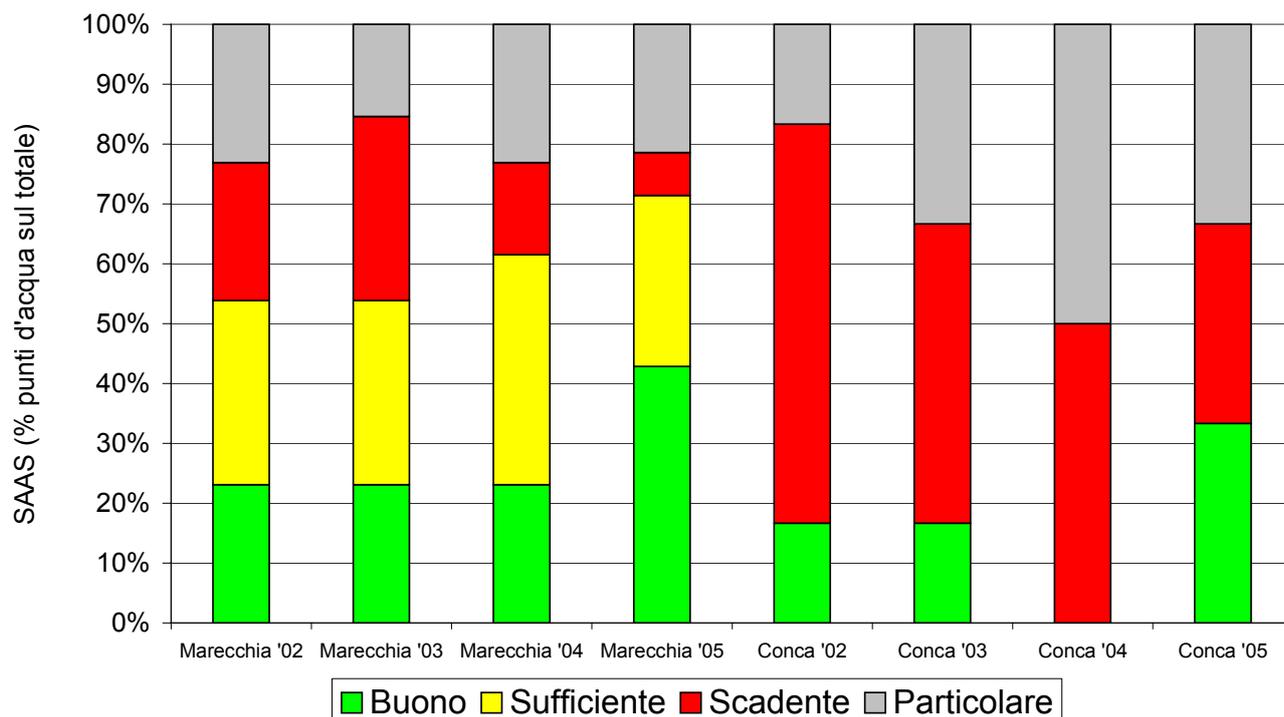


Grafico 2.2.2 – Classificazione ambientale (SAAS) delle conoidi Marecchia e Conca (2002-2005).



2.2.3.4 Analisi dei risultati

CONOIDE DEL MARECCHIA

L'analisi dei dati dei pozzi relativi alla conoide del Marecchia ci porta a fare le seguenti considerazioni:

- Nell'area di conoide del Marecchia si riscontra che spesso lo stato scadente è dovuto a classi chimiche 4 in presenza di classi quantitative A e comunque dal 2002 al 2005 si assiste ad un miglioramento con riduzione da n .3 a n .1 pozzi di stato scadente ; da n. 4 a n. 3 pozzi con stato sufficiente, da n .5 a n. 3 pozzi con stato particolare e un aumento da n. 4 a n. 6 pozzi di stato buono, mentre per due pozzi abbiamo lo stato quantitativo di classe A.
- In generale il trend della piezometria dal 2002 al 2005 mostra una tendenza al miglioramento ;

- RN08-01 (Igea Marina - Via Ennio, profondità 114.0 metri) in questo pozzo lo stato qualitativo (SCAS) mette in evidenza la presenza di concentrazioni critiche di Manganese;
- L'inquinamento delle acque di falda da nitrati, sintomo di attività svolte in superficie e in grado di far arrivare tali sostanze fino alle falde, interessa soprattutto la conoide del fiume Marecchia, con valori superiori o pari al limite di 50 mg/l NO₃, anche se il trend dal 2002 al 2005, seppur con valori altalenanti, porta a pensare ad un graduale miglioramento. Valori significativi si trovano soprattutto nei seguenti pozzi:
 - RN21-02 (S. Ermete Via Valdazze, profondità 53.60 metri),
 - RN29-00 (S. Vito Via Orsoleto, profondità 37.00 metri),
 - RN30-00 (Rimini Via Manfroni, profondità 42.00 metri),
 - RN31-01 (Celle Via Tonale, profondità 31.00 metri),
 - RN33-01 (S. Arcangelo di R. Via della Resistenza, profondità 27.00 metri).

Altri pozzi della rete sono da segnalare per:

- RN63-01 (Rimini - Villaggio I° Maggio - Via Montescudo) nel 2005 è stata effettuata la sola piezometria;
- RN33-00 (Santarcangelo di R. - Via Bornaccino, profondità 58.00 metri) in questo pozzo per motivi tecnici non è possibile effettuare la piezometria, per cui è stato calcolato lo stato quantitativo in base ai dati determinati nelle zone limitrofe;
- RN59-00 (Bellaria - Igea Marina - Via Bordonchio, profondità 234.00 metri) ha uno Stato Ambientale 2002-2004 particolare per la presenza di manganese e ione ammonio, nel 2005 non è stato possibile per motivi tecnici determinare lo stato chimico.

Per quanto riguarda l'inquinamento da fitofarmaci e da organoalogenati in acque di falda non si rilevano attualmente condizioni da segnalare.

CONOIDE DEL CONCA

Dall'analisi dei dati dei pozzi relativi alla conoide del Conca si possono fare le seguenti considerazioni:

- nell'area di conoide del Conca la classificazione scadente è determinata principalmente da uno Stato Quantitativo scarso, cui si aggiungono, in alcuni momenti, significative concentrazioni di nitrati e cloruri;
- dal 2002 al 2005 si assiste comunque ad un miglioramento con riduzione da n3 a n2 pozzi di stato scadente; da n. 3 a n. 2 pozzi con stato particolare e n. 2 pozzi di stato buono per il passaggio da classi quantitative C a classi A;
- Per quanto concerne i pozzi di fascia costiera, nel 2004 hanno valori di cloruri elevati, probabilmente ciò è dovuto ad un ingresso di acqua di mare nella falda di profondità intorno ai 30-36 metri. L'origine di questa criticità può essere legata ad un emungimento della falda ingente, dovuto ad una stagione estiva, quella del 2003, caratterizzata da prolungata e intensa siccità;
- Il pozzo RN76-00 (S. Andrea in Casale - Via Cerro, profondità 13.00 metri) presenta uno stato costantemente scadente, tuttavia va notato che non presenta alcuna protezione ed è utilizzato per irrigare i campi da gioco dell'adiacente centro sportivo, purtroppo però è l'unico punto di campionamento reperito nella zona;
- nel pozzo RN38-00 nel 2005 non è stata determinata la piezometria in quanto non è stato possibile fermare il pozzo.

2.3 LE ACQUE DOLCI DESTINATE ALLA PRODUZIONE DI ACQUA POTABILE

Il D.P.R. 515/82, che individua "... i requisiti di qualità delle acque superficiali utilizzate o destinate ad essere utilizzate, dopo trattamenti appropriati per l'approvvigionamento idrico - potabile...", ha dato attuazione alla direttiva comunitaria 75/440/CEE concernente la qualità delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile. La Legge 71/90, recante le "Misure urgenti per il miglioramento qualitativo e per la prevenzione dell'inquinamento delle acque", ha stabilito all'art. 4 che, secondo le procedure disposte dal D.P.R. 515/82, le "... acque dolci superficiali per essere utilizzate e destinate alla produzione di acqua potabile devono essere comunque classificate da ciascuna regione nelle categorie A1, A2 e A3 ...".

Per le acque di qualità inferiore ad A3 si è proceduto, a livello regionale, secondo quanto indicato nella delibera del 26/03/83 del Comitato Interministeriale per la tutela delle acque dall'inquinamento del Ministero dei Lavori Pubblici, all'inserimento di tali acque in due elenchi speciali a seconda che i parametri non conformi superino i limiti nella colonna "GUIDA" o nella colonna "IMPERATIVO".

2.3.1 OBIETTIVI

Con l'entrata in vigore del D.Lgs. 152/99 e succ. mod., è stato abrogato il D.P.R. 515/82, che individuava "...i requisiti di qualità delle acque superficiali utilizzate o destinate ad essere utilizzate, dopo trattamenti appropriati, per l'approvvigionamento idrico - potabile...", in attuazione della Direttiva 75/440/CEE precedentemente citata.

Già la direttiva europea poneva quale obiettivo principale quello di raggiungere determinanti standard prima che le acque entrassero nella sfera del consumo da parte dell'uomo, standard di qualità idonei sia alla classificazione che al miglioramento qualitativo delle acque di

superficie. Nell'art. 7 e nell'Allegato 2 – Sezione A del D.Lgs. 152/99 sono descritti i criteri e le metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative e per la classificazione delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile. La Regione Emilia-Romagna, in ottemperanza dei disposti di legge, aveva provveduto, con le Circolari n. 17/90 e n. 1/91, ad una prima classificazione delle acque ad uso potabile nelle categorie A1, A2 e A3 e nel I° elenco speciale per quanto attiene le stazioni presenti nel proprio territorio.

2.3.2 LA RETE DI MONITORAGGIO IN PROVINCIA DI RIMINI: L'INVASO DEL CONCA

La realtà riminese prevede un unico punto di presa per la produzione di acqua potabile tuttora in corso di monitoraggio preliminare ai fini della classificazione secondo le categorie previste dalla legislazione vigente (A1, A2, A3): **l'Invaso sul fiume Conca** (Carta 2.3.1).



Di capacità iniziale pari a $1,3 \cdot 10^6$ m³ l'invaso è nato negli anni '70 per integrare, nel periodo estivo, le risorse idriche della zona costiera.

In un secondo momento sono poi state integrate con quelle dell'Acquedotto della Romagna. Localizzato all'estremità sud della Provincia di Rimini in Comune di San Giovanni in Marignano, raccoglie, a circa 2 km dalla foce, le acque superficiali convogliate dal bacino nel Conca (164 km²) attraverso il suoi 41 km di corso a partire dalla sorgente a 1.415 m s.l.m. sulle pendici orientali del Monte Carpegna fino alla sua foce in Adriatico in territorio cattolichino.

L'impianto ora di proprietà di Romagna Acque-Società delle Fonti è gestito da Hera Rimini s.r.l..

Nel redigere questo documento, denominato "Quadro conoscitivo", è accaduto che gli approfondimenti delle conoscenze relative alle varie strutture impiantistiche abbia portato ad una serie di scoperte in tema di impianti di trattamento di acque destinate all'uso potabile.

Sono previsti quindi approfondimenti su: Laghi in località Dogana di Ponte Verucchio, Galleria drenante San Martino dei Mulini - Santarcangelo di Romagna e Galleria drenante di S. Maria del Piano - Montescudo.

Completata la raccolta dei dati verranno, in un secondo momento allegati al presente testo.

SCHEDA TECNICA **CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO**



ALTEZZA	9,20 m
VOLUME D'INVASO	$2,2 * 10^6 \text{ m}^3$
QUOTA DI CORONAMENTO	19 m (s.l.m.)
TIPOLOGIA	Muraria a gravità ordinaria in calcestruzzo
USO	Potabile
ANNO DI FINE COSTRUZIONE	1973

2.3.2.5 Gestione e trattamento delle acque dell'Invaso

L'impianto tratta acqua superficiale del fiume Conca derivata per mezzo di una traversa regolata da paratoie mobili.

L'utilizzo è limitato a due o tre mesi nel periodo estivo e la sua produzione, che può raggiungere il valore di 18.000 m^3 giornalieri, varia a seconda dell'andamento idrologico del fiume Conca, alla richiesta dell'utenza ed allo stato delle altre fonti di approvvigionamento.

Nel quadriennio 2002-2005 l'impianto ha prodotto ed immesso in rete complessivamente $2.711.523 \text{ m}^3$ di acqua potabile con un picco di gestione nell'anno 2002 che da solo ha rappresentato oltre l'80% dell'intera produzione del quadriennio (Tabella 2.3.1).

Tabella 2.3.1: Volumi trattati dall'impianto di potabilizzazione del bacino del Conca (2002-2005)

ANNO	PRODUZIONE DIGA (m ³)
2002	2.233.574
2003	227.987
2004	98.163
2005	151.799
TOTALI	2.711.523

I volumi di acqua trattenuti nell'invaso prima di essere immessi in rete subiscono trattamenti fisici, chimici normali e disinfezione. Le acque, infatti, sono sottoposte in una prima fase ad una presedimentazione/dissabbiatura nella quale si favorisce il deposito sul fondo di una vasca delle sostanze presenti in sospensione (sabbie e limi). Nella medesima vasca si agisce contemporaneamente anche sulla componente chimica e microbiologica attuando una prima disinfezione con biossido di cloro ed una preparazione alla successiva fase di chiariflocculazione con l'aggiunta di un reagente in grado di agire sulla struttura chimica e sulla carica elettrica delle particelle.

In seconda battuta dal dissabbiatore l'acqua passa poi in due vasche in parallelo in cui avviene il deposito dei materiali colloidali ancora presenti (chiariflocculazione) anche per effetto di aria insufflata (pulsator). Il passaggio successivo prevede poi l'attraversamento di filtri a gravità costituiti da un letto di sabbia quarzifera che provvedono ad eliminare i residui della chiariflocculazione.

L'ultimo step prima del convogliamento in vasche di accumulo per il successivo invio nelle reti di adduzione e distribuzione prevede un'ulteriore disinfezione con biossido di cloro al fine di rimuovere completamente gli organismi patogeni residui.

Durante i processi di potabilizzazione vengono prodotti scarichi frutto essenzialmente dalla fase di chiariflocculazione, dall'attività di controlavaggio dei filtri a sabbia e dai fanghi dei pulsator.

Il sedimentato prodotto dalla fase di chiariflocculazione viene scaricato nel Conca a valle della traversa ogni 30 minuti (per 3 minuti), l'acqua di controlavaggio dei filtri a sabbia, invece, viene

reimmessa sempre nel Conca una volta al giorno con una portata di 70 l/s mentre il banco dei fanghi dei pulsator viene scaricato in fognatura nera pubblica.

2.3.2.6 Il monitoraggio

PARAMETRI E FREQUENZA DI RILEVAMENTO

Il monitoraggio dell'invaso del Conca, in quanto corpo idrico ancora in fase di classificazione, prevede una frequenza minima di campionamento di almeno 12 campioni annuali nei quali sono ricercati, ai sensi di legge, i parametri riportati nell'Allegato 2 Sez. A "Criteri generali e metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative per la classificazione delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile" del D.Lgs. 152/99 (Tabella 2.1.2).

I campionamenti ai fini di controllo e la successiva analisi dei parametri riportati in Tabella 2.3.2 vengono effettuate secondo i metodi di misura previsti nella Tabella 2/A dell'Allegato 2 del D.Lgs. 152/99 da ARPA Sezione di Rimini. Si fa presente, inoltre, che l'AUSL conduce ulteriori prelievi in una serie di punti di prelievo della rete di distribuzione a valle del processo di potabilizzazione.

La gestione dell'impianto nel quadriennio in questione (2002-2005) che ha visto lo sbarramento della diga non sempre in funzione e pertanto l'invaso per molti mesi talvolta consecutivi privo di acqua, non ha permesso l'adeguamento della frequenza di campionamento a quanto previsto dalla legislazione vigente. Pertanto non si hanno mai a disposizione i 12 campioni minimi annuali richiesti per legge.

Tabella 2.3.2: Parametri misurati nelle stazioni della rete di controllo delle acque destinate alla potabilizzazione.

PARAMETRO	U.D.M.	PARAMETRO	U.D.M.
Temperatura Aria	°C	Tensioattivi	mg/l
Temperatura Acqua	°C	Fosfati (P2O5)	mg/l
pH		Fenoli	µg/l
Colore	mg/l	Idrocarburi Disciolti	mg/l
Materie in sospensione	mg/l	I.P.A.	µg/l
Conducibilità	µS/cm	Antiparassitari	µg/l
Odore		C.O.D.	mg/l
Nitrati (NO3)	mg/l	Ossigeno (% sat)	%
Fluoruri	mg/l	B.O.D.5	mg/l
Cloro org. estraibile	mg/l	Azoto Kjeldhal	mg/l
Ferro Disciolto	µg/l	Ammoniaca (NH4)	mg/l
Manganese	µg/l	Sostanze estraibili CHCL3	mg/l
Rame	µg/l	Carbonio org. residuo	mg/l
Zinco	µg/l	T.O.C.	mg/l
Boro	µg/l	Coliformi Tot.	/100ml
Berillio	µg/l	Coliformi Fec.	/100ml
Cobalto	µg/l	Streptoc.Fecali	/100ml
Nichel	µg/l	Salmonelle/Gr.	/1000
Vanadio	µg/l		
Arsenico	µg/l		
Cadmio	µg/l		
Cromo Totale	µg/l		
Piombo	µg/l		
Selenio	µg/l		
Mercurio	µg/l		
Bario	µg/l		
Cianuri	mg/l		
Solfati	mg/l		
Cloruri	mg/l		

2.3.2.7 Analisi dei dati quadriennio 2002-2005

In relazione a quanto espresso nel paragrafo precedente, anche l'analisi dei dati sarà soggetta ad una serie di valutazioni che non potranno prescindere da quanto appena evidenziato.

I parametri di cui alla Tabella 2.3.2 che verranno analizzati, tanto annualmente quanto nel confronto fra gli anni del periodo in esame, in relazione a quanto previsto dall'Allegato 2 Tabella 1/A, saranno confrontati con i valori IMPERATIVI dove presenti e con i valori GUIDA nel caso di assenza dei primi in riferimento ai limiti previsti per la categoria A2. Nel momento in cui con il DPR 515/82 sono iniziati i monitoraggi, infatti, si era ritenuto opportuno procedere con uno screening analitico associato tipologie di acque tipiche di una

categoria A2.

I dati rifletteranno, in ogni caso, la natura anomala del campionamento tanto negli anni in cui il monitoraggio si è confinato per i motivi già enunciati al solo periodo estivo (2003) quanto in quelli in cui, eccezion fatta per il 2002, il campionamento non ha comunque ricoperto l'intero arco annuale confinandosi al solo periodo autunno-inverno (2004) o al periodo maggio-ottobre (2005).

Tabella 2.3.3: Elenco parametri I gruppo per la rete a specifica destinazione funzionale destinate alla produzione di acqua potabile.

PARAMETRI I GRUPPO	UNITA' DI MISURA
Ph	
Colore	mg/l
Materiali totali in sospensione	mg/l
Temperatura	° C
Conducibilità	µS/cm
Odore	
Nitrati	mg/l
Cloruri	mg/l
Fosfati	mg/l
COD	mg/l
DO (Ossigeno Disciolto - % saturazione)	% O ₂
BOD ₅	mg/l O ₂
Ammoniacca	mg/l

Entrando nel dettaglio, l'analisi dei parametri del I gruppo (Tabella 2.3.3) non evidenzia particolari criticità nei valori riscontrati ad eccezione del C.O.D. che a partire dal 2003 e via via crescendo nel 2004 e nel 2005 mette in luce una condizione di evidente peggioramento con valori che in più di un caso superano il valore guida per la categoria A3. Il caso più pronunciato nel 2004, in novembre, con uno scostamento di oltre il 90% dal valore guida.

2.4 ACQUE DESTINATE ALLA BALNEAZIONE

La qualità delle acque di balneazione del litorale riminese è monitorata secondo i criteri dettati dal DPR 470/82 dalla Sezione Arpa di Rimini, in stretta collaborazione con il Dipartimento di Sanità Pubblica dell'AUSL di Rimini.

In questo rapporto, assieme alle elaborazioni tradizionali, sono state confermate le sperimentazioni di nuovi indici da utilizzare per la valutazione della qualità delle acque di balneazione di un territorio. Per ora la loro applicazione è provinciale ma potrà anche essere applicata a livello regionale.

Nel 2002 è stato attivato, su mandato della Regione Emilia Romagna, il sito regionale balneazione (www.arpa.emr.it/balneazione), realizzato da questa Sezione in stretta collaborazione con le altre Sezioni Arpa e le Aziende USL della costa. Sul sito è possibile reperire i dati fino alla stagione in corso.

2.4.1 OBIETTIVI

Gli obiettivi della rete di controllo delle acque di balneazione della Regione Emilia – Romagna, sono di:

- verificare la qualità delle acque in riferimento al loro uso per mezzo degli indicatori previsti dal D.P.R. 470/82;
- mantenere il livello qualitativo ed aumentare il livello quantitativo delle prestazioni analitiche;
- concorrere alla pianificazione delle attività di prevenzione per assicurare una più completa valutazione della qualità delle acque.

2.4.2 LA RETE DI CONTROLLO DELLE ACQUE DI BALNEAZIONE

La Regione Emilia-Romagna ha attuato il DPR 470/82 nel 1984 individuando 77 stazioni di campionamento, per 120 chilometri di costa nel tratto compreso tra il Lido di Volano (Comacchio, FE) e Cattolica (Cattolica, RN). Nel 1992, a seguito della modifica del citato decreto, la Regione ha definito una nuova rete di controllo, composta di 96 stazioni. Dalla stagione balneare 1994 (D.G.R. 6566/93) in poi, è eliminato il punto di campionamento n° 64 (scaricatore Matrice) a

nord della foce del fiume Marecchia, nel riminese, in quanto lo scarico era inattivo e comunque il punto di prelievo che lo riguardava era sovrapponibile al punto di campionamento successivo, a 50 metri a nord della foce. I punti della rete regionale di controllo diventano così 95. Negli ultimi anni sono stati eliminati tre scarichi nel Comune di Riccione, a seguito del collettamento in pubblica fognatura delle acque da loro convogliate, e dal 2000 al 2002, il tratto di mare interessato dalla costruzione della nuova darsena di Rimini è stato vietato alla balneazione e pertanto non campionato. Le stazioni campionate al 2005, quindi, sono 91 di cui 39 nella sola Provincia di Rimini (Tabella 2.4.1).

Tabella 2.4.1: Elenco dei punti di campionamento rete di monitoraggio acque di balneazione della Provincia di Rimini

CODICE MINISTERIALE	LOCALITA'	Longitudine			Latitudine		
		Gradi	Primi	Secondi	Gradi	Primi	Secondi
099.001.101	Bellaria - Igea M. (Vena 2)	12	27	41	44	9	22,77
099.001.102	Bellaria - I.M. (100m N Foce Uso - P.Canale)	12	28	22,42	44	8	47,63
099.001.103	Bellaria - I.M. (100m S Foce Uso - P.Canale)	12	28	31,5	44	8	41,3
099.001.104	Bellaria - I.M. (rio Pircio)	12	29	26,69	44	7	54,91
099.014.105	Rimini (Torre Pedrera - Canale Pedrera Grande)	12	30	18,32	44	7	0,49
099.014.106	Rimini (Torre Pedrera - Condotta Cavallaccio)	12	30	50,79	44	6	37,62
099.014.107	Rimini - Torre Pedrera (scaric. Brancona)	12	31	20,62	44	6	13,51
099.014.108	Rimini - Viserbella (scaric. La Turchia)	12	31	45,31	44	5	56,08
099.014.109	Rimini - Viserbella (scaric. La Sortia)	12	32	10,29	44	5	36,1
099.014.110	Rimini - Viserbella (scaric. Spina - Sacramora)	12	32	46,01	44	5	12,29
099.014.111	Rimini - Rivabella (scaric. Turchetta)	12	33	7,7	44	4	59,98
099.014.113	Rimini (Foce Marecchia - 50m N)	12	33	45,3	44	4	42,9
099.014.114	Rimini (Foce Marecchia - 50m S)	12	34	1,4	44	4	40,7
099.014.115	Rimini (Porto Canale - 100m N)	12	34	16,72	44	4	42,1
099.014.116	Rimini (Porto Canale - 100m S)	12	34	44,62	44	4	45,48
099.014.117	Rimini (scaricatore Ausa)	12	35	16,58	44	4	14,29
099.014.118	Rimini (Bellariva - scaric. Pradella)	12	35	41,08	44	3	46,11
099.014.119	Rimini (Bellariva - scaric. Colonella 1)	12	35	55,21	44	3	34,49
099.014.120	Rimini (Bellariva - scaric. Colonella 2)	12	36	13,82	44	3	12,29
099.014.142	Rimini (Rivazzurra - Ist. M.Polo)	12	36	43,5	44	2	43,19
099.014.121	Rimini (Rivazzurra - scaric. Rodella)	12	37	11,75	44	2	12,76
099.014.122	Rimini (Miramare - scaric. Roncasso)	12	37	43,72	44	1	49,77
099.013.123	Riccione (scaric. rio Asse)	12	38	0,73	44	1	34,76
099.013.124	Riccione (Foce T.Marano - 50m N)	12	38	19,75	44	1	19,77
099.013.125	Riccione (Foce T.Marano - 50m S)	12	38	22,73	44	1	17,74
099.013.127	Riccione (scaric. Fogliano Marina)	12	38	59,72	44	0	54,75
099.013.129	Riccione (Foce Melo - 100m N)	12	39	26,74	44	0	34,76
099.013.130	Riccione (Foce Melo - 100m S)	12	39	37,74	44	0	26,77
099.013.132	Riccione (scaric. Colonia Burgo)	12	40	26,74	43	59	55,76
099.013.133	Riccione (scaric. rio Costa)	12	40	58,73	43	59	33,76
099.005.134	Misano Adriatico (rio Alberello)	12	41	29,74	43	59	16,76
099.005.135	Misano Adriatico (rio Agina)	12	41	56,76	43	59	3,75
099.005.136	Misano A. (Portoverde - P.Canale 100m N)	12	42	5,04	43	58	57,76
099.005.137	Misano A. (Foce Conca - 50m N)	12	43	18,62	43	58	27,06
099.002.138	Cattolica (Foce Conca - 50m S)	12	43	25,72	43	58	25,16
099.002.139	Cattolica (Foce Ventena - 50m N)	12	43	34,76	43	58	21,75
099.002.140	Cattolica (Foce Ventena - 50m S)	12	43	36,71	43	58	20,77
099.002.141	Cattolica (scaric. Viale Fiume)	12	44	22,73	43	58	11,77
099.002.076	Cattolica (a sinistra darsena)	12	44	55,75	43	58	13,75

L'aspetto del litorale è quello di una costa sabbiosa, caratterizzata dal lento degradare del fondo marino con bassi valori di profondità dell'acqua. Nei tratti di mare immediatamente antistanti la costa delle principali località balneari, sono posizionate delle barriere frangiflutti a protezione della spiaggia. Queste barriere artificiali, che hanno lo scopo di contrastare l'erosione della costa, sono però un ostacolo al flusso naturale delle correnti che garantirebbero un migliore rimescolamento delle acque.

Nella realtà riminese le barriere frangiflutti ricoprono i tratti a nord da Bellaria Igea Marina fino a San Giugliano Mare (Comune di Rimini) e verso sud i tratti di costa dei Comuni di Misano Adriatico e Cattolica. Il resto della costa è priva di barriere.

2.4.3 PARAMETRI E FREQUENZA DI RILEVAMENTO

I criteri generali e le metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative delle acque destinate alla balneazione sono quelli definiti dal DPR 470/82 e relativi allegati.

I valori limite dei parametri e la frequenza di monitoraggio ai fini della valutazione dell'idoneità alla balneazione sono riportati in Tabella 2.4.2.

Tabella 2.4.2: Parametri misurati e frequenza di campionamento

Parametro	Valori limite	Deroghe (*)	Frequenza
Microbiologici			
Coliformi totali/100 ml	2000		bimensile
Coliformi fecali/100 ml	100		bimensile
Streptococchi/100 ml	100		bimensile
Salmonelle	assenti		bimensile
Enterovirus UFP	assenti		bimensile
Fisico - chimici			
pH	6-9		bimensile
Colorazione	Assenza variazione anormale colore	Non si considera	bimensile
Trasparenza (m)	1	0,5	bimensile
Oli minerali (mg/l)	≤ 0,5		bimensile
Sostanze tensioattive (mg/l)	≤ 0,5		bimensile
Fenoli (mg/l)	≤ 0,05		bimensile
Ossigeno disciolto (% di saturazione)	70-120	50 – 170 (L. 185/93)	bimensile

(*) Sono concesse dal Ministero della Sanità a richiesta della Regione

Il periodo di campionamento va circa dal 1° aprile al 30 di settembre dovendo iniziare un mese prima della stagione balneare e terminare con la fine della stessa.

La frequenza del campionamento è bimensile. Nel caso in cui si dovessero verificare delle analisi con esito sfavorevole, anche per uno solo dei parametri previsti, oltre ad individuare le possibili cause d'inquinamento vengono effettuati 5 campioni suppletivi, in giorni diversi, nello stesso punto. Al fine di delimitare la zona inquinata da sottoporre al divieto temporaneo di balneazione, saranno prelevati campioni nelle zone a nord e a sud del punto in cui si è verificato l'esito sfavorevole.

Le modalità di prelievo sono definite dall'allegato 2 del DPR 470/82 e riprese dalla Circolare del Ministero della Sanità del 19/02/91 "Qualità delle acque di balneazione - Norme di comportamento".

L'Ente territorialmente competente per il monitoraggio della costa riminese è la Sezione Provinciale ARPA di Rimini e nello specifico il Servizio Sistemi Ambientali (SSA).

Le determinazioni analitiche sono eseguite dal Dipartimento Tecnico della Sezione Provinciale ARPA di Rimini.

2.4.4 NUMERO E LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI PRELIEVO

La rete di controllo in Provincia di Rimini è costituita da 39 stazioni poste lungo la costa nel tratto compreso tra Bellaria Igea marina e Cattolica per un totale di 33 km, opportunamente distribuite in rapporto alla densità balneare e alla presenza di potenziali sorgenti di contaminazione (foci fluviali, porti, ecc...).

La distribuzione spaziale di tali stazioni è in media di 1 punto di prelievo ogni 850 m, a causa dell'elevata densità di punti a rischio di immissione (sfioratori di piena, porti canale) dislocati lungo la costa riminese in pieno accordo con le prescrizioni del DPR 470/82.

2.4.5 LA QUALITÀ DELLE ACQUE DI BALNEAZIONE

La valutazione della qualità delle acque di balneazione è effettuata sulla base dei dati fisico - chimici (pH, colorazione, trasparenza, oli minerali, tensioattivi, fenoli e ossigeno disciolto) e microbiologici (Coliformi totali, Coliformi fecali, Streptococchi fecali), rilevati dalle reti di controllo regionale.

La valutazione ha il duplice scopo di ricostruire l'andamento spazio-temporale dei parametri e fornire un quadro aggiornato e completo sul livello di conformità delle acque ai fini della balneazione.

2.4.5.8 Analisi dei dati quadriennio 2002-2005

L'analisi dei dati per il quadriennio in questione, riguarda principalmente l'ossigeno disciolto e i coliformi fecali, poiché ritenuti in grado di rappresentare in modo efficace e sintetico lo stato qualitativo delle acque ai fini della balneazione, oltre ad essere correlabili alle principali criticità delle acque costiere in Emilia-Romagna.

In particolare i coliformi fecali sono considerati il parametro indicatore dell'inquinamento microbiologico, mentre la saturazione di ossigeno disciolto, pur non costituendo pericolo diretto per la salute, è indicatore della presenza di anossia nelle acque e, quindi, di eventuali possibili rischi di infezioni da germi opportunisti prodotti dalla decomposizione di organismi marini.

Si evidenzia, a tale proposito, che il limite superiore previsto dal D.P.R. 470/82 per l'ossigeno disciolto può essere facilmente superato in caso di fioritura algale, mentre il limite inferiore può essere superato in caso di trasporto verso riva d'acque anossiche dal fondale in seguito a condizioni di fenomeni di "upwelling".

2.5 ACQUE DOLCI CHE RICHIEDONO PROTEZIONE MIGLIORAMENTO PER ESSERE IDONEE ALLA VITA DI PESCI

2.5.1 OBIETTIVI

Fra le acque a specifica destinazione d'uso, così come riportato dall'articolo 10 del D. Lgs. 152/99 e successive modificazioni, ritroviamo anche le acque idonee alla vita dei pesci. Nella normativa sono riportati i criteri generali e le metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative utili per la classificazione ed il calcolo della conformità delle acque dolci idonee alla vita dei pesci, distinguendo acque idonee alla vita delle specie Salmonicole o Ciprinicole. La distinzione delle due specie è legata alle esigenze ambientali diverse per Salmonidi (chiedono una qualità ambientale molto buona) o Ciprinidi (ambiente con condizioni meno raffinate).

I dati raccolti attraverso questa rete servono: a valutare la capacità del corpo idrico sotto esame di sostenere attraverso i processi naturali di autodepurazione lo sviluppo di adeguate comunità vegetali e animali; forniscono un ulteriore supporto alla valutazione dello stato ecologico delle acque; integra le informazioni necessarie per conoscere le caratteristiche dei bacini idrografici e l'impatto esercitato dall'attività antropica.

Attraverso la rete di monitoraggio si ottengono informazioni per la redazione delle carte ittiche.

La scelta dei punti di monitoraggio ha due tempi di definizione: un primo momento definito designazione cui fa seguito una campagna di campionamenti che verifica se i dati determinati rientrano nei limiti previsti dalla norma, nel caso l'esito sia favorevole si passa alla seconda fase, che si definisce classificazione, in cui si proseguono i controlli per confermare la qualità e le caratteristiche del corso d'acqua. La norma chiede inoltre che nel tempo si ampli la zona di

corso d'acqua classificata idonea alla vita dei pesci fino a giungere alla classificazione dell'intero fiume.

La procedura sopradescritta è in carico all'Amministrazione Provinciale che, con il supporto di ARPA, raccoglie annualmente i dati raccolti attraverso il monitoraggio e li invia ad APAT e alla Regione di competenza.

La Provincia di Rimini con le delibere di giunta n. 60 del 20/03/01 (classificazione Marecchia), n. 89 del 26/04/01 e n. 58 del 22/03/2005 (classificazione Conca) ha designato e classificato ai sensi dell'art. 10 del D.Lgs. 152/99, i corpi idrici del proprio territorio.

L'elenco dei corpi designati e delle stazioni di monitoraggio è riportato nella Tabella 2.5.1.

Tabella 2.5.1: Elenco dei corpi idrici designati e/o classificati e delle stazioni della rete di controllo nel territorio della Provincia di Rimini

Designazione e/o classificazione	Corpo idrico	Descrizione del corpo idrico designato	Codice stazione	Denominazione della stazione
RN1/C	F. MARECCHIA	Tratto compreso tra il confine regionale e la stazione di Ponte Verrucchio	19000200	Ponte Verrucchio
RN2/C	T. CONCA	Tratto compreso tra il confine regionale e la stazione di Ponte strada per Marazzano.	22000100	P.te strada per Marazzano

S = salmonicole; C = ciprinicole

L'attività di monitoraggio risulta di carattere ambientale, in quanto valuta le caratteristiche qualitative per definire la conformità delle acque dolci designate alla vita dei pesci e la programmazione degli interventi atti alla protezione ed al miglioramento delle stesse.

2.5.2 PARAMETRI E FREQUENZA DI RILEVAMENTO

Per l'accertamento della conformità, il monitoraggio delle stazioni appartenenti alla rete per l'idoneità delle acque alla vita dei pesci è effettuato sui parametri riportati nella Tabella 2.5.2.

L'accertamento della qualità delle acque e la conseguente classificazione si basa sui risultati di conformità riferita ai campioni.

Le acque saranno considerate idonee alla vita dei pesci quando i relativi campioni, prelevati con frequenza mensile nello stesso punto e per un periodo di dodici mesi, presenteranno valori dei parametri conformi ai limiti imperativi e alle relative note esplicative indicate nelle tabelle dell'Allegato 2, sezione B del D.Lgs. 152/99.

Nei casi in cui fattori naturali come ad esempio la mancanza d'acqua per scarsa piovosità, abbiano impedito uno o più prelievi mensili, è possibile, per stabilire la conformità delle stazioni, analizzare più campioni consecutivi prelevati in un periodo di tempo più breve rispetto alla cadenza mensile; questa possibilità può essere utilizzata esclusivamente per avere alla fine dell'anno 12 campioni.

Tabella 2.5.2: Parametri per la determinazione della qualità delle acque idonee alla vita dei pesci salmonidi e ciprinidi

Parametro	Acque per Salmonidi		Acque per Ciprinidi		Frequenza
	Guida	Imperativo	Guida	Imperativo	
Temperatura acqua (massima) (°C)		21,5		28	Settimanale
Ossigeno disciolto (mg/l O ₂)	≥ 9 (50%) ≥ 7 (100%)	≥ 9 (50%)	≥ 8 (50%) ≥ 5 (100%)	≥ 7 (50%)	Mensile
pH	6 - 9		6 - 9		Mensile
Materiali in sospensione (mg/l)	25	60	25	80	Mensile
BOD ₅ (mg/l O ₂)	3	5	6	9	Mensile
Fosforo totale (mg/l P)	0,07		0,14		Mensile
Ammoniaca totale (mg/l NH ₄)	0,04	1	0,2	1	Mensile
Nitriti (mg/l NO ₂)	0,01	0,88	0,03	1,77	Mensile
Ammoniaca non ionizzata (mg/l NH ₃)	0,005	0,025	0,005	0,025	Mensile
Composti fenolici (mg/l C ₆ H ₅ OH)	0,01		0,01		Mensile
Idrocarburi di origine petrolifera (mg/l)	0,2		0,2		Mensile
Cloro residuo totale (mg/l HOCl)		0,004		0,004	Mensile
Zinco totale (µg/l Zn)		300		400	Mensile
Rame (µg/l Cu)		40		40	Mensile
Tensioattivi anionici (mg/l MBAS)	0,2		0,2		Mensile
Arsenico (µg/l As)		50		50	Mensile
Cadmio totale (µg/l Cd)	0,2	2,5	0,2	2,5	Mensile
Cromo (µg/l Cr)		20		100	Mensile
Mercurio totale (µg/l Hg)	0,05	0,5	0,05	0,5	Mensile
Nichel (µg/l)		75		75	Mensile
Piombo (µg/l)		10		50	Mensile

2.5.3 NUMERO E LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI PRELIEVO

Le considerazioni che hanno portato alla definizione di una rete di monitoraggio relativa alla classificazione della idoneità delle acque alla vita dei pesci ha dato origine a due sole designazioni e successive classificazioni.

La definizione di due sole zone nasce dal fatto che, per essere presi in esame, i fiumi devono potere garantire una presenza continua di acqua corrente, gli unici due corsi d'acqua che possono dare, pur con qualche incertezza, sicurezza per la presenza continua di acqua sono il fiume Marecchia e il Fiume Conca. La prima designazione ha riguardato due piccole porzioni fluviali: per il Marecchia dal confine regionale al ponte di Ponte Verucchio in Comune di Verucchio per 6,5 chilometri, per il Conca sempre dal confine regionale al ponte di Marazzano in Comune di Gemmano per un tratto di 1,7 chilometri.

Gli altri corsi d'acqua non risultano essere in condizioni di portata tale da garantire presenza di acqua per tutto l'anno. Oltre alle considerazioni di carattere quantitativo si è poi proceduto con le valutazioni di tipo qualitativo e quindi la scelta è caduta sulla designazione per l'idoneità alla vita dei Ciprinidi, visto che le esigenze ambientali meno restrittive rispetto ai Salmonidi

2.6 LE RETI FOGNARIE

L'efficienza dei sistemi di fognatura e di depurazione delle acque reflue di natura domestica ed urbana, generalmente, costituisce un aspetto di fondamentale importanza per la salvaguardia dell'ambiente, sia in termini di protezione della qualità ambientale delle acque marine costiere e superficiali, sia dal punto di vista igienico-sanitario per la protezione della salute umana.

La descrizione di questi sistemi richiede l'uso di termini tecnici non sempre comprensibili ai "non addetti ai lavori"; per questo motivo, attingendo al D.Lgs.152/99, si riportano alcune delle principali definizioni in materia.

Per trattamento appropriato delle acque di scarico si intende il trattamento mediante un processo, ovvero un sistema di smaltimento che, dopo lo scarico del refluo trattato, garantisca la conformità dei corpi idrici recettori ai relativi standard di qualità.

Col termine scarico si intende qualsiasi immissione diretta (tramite condotta) di acque reflue liquide e semiliquide, previo trattamento di depurazione, in acque superficiali, nella rete fognaria, nel suolo e nel sottosuolo, indipendentemente dalla loro natura inquinante.

Le acque reflue trasportate dalle pubbliche fognature contengono inquinanti diversi, in funzione del numero e del tipo di agglomerati (urbani e produttivi) allacciati al sistema fognario. Si distinguono:

- **acque di tipo urbano** (scarichi civili): provengono da insediamenti residenziali, commerciali, ricreativi e di servizio (ad esempio, ospedali e case di cura); possono contenere anche acque industriali;
- **acque industriali** (scarichi produttivi): provengono da attività produttive nelle quali hanno svolto la funzione di acque di processo (diluizione, idratazione) oppure di acque di lavaggio;

- **acque di infiltrazione e drenaggio:** acque del sottosuolo che entrano nel sistema fognario attraverso giunture difettose o rotture;
- **acque di pioggia:** derivano dalle grondaie e dal dilavamento delle superfici degli edifici, delle strade e dei suoli ed entrano nel sistema fognario attraverso i tombini stradali.

La rete fognaria è costituita dall'insieme delle opere di raccolta, di immissione e di convogliamento delle acque reflue e meteoriche nei collettori stradali (canalizzazioni generalmente sotterranee), dagli impianti di sollevamento (sistemi di pompe che consentono di superare differenze di livello), dai manufatti di controllo idraulico ed ambientale, da quelli di scarico lungo la rete (scaricatori di piena) e dagli impianti di trattamento dei reflui (depuratori).

Le reti fognarie, generalmente, funzionano per gravità e sono dotate di un'adeguata pendenza per convogliare i liquami al depuratore. Se i liquami devono essere portati ad impianti posti ad altezze superiori rispetto a quelle delle condotte, si usano pompe e condotte in pressione.

Le canalizzazioni che costituiscono la rete fognaria vengono distinte in funzione del ruolo che svolgono:

- **fogne:** canalizzazioni elementari che raccolgono le acque provenienti da fognoli e botole;
- **collettori:** canalizzazioni costituenti l'ossatura principale della rete: raccolgono le acque provenienti dalle fogne;
- **emissario:** canale che, partendo dal depuratore, adduce le acque raccolte al recapito finale (corpo idrico recettore).

Le reti fognarie vengono distinte in miste e separate: le prime sono tali per cui le acque di pioggia (acque bianche) e le acque dei reflui domestici e industriali (acque nere) sono raccolte in un unico

condotto; le reti fognarie separate, invece, hanno due condotti distinti: uno per le acque piovane (fognatura bianca) ed uno per le acque civili ed industriali (fognatura nera).

I due sistemi fognari, misto e separato, presentano entrambi pregi e difetti. La rete nera del sistema separato è soggetta a frequenti intasamenti, derivanti dal forte carico organico, spesso grossolano, e dai molti tensioattivi; richiede, dunque, periodici interventi di pulitura non necessari, invece, nella fognatura mista dove i periodici elevati aumenti di portata, derivanti dagli eventi meteorici, asportano i depositi in formazione.

La fognatura mista, però, durante le piogge intense, ha l'inconveniente di scaricare, assieme alle acque di pioggia in eccesso, anche le acque nere attraverso sfioratori intermedi.

Se collegata al depuratore, la fogna mista ha il vantaggio di consentire l'eliminazione degli inquinanti ambientali che si accumulano nelle strade e sulle superfici impermeabilizzate, derivanti dalle auto, dalle emissioni in atmosfera e da altre attività antropiche. Può, però, causare problemi gestionali ai sistemi depurativi a causa della variabilità della portata e del modesto carico organico trasportato.

Lo sfioratore o scaricatore di piena è un sistema che consente di allontanare l'eccesso di carico idraulico che la rete può trasportare durante eventi meteorici particolarmente intensi all'impianto di depurazione, scaricando direttamente tale eccesso in acque superficiali.

In presenza di un sistema fognario separato è possibile dotare la rete bianca di vasche di prima pioggia, ossia enormi recipienti in grado di contenere le acque dei primi minuti dell'evento meteorico che sono inquinate in quanto contengono le sostanze derivanti dal dilavamento delle strade, infrastrutture e suoli e convogliarle, attraverso la rete nera, all'impianto di depurazione.

Ai fini della tutela ambientale è necessario che tali sistemi fognari siano adeguatamente controllati e gestiti, perché non si verifichino delle perdite pericolose nell'ambiente circostante.

2.7 LA DEPURAZIONE

Le attività sociali, produttive e ricreative richiedono ed utilizzano una grande quantità di acqua. La conseguenza diretta dell'utilizzo dell'acqua è la produzione di scarichi che, per poter essere restituiti all'ambiente, devono necessariamente essere sottoposti ad un trattamento depurativo.

Il termine depurazione indica il processo tramite il quale vengono rimosse le sostanze inquinanti presenti nel liquame, le quali potrebbero mettere in pericolo la salute umana, nuocere alle risorse ed all'ecosistema idrico, compromettere le attrattive od ostacolare altri impieghi delle acque.

Le acque reflue urbane, che in passato contenevano quasi esclusivamente sostanze biodegradabili, presentano attualmente maggiori problemi di smaltimento a causa della presenza sempre più ampia di composti chimici di origine sintetica.

Il mare, i fiumi ed i laghi non sono in grado di ricevere una quantità di sostanze inquinanti superiore alla propria capacità autodepurativa senza vedere compromessa la qualità delle proprie acque ed i normali equilibri dell'ecosistema. E' evidente, quindi, la necessità di depurare le acque reflue prima del loro scarico nei corpi idrici recettori, rispettando i valori di concentrazione limite delle diverse sostanze imposti dalla normativa. Il trattamento del refluo è tanto più spinto quanto più i corpi idrici risultano a rischio di inquinamento permanente.

Come accennato, una delle tecniche più utilizzate per la depurazione delle acque reflue urbane è quella a fanghi attivi, attraverso processi biologici di trattamento che imitano quelli che avvengono

naturalmente nei corpi idrici. Il trattamento depurativo prevede, in genere, le seguenti fasi:

LINEA ACQUA: per il trattamento del liquame. Si suddivide in:

- **trattamento primario:** è un trattamento in cui si prepara il liquame per le successive fasi di trattamento; prevede la rimozione di sostanze solide grossolane, sabbie, oli e parte delle sostanze organiche sedimentabili. Esso comprende processi fisici e meccanici quali l'accumulo e l'equalizzazione, il sollevamento, la grigliatura, la dissabbiatura e la disoleatura, la preaerazione e la sedimentazione primaria.

Tali trattamenti, se ben condotti, già da soli possono eliminare buona parte del carico organico inquinante: in fase di sedimentazione primaria, infatti, è possibile eliminare anche il 60% del BOD5 del liquame in ingresso.

I solidi grossolani raccolti vengono solitamente smaltiti in discarica mentre i solidi separati nella sedimentazione primaria (fanghi primari) saranno sottoposti ad ulteriori trattamenti nella cosiddetta "linea fanghi".

- **trattamento secondario:** è un processo di tipo biologico utilizzato per la rimozione delle sostanze organiche contenute nel liquame. All'interno di apposite vasche avviene l'eliminazione del BOD5 ad opera della popolazione batterica aerobica contenuta nel liquame stesso, attraverso un processo condotto mediante un'ossigenazione artificiale per "attivare" i microrganismi aerobici. Parallelamente alla degradazione dell'inquinante organico avviene la proliferazione di tali colonie batteriche, le quali, nutrendosi del materiale organico, si addensano in fiocchi (fanghi attivi) per essere eliminate nella sedimentazione secondaria (fanghi di supero).

Questo costituisce lo stadio più importante degli impianti di depurazione delle acque reflue urbane; è responsabile del completamento dell'abbattimento del BOD5, fino a valori prossimi al 95%, attraverso le fasi di ossidazione-nitrificazione e di sedimentazione secondaria.

Inoltre, la fase di ossidazione-nitrificazione è accompagnata da una fase di denitrificazione per l'eliminazione dei composti azotati che si sono formati: in presenza di un ambiente anossico, i batteri facoltativi presenti (che si comportano in modo aerobico o anaerobico in funzione dell'ambiente in cui si trovano) utilizzano l'ossigeno dei composti azotati, formatisi nella fase di nitrificazione per ossidazione dell'azoto ammoniacale, liberando azoto gassoso. La depurazione biologica in un impianto avviene secondo meccanismi analoghi a quelli di autodepurazione di un corso d'acqua, ma in condizioni controllate tali da ottimizzare l'efficienza e la velocità delle reazioni biochimiche.

- **trattamento terziario:** realizzato sull'effluente in uscita dalla sedimentazione secondaria, permette di ottenere un ulteriore affinamento del grado di depurazione. Consiste in una filtrazione, per eliminare quelle particelle sospese sfuggite alla fase di sedimentazione, ed in una disinfezione chimica per abbattere i microrganismi patogeni presenti per inviare il chiarificato al corpo idrico recettore.

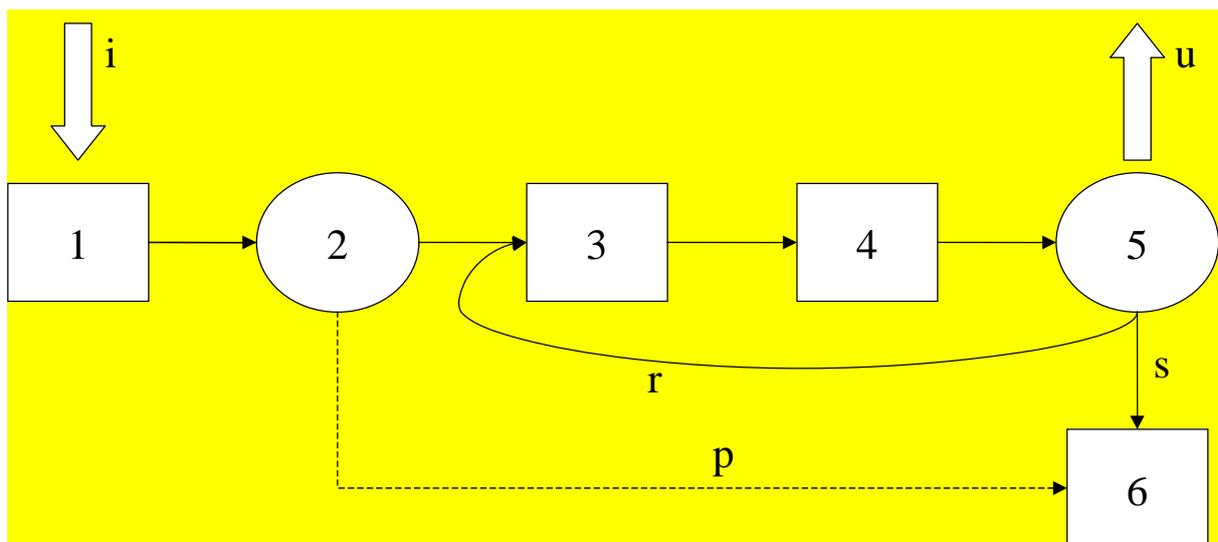
LINEA FANGHI: è responsabile dello smaltimento dei fanghi prodotti durante le fasi di sedimentazione, ossia dei fanghi primari e di supero. Scopo di tale linea è quello di eliminare l'elevata quantità di acqua in essi contenuta e di ridurre il volume, nonché di stabilizzare il materiale organico e di distruggere gli organismi patogeni presenti.

I principali trattamenti per l'eliminazione dell'acqua sono l'ispessimento, la disidratazione e l'essiccazione; la stabilizzazione, invece, avviene attraverso la digestione aerobica o anaerobica, attraverso batteri responsabili della degradazione della materia organica.

I fanghi trattati vengono stoccati e smaltiti in discarica o utilizzati come concimi per terreni agricoli.

Il liquame inoltre, viene sottoposto alla defosfatazione, ossia all'eliminazione del fosforo presente; essa avviene in modi differenti a seconda dell'impianto.

DIAGRAMMA A BLOCCHI DI UN IMPIANTO DI DEPURAZIONE A FANGHI ATTIVI:



Legenda

1: trattamento preliminare; **2:** sedimentazione primaria; **3:** reattore biologico con ossidazione biologica e nitrificazione; **4:** trattamento di denitrificazione e defosfatazione; **5:** sedimentazione secondaria; **6:** trattamento dei fanghi (digestione, disidratazione, stoccaggio)

i: refluente entrante; **u:** chiarificato in uscita; **r:** riciclo fanghi attivi; **s:** fanghi di supero; **p:** fanghi primari.

I principali depuratori della Provincia di Rimini al servizio degli agglomerati urbani del litorale scaricano a pochi chilometri dalla linea di costa (in zona definita "area sensibile", ai sensi del D.Lgs.152/99): il corpo recettore nel quale inviano il chiarificato è, quindi, il mare stesso.

Nel mare l'effetto diluizione è molto elevato e neutralizza

rapidamente la modesta carica batterica residua, limitando l'impatto sulla qualità delle acque di balneazione prossime alla costa. Invece, può essere pericoloso l'apporto dei composti dell'azoto e del fosforo, responsabili dell'eutrofizzazione marina. Risulta, quindi, necessaria una particolare attenzione verso i processi di abbattimento dei nutrienti (denitrificazione e defosforazione) e verso le pratiche di affinamento dello scarico.

Gli equilibri degli ecosistemi idrici provinciali, quindi, sono molto sensibili alle sollecitazioni antropiche ed ai contributi inquinanti e scarsamente idonei a ricevere direttamente grandi quantità di reflui, anche se depurati in impianti tecnologici d'avanguardia.

I depuratori pubblici rappresentano indubbiamente elementi territoriali di forte pressione ambientale e, perciò, vengono sottoposti a controlli assidui. Il controllo dei fattori di pressione ambientale, integrato con le valutazioni igienico-sanitarie, è condotto da Arpa secondo un protocollo d'intesa col Dipartimento di Sanità Pubblica dell'ASL di Rimini, nell'ambito di un programma annuale predisposto dal Comitato Provinciale di Coordinamento (LR 44/95).

2.8 LA DEPURAZIONE NATURALE

Il ricorso a tecniche di depurazione naturale per il trattamento dei reflui urbani rappresenta ormai una scelta ampiamente diffusa a livello mondiale. Tali tecniche rappresentano sicuramente una valida soluzione impiantistica, nonché una scelta ottimale per i centri abitativi sparsi e a vocazione turistica, in generale, per piccole e medie utenze in quanto da un lato, consentono uno straordinario inserimento nell'ambiente e nel paesaggio e, dall'altro, possono sopportare carichi inquinanti discontinui, come quelli che si verificano nei centri turistici.

I sistemi naturali di depurazione storicamente rappresentano le prime soluzioni al problema dell'inquinamento delle acque reflue e l'uso delle acque di scolo per la fertirrigazione era una pratica ancora

attiva agli inizi del 1900 in grandi città come Parigi, Berlino e Milano. Anche se, in realtà, un "sistema naturale di depurazione" implica, volendo essere rigorosi, che il processo si verifichi senza l'utilizzo di macchine o energia esterna, oggi, nell'accezione più moderna (D.Lgs.152/99), il concetto non viene più applicato alla lettera: attualmente, infatti, più o meno propriamente, annoveriamo sotto la definizione di "sistema naturale di depurazione" sistemi quali:

- ✓ la subirrigazione: dispersione di reflui civili chiarificati provenienti da fosse Imhoff negli strati superficiali del terreno, condotti tramite tubazioni; in questi strati del terreno vengono gradatamente assorbiti, assimilati e degradati biologicamente in condizioni aerobiche. Tale processo richiede caratteristiche di suolo e sottosuolo adeguate (in presenza di falde superficiali, ad esempio, è inutilizzabile);
- ✓ la fertirrigazione: utilizzo di liquami civili per la fertilizzazione biologica naturale e per l'irrigazione di vaste superfici, trasportati e distribuiti con l'ausilio di pompe, canali, vasche di accumulo. Questa pratica trova la sua ragione soprattutto in aree e carenti d'acqua;
- ✓ i vassoi fitoassorbenti: sono bacini ad evapotraspirazione completa in cui i reflui sono trattati tramite l'utilizzo di vegetali come disperdenti idrici. Il sistema prevede una dispersione di liquami di fognatura negli strati superficiali del suolo. L'uso di specie a grande lembo fogliare e sempreverdi soddisfa pienamente l'esigenza della dispersione delle acque reflue provenienti da abitazioni isolate. Con questo processo si sfrutta in appieno la capacità di evapotraspirazione del terreno tramite le piante;
- ✓ il lagunaggio biologico: si tratta di sistemi costituiti da vasti bacini al cui interno viene immesso periodicamente il liquame da trattare. Questo, nel corso del tempo, subisce una biodegradazione da parte delle comunità microbiche in esso contenute. A seconda che le lagune siano aerobiche, o anaerobiche si instaurano condizioni

degradative differenti, che richiedono comunità di organismi differenti. In Italia questa tecnica ha trovato applicazione soprattutto nel campo delle industrie alimentari a lavorazione stagionale (ad esempio nei zuccherifici);

- ✓ la fitodepurazione: è un sistema naturale per la depurazione delle acque reflue che sfrutta i processi autodepurativi tipici delle aree umide.

L'impiego di queste antiche tecniche, però, nei Paesi economicamente sviluppati si è fortemente ridotto dopo gli anni 30, a causa dell'ampio spazio che richiedono per la loro realizzazione.

2.9 LA FITODEPURAZIONE

Anche se l'etimologia della parola fitodepurazione (dal greco phito = pianta) faccia pensare al ruolo primario delle piante, in realtà le piante non svolgono direttamente i processi depurativi: esse, infatti, favoriscono la creazione di microhabitat idonei alla crescita di popolazioni batteriche le quali sono le vere protagoniste della depurazione biologica.

I trattamenti di fitodepurazione si basano prevalentemente su processi di tipo biologico, ma anche fisico e chimico, in cui piante acquatiche quali macrofite si sviluppano in corpi idrici artificiali o in terreni saturi d'acqua. La notevole capacità depurativa di questi sistemi è dovuta all'ampia disponibilità di luce, acqua e nutrienti che avvantaggiano la vita di organismi vegetali.

Gli impianti di fitodepurazione vengono definiti a livello internazionale col termine "constructed wetlands", ossia sistemi umidi costruiti artificialmente in modo da ottimizzare gli effetti delle depurazione sulle acque reflue.

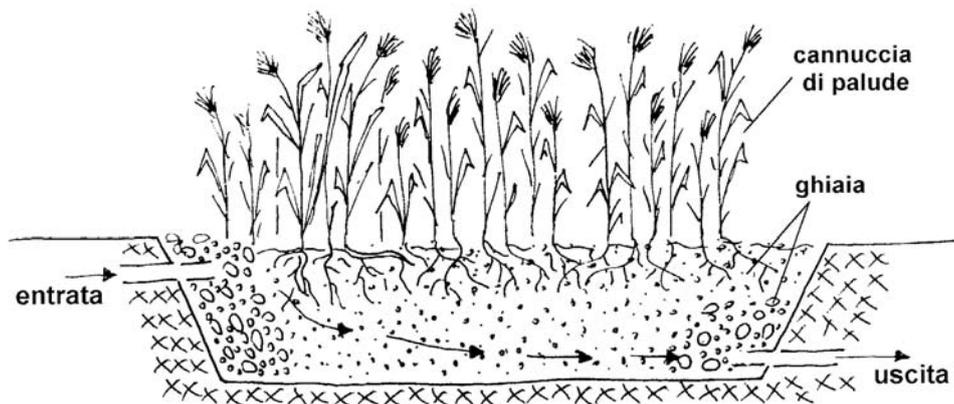
Ma perchè si prende come riferimento proprio le zone umide?

Le aree umide di per sé rappresentano, con le loro caratteristiche, un ottimo ambiente per lo sviluppo della flora microbica utile ai processi depurativi di natura biologica. Poiché le aree naturali, però, sono

difficilmente controllabili, rendono complicata la previsione delle conseguenze legate all'apporto di acque inquinate e dei conseguenti risultati nei processi depurativi. Per questa ragione, la costruzione di aree umide ad hoc con substrati, tipologie di vegetali e percorsi idraulici del refluo conosciuti permette di tenere il processo sotto controllo.

Le tecniche di depurazione esistenti sono diverse e sono classificate in base alle piante acquatiche utilizzate. Esse possono appartenere a tre distinti gruppi: macrofite emergenti, sommerse e galleggianti.

In Europa, a riguardo, la tecnica più diffusa è il processo di fitodepurazione che utilizza macrofite emergenti con flusso sub-superficiale orizzontale.



Schema impianto a flusso sommerso orizzontale

In questi sistemi il liquame scorre al di sotto della superficie, all'interno di letti di ghiaia, sabbia o pietrisco, in cui sono direttamente radicate le piante emergenti evitando, pertanto, il contatto diretto fra acqua ed atmosfera.

Sono sistemi particolarmente adatti per il trattamento biologico di acque reflue derivanti da case sparse non collegate a pubblica fognatura, a seguito di un primo passaggio in fossa Imhoff, così come pure per il trattamento di acque grigie e meteoriche; permettono l'eliminazione della sostanza organica, dell'azoto e del fosforo.

Il trattamento naturale dei reflui di scarico di origine domestica ha origini antiche. A Roma, ad esempio, nel periodo imperiale, si usava

scaricare la cloaca massima nelle paludi Pontine con il preciso scopo di sfruttare il loro potere autodepurante. In Cina, ancora oggi, continua l'usanza millenaria di creare stagni di lagunaggio destinati all'allevamento del pesce in cui vengono periodicamente immessi, in quantità opportune, liquami domestici contenenti alte concentrazioni di azoto e fosforo.

2.9.1 GLI IMPIANTI IN ITALIA

Sebbene in Italia lo stato di applicazione dei processi fitodepurativi non sia certo alla stregua di quello di altri Paesi europei come Germania e Regno Unito, negli ultimi 15 anni diversi gruppi di ricerca, enti pubblici e società private hanno incominciato a verificare, sulla base di esperienze europee e nordamericane, l'applicabilità di questa tecnica al trattamento delle acque.

L' APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici), l' ENEA (Ente Nazionale per le nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente), alcune Agenzie regionali per l'ambiente e diversi centri di ricerca universitari stanno lavorando per la realizzazione di criteri di progettazione comuni e per la creazione di una rete di controllo e monitoraggio estesa a tutto il territorio.

Il censimento condotto nell'arco del biennio 1999/2000 ad opera dell'Università di Torino e del gruppo specialistico IWA (International Water Association) ha prodotto una lista di circa 150 impianti, distribuiti principalmente nel nord Italia.

2.9.2 I VANTAGGI DELLA FITODEPURAZIONE

I vantaggi sono sia di natura economica, sia pratica.

Per quanto riguarda quelli a flusso sub-superficiale, i sistemi più diffusi in Italia poiché presentano numerosi vantaggi rispetto alle altre tipologie impiantistiche, tra gli aspetti favorevoli si citano:

- il più facile inserimento ambientale;
- l'elevata efficienza depurativa anche nei mesi invernali;
- la maggiore semplicità di gestione e di manutenzione;
- l'assenza di problemi legati all'insorgenza di cattivi odori e alla presenza di insetti.

Gli aspetti positivi connessi con questa tecnologia sono i seguenti:

- efficace abbattimento di BOD5, COD, solidi sospesi, azoto e fosforo;
- facile inserimento paesaggistico;
- ridotto impatto ambientale;
- contenute spese di costruzione e gestione;
- risparmio in termini di energia (la sorgente di energia è spesso solo quella solare; inoltre, si tende a minimizzare l'utilizzo di pompe idrauliche) e di materiali;
- basso impiego di manodopera;
- mancata produzione di fanghi di difficile smaltimento;
- tolleranza alle forti oscillazioni di carico organico, di carico idraulico e di temperatura.

Gli aspetti negativi, invece, sono:

- richiesta di estese superfici, spesso non disponibili;
- costi elevati di acquisizione del suolo sul quale costruire l'impianto.

In generale, la scelta del sistema da adottare deve scaturire dalla valutazione del caso specifico ed essere effettuata sulla base di informazioni relative alla quantità e tipologia di refluo da trattare, alla disponibilità di superficie da adattare al trattamento ed alle condizioni climatiche della zona.

2.10 USO RAZIONALE DELL'ACQUA PER IL SETTORE CIVILE IN EMILIA-ROMAGNA

Il termine generico "uso razionale dell'acqua" comprende due tipologie di intervento:

1. modalità di minor consumo d'acqua all'inizio del ciclo, attraverso pratiche efficienti di tipo tecnologico ed operativo-ingegneristico, basate sulle modificazione degli impianti o delle procedure operative di fornitura. Tali soluzioni sono di tipo comportamentale e mirate al cambiamento delle abitudini d'uso;
2. riciclo dell'acqua (prelievo - utilizzo - riutilizzo - scarico) e riuso dell'acqua di scarico, previo parziale trattamento, per diverse applicazioni non potabili. L'acqua per il riuso deve necessariamente corrispondere a specifiche caratteristiche definite a livello normativo.

La Regione Emilia-Romagna, con il Piano di Tutela delle Acque, previsto dal D.Lgs. 152/99 e terminato nel 2004 (realizzato in collaborazione con le Province, le Autorità di bacino e l'Arpa regionale), pone attenzione al risparmio idrico nell'uso domestico, applicando il concetto di sostenibilità alle risorse idriche per la prima volta in modo efficace.

Promuove la razionalizzazione dei prelievi, la riduzione del consumo di acqua di buona qualità attraverso il contenimento dei consumi all'utenza, migliorando l'efficienza delle adduzioni e delle reti di distribuzione.

Le misure proposte consistono nella redazione di un Piano di Conservazione della Risorsa, nell'installazione di contatori per ogni utenza e di dispositivi tecnologici di risparmio per l'impianto idrico-sanitario, nella promozione di applicazioni sperimentali, in una politica tariffaria premiante il risparmio, nella realizzazione di campagne di sensibilizzazione.

Per mettere in pratica tali azioni, la Regione ha redatto un documento intitolato "Programma Regionale di conservazione e risparmio della risorsa acqua": da questo emerge che, per un'efficace politica di gestione, sono necessarie azioni finalizzate, oltre che alla riduzione delle perdite di rete, al riuso dei reflui, alla regolamentazione dei prelievi e ad un'idonea politica tariffaria, anche ad incentivi nel settore privato, a campagne di informazione, a ricerche e alla realizzazione di progetti pilota tra cui quello di Bagnacavallo descritto nella sezione "Nuove tecnologie idrauliche".

La Regione, inoltre, ha pubblicato un "quaderno orientativo" intitolato "Pratiche di risparmio dell'acqua: tecniche e comportamenti", in cui sono descritte le attività per il risparmio idrico indicate nel documento Programma Regionale di conservazione e risparmio della risorsa acqua. Emerge che il raggiungimento degli obiettivi dipende fortemente dall'interazione di due fattori complementari:

1. fattori tecnologici: pratiche basate su modificazioni degli impianti, attraverso l'introduzione di specifici dispositivi per il risparmio idrico;
2. fattori comportamentali: pratiche basate sul cambiamento delle abitudini d'uso.

Le principali pratiche volte al risparmio idrico domestico tratte dal quaderno orientativo regionale, a loro volte tratte Environmental Protection Agency (EPA), sono riportate di seguito.

Pratiche tecnologiche:

- scarico WC a basso flusso o a flusso differenziato con dispositivo a doppio tasto;
- rubinetteria e docce a basso consumo;
- riduttori di flusso e di pressione;
- frangigetto;
- impiego di elettrodomestici (lavastoviglie e lavatrici) a basso consumo;

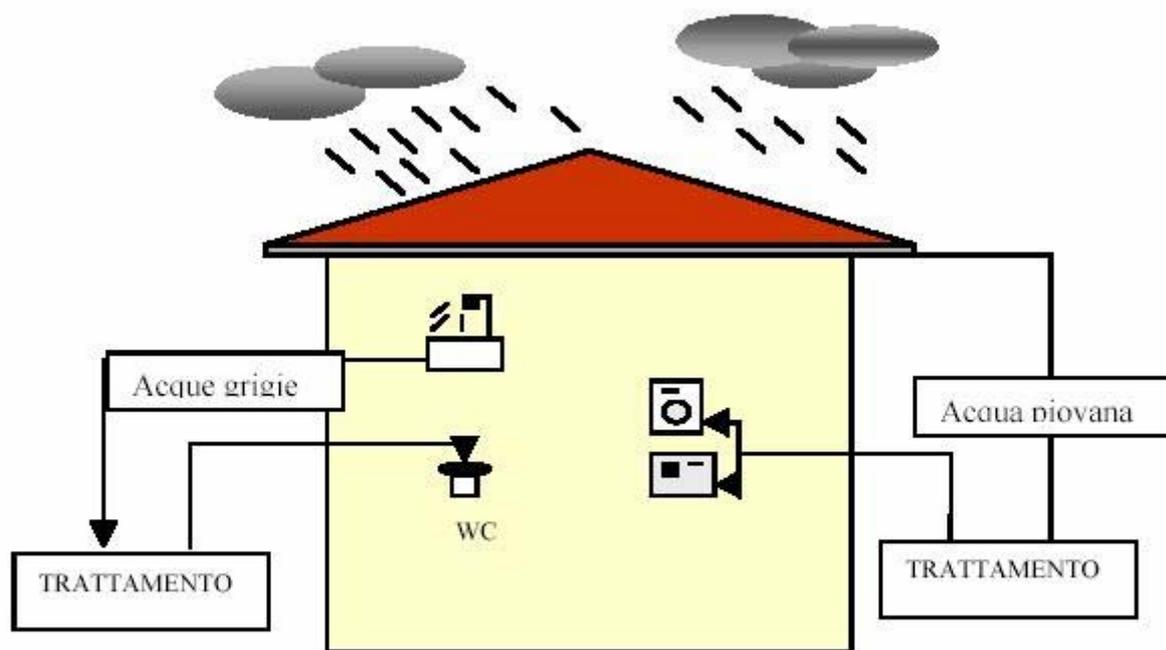
- installazione di contatori singoli;
- riutilizzo di acque grigie e recupero di acque piovane.

Pratiche comportamentali:

Non richiedono l'impiego di particolari dispositivi, ma un cambiamento nei comportamenti quotidiani per evitare inutili sprechi.

Secondo il Piano di Tutela, le possibili pratiche tecnologiche di risparmio sugli usi domestici sono quelle applicabili ad ampia scala, con benefici quantitativi significativi, tecnicamente non eccessivamente impegnative ed economicamente non svantaggiose, tra cui:

- dispositivi volumetrici interni, setti, tasti di arresto e doppio scomparto sui WC a gravità che possono determinare un risparmio variabile dal 40% al 60% circa sui singoli impieghi: rispetto alla vecchia tecnologia che consuma circa 10 litri di acqua pulita per ogni scarico, i nuovi dispositivi ne consumano infatti circa soltanto 3-6 litri;
- applicazione sulla testa dei rubinetti di frangigetto che aumentano la velocità dell'acqua e la miscelano con aria, aumentando il volume e riducendo la portata di acqua in uscita fino al 50%;
- lavastoviglie e lavatrici ad alta efficienza, che permettono un risparmio idrico del 40-50%, insieme ad un risparmio energetico pari a circa il 30%, rispetto ai modelli tradizionali.



Sistemi di riciclo e riutilizzo previsti dal Progetto AQUASAVE

Bibliografia

Quadro Conoscitivo dello Stato di Qualità: acque superficiali interne, acque sotterranee, acque a specifica destinazione, Arpa Sez. Prov .le di Rimini, 2006

Cd "Pianeta Acqua", Assessorato all'Ambiente e alle Politiche per lo Sviluppo Sostenibile, Arpa Sez. Prov .le di Rimini, maggio 2005

3 LA MATRICE ARIA: INFLUENZA DEL COMPARTO TURISTICO SULLA QUALITA' DELL'ARIA

Quando si parla di inquinamento atmosferico ci si riferisce principalmente alle seguenti tipologie di inquinanti.

3.1 L'INQUINAMENTO URBANO

Ossidi di azoto (NO_x)

Gli ossidi di azoto presenti in atmosfera rilevanti per gli effetti sulla salute e sull'ambiente sono il biossido di azoto e il monossido d'azoto.

Fonti di emissione

L'ossido di azoto è un inquinante primario che si genera in parte nei processi di combustione per reazione diretta tra azoto ed ossigeno dell'aria. A temperature maggiori di 1200°C si produce principalmente NO ed in misura ridotta NO_2 . Altre fonti sono le eruzioni vulcaniche, incendi, fulmini ed emissioni dal suolo dovute a processi biologici.

Le emissioni antropogeniche di biossido di azoto (NO_2) sono dovute all'uso dei combustibili fossili in generale (trasporti, produzione di elettricità e riscaldamento) e alle attività industriali. Il biossido di azoto è sempre presente nei gas di scarico delle automobili ed in particolare dei grossi autoveicoli diesel. La concentrazione di ossidi di azoto (NO_x) negli scarichi è elevata in condizioni di traffico veloce e motore ad alto numero di giri, bassa in decelerazione e motore al minimo.

Effetti sull'ambiente

Si riportano alcuni degli effetti del biossido d'azoto sull'ambiente.

assorbe la radiazione solare influenzando la trasparenza e visibilità atmosferica.

Essendo una molecola radicalica e fortemente ossidante, contribuisce a determinare il potere ossidante della troposfera e le concentrazioni delle altre specie radicaliche atmosferiche (incluso $\cdot\text{OH}$).

Gioca una funzione chiave nel determinare la concentrazione di O_3 troposferico in quanto la fotolisi di NO_2 è lo stadio di inizio della formazione fotochimica di O_3 .

Un altro effetto è legato alle piogge acide; in seguito alla trasformazione di sostanze presenti nell'atmosfera, di origine antropica, quali ossidi di zolfo e di azoto che a contatto con l'acqua si trasformano in acidi, si originano le piogge acide. Il pH della pioggia se determinato dalla sola presenza di acido carbonico (originato dalla CO_2 presente in atmosfera) ha un valore che si aggira attorno a 5,5. In presenza di acido solforico e nitrico il valore di pH di un'acqua meteorica è compreso tra 5 e 2.

Effetti sulla salute

L'ossido di azoto è irritante per gli occhi ed il tratto respiratorio. L'inalazione può causare edema polmonare, inoltre può avere effetti sul sangue, causando formazione di metaemoglobina; nei casi più gravi può portare alla morte.

Tra i due composti la specie di maggior interesse dal punto di vista della salute umana e dell'ambiente è senza dubbio il biossido di azoto (NO_2).

Il W.H.O. (World Health Organisation) indica che il biossido di azoto è responsabile sia di effetti acuti che cronici a carico dell'apparato respiratorio, effetti che risultano più evidenti in categorie sensibili, come ad esempio gli asmatici. Nella documentazione ufficiale viene riportato $560 \mu g/m^3$ (0,3 ppm) come livello più basso capace di generare un disturbo della funzionalità polmonare in un individuo asmatico sottoposto ad esercizi fisici intermittenti e per una esposizione di 30 minuti. Per quanto riguarda NO occorrono concentrazioni più alte per riscontrare gli stessi effetti.

Sulla base di questi dati sperimentali, W.H.O. propone per NO_2 un limite di $200 \mu g/m^3$ come valore orario; il valore guida annuale è di $40 \mu g/m^3$.

Monossido di carbonio (CO)

Fonti di emissione

La principale sorgente antropogenica di questo inquinante in ambito urbano è la combustione nel motore a scoppio. In questo processo non si hanno le condizioni per la completa ossidazione del carbonio con formazione, a livello del suolo, di

anidride carbonica (CO_2) non dannosa per la salute ma coinvolta nell'effetto serra. In ogni caso il monossido di carbonio a contatto con l'ossigeno atmosferico subisce una ossidazione trasformandosi in anidride carbonica.

Per il monossido di carbonio le massime emissioni dal motore si verificano in condizioni di motore al minimo, in decelerazione e in fase di avviamento a freddo, piuttosto che in accelerazione o in condizioni di alto numero di giri. Condizioni di traffico lento e fermate ai semafori nelle giornate caratterizzate da bassa ventilazione favoriscono l'accumulo di questo inquinante. Nelle aree urbane la concentrazione di monossido di carbonio dipende dalla densità di popolazione degli autoveicoli, dalla topografia e dalle condizioni meteorologiche; nelle strade la concentrazione di questo inquinante varia molto in funzione della distanza dal traffico, mantenendosi più alta dal lato sottovento del "canyon stradale" e smorzandosi velocemente dal suolo verso l'alto.

Effetti sull'ambiente

L'effetto principale è quello legato all'aumento dell'effetto serra dovuto alla crescita della concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera (vedi paragrafo successivo).

Effetti sulla salute

Il monossido di carbonio viene assorbito negli alveoli polmonari ed entra nel sangue legandosi in modo irreversibile all'emoglobina formando un complesso un carbossiemoglobina (COHb) molto stabile ed impedendo il naturale trasporto di ossigeno necessario alla respirazione cellulare.

W.H.O. ha stimato un livello pari al 2.5% di COHb nel sangue umano come limite per la protezione della salute, tenendo conto dei gruppi a rischio (persone con disturbi coronarici, feti di donne incinte non fumatrici). Questo valore, relativamente ad una popolazione sottoposta a sforzo fisico lieve o moderato, una volta tradotta in termini di concentrazioni ambientali, genera i seguenti valori guida:

100 mg/m^3 (90 ppm) per 15 minuti;

60 mg/m^3 (50 ppm) per 30 minuti;

30 mg/m³ (25 ppm) per 1 ora;

10 mg/m³ (10 ppm) per 8 ore.

Particolato atmosferico

Fonti di emissione

Il materiale particolato sospeso è una miscela complessa di sostanze organiche ed inorganiche che si presentano in fase liquida e solida con composizione chimica variabile in funzione della granulometria e, ovviamente, della sorgente che le ha prodotte. Le dimensioni delle particelle sospese variano in un intervallo che abbraccia ben quattro ordini di grandezza: da qualche nanometro (nm; 10⁻⁹ m) a decine di micrometri (µm; 10⁻⁶ m). Una classificazione può essere fatta individuando una frazione "grossolana" (particelle con diametro aerodinamico superiore a 2,5 µm) e quella "fine", indicata comunemente con il termine di PM_{2,5} (particelle con diametro aerodinamico uguale o inferiore a 2,5 µm). Nella frazione grossolana si individua un'ulteriore categoria di particelle, il PM₁₀ di rilevanza sanitaria, che raggruppa le particelle con diametro inferiore a 10 µm. La classe di particelle "fini" contiene in massima parte le particelle secondarie (che sono i prodotti di alcune reazioni chimiche atmosferiche), e le particelle primarie prodotte dalle reazioni di combustione e dalla condensazione di sostanze altobollenti che derivano da svariati processi chimici di origine naturale o antropica. La classe di particelle più grandi è costituita da materiali cristallini, materiale polverulento prodotto e/o risollevato da terra dal traffico, materiali in polvere prodotti da industrie. Sorgenti naturali di particelle grossolane possono essere le emissioni dei vulcani, le spore di muffa, i pollini, parti di insetti e di piante e, vicino alle coste, particelle prodotte dalla evaporazione di spray marino. Le diverse origini delle particelle si riflettono nella composizione chimica delle stesse: le polveri fini, ricche di particelle secondarie, sono composte sostanzialmente (80% in peso) da ioni nitrato (NO³⁻), solfato (SO⁴⁻), ammonio (NH⁴⁺), carbonio organico ed elementare; di contro questi composti costituiscono solo il 10-20% della frazione grossolana la quale comprende, per un 50% della sua massa, alluminio, silicio, zolfo, potassio, calcio e ferro. È interessante notare come sia stata dimostrata sperimentalmente una più forte dipendenza della

composizione chimica della frazione grossolana relativamente al sito di prelievo rispetto alla composizione della frazione fine; questo dato sperimentale è una riconferma della diversa genesi delle frazioni particellari.

Effetti sulla salute

Gli effetti sanitari sono funzione della composizione chimica e della granulometria delle particelle; da questa seconda caratteristica deriva una diversa capacità di queste di penetrare nell'albero respiratorio e di causare dunque un danno per la salute umana (Fig. 4).

La totalità delle particelle sospese viene chiamata PTS (Polveri Totali Sospese). Le particelle con dimensioni intorno ai 20 μm non penetrano nelle vie respiratorie, mentre riescono a farlo le particelle di dimensione inferiore. La frazione PM_{10} (cioè aventi diametro aerodinamico pari o inferiore a 10 μm) è la frazione inalabile, chiamata anche frazione toracica, è stata identificata come un buon indicatore delle particelle correlate alla salute. L'ulteriore frazione $\text{PM}_{2.5}$ è la frazione respirabile, ovvero quella che con maggiore probabilità può giungere alle vie respiratorie più profonde e produrre un danno effettivo. Gli studi sul $\text{PM}_{2.5}$ stanno confermando che quest'ultimo è un indicatore migliore del PM_{10} per gli effetti sulla salute causati dalle polveri [W.H.O.].

Recenti indagini mediche hanno dimostrato che le particelle ultrafini ($\text{PM}_{0,1}$) possono passare direttamente nel torrente sanguigno.

I danni prodotti dalle particelle (e dalle sostanze da esse veicolate) sono relativi alla respirazione, ai polmoni (anche tumore), alle patologie cardiovascolari e alle alterazioni del sistema immunitario.

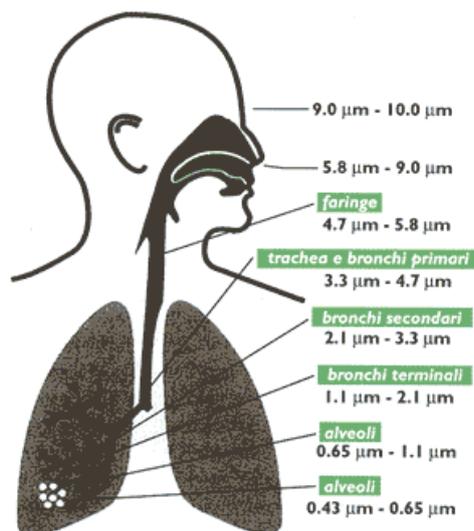


Fig. 4. Capacità di penetrazione del particolato atmosferico nell'albero respiratorio.

Benzene

Fonti di emissione

La sorgente più importante in ambito urbano è senza dubbio il traffico cittadino, in quanto i motori a scoppio utilizzano benzina che contiene benzene come antidetonante, al posto del piombo tetraetile. In Italia la benzina contiene benzene in una frazione non superiore all' 1% in volume (dal 1/7/98). Il benzene può anche provenire dalla combustione incompleta dei composti organici presenti nel carburante; per ridurre le emissioni da questa fonte si consiglia un uso corretto delle marmitte catalitiche. Il benzene, inoltre, è utilizzato in numerosi processi industriali di sintesi organica.

Per inciso, il fumo da sigaretta è la principale sorgente di benzene per l'inquinamento indoor.

Effetti sulla salute

Il benzene è un composto altamente tossico e cancerogeno. Colpisce principalmente il sistema nervoso centrale e il midollo osseo ma viene trasferito a tutti i gli organi e tessuti ricchi di lipidi esercitando i suoi effetti tossici. WHO riporta effetti di depressione di attività del midollo, effetti immunologici, mutagenici e cancerogenici (leucemia), su persone esposte a elevate dosi di vapori di benzene per motivi professionali. Gli effetti reali di esposizioni croniche

a concentrazioni relativamente basse (simili all'ambiente urbano) non sono state ancora chiarite. E' stato proposto il livello di legge di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come valore di protezione della salute, sebbene per il benzene non sia stato definito un vero e proprio livello di esposizione sicuro: viene quindi accettato il modello senza soglia, cioè si suppone che a qualsiasi concentrazione sia associato un rischio e che il rischio aumenti linearmente all'aumentare dell'esposizione.

Piombo

Fonti di emissione

Nel particolato atmosferico, inteso come particelle totali sospese nell'aria, sono presenti numerosi metalli, tra cui il piombo.

Il piombo in ambiente urbano deriva dalla benzina addizionata di piombo tetraetile come antidetonante. In Italia questo tipo di carburante è stato definitivamente abbandonato dal gennaio 2002.

Il piombo è presente anche in alcune polveri che derivano da processi industriali.

Effetti sulla salute

Il piombo viene veicolato direttamente agli alveoli polmonari dalle particelle con diametro di circa un micron. La percentuale che passa nel sangue è pari al 30-40% del piombo inalato negli adulti e al 50% nei bambini. Si lega ai globuli rossi e si diffonde in tutti i tessuti, tra i quali i più sensibili sono il midollo osseo (che produce i globuli rossi) e il sistema nervoso. Ne conseguono danni ai globuli rossi e deficit intellettivi (dell'apprendimento, verbali e uditivi), in particolare nei bambini, più sensibili agli effetti nocivi del piombo.

Altri possibili effetti sulla salute sono: aumento della pressione arteriosa, accidenti ischemici cerebrali, infarti del miocardio, soprattutto nei soggetti esposti per motivi professionali (vigili urbani, autisti).

Biossido di zolfo

Fonti di emissioni

Il biossido di zolfo si forma dalla combustione dei combustibili che contengono zolfo. Attualmente la presenza di questo composto in atmosfera è da attribuire alla combustione del gasolio sia per trazione (motore diesel) che per riscaldamento e all'emissione di taluni processi produttivi. Il biossido di zolfo viene emesso da processi industriali.

Effetti sull'ambiente

Come per gli ossidi di azoto gli ossidi di zolfo e in particolare l'anidride solforosa è responsabile delle piogge acide coinvolte nel degrado delle foreste europee.

Effetti sulla salute

L'anidride solforosa è un forte irritante delle prime vie respiratorie e i principali effetti sulla salute riguardano la costrizione bronchiale, le naso-faringiti con alterazione del senso dell'olfatto e del gusto. È possibile già avvertirne il caratteristico odore pungente alla concentrazione di 8 mg/m^3 (2.8 ppm). W.H.O. riporta che a concentrazioni superiori di $28,6 \text{ mg/m}^3$ (10 ppm) l'esposizione cronica comporta danni epiteliali e modificazioni tipiche alla bronchite cronica umana. L'assorbimento di SO_2 , da parte delle mucose del naso e del primo tratto respiratorio, avviene a causa della sua solubilità nei mezzi acquosi (a 15°C un volume di H_2O dissolve 45 volumi di SO_2). L'assorbimento è dipendente dalla concentrazione ed in letteratura è stato riportato che, alle concentrazioni ambientali oggi comunemente osservate, l'assorbimento di SO_2 nelle prime vie respiratorie può considerarsi inefficace. Lo stesso autore riporta che gli effetti di SO_2 possono essere esaltati dalla presenza di particolato ultra-fine e umidità atmosferica a causa della formazione di un film di acido solforico sulla superficie delle particelle che ne veicolano il trasporto nelle zone profonde del polmone.

Ozono

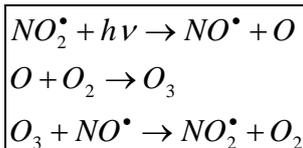
Fonti di immisione

L'ozono è un inquinante secondario, non viene immesso direttamente nell'ambiente, ma si genera in atmosfera a partire da dei precursori in presenza della radiazione solare (reazioni fotochimiche). La formazione di ozono ha luogo in intervalli di tempo che variano da diverse ore ad alcuni giorni: il movimento delle masse d'aria che si verifica in questo intervallo di tempo provoca il rimescolamento delle sostanze emesse dalle diverse sorgenti dei precursori nel territorio. Ne consegue che raramente elevate concentrazioni di ozono possono essere attribuite a singole e ben individuate sorgenti, piuttosto sono prodotte dalla combinazione dei precursori emessi da parte di tutte le sorgenti incontrate dalla massa d'aria nel suo movimento. Ciò dà luogo ad un comportamento assai diverso rispetto ad altri inquinanti primari le cui concentrazioni in un punto tendono ad essere linearmente correlate con le emissioni di una sorgente vicina (a parità di altri fattori).

I principali precursori dell'ozono:

- sono gli ossidi di azoto (NO_x)
- gli idrocarburi (HC)
- solventi e altri composti organici volatili (COV)
- Affinché questo composto si formi a livello del suolo con velocità apprezzabili, devono essere soddisfatte alcune condizioni:
 - le concentrazioni dei precursori devono essere elevate
 - alta temperatura e irraggiamento solare;
 - l'aria deve rimanere relativamente ferma affinché i reagenti non siano diluiti.

L'ozono, una volta formatosi, è un composto altamente ossidante ed aggressivo e per questa sua natura chimica non permane a lungo in atmosfera in quanto tende a reagire con gli altri composti e a decomporsi. I composti che concorrono alla sua formazione vengono successivamente ossidati per attacco dell'ozono stesso.



La sua concentrazione in atmosfera è quindi legata a questo equilibrio dinamico tra formazione e degrado. Questo equilibrio non impedisce il trasporto di questo inquinante anche a grande distanza dai luoghi di produzione da masse d'aria in movimento. In effetti, nelle aree urbane, dove è maggiore l'inquinamento atmosferico si hanno le condizioni migliori per la produzione di questo inquinante. Se l'ozono prodotto in area urbana viene rimosso fisicamente per trasporto verso aree suburbane e rurali, a minor concentrazione di inquinanti, può accumularsi raggiungendo valori di concentrazione superiori a quelli urbani.

C'è inoltre da aggiungere che nelle aree caratterizzate da forte presenza di vegetazione vi è la produzione naturale da parte di alcheni (pinene, limonene, isoprene) che sono fra i più reattivi precursori di ozono.

Effetti sull'ambiente

Dal punto di vista ambientale si segnalano danni soprattutto alla flora e al patrimonio artistico.

I danni provocati dall'ozono alla vegetazione sono talmente ingenti che viene considerato attualmente una delle maggiori cause del declino delle foreste.

Effetti sulla salute

Al di sotto dei 10-15 Km di altezza, una presenza eccessiva di ozono nell'aria, può essere dannosa per la salute oltre che per l'ambiente.

L'ozono è altamente tossico e può provocare irritazioni delle mucose (bruciore agli occhi, alla gola e problemi all'apparato respiratorio).

L'impatto dell'ozono sulla salute dipende dalla durata dell'esposizione, dall'intensità del lavoro o dello sforzo fisico e infine dal tasso di concentrazione dell'ozono nell'aria. Esposizioni a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ su adulti sotto leggero sforzo e su bambini per due ore producono deficit respiratori; con una concentrazione di $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è sufficiente un'ora di esposizione (dati del WHO).

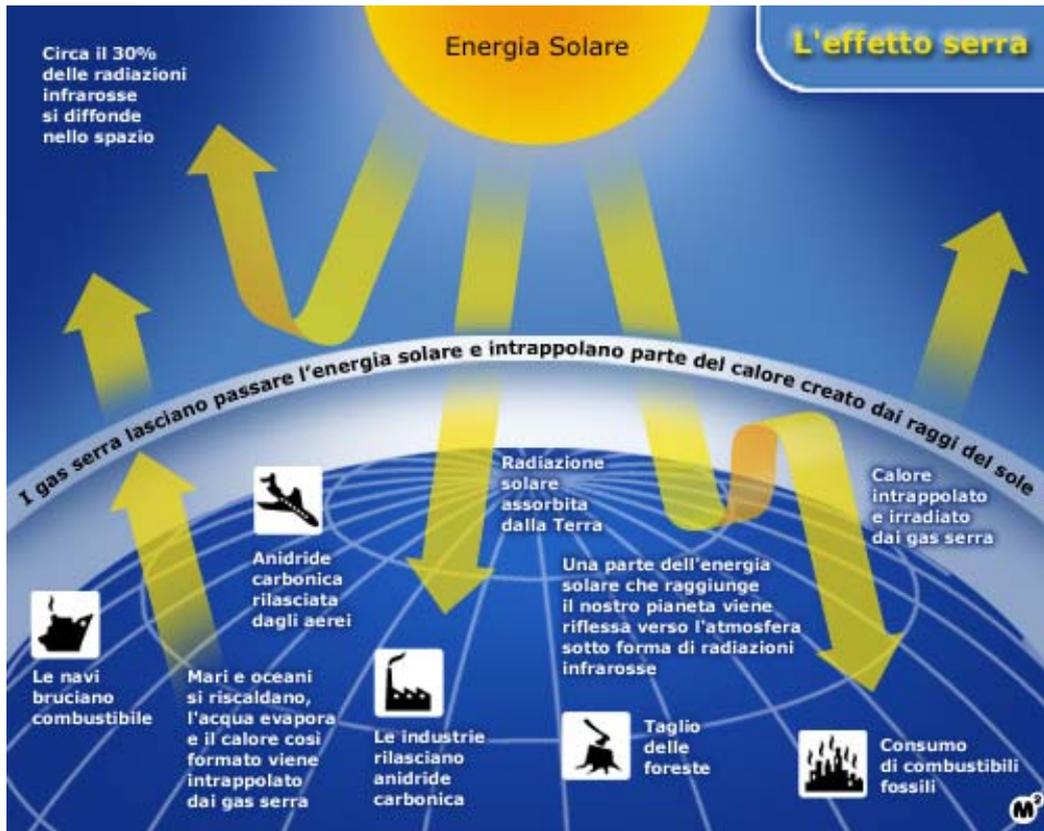
Nel periodo estivo, soprattutto nelle ore più calde del giorno, quando la concentrazione di ozono è più elevata è dunque sconsigliabile uscire e sottoporsi a sforzo fisico

Il grado di sensibilità varia da persona a persona ma esistono categorie che sono particolarmente a rischio, ad esempio i bambini. L'ozono può aggravare le condizioni di persone già affette da altre malattie come asma, problemi dell'apparato respiratorio.

3.2 GAS CLIMATERANTI

3.2.1 L'EFFETTO SERRA

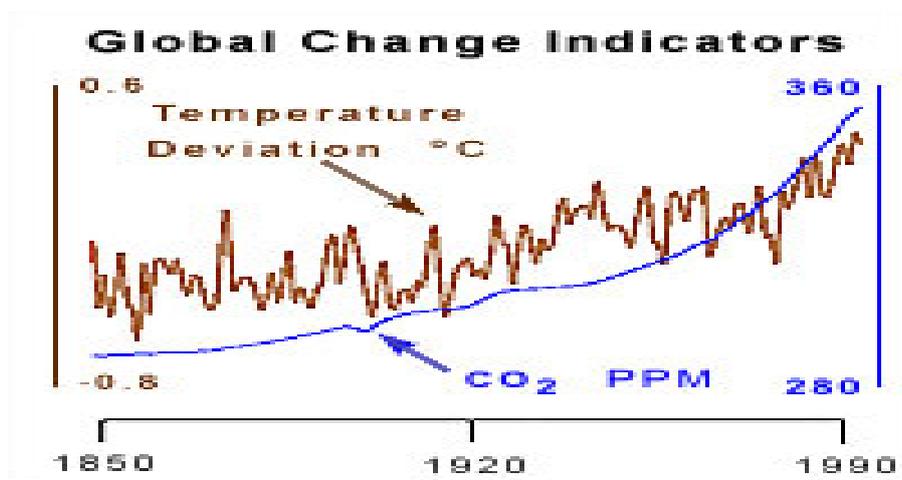
Il clima della Terra è regolato dal continuo flusso di energia proveniente dal sole. La radiazione solare non solo fornisce l'energia necessaria per la circolazione delle masse d'aria e delle correnti oceaniche, ma è anche responsabile della temperatura del nostro pianeta. Circa il 30% della radiazione che colpisce la Terra viene immediatamente respinta verso il cosmo, ma il 70% passa attraverso l'atmosfera e raggiunge la superficie terrestre, riscaldandola. La superficie terrestre, a sua volta, come ogni corpo riscaldato emette radiazione infrarossa. La radiazione infrarossa non riesce a passare attraverso l'atmosfera per essere espulsa verso il cosmo perché nell'atmosfera sono presenti dei gas (gas climateranti) che "riflettono" tale radiazione nuovamente in direzione della superficie terrestre. In questo modo l'energia termica che la Terra irradia non può essere dispersa nello spazio, ma rimane confinata nella sottilissima "bolla d'aria" che avvolge il nostro pianeta e ne aumenta la temperatura.



Questo effetto serra "naturale" della bassa atmosfera ha un carattere benefico mantenendo la temperatura media dell'aria a 15°C invece che a circa -18 °C come indicano i calcoli in assenza di atmosfera. I gas ad effetto serra sono da sempre presenti nell'atmosfera; è il loro aumento che genera un effetto serra aggiuntivo che si traduce in un aumento della temperatura sulla superficie terrestre.

Ma qual è la parte imputabile all'uomo in considerazione che ci sono delle variazioni naturali della concentrazione di questi gas?

Un preliminare indispensabile per capire quali sono le perturbazioni di origine antropica è lo studio della variabilità naturale della concentrazione di questi gas. Preso atto di questa esigenza di studio di lungo periodo, si impone però il più immediato riconoscimento delle modificazioni introdotte dalle attività umane almeno negli ultimi secoli. Come indicatore di questo fenomeno si può considerare l'aumento della temperatura media del pianeta in relazione all'aumento di concentrazione di anidride carbonica il più presente in atmosfera dei gas ad effetto serra.



L'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), già nel suo secondo rapporto, prevedeva che considerando un moderato tasso di sviluppo delle attività umane, la concentrazione dei gas serra aumenterà tanto da causare nel prossimo secolo un aumento della temperatura media di 1,5 - 4°C (questo significa che in alcuni luoghi la temperatura potrebbe anche temporaneamente calare ed in altri aumentare di molti gradi). La temperatura della superficie terrestre, rispetto al secolo scorso è già aumentata di 0,3-0.6 °C. Man mano che il clima cambierà il pianeta reagirà, anche in modo diverso secondo le aree, a volte in modo tale da accelerare il processo di riscaldamento e in altre mitigandolo. I fattori critici comprendono l'effetto del riscaldamento delle nubi, delle foreste, dei ghiacci e delle correnti oceaniche, l'interconnessione di tali fattori è ancora difficile da prevedere; questa lacuna scientifica spiega gli ampi margini di errore delle attuali previsioni.

3.2.2 ANALISI DELLE CONSEGUENZE DELL'EFFETTO SERRA

Il mare è salito di 10 - 25 cm e l'aumento della temperatura non interessa solo la superficie ma sta raggiungendo maggiori profondità, l'IPCC riporta alcuni recenti studi che rivelano un incremento della temperatura negli ultimi 20 anni di 0,3 °C nell'Oceano Indiano fino ad una profondità di 800 metri ed aumenti simili in alcune aree del Pacifico. La temperatura dei continenti è cresciuta soprattutto alle latitudini temperate dell'emisfero settentrionale, inoltre è aumentata in vaste

aree particolarmente la temperatura notturna , ad esempio nella zona nord-orientale degli Stati Uniti le notti più calde hanno allungato di circa 11 giorni negli ultimi 30 anni la stagione priva di gelo . Anche il ciclo idrologico è cambiato, in tutto l'emisfero settentrionale il manto nevoso dal'88 è notevolmente al di sotto della media e lo scioglimento primaverile delle nevi è iniziato prima causando inondazioni in Canada e California. In molti paesi nordici i laghi ed i fiumi congelano con 1-3 settimane di ritardo e si sciolgono prima e la gran parte dei ghiacciai delle Alpi si sono notevolmente ridotti . Ricerche condotte sulla pesca sportiva del salmone nel fiume Sacramento hanno evidenziato causa l'incremento della temperatura una riduzione del 23% della popolazione . Dal 1950 l'atmosfera che sovrasta gli oceani è diventata più nuvolosa , ai tropici è aumentato anche il vapore acqueo al di sopra degli oceani e dal 1973 i temporali sono più frequenti , invece su una vasta area delle regioni tropicali e sub tropicali che va dall'Africa all'Indonesia , le piogge sono diminuite sin dagli anni 60. Dal 89 El Nino (espansione di una corrente superficiale calda dell'oceano Pacifico meridionale) ha assunto periodicamente manifestazioni estreme , si è così registrato un improvviso aumento delle tempeste nell'area settentrionale dell'Atlantico ed un'eccezionale diminuzione delle piogge in alcune zone tropicali. Sembra che il clima si stia caratterizzando con una maggiore frequenza di manifestazioni meteorologiche estreme.

3.2.3 EMISSIONI DEI GAS AD EFFETTO SERRA

Il **biossido di carbonio** (CO₂) costituisce l'85% delle emissioni totali di gas serra ed è quindi il gas più importante. Il gas nasce dalla combustione di vettori energetici fossili (olio, gas, carbone) e nell'ambito di processi industriali. Anche la deforestazione in atto in alcune zone del pianeta è una fonte di anidride carbonica.

Il **metano** (CH₄). Il metano è un gas serra con un potenziale di riscaldamento globale di 21 (significa che il suo potere di riscaldamento è 21 volte quello dell'anidride carbonica). Le principali fonti di emissione di metano nell'atmosfera sono:

- Decomposizione di rifiuti organici

- Fonti naturali (paludi)
- Estrazione dei carburanti fossili
- Processo di digestione degli animali (bestiame)
- Batteri nelle risaie
- Riscaldamento o digestione anaerobica delle biomasse

L'80% delle emissioni è di origine umana. Esse derivano principalmente dall'agricoltura. Durante gli ultimi 200 anni, la concentrazione di questo gas nell'atmosfera è raddoppiata passando da 0,8 a 1,7 ppm.

Il **protossido d'azoto** (N_2O), proviene soprattutto da suoli agricoli concimati. L'uso eccessivo di fertilizzanti sintetici azotati in agricoltura ne è la fonte principale.

I **gas serra sintetici**, si stanno diffondendo in atmosfera perché utilizzati come sostituti dei clorofluorocarboni (CFC), vietati a causa del loro impatto sullo strato di ozono nell'atmosfera. In sostanza, i gas serra sintetici, ancora inutilizzati nel 1990, stanno facendo registrare un forte aumento (un fattore di 3,5 tra il 1990 e il 2010)

3.3 LO STATO DELL'AMBIENTE

Prendendo a modello lo schema DPSIR presentato all'inizio del corso si tratta vedere qual è lo stato dell'ambiente, per quanto riguarda la matrice aria, e analizzare gli impatti più significati presenti sul territorio. Per poter effettuare l'analisi di stato ambientale si sono individuati degli indicatori proposti da alcuni autori e derivanti dallo studio effettuato dal Touring Club Italiano. Gli indicatori utilizzati fanno riferimento ai parametri di legge previsti nel D.M.60/02 a recepimento della direttiva europea 1999/30/CE per gli ossidi di azoto, monossido di carbonio, particolato atmosferico, benzene, piombo, biossido di zolfo, ozono. Gli inquinanti che presentano delle concentrazioni critiche per la protezione della salute e in alcuni casi anche per l'ambiente sono: ossidi di azoto, l'ozono e il PM10; quest'ultimi saranno descritti, in seguito, in modo dettagliato. Per gli altri: piombo, benzene, monossido di carbonio e biossido di zolfo dove non si riscontrano le stesse criticità e siamo ben al di sotto dei limiti previsti si

rimanda per un approfondimento al Report Qualità dell'aria -anno-2005 pubblicato nel sito web di arpa Rimini (www.arpa.rn.it).

Per ogni inquinante si andrà in particolare ad analizzare la situazione rilevata in provincia per l'inquinamento di fondo (media annuale) e inquinamento di punta (superamento delle soglie critiche previste nel decreto).

Ossidi di azoto: situazione normativa

I parametri riportati si riferiscono sia all'inquinamento di fondo che di punta.

Parametri richiesti	Dal 01/01/05 [µg /m ³]	Dal 01/01/10 [µg /m ³]
Valore limite orario, come NO ₂ , per la protezione della salute umana (da non superare più di diciotto volte in un anno)	250	200
Valore limite della media annuale, come NO ₂ , per la protezione della salute umana	50	40
Valore limite della media annuale, come NO _x , per protezione della vegetazione	30	30
Soglia di allarme (valore misurato per tre ore consecutive in una area di almeno 100 km ² oppure in una intera zona o un intero agglomerato)	400	400

Per quanto riguarda la protezione della salute umana la legge prevede una diminuzione dei limiti sia come media annuale che come valore limite orario.

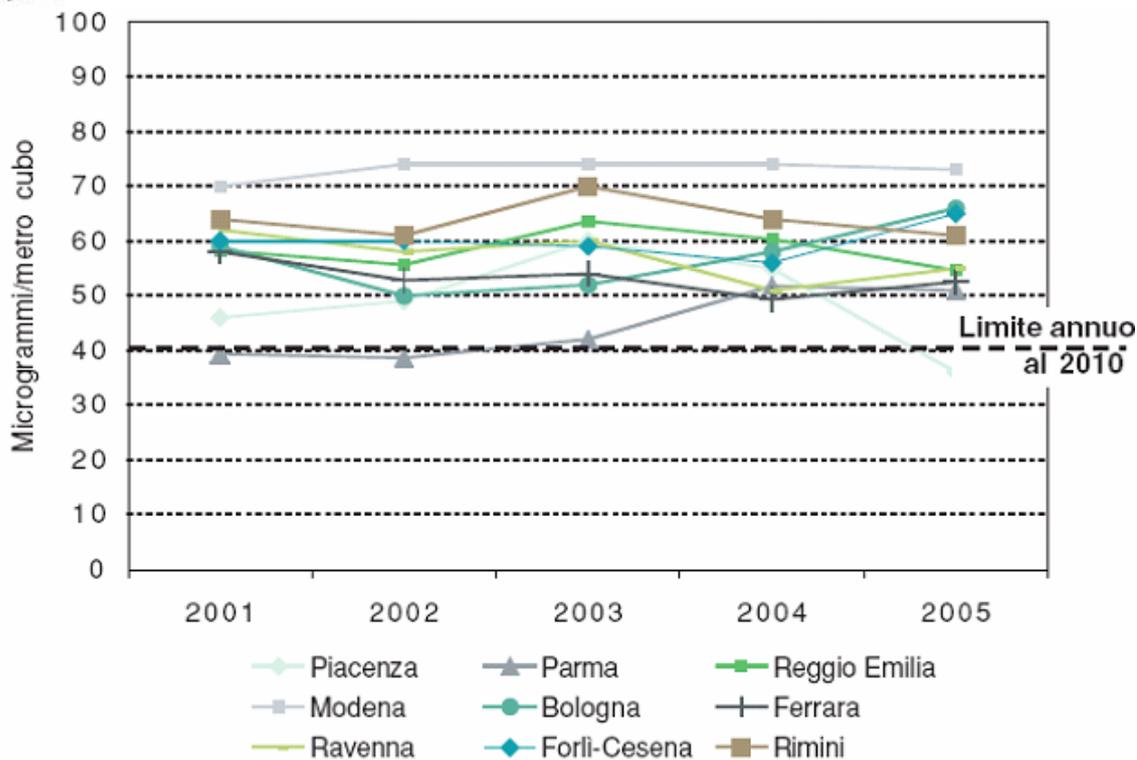
Le medie annuali per il biossido di azoto rilevato nelle quattro centraline della rete provinciale di rilevamento vengono riportati di seguito; viene anche riportato il trend annuale a partire dal 2003.

Anno di rilevamento	Abete (RN)	Flaminia (RN)	Marecchia (RN)	Riccione
2003	38	70	34	38
2004	31	64	36	37
2005	33 (50)	61 (50)	37 (50)	41 (50)
2006	51* (48)	65*(48)	40* (48)	32* (48)

Tra parentesi sono riportati i limiti per l'anno in corso;* non ancora definitivi

In provincia non si registrano sforamenti del limite orario.

Confrontando la situazione con quella regionale (grafico sottostante) si vede che rispetto al limite al 2010 la situazione è allarmante per tutta la regione.



Per quanto riguarda la protezione della vegetazione viene riportata la media annuale registrata nelle centraline della rete. Il limite di legge previsto è di 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Anno di rilevamento	Abete (RN)	Flaminia (RN)	Marecchia (RN)	Riccione
2004	83	120	62	69
2005	70	105	59	66
2006	55*	69*	35*	38*

*non ancora definitivi

PM10:situazione normativa

Il D.M.60/02 definisce due fasi per il raggiungimento dei limiti per il PM10; una a partire dal 2005 e la successiva a partire dal 2010. Nella prima fase (1 gennaio 2005) il limite fissato era pari 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di trentacinque volte in un anno. Il secondo limite (1 gennaio 2010), mantiene il valore medio giornaliero pari a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ma diminuisce gli sforamenti annui consentiti portandoli a 7. La stessa modalità viene applicata alla media annua che viene posta uguale a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2005 e a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2010. Lo stesso documento prevedeva la promulgazione di un documento confermativo per

l'applicazione della seconda fase; in assenza di tale documento i limiti previsti nella seconda fase non sono confermati

Parametri richiesti	Dal 01/01/05 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Dal 01/01/10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Valore limite di 24 ore (media giornaliera) per la protezione della salute umana (da non superare più di trentacinque volte in un anno)	50	Da definire
Valore limite della media annuale per la protezione della salute umana	40	Da definire

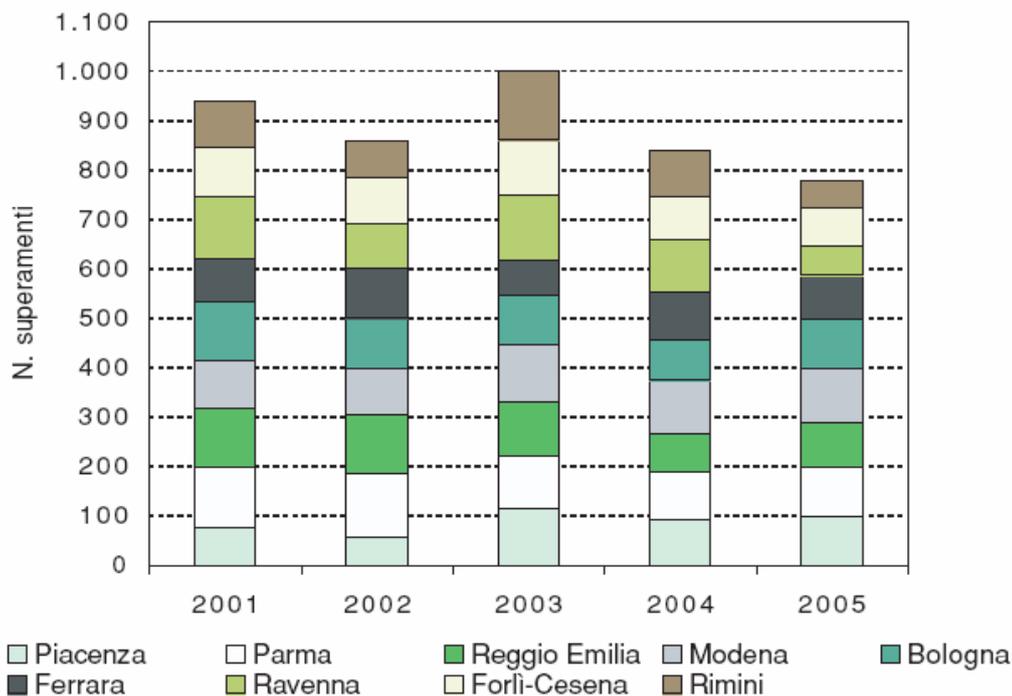
I dati delle centraline della rete vengono di sotto riportati:

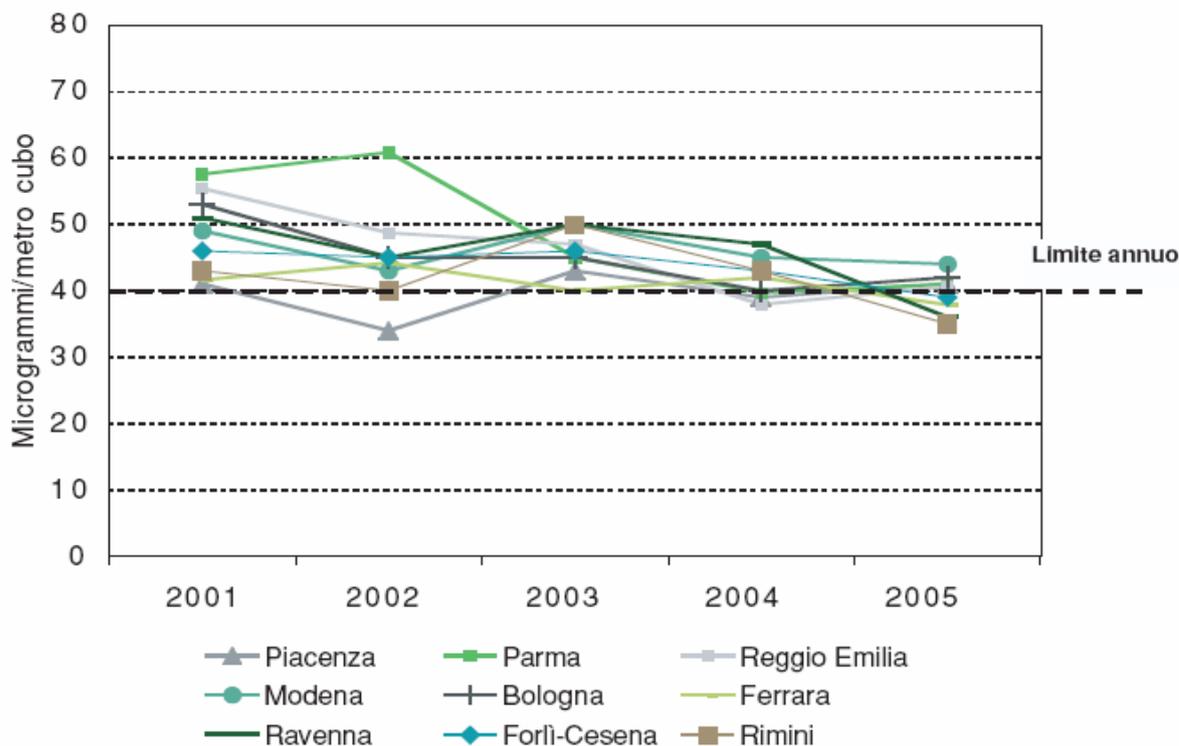
PARAMETRI	Flaminia				Marecchia			
	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006
Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36,8	32,5	32,7	38*	44,4	43,0	34,6	41*
N° sup. (VL + MT)**	27	42	63	77*	64	72	52	81*
N° sup di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (VL al 2005)	57	57	63	77*	113	93	52	81*

**Il limite giornaliero dei PM_{10} per l'anno 2003 è di $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e per il 2004 di $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$

* non ancora definitivi

Vengono anche riportati i dati dei superamenti in tutta la rete regionale e le medie (riferite alla peggiore delle centraline in ogni rete provinciale).





Ozono: situazione normativa

Dalla tabella seguente si evidenzia che, attualmente non esiste nessun limite. Il primo limite entrerà in vigore a partire dal 2013.

Parametri richiesti	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Dal 01/01/2013 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Dal 01/01/2015 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Valore bersaglio per la protezione della salute umana come media massima giornaliera su otto ore da non superare per più di 25 volte mediamente su tre anni (Primo triennio considerato 2010-2012)		120	
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione come AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio come media su cinque anni (Primo quinquennio considerato 2010-2014)			18000
Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana definita come massimo della media su otto ore nell'arco di un anno	120		
Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000		
Soglia di informazione calcolata come media oraria (il superamento della soglia prevede azioni di informazione presso la popolazione)	180		
Soglia di allarme calcolata come media oraria (il superamento della soglia prevede azioni di informazione presso la popolazione)	240		

I dati riportati vengono valutati in questa prospettiva per il 2013 (i dati per l'anno 2006 non sono ancora disponibili).

Tabella. 3.3.1: Numero di superamenti della soglia di informazione e della soglia d'allarme. Anno 2005

MARECCHIA	N° sup anno 2003	N° sup. anno 2004	N° sup. anno 2005	Media anni 2003/04/05
Protezione della salute umana > 120 µg/m³ (media su otto ore)	71	44	25	47

RICCIONE	N° sup anno 2003	N° sup. anno 2004	N° sup. anno 2005	Media anni 2003/04/05
Protezione della salute umana >120 µg/m³ (media su otto ore)	52	45	35	44

STAZIONE	N° sup.soglia di informazione 180 µg/m³	N° sup.soglia di allarme 240 µg/m³
MARECCHIA 2005	3	0
RICCIONE 2005	14	0

COMMENTO

Per il biossido d'azoto in provincia, come per le altre realtà provinciali della regione, il valore medio annuale risulta ben al di sopra dei 40 µg/m³ previsto nel 2010; non ci sono invece problemi sul limite orario che nella nostra provincia non risulta mai superato. Anche per quanto riguarda il valore medio annuale degli ossidi di azoto, per la protezione della vegetazione, siamo con valori al di sopra della media al 2010. La situazione peggiore risulta rilevata dalla centralina posta in via Flaminia (una zona ad elevato traffico), inoltre si può notare una sostanziale stabilità nei dati registrati. Lo stesso dicasi per la protezione della vegetazione dove la media annuale per gli ossidi di azoto dove i valori si pongono sempre al di sopra del limite previsto dalla normativa al 2010. Per il PM₁₀ i dati relativi alla media annuale sono da considerarsi ancora sostanzialmente in linea o lievemente al di sotto del limite previsto dalla normativa; mentre per quanto riguarda i superamenti ci troviamo ormai da qualche anno con un numero di sforamenti al di sopra di quelli consentiti. C'è anche da considerare che i dati

della provincia di Rimini, per quanto riguarda gli andamenti dei superamenti, sono perfettamente in linea con i dati delle altre province della regione, mentre restano lievemente inferiori per la media annuale (inquinamento di fondo). Per l'ozono, dove ancora i limiti non sono in vigore, vediamo che, se saranno confermati gli attuali trend, questo ci porterà in una condizione di non soddisfare i requisiti richiesti della normativa. Per completare il quadro degli inquinanti previsti nel decreto si aggiunge che per il monossido di carbonio abbiamo una media annuale massima nella rete provinciale di $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con un limite di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e valori sostanzialmente costanti negli ultimi anni; lo stesso vale per il piombo che presenta un valore medio annuale di $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con un limite di legge di $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Per il benzene siamo con una media annuale pari a $2,9$ e con un valore di legge previsto per il 2010 pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per completare il quadro delle considerazioni sullo stato dell'aria urbana dell'area provinciale bisogna aggiungere che, se le concentrazioni in aria di un determinato inquinante sono funzione della quantità di inquinante immesso è anche vero che la sua concentrazione in aria dipende dalle caratteristiche orografiche e meteorologiche della zona considerata. Ci preme sottolineare che il nostro territorio, al pari di tutto il bacino Padano Adriatico, costituisce un'area dove la combinazione dei fattori umani e delle condizioni meteorologiche rendono più frequente il manifestarsi di episodi acuti di inquinamento atmosferico. Durante l'inverno la presenza di una vasta area anticiclonica stabile sul Nord Italia determina nei bassi strati di tutta la pianura Padana delle condizioni di inversione termica che favoriscono l'accumulo al suolo degli inquinanti. Alcuni esempi di questa realtà si ritrovano nel verificarsi di fenomeni acuti di inquinamento di particolato atmosferico PM10 in tutte le realtà urbane della regione, con livelli ed andamenti delle concentrazioni analoghi a livello di bacino Padano-Adriatico. Nel periodo estivo, invece, la concomitanza di una situazione meteorologica caratterizzata da alta pressione favorisce la dispersione degli inquinanti con concentrazioni rilevate mediamente più basse. Queste considerazioni mettono in evidenza come ci troviamo di fronte ad una vasta area dove l'inquinamento, in una porzione di quest'area, non è determinato in modo esclusivo dalle pressioni

presenti in quel territorio, ma sia determinato dalla situazione di tutta l'area (situazione di bacino).

3.4 PRESSIONI SULL'AMBIENTE

3.4.1 CATASTO DELLE EMISSIONI:METODOLOGIA

L'inventario delle emissioni rappresenta una raccolta dinamica ed organizzata di informazioni su tutte le sorgenti, naturali e/o antropiche, che danno luogo ad una pressione emissiva che insiste su un determinato territorio. La presenza di un inventario consente di collocare spazialmente le varie sorgenti emissive presenti in un'area e di quantificarne i relativi contributi. Le informazioni raccolte, oltre a fornire uno strumento di conoscenza indispensabile per il governo del territorio, come la individuazione delle fonti sulle quali può essere più efficace o prioritario agire per ridurre la presenza di uno o più inquinanti, risultano essenziali anche per altre attività tra cui l'utilizzo di modelli matematici di dispersione, l'elaborazioni di diversi scenari di intervento, una pianificazione dell'attività di monitoraggio degli inquinanti.

All'interno di questa raccolta dati le emissioni sono disaggregate per:

- Attività (produzione di energia, trasporti, ecc..) specifiche della realtà considerata
- Unità territoriale (provincia, comune, ecc)
- Riferimento temporale (anno, ecc..)
- Inquinante o classe di inquinanti
- Tipo (puntuale, lineare, diffusa)

La fase propedeutica alla realizzazione di un inventario è costituita dal censimento delle fonti di emissione, definibile come attività di raccolta, che risulta particolarmente impegnativa per la consistente mole di informazioni da reperire e la varietà dei soggetti detentori dei dati.

Quando si parla di raccolta dati per valutare le emissioni in atmosfera bisogna considerare che effettuiamo stime legate alle caratteristiche delle attività, ed è per questo motivo che è necessario utilizzare una metodologia il più possibile standardizzata in modo da poter effettuare dei paragoni significativi di dati

provenienti da anni diversi, ma anche per attivare confronti con altre realtà territoriali. Per questo, nel costruire l'inventario delle emissioni della provincia di Rimini, si sono seguite le indicazioni metodologiche contenute nelle linee guida, proposte a livello regionale, da Ingegneria Ambientale - ARPA Emilia Romagna, integrandole alla realtà territoriale della provincia.

3.4.1.1 METODOLOGIA DI STIMA

Il riferimento metodologico principale per la redazione degli inventari delle emissioni recepito nelle linee guida regionali è rappresentato dal progetto europeo EMEP*/CORINAIR**, che ha sviluppato una metodologia standardizzata per la stima delle emissioni ed una nomenclatura univoca per le sorgenti emissive denominata SNAP97*** che raggruppa le attività in 11 macrosettori e 56 settori; questi settori sono poi ulteriormente suddivisi in 260 categorie o attività.

Nella elaborazione delle stime, per i singoli settori, vengono selezionati i data base più aggiornati.

*Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of Long Range Trasmission of Air pollution in Europe

**COoRdination INformation AIR

***Selected Nomenclature For Air Pollution

	<i>Macrosettore</i>	<i>Settori</i>
1	COMBUSTIONE – ENERGIA ED INDUSTRIA DELLA TRASFORMAZIONE	Produzione di energia elettrica Teleriscaldamento Raffinerie Impianti di trasformazione di combustibili solidi Miniere di carbone, estrazione oli/gas, compressori per tubazioni
2	COMBUSTIONE NON INDUSTRIALE	Impianti commerciali ed istituzionali Impianti residenziali Impianti in agricoltura, silvicoltura ed acquicoltura
3	COMBUSTIONE NELL'INDUSTRIA	Combustione nelle caldaie, turbine e motori a combustione interna Forni di processo senza contatto Processi di combustione con contatto
4	PROCESSI PRODUTTIVI	Processi nell'industria petrolifera Processi nelle industrie del ferro, dell'acciaio e miniere di carbone Processi nelle industrie di metalli non ferrosi Processi nelle industrie chimiche ed inorganiche Processi nelle industrie chimiche organiche Processi nell'industria del legno, pasta per la carta alimenti, bevande ed altro Produzione di idrocarburi alogenati ed esafluoruro di zolfo

5	ESTRAZIONE, DISTRIBUZIONE COMBUSTIBILI FOSSILI O GEOTERMIA	Estrazione, 1° trattamento di combustibili fos- sili solidi Estrazione, 1° trattamento e caricamento di combustibili liquidi Estrazione, 1° trattamento e caricamento di combustibili gassosi Distribuzione di combustibili liquidi (eccetto benzine) Distribuzione benzine Reti di distribuzione gas Estrazione energia geotermica
6	USO DI SOLVENTI	Verniciatura Sgrassaggio, pulitura a secco e componen- tistica elettronica Sintesi o lavorazione prodotti chimici Altro uso di solventi e relative attività Uso di HFC, tN ₂ O, NH ₃ , PCF e SF ₆
7	TRASPORTO SU STRADA	Autoveicoli Veicoli leggeri < 3,5 t Veicoli pesanti > 3,5t ed autobus Motocicli e cicli motori < 50 cm ³ Motocicli > 50 cm ³ Veicoli a benzina – Emissioni evaporative Pneumatici ed uso freni
8	ALTRE SORGENTI MOBILI	Trasporti militari Ferrovie Vie di navigazione interne Attività marittime Traffico aereo Agricoltura Silvicoltura Industria Giardinaggio ed altre attività domestiche Altri trasporti fuori strada
9	TRATTAMENTO E SMALTIMENTO RIFIUTI	Incenerimento rifiuti Interramento di rifiuti solidi Incenerimento di rifiuti agricoli Cremazione Altri trattamenti di rifiuti
10	AGRICOLTURA	Coltivazioni con fertilizzanti (eccetto concimi animali) Coltivazioni senza fertilizzanti Combustione stoppie Allevamenti animali (fermentazione intestinale) Allevamenti animali (composti organici) Uso di pesticidi e di calcina Allevamenti animali (composti azotati)
11	ALTRE SORGENTI DI EMISSIONE E ASSORBIMENTI	Foreste decidue non gestite Foreste non gestite di conifere Incendi forestali ed altra vegetazione Praterie ed altri tipi di bassa vegetazione Zone umide (paludi, acquitrini) Acque Animali Vulcani Infiltrazioni di gas (gas seeps) Lampi

		Foreste decidue gestite Foreste gestite di conifere Cambiamenti degli stock di carbonio delle foreste e di altre biomasse legnose Trasformazioni di foreste e praterie Abbandono di terre coltivate Emissioni ed assorbimenti di CO ₂ dei suoli Altro
--	--	--

Macrosettori e settori CORINAIR

3.4.1.2 TIPOLOGIA DELLE SORGENTI INQUINANTI

Le fonti di emissione possono essere classificate sulla base di più criteri: la modalità di funzionamento (continue e discontinue), la dislocazione spaziale sul territorio (fisse e mobili). La suddivisione generalmente più utilizzata, in funzione della loro geometria, le ripartisce in:

- puntuali
- lineari
- areali e volumetriche

3.4.1.3 SORGENTI PUNTUALI

Sono incluse in questa categoria le sorgenti più significative identificabili sul territorio, di tipo fisso e costituite da singoli impianti, individuate generalmente sulla base di valori soglia, che possono riferirsi alla quantità di inquinanti emessi o come nel caso degli impianti termici, alla potenza termica installata.

3.4.1.4 SORGENTI LINEARI

In questa categoria si possono inserire le sorgenti assimilabili ad una linea e le emissioni sono in funzione della lunghezza del tratto considerato; è il caso di autostrade, strade, ferrovie, idrovie e rotte aeree.

3.4.1.5 SORGENTI AREALI E VOLUMETRICHE

Rientrano in questo gruppo le sorgenti che non possono essere ricomprese nelle categorie precedenti o perché non associabili a posizioni identificabili nel territorio o perché non hanno geometrie riconducibili ad una sorgente lineare. Un esempio di emissione areale sono le emissioni da impianti di riscaldamento ad uso civile che data

la loro numerosità non è possibile georeferenziare singolarmente e che vengono solitamente attribuite al poligono delimitante, a seconda del dettaglio, la sezione censuaria, il comune, la provincia, la regione di appartenenza.

3.4.1.6 INQUINANTI CONSIDERATI

Per le emissioni inserite nell'inventario, gli inquinanti considerati in questa prima fase del lavoro sono:

- ossidi di zolfo (SO_x)
- ossidi di azoto (NO_x)
- composti organici volatili non metanici (NMVOC)
- monossido di carbonio (CO)
- polveri totali (PTS)
- polveri fini (PM_{10})
- ammoniaca (NH_3)

Gli ossidi di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio e le polveri polveri fini sono individuati nel D.M. 60/2002 come inquinanti con obiettivi di riduzione al 2010 per cui è importante monitorarne il trend evolutivo. I composti organici non metanici e l'ammoniaca pur non rientrando in obiettivi di riduzione specifici vengono valutati in quanto i primi precursori dell'ozono e i secondi del PM_{10} secondario.

3.4.1.7 STIMA DELLE EMISSIONI

Esistono due approcci metodologici per la realizzazione dell'inventario delle emissioni, denominati rispettivamente bottom up e top down. L'approccio seguito in questo lavoro può essere definito di tipo misto. Dove è stato possibile, sono stati reperiti dati di dettaglio sulle singole sorgenti di inquinante che hanno permesso, applicando la modalità bottom up (dal basso verso l'alto), di calcolare le concentrazioni di inquinante emesse. Una valutazione con questo metodo necessita delle seguenti informazioni:

- fattori di emissione (F.E.)
- indicatori di attività
- informazioni dettagliate sulle fonti locali

Le emissioni vengono calcolate mediante il seguente prodotto:

$$E_i = A \times F.E.i$$

dove:

E_i rappresenta l'emissione dell'inquinante i

A indicatore di attività

F.E.i é il fattore di emissione per l'inquinante i e l'attività espressa da **A**, ovvero la massa dell'inquinante emessa per una quantità unitaria dell'indicatore.

Un esempio relativo a questo approccio è quello relativo al calcolo delle emissioni a partire dai consumi di metano a livello comunale per arrivare alle emissioni totali a livello provinciale.

Il metodo top down (dall'alto verso il basso) si utilizza quando si desidera ricavare da stime di emissioni di inquinanti su entità territoriale più ampia (nazionale, regionale) le emissioni su un'entità territoriale più piccola (provinciale, comunale). Tale operazione viene eseguita mediante l'utilizzo di cosiddette "variabili proxy", fortemente correlate all'attività delle sorgenti emissive ed i cui valori siano noti nell'unità territoriale scelta come riferimento. Nel caso dell'utilizzo di questo metodo occorre raccogliere le seguenti informazioni:

- emissioni da disaggregare
- variabili surrogato o "proxy" per la disaggregazione spaziale delle emissioni.

Le emissioni vengono calcolate mediante il seguente prodotto:

$$E_j = E_{tot} \times P_j / P_{tot}$$

E_j emissione dell'inquinante sull'unità territoriale scelta come riferimento

E_{tot} emissione totale dell'inquinante considerato

P_{tot} variabile proxy riferita all' **E_{tot}**

P_j variabile proxy riferita all'unità territoriale scelta come riferimento.

Un esempio di utilizzo di questo approccio è quello relativo al calcolo delle emissioni degli NMVOC delle reti di distribuzione dei combustibili a partire dal dato nazionale ed utilizzando come variabile proxy i Km di rete distributiva nella provincia di Rimini.

Nella realizzazione dell'inventario, essendo necessario disporre di fattori di emissione il più possibile omogenei e standardizzati, è stato utilizzato come riferimento principale il "Manuale dei F.E. Nazionali" realizzato dal Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima ed Emissioni in aria (CTN_ACE), nel seguito richiamato con la dicitura "Manuale F.E."

Per alcuni settori, laddove le informazioni non siano presenti nel manuale (es. per PM₁₀) si è fatto riferimento ai lavori realizzati in ambito europeo da istituti di ricerca quali l'IIASA (International Institute For Applied System Analysis) e il TNO (programma CEPMEIP "Co-ordinated European Programme on Particulate Matter Emission Inventories, Projections and Guidance").

3.4.1.8 COMMENTO

I risultati del catasto delle emissioni della provincia di Rimini vengono sintetizzate nella tabella successiva.

	NO _x	SO ₂	PTS	PM ₁₀	CO	NMVOC	NH ₃
	%	%	%	%	%	%	%
M1	0,09	/	0	0	0,01	0	/
M2	5,24	1,8	2,41	2,72	3,48	1,74	/
M 3,4,6	37,35	96,93	35,01	32,79	8,55	3,21	0,75
M5	/	/	/	/	/	5,44	/
M7	49,96	1,04	43,32	46,04	72,41	53,3	6,12
M8	6,07	0,19	8,79	10,3	15,54	33,46	0
M9	1,29	0,04	0,22	0,19	0,02	0,07	0,85
M10	/	/	10,25	7,97	/	0,01	92,28
M11	/	/	/	/	/	2,75	/

Dai risultati del catasto delle emissioni che il contributo del trasporto su strada (M7) è il più elevato per la maggioranza degli inquinanti escluso il biossido di zolfo e l'ammoniaca.

Un'analisi delle pressioni sulla matrice aria da parte dei flussi turistici può essere condotta in modo qualitativo considerando, all'interno di ogni macrosettore, il metodo di stima utilizzato.

M2: combustione non industriale comprende il consumo di combustibile da impianti commerciali ed impianti residenziali. In questi settori rientrano i consumi di combustibile per riscaldamento alberghi, seconde case e ristorazione.

M9: trattamento e smaltimento rifiuti dove si individuano i settori presenti in provincia di incenerimento rifiuti, compostaggio dei rifiuti organici e spandimento fanghi di depurazione. Questi settori risentono del flusso turistico con un aumento dei rifiuti smaltiti e un aumento delle acque reflue da depurare che si traduce in un aumento del quantitativo di fanghi da depurazione.

M8: altre sorgenti mobili dove sono state valutate le immisioni dovute al traffico aereo, alle attività portuali e marittime e all'utilizzo dei mezzi in agricoltura. In questo ambito si ritrovano l'intensificazione del trasporto aereo, dovuto al trasporto passeggeri.

M7: trasporto su strada dove sono state stimate le emissioni da traffico veicolare originate da veicoli leggeri, pesanti e da motocicli. Il metodo di

stima utilizzato in questo settore si è basato sull'utilizzo della percorrenze media annua di ogni tipologia veicolare (stimate a livello nazionale) incrociata con il parco veicolare del parco auto provinciale e le percentuali di percorrenza per ciclo di guida (urbano, extraurbano, autostradale). Questo metodo trascura l'impatto del flusso turistico su questo macrosettore e probabilmente sottostima i quantitativi annui emessi, in ambito provinciale, degli inquinanti emessi.

Per un ulteriore approfondimento su questo tema si riporta la tabella che disaggrega il contributo di questo macrosettore a livello comunale. Questa disaggregazione tiene conto del parco veicolare circolante in ogni comune (collegato al dato della popolazione) e del contributo del tratto autostradale in quantità proporzionale ai Km di attraversamento per ogni comune. I cinque comuni della costa: Rimini, Riccione, Bellaria-Igea Marina, Cattolica e Misano Adriatico hanno delle pressioni maggiori rispetto agli altri comuni della provincia se consideriamo che per San Giovanni in Marignano e Coriano sono compresi anche i contributi dell'autostrada.

Comune	t/a						
	NO _x	CO	NM VOC	PTS	PM ₁₀	NH ₃	SO _x
BELLARIA IGEEA MARINA	114.99	677.56	105.04	10.23	9.91	4.44	1.42
CATTOLICA	105.11	750.08	118.57	9.32	9.02	4.57	1.31
CORIANO	119.57	494.20	81.80	10.37	9.81	3.04	1.06
GEMMANO	9.35	49.39	7.89	0.83	0.81	0.31	0.11
MISANO ADRIATICO	473.94	890.10	168.01	36.83	33.48	5.36	1.48
MONDAINO	12.90	58.64	9.19	1.05	1.01	0.39	0.15
MONTE COLOMBO	16.18	90.34	14.22	1.51	1.46	0.58	0.21
MONTEFIORE CONCA	12.84	78.16	12.09	1.15	1.11	0.51	0.16
MONTEGRIDOLFO	9.24	43.36	6.89	0.87	0.84	0.28	0.12
MONTESCUDO	15.61	96.14	14.85	1.35	1.31	0.63	0.19
MORCIANO DI R.	48.28	284.06	44.91	4.40	4.26	1.78	0.60
POGGIO BERNI	27.02	130.42	20.48	2.54	2.46	0.86	0.34
RICCIONE	434.87	1884.76	314.12	35.08	32.87	11.38	3.09
RIMINI	2503.39	7721.03	1345.93	194.88	173.93	46.96	29.30
SALUDECIO	17.85	111.63	17.30	1.58	1.53	0.73	0.22
SAN CLEMENTE	37.11	163.43	26.62	3.18	3.08	1.00	0.44
SAN GIOVANNI IN M.	431.02	762.17	147.80	31.42	25.97	4.29	1.77
SANTARCANGELO DI R.	160.28	942.37	147.55	14.76	14.29	6.05	2.02
TORRIANA	12.81	62.09	9.89	1.19	1.15	0.40	0.16
VERUCCHIO	62.33	384.70	59.66	5.58	5.40	2.50	0.78
M7/Tot	4.625	15.675	2.673	368	334	96	45

Per ulteriori approfondimenti relativi alla costruzione del catasto e ad un'analisi più approfondita dei suoi risultati si rimanda al sito web della sezione **www.arpa.rn.it** - Piano di risanamento della qualità dell'aria.

Per quanto riguarda i gas climalteranti non è stato ancora costruito un catasto delle emissioni a livello provinciale ma possiamo mutuare un dato, utile per un'analisi quantitativa, da un lavoro svolto presso IA – Arpa che ha analizzato per tutta la regione le emissioni dei gas serra. Sono stati individuati dei macrosettori, secondo la metodologia IPCC, e per ogni macrosettore stimato un valore di emissione (dati a livello regionale):

Macrosettore	CO ₂ (t/anno)		CH ₄ (t/anno)		N ₂ O (t/anno)	
Settore energetico	348.377.34	95%	11.876	9%	1.657	15%
Processi industriali	1.495.500	4%				
Agricoltura			102.503	76%	9.247	84%
Rifiuti	237.195	1%	20.188	15%	62	1%

E' interessante notare l'elevata percentuale di incidenza del macrosettore settore energetico nel determinare l'emissione di anidride carbonica, e all'interno di questo l'incidenza del settore trasporti. Nella seguente tabella si riportano i dati disaggregati per i settori compresi nel *macrosettore settore energetico*.

	T CO ₂ /anno	%
Industrie energetiche	6.391.316	18
Industrie manifatturiere/edilizie	7.286.881	21
Trasporti	12.568.261	36
Civile (commerciale/istituzionale/residenziale)	7.708.925	22
Combustione agricoltura	882.351	3

Bibliografia

Regione Emilia Romagna Assessorato Agricoltura, Ambiente e Sviluppo Sostenibile - Arpa Ingegneria Ambientale "REALIZZAZIONE DI UN INVENTARIO DELLE EMISSIONI DI ANIDRIDE CARBONICA E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELLE POLITICHE DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA"

Merlo L., Zamagni M, "Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria" Report 2005", Arpa Sez. Prov.le di Rimini, Rimini, 2007



Provincia di Rimini "PIANO DI RISANAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA-Quadro Conoscitivo"

Berardi S, "Principi economici ed ecologici per la pianificazione di uno sviluppo turistico sostenibile", Franco Angeli, Milano 2006.

4 LA MATRICE SUOLO: INFLUENZA DEL COMPARTO TURISTICO SULL'UTILIZZO E SFRUTTAMENTO DEL SUOLO

4.1 USO DEL SUOLO



Le modalità di utilizzo del territorio incidono in modo sostanziale sulla qualità ambientale e, di conseguenza, possono porre limiti alle scelte di sviluppo. Le diverse destinazioni d'uso si correlano poi con le varie matrici

ambientali in modo molto profondo; ad esempio, il flusso delle acque viene notevolmente trasformato dalla impermeabilizzazione di larghe superfici (importanti urbanizzazioni) o dalla creazione di corridoi stradali nei pressi delle rive di corsi d'acqua (piste ciclabili in argini fluviali).

L'analisi dell'uso in essere del territorio costiero permette di valutare meglio la sua incidenza sulle altre matrici ambientali, arrivando ad individuare con più precisione le cause di eventuali eccessi di carico e consentendo, inoltre, l'eventuale messa a punto di correzioni a livello di pianificazione.

I dati sull'uso del suolo, sulla copertura vegetale e sulla transizione tra le diverse categorie d'uso figurano tra le informazioni più frequentemente richieste per la formulazione delle strategie di gestione sostenibile del patrimonio paesistico-ambientale.

A questo riguardo, uno dei temi principali è la trasformazione da un uso 'naturale' (quali foreste e aree umide) ad un uso 'semi-naturale' (quali coltivi) o— cosa peggiore —'artificiale' (quali edilizia, industria, infrastrutture). Tali transizioni, oltre a determinare la perdita, nella maggior parte dei casi permanente e irreversibile, di suolo fertile, causano ulteriori impatti negativi, quali frammentazione del territorio, riduzione della biodiversità, alterazioni del ciclo idrogeologico e modificazioni microclimatiche. Inoltre la crescita e la diffusione delle aree urbane e delle relative infrastrutture determinano un aumento del fabbisogno di trasporto e del consumo di energia, con conseguente aumento dell'inquinamento acustico, delle emissioni di inquinanti atmosferici e di gas serra.

Il suolo e il modo in cui è gestito, condizionano l'intero contesto ambientale. E' importante monitorare i cambiamenti nell'uso del suolo, soprattutto in riferimento all'urbanizzazione e allo sviluppo urbano incontrollato. Vi è la necessità di conciliare le richieste di incremento di suolo per usi importanti quali l'edificazione, l'industria, il commercio con il desiderio di proteggere il territorio e l'agricoltura.

Il suolo va mantenuto efficiente in modo sostenibile:

1. nelle sue funzioni naturali, come:

- a) base e spazio vitale per uomini, animali, piante e microorganismi,
- b) elemento costitutivo della natura e del paesaggio,
- c) parte integrante dell'ecosistema, soprattutto in relazione al ciclo delle acque e delle sostanze nutritive,
- d) mezzo di trasformazione e regolazione per l'apporto di sostanze, in particolare per le sue proprietà di filtro, tampone e contenitore, particolarmente per la protezione delle acque di falda,
- e) serbatoio genetico;

2. nella sua funzione di archivio della storia naturale e culturale

Occorre in particolare garantire e conservare nel lungo periodo, in senso quantitativo e qualitativo, le funzioni ecologiche del suolo come parte essenziale dell'ecosistema. E' necessario promuovere il ripristino dei suoli compromessi.

Le misure da adottare perseguono in particolare un uso del suolo **adeguato al sito, un uso parsimonioso delle superfici**, la prevenzione delle erosioni e delle alterazioni negative della struttura dei suoli, nonché la riduzione al minimo delle immissioni di sostanze dannose per il suolo.

4.2 IL CONSUMO DI SUOLO

Uno degli aspetti più gravi della crisi del territorio provocata dall'assenza di regole nelle trasformazioni del territorio.

Il processo di urbanizzazione comporta sicuramente il maggior consumo e la maggior alterazione delle caratteristiche dei suoli: gli effetti negativi per l'ambiente dovuti essenzialmente all'impermeabilizzazione da asfaltatura e da edificazione sono molteplici ed evidenti; a parte la

riduzione di terreno potenzialmente utilizzabile per altri scopi (es. agricoli, naturali, ecc.) e l'alterazione degli ecosistemi naturali, si hanno modificazioni per quel che riguarda il processo di percolazione delle acque nel sottosuolo, fondamentale per l'alimentazione delle falde acquifere. Un elevato consumo di suolo può inoltre intaccare parti di territorio altrimenti da preservare dai rischi idrogeologici (aree fluviali soggette a inondazioni, versanti a rischio) o da tutelare a fini ambientali (aree vulnerabili all'inquinamento, zone di pregio ecosistemico). Allo scopo di quantificare l'occupazione del territorio da parte del processo di antropizzazione, si definisce un indicatore 'Consumo di suolo', dato dal rapporto tra la somma delle aree destinate ad usi residenziali, produttivi, commerciali, infrastrutturali, e l'area totale del Comune o dell'unità di territorio; l'indicatore è espresso come percentuale. Questo indicatore, seppur abbastanza generico, fornisce informazioni sulla quantità di suolo che viene sottratta alla sua vocazione naturale dall'urbanizzazione attuata e prevista. Con "consumo di suolo" si intendono quindi tutti quegli utilizzi a fini urbani (residenziali, produttivi, commerciali, infrastrutturali) della risorsa da parte dell'uomo che ne determinano una riduzione di disponibilità quantitativa o qualitativa.

Il maggiore impatto si ha comunque sul flusso delle acque. L'incapacità delle aree impermeabilizzate di assorbire per filtrazione una parte delle acque, aumenta notevolmente lo scorrimento superficiale e può favorire la contaminazione da parte di sostanze chimiche. Lo scorrimento superficiale aumenta così in volume e in velocità, causando evidenti problemi sul controllo delle acque superficiali, in particolare in occasione di fenomeni di pioggia particolarmente intensi.

4.2.1 GLI IMPATTI DERIVANTI DALL'IMPERMEABILIZZAZIONE DEL SUOLO

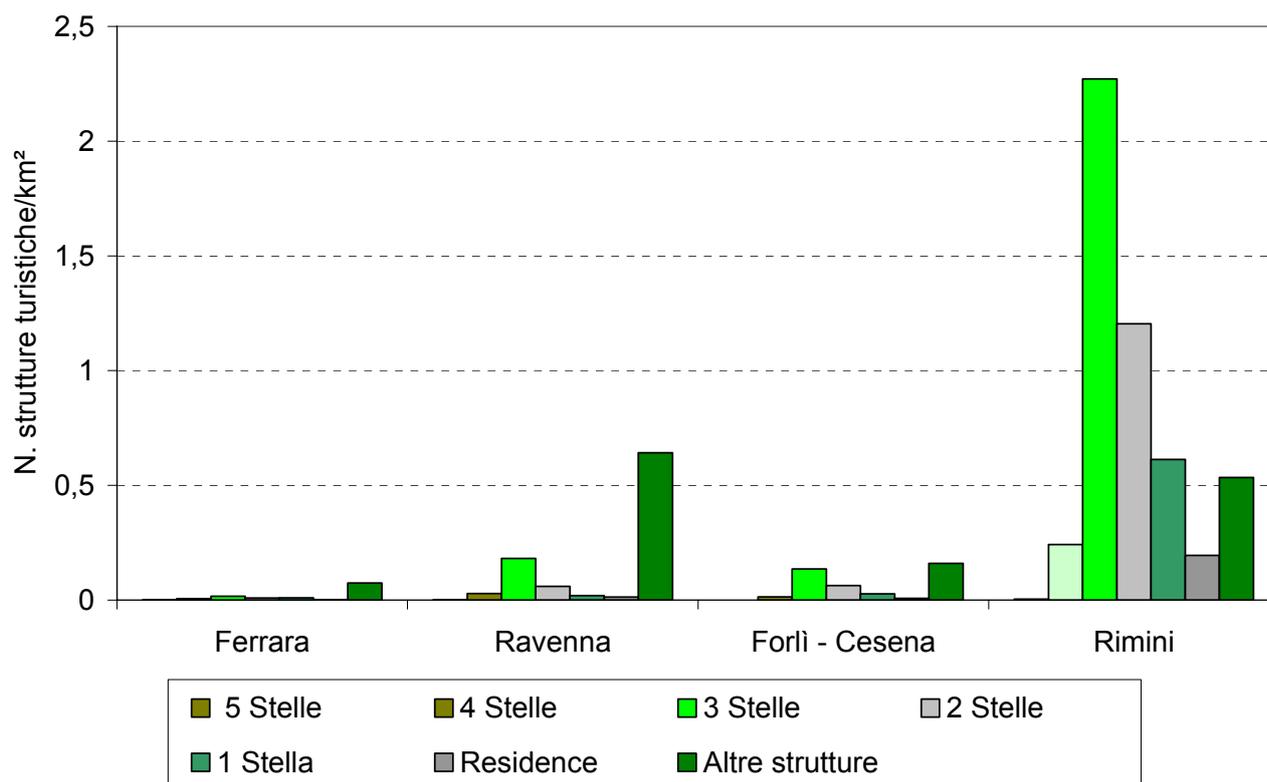
L'effetto principale dell'impermeabilizzazione è sicuramente quello correlato alla gestione delle acque. A causa dello strato impermeabile la pioggia non può direttamente infiltrarsi nel suolo; in alcuni casi, come per le piccole strade, l'infiltrazione può avvenire nelle aree permeabili immediatamente adiacenti, ma in genere le acque piovane devono essere raccolte attraverso opportune canalizzazioni.

L'impermeabilizzazione completa, oltre a ridurre l'infiltrazione delle acque, impedisce l'evapotraspirazione dalle piante e dal suolo e diminuisce l'umidità del suolo al di sotto della superficie impermeabilizzata. Il suolo impermeabilizzato non può dunque funzionare da stoccaggio per le acque; se l'acqua non può infiltrarsi sotto lo strato impermeabile, diminuisce anche la capacità di ricarica delle falde.

Lo strato impermeabile costituisce una barriera verticale tra la pedosfera, l'atmosfera e l'idrosfera e, influenzando negativamente sui flussi di acqua e di aria. L'opera di impermeabilizzazione comporta spesso dei cambiamenti anche nella morfologia dell'area; si pensi, ad esempio, alle superfici spianate necessarie nei grandi parcheggi o negli aeroporti.

4.2.2 IL CONSUMO DI SUOLO NELLA REALTÀ TURISTICA RIMINESE

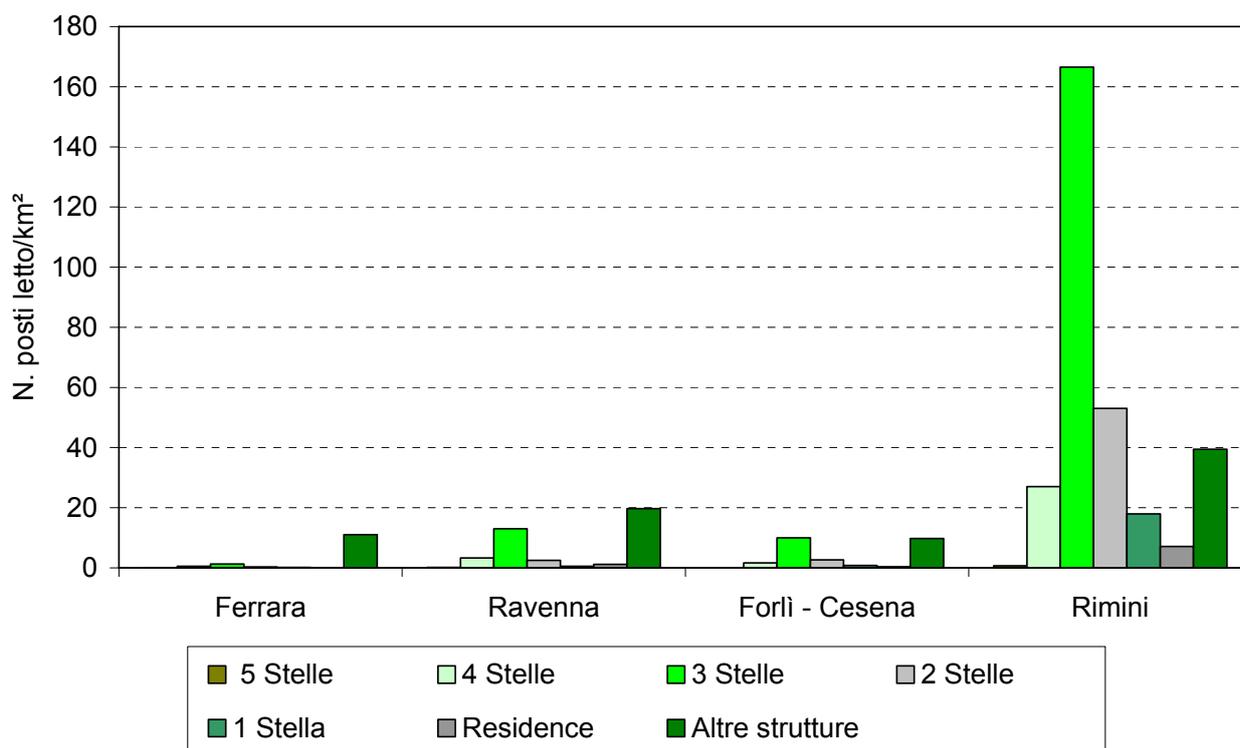
La realtà turistica riminese è caratterizzata da una elevatissima densità di strutture turistiche nell'area prospiciente alla costa in particolar modo alberghi. Tenendo conto che non è possibile variare la struttura di un'area che è tale dagli anni '60-'70 sarebbe opportuno, nelle fasi di nuove progettazioni o di riconversioni di strutture ricettive ad altre tipologie (es. alberghi in residence..), tenere conto quanto meno dell'impatto visivo, della presenza di servizi realizzati in modo il più possibile compatibile con la realtà locale e con le normative vigenti e di aree destinate a verde che svolgono una duplice funzione: da un lato rappresentano aree ricreative, dall'altro permettono di avere isole verdi all'interno di aree fortemente antropizzate che garantiscono anche se solo parzialmente alcuni processi ambientali importanti (vedi ricarica delle falde, assorbimento delle acque durante gli eventi piovosi...).



Provincia	Anno	5 Stelle	4 Stelle	3 Stelle	2 Stelle	1 Stella	Residence	Altre strutture	Totale
Ferrara	1999	1	12	31	28	26	1	46	145
	2000	1	13	35	27	26	1	53	156
	2001	1	14	38	25	26	2	62	168
	2002	1	13	40	26	26	2	88	196
	2003	1	14	39	26	25	3	111	219
	2004	1	15	41	27	26	4	171	285
	2005	1	15	42	24	25	4	194	305
Ravenna	1999	-	35	318	153	73	10	1.655	2.244
	2000	-	36	322	147	61	11	1.660	2.237
	2001	-	39	332	131	55	13	1.208	1.778
	2002	-	42	336	124	49	14	1.249	1.814
	2003	1	47	338	116	42	18	1.256	1.818
	2004	1	49	338	115	38	21	1.366	1.928
	2005	2	52	337	111	36	24	1.192	1.754
Forlì - Cesena	1999	-	20	275	207	101	7	217	827
	2000	-	25	290	198	89	9	156	767
	2001	-	24	298	183	84	9	161	759
	2002	-	30	303	177	73	13	191	787
	2003	-	30	317	166	68	15	349	945
	2004	-	32	322	163	63	14	372	966
	2005	-	32	322	150	63	18	380	965
Rimini	1999	2	82	847	1.048	629	36	143	2.787
	2000	2	89	952	967	581	43	145	2.779
	2001	2	94	1.069	854	493	60	161	2.733
	2002	2	104	1.148	771	438	70	182	2.715
	2003	2	107	1.149	740	392	79	191	2.660
	2004	2	112	1.140	720	377	93	238	2.682
	2005	2	129	1.213	643	327	104	285	2.703

Fonte: Province, Regione Emilia-Romagna

LEGENDA: In altre strutture sono comprese: Camere, Campeggi, Villaggi turistici, Agriturismo, ecc.



Provincia	Anno	5 Stelle	4 Stelle	3 Stelle	2 Stelle	1 Stella	Residence	Altre strutture	Totale
Ferrara	1999	53	1.211	2.223	1.482	507	14	19.887	25.377
	2000	53	1.309	2.950	1.046	586	14	20.067	26.025
	2001	53	1.441	3.016	988	591	34	20.000	26.123
	2002	53	1.260	3.099	1.015	585	34	22.263	28.309
	2003	53	1.415	3.120	1.010	471	58	21.699	27.826
	2004	53	1.418	3.444	1.038	466	82	29.111	35.612
Ravenna	2005	53	1.421	3.493	942	464	82	29.077	35.532
	1999	-	4.265	23.496	6.842	2.389	806	39.599	77.397
	2000	-	4.501	23.621	6.545	1.874	1.030	38.808	76.379
	2001	-	4.674	24.144	5.676	1.674	1.105	36.414	73.687
	2002	-	5.236	24.155	5.341	1.457	1.444	36.615	74.248
	2003	152	5.585	24.248	4.883	1.186	1.756	36.192	74.002
Forlì - Cesena	2004	160	5.788	24.502	4.814	1.070	1.771	37.115	75.220
	2005	410	6.157	24.203	4.702	1.011	2.212	36.646	75.341
	1999	-	2.347	19.747	10.141	3.169	421	21.952	57.777
	2000	-	2.985	20.916	9.438	2.721	460	22.431	58.951
	2001	-	2.925	21.571	8.539	2.598	464	22.451	58.548
	2002	-	3.694	22.028	8.087	2.272	641	22.755	59.477
Rimini	2003	-	3.718	22.991	7.377	2.115	675	23.503	60.379
	2004	-	3.919	23.288	7.161	1.981	666	24.124	61.139
	2005	-	3.984	23.842	6.323	1.958	926	23.274	60.307
	1999	370	8.832	56.618	42.481	16.399	1.484	20.842	147.026
	2000	370	10.006	63.593	39.199	15.522	1.723	19.602	150.015
	2001	379	10.815	75.091	36.305	13.587	2.332	20.008	158.517
2002	379	12.197	82.209	33.611	12.327	2.743	19.996	163.462	
2003	379	12.374	82.084	32.468	11.178	3.038	19.875	161.396	
2004	379	12.934	83.260	32.814	11.156	3.458	19.712	163.713	
2005	379	14.447	88.911	28.320	9.603	3.818	21.072	166.550	

Fonte: Province, Regione Emilia-Romagna

LEGENDA: In altre strutture sono comprese: Camere, Campeggi, Villaggi turistici, Agriturismo, ecc.

Anno	Provincia			
	Ferrara	Ravenna	Forlì - Cesena	Rimini
1999	1.988.581	6.000.838	4.795.380	14.861.024
2000	2.124.737	6.113.510	4.996.777	15.823.936
2001	2.264.391	6.278.246	5.116.133	16.044.480
2002	2.387.144	6.197.875	5.127.684	15.695.128
2003	2.270.719	6.241.727	5.020.133	15.390.066
2004	2.848.381	6.073.871	5.365.931	14.988.520
2005	2.468.792	6.080.373	4.971.765	15.013.693
Totale	16.352.745	42.986.440	35.393.803	107.816.847

Anno	Provincia			
	Ferrara	Ravenna	Forlì - Cesena	Rimini
2003	6.139.192	6.739.220	5.425.542	17.259.472
2004	5.696.762	6.577.663	5.771.680	16.897.543
2005	5.505.056	6.591.011	5.384.836	16.944.399

Anno	Provincia			
	Ferrara	Ravenna	Forlì - Cesena	Rimini
2003	2.333	3.627	2.283	32.321
2004	2.164	3.540	2.428	31.643
2005	2.092	3.547	2.265	31.731

Anno	Provincia			
	Ferrara	Ravenna	Forlì - Cesena	Rimini
1999	756	3.230	2.017	27.830
2000	807	3.290	2.102	29.633
2001	860	3.379	2.152	30.046
2002	907	3.336	2.157	29.392
2003	863	3.359	2.112	28.820
2004	1.082	3.269	2.257	28.068
2005	938	3.273	2.092	28.116

Bibliografia

Annuario Regionale dei Dati Ambientali Edizione 2006, Arpa Emilia Romagna
Bologna, 2006

Sito di Riferimento:

www.apat.gov.it/site/it-IT/

5 LE MATRICI FISICHE IN RELAZIONE AL COMPARTO TURISTICO

5.1 SORGENTI DI CAMPO ELETTROMAGNETICO AD ALTA FREQUENZA NELL'AMBIENTE ESTERNO

5.1.1 INTRODUZIONE

Per campi elettromagnetici ad alta frequenza si intendono generalmente quei campi la cui frequenza si colloca nella banda delle radiofrequenze (da 100 kHz a 300 MHz) e delle microonde (da 300 MHz a 300 GHz).

Oltre ai dispositivi utilizzabili o ritrovabili in ambienti interni, fra i quali possono essere ricordati i sistemi antitaccheggio, i varchi magnetici, i forni a microonde o per uso personale come i telefonini, categorie che non affronteremo in questa sede, diverse sorgenti di campo elettromagnetico ad alta frequenza sono presenti in ambiente esterno e, particolarmente per gli impianti radiotelevisivi e di telefonia cellulare, la loro funzione prevede proprio la diffusione di un segnale (ovvero di un'onda elettromagnetica) nell'ambiente.

Tali sorgenti costituiscono la principale fonte di esposizione prolungata nel tempo ai campi elettromagnetici ad alta frequenza sia per la modalità di funzionamento sostanzialmente continua delle sorgenti, sia per l'anzidetto principio di funzionamento che prevede l'emissione intenzionale di un segnale da diffondere, con le opportune modalità, nell'ambiente urbano.

5.1.2 SERVIZI DI TELECOMUNICAZIONE

Tutti i servizi di telecomunicazione basati sulla propagazione libera del campo elettromagnetico prevedono l'esistenza di un sito trasmittente da cui il campo si irradia nell'ambiente circostante. Pur con alcune differenze a seconda dell'applicazione i siti trasmittenti si possono pensare sostanzialmente costituiti da tre elementi fondamentali: il trasmettitore, la linea di collegamento e l'antenna trasmittente.

Il trasmettitore comprende, in particolare, un generatore di portante che produce un segnale sinusoidale oscillante alla frequenza di lavoro assegnata al

trasmettitore; un modulatore che sovrappone alla portante l'informazione da diffondere ed un amplificatore che innalza il segnale modulato al livello di potenza desiderato.

L'antenna trasmittente è il componente che ha il compito di irradiare nello spazio l'energia ricevuta dal trasmettitore attraverso la linea di collegamento. Come vedremo le caratteristiche dell'antenna determinano le direzioni principali verso cui il segnale viene diretto e le modalità con cui lo stesso segnale viene distribuito nello spazio.

La linea di collegamento è una struttura guidante che collega il trasmettitore all'antenna permettendo di trasferire la potenza generata dal primo alla seconda che la irraderà nello spazio. Occorre tenere presente che lungo la linea di collegamento si verificano delle perdite della potenza prodotta che possono essere significative specie alle alte frequenze.

I diversi sistemi di comunicazione che utilizzano onde elettromagnetiche per la trasmissione del segnale operano in diversi intervalli di frequenza. Prendendo in considerazione gli impianti radio, TV e la telefonia cellulare, possiamo far riferimento alla tabella 5.1.1 per evidenziarne le principali caratteristiche tecniche.

		Frequenza [MHz]		Larghezza del canale [kHz]	Potenza [kW]	Guadagno G_{MAX}	Codifica del segnale	Modulazione	Accesso multiplo	
		<i>downlink</i>	<i>uplink</i>							
Emittenti radiofoniche ad onde medie		0,5265 ÷ 1,6065		10	1 ÷ 500	poche unità	analogica	di ampiezza	FDMA	
Emittenti radiofoniche FM		87.5 ÷ 108		200	1 ÷ 12	5 ÷ 50	analogica	di frequenza	FDMA	
Emittenti TV	VHF I-II	52,5 ÷ 68		7000	0,1 ÷ 1	1 ÷ 100	analogica	di ampiezza per il video, di frequenza per l'audio	FDMA	
	VHF III	174 ÷ 230								
	UHF IV	470 ÷ 590								
	UHF V	614 ÷ 854								
Stazioni radio base per la telefonia cellulare	TACS	917 ÷ 950	872 ÷ 905	25	fino a 0,3 potenza tipica per le macrocelle 20 W circa	fino a 70	analogica	di frequenza	FDMA	
	GSM	925 ÷ 960	880 ÷ 915	200				di frequenza GMSK	FDMA+ TDMA	
	DCS	1805 ÷ 1880	1710 ÷ 1785					di frequenza GFSK	(FDMA+) TDMA	
	DECT	1880 ÷ 1900					5000	digitale	di fase QPSK	TD-CDMA
	UMTS terrestre asimmetrico	1900 ÷ 1920 e 2010 ÷ 2025								W-CDMA
	UMTS terrestre simmetrico	2110 ÷ 2170	1920 ÷ 1980							
	UMTS satellitare	2170-2200	1980-2010							

Tabella 5.1.1. Principali caratteristiche dei sistemi di telecomunicazione

Considerando le voci indicate in tabella 5.1.1, si verifica che l'intervallo di frequenza entro cui agiscono gli impianti di telefonia cellulare è ulteriormente suddiviso in frequenze destinate al downlink ed all'uplink: tale suddivisione ha a che fare con la necessità che la comunicazione telefonica sia bidirezionale. In questo senso le frequenze di downlink sono utilizzate per le comunicazioni dall'antenna trasmittente col cellulare, le frequenze di uplink viceversa per le comunicazioni dal cellulare all'antenna.

Come evidente dai dati riportati in tabella le potenze in gioco, riferite ai diversi sistemi di telecomunicazione, sono significativamente diverse. Il sistema di minore potenza fra quelli ricordati è senza dubbio quello relativo alla telefonia cellulare, mentre gli impianti più potenti sono ritrovabili nella categoria delle emittenti radiofoniche. Sempre in riferimento alle voci riportate in tabella, si può brevemente ricordare che la modulazione è la tecnica utilizzata per consentire ad un'onda elettromagnetica di trasportare informazione. Una forma d'onda perfettamente sinusoidale, nella quale ampiezza, frequenza e fase restano costanti nel tempo, non è in grado infatti di trasportare alcun tipo di informazione. Affinché questo risulti possibile occorre rendere variabile nel tempo uno dei tre parametri della sinusoide in modo che questa variazione sia associata in modo univoco all'informazione da trasmettere. In particolare la forma d'onda sinusoidale (detta portante) viene modulata in uno dei tre parametri ricordati dal segnale modulante ovvero dal segnale elettrico ricavato dall'informazione da trasmettere. A seconda del parametro modificato si avrà modulazione di ampiezza, di fase o di frequenza. Una volta che il segnale modulato arriva al ricevitore dovrà subire il processo inverso alla modulazione, dovrà essere cioè demodulato, per poterne estrarre l'informazione contenuta.

Sempre in riferimento alle voci in tabella 5.1.1, l'accesso multiplo si riferisce alla tecnica utilizzata nei vari sistemi per garantire la possibilità di coesistenza di più comunicazioni dello stesso tipo nella medesima area geografica. Per esempio, uno stesso apparecchio radiofonico o televisivo deve poter captare più programmi diversi senza che questi si sovrappongano tra di loro, più utenti di cellulare (dello stesso operatore o di operatori diversi) devono poter telefonare contemporaneamente senza disturbarsi a vicenda, anche restando molto vicini

tra di loro e così via. Affinché questo sia possibile, sono state sviluppate tre tecniche distinte note con gli acronimi inglesi FDMA, TDMA e CDMA.

In breve e senza entrare in dettagli la tecnica FDMA (Frequency Division Multiple Access) consiste nel suddividere l'intervallo di frequenza assegnato ad un certo servizio in un certo numero di canali (cioè in intervalli di frequenze di larghezza minore) ognuno dei quali viene assegnato ad una particolare emittente. Il caso più semplice è quello dell'emittenza radiofonica a modulazione di frequenza (FM) cui è complessivamente assegnato l'intervallo di frequenze compreso fra 88 e 108 MHz. Tale banda è ripartita in 100 canali ognuno di larghezza pari a 200 kHz: ogni emittente in una certa zona avrà a disposizione uno di tali canali. In tal modo in ogni area geografica potranno coesistere fino a 100 trasmissioni FM in contemporanea. Se una emittente, ad esempio, opera alla frequenza 91.5 MHz essa utilizza in realtà il canale fra 91.4 e 91.6 MHz. All'ampiezza del canale è legata in particolare la quantità di informazione per unità di tempo che può passare in esso e di conseguenza la qualità della trasmissione. Un canale di ampiezza 200 kHz proprio delle radio FM fornisce un audio stereofonico di qualità a livello di alta fedeltà, un canale di ampiezza 25 kHz proprio della tecnologia telefonica TACS fornisce la possibilità di trasmettere, in qualità accettabile, esclusivamente il 'parlato'.

Con la tecnica TDMA (Time Division Multiple Access) le comunicazioni dello stesso tipo utilizzano la stessa frequenza ma in piccoli intervalli di tempo distinti (time slot). Una combinazione delle tecniche FDMA e TDMA è utilizzata nella telefonia GSM. Infine la tecnica CDMA (Code Division Multiple Access) consiste nel far coesistere le comunicazioni alla stessa frequenza per tutto il tempo rendendole distinte attraverso l'utilizzo di codici digitali. Quest'ultima tecnica di accesso trova applicazione negli impianti di telefonia di ultima generazione che utilizzano la tecnologia UMTS.

Una rappresentazione grafica delle varie tecniche di accesso è riportata nella figura 5.1.1.

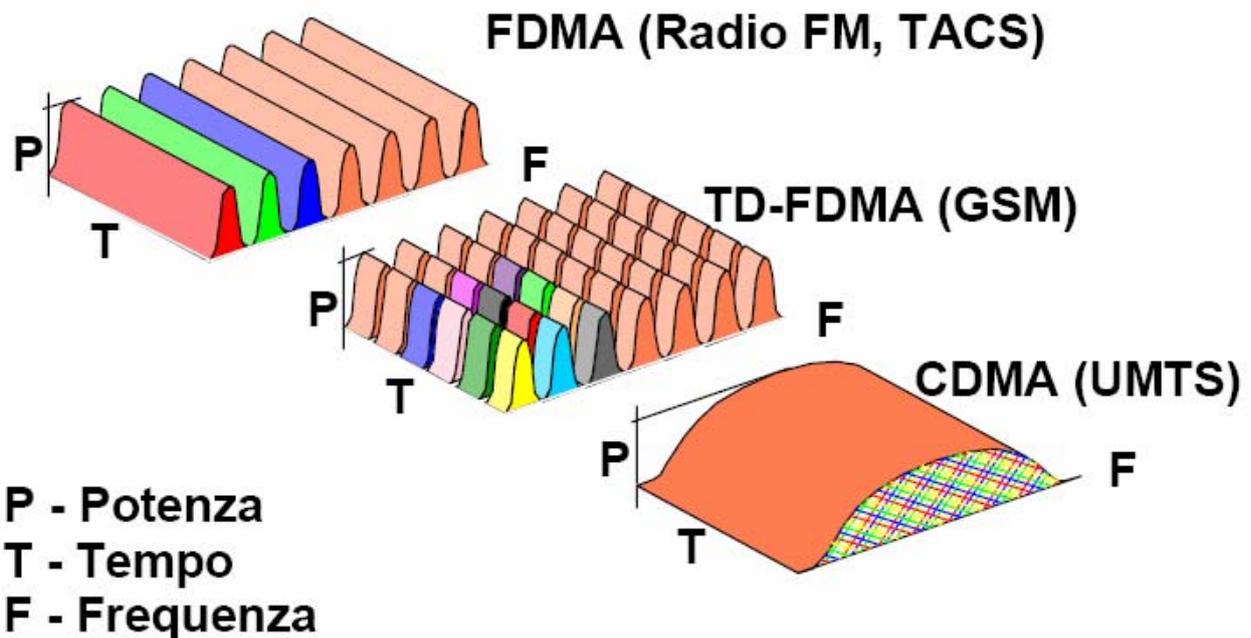


FIGURA 5.1.1 Tecniche di accesso radio

Infine in tabella 5.1.1 è riportata un'indicazione sul guadagno delle antenne impiegate nei vari sistemi presi in considerazione.

In termini tecnici si può dire che un'antenna ha guadagno massimo G_{MAX} se la densità di potenza da essa prodotta ad una certa distanza nella direzione di massimo irraggiamento è superiore di un fattore G_{MAX} a quella che sarebbe prodotta alla stessa distanza da un'antenna isotropica alimentata alla stessa potenza. Con antenna isotropica si intende un'antenna che irradia in tutte le direzioni con uguale intensità.

Il guadagno di una antenna è per definizione una grandezza priva di unità di misura. Tuttavia, per motivi pratici, si è diffusa la consuetudine di esprimere il guadagno in decibel (simbolo dBi). Con le seguenti relazioni si può passare dal valore in dBi (G_{dBi}) al valore naturale G_{MAX} e viceversa:

$$G_{dBi} = 10 \cdot \text{Log}_{10} G_{MAX}$$

$$G_{MAX} = 10^{\frac{G_{dBi}}{10}}$$

dove "Log10" indica il logaritmo in base 10.

Ora, poiché qualunque antenna irradia nella direzione di massimo di più di un radiatore isotropico, dovrà necessariamente irradiare di meno in altre direzioni, se la potenza complessivamente irradiata deve essere la stessa. Quindi, maggiore è il guadagno massimo, più la radiazione è concentrata intorno alla direzione di massimo irraggiamento.

L'informazione dettagliata su come si distribuisce la potenza irradiata da un'antenna nelle varie direzioni ed in campo lontano è comunque normalmente contenuta nei diagrammi di radiazione orizzontale e verticale. Tali diagrammi, una rappresentazione esemplificativa dei quali è fornita in figura 3 per un'antenna di telefonia cellulare, specificano, per ogni direzione, l'intensità della radiazione emessa nella stessa direzione, rapportata al valore nella direzione di massimo irraggiamento.

Un'ulteriore informazione di pratico utilizzo, sempre riferita all'individuazione della distribuzione spaziale della potenza irradiata da un'antenna, è relativa alla larghezza del fascio a metà potenza sui piani orizzontale e verticale. Tali valori sono generalmente dichiarati dal costruttore per ogni antenna, ma possono anche essere approssimativamente dedotti dalle dimensioni dell'antenna sui piani orizzontale e verticale, rapportate alla lunghezza d'onda della radiazione emessa. Se si indicano con D_h e D_v le dimensioni rispettivamente orizzontale e verticale dell'antenna e si esprimono gli angoli Δ_h e Δ_v in gradi sessagesimali, risulta in prima approssimazione:

$$\Delta_h \cong 57 \frac{\lambda}{D_h}$$
$$\Delta_v \cong 57 \frac{\lambda}{D_v}$$

In altre parole, se per esempio un'antenna è molto estesa verticalmente (rispetto alla lunghezza d'onda), allora essa produce un fascio di radiazione molto stretto sul piano verticale; analogamente, un'antenna piuttosto stretta in direzione orizzontale produce un fascio proporzionalmente largo sullo stesso piano.

5.1.3 ANTENNE PER TELEFONIA CELLULARE

Il sistema di comunicazione di telefonia cellulare si è evoluto nel tempo a partire dal TACS, passando per la tecnologia GSM fino ad arrivare all'UMTS. In linea di principio, tuttavia, la costruzione delle reti di comunicazione relative ai diversi sistemi segue la stessa logica in termini generali. In particolare il territorio viene suddiviso in celle, di dimensioni variabili in funzione di determinate caratteristiche, servite ognuna da una Stazione Radio Base (SRB) in grado di trasmettere il segnale ai telefonini e di ricevere il segnale emesso dagli stessi. La necessità di instaurare comunicazioni bi-direzionali e la necessità di garantire un numero adeguato di comunicazioni contemporanee ha portato alla diffusione delle SRB anche all'interno dei centri urbani. Nella figura 5.1.2 vengono mostrati due esempi di installazione di SRB in ambito urbano.



Figura 5.1.2 Esempi di installazioni SRB in ambiente urbano

Le antenne normalmente utilizzate nelle stazioni radio base sono costituite da diversi elementi radianti disposti verticalmente e posti a distanze uguali l'uno dall'altro. Nella parte posteriore e lungo l'asse verticale dell'antenna è disposta una superficie metallica avente funzione riflettente. L'antenna è poi ricoperta da un materiale plastico avente funzione di protezione dagli agenti atmosferici. Nella figura 5.1.3 è riportata la rappresentazione di una tipica antenna con i relativi diagrammi di irradiazione orizzontale e verticale.

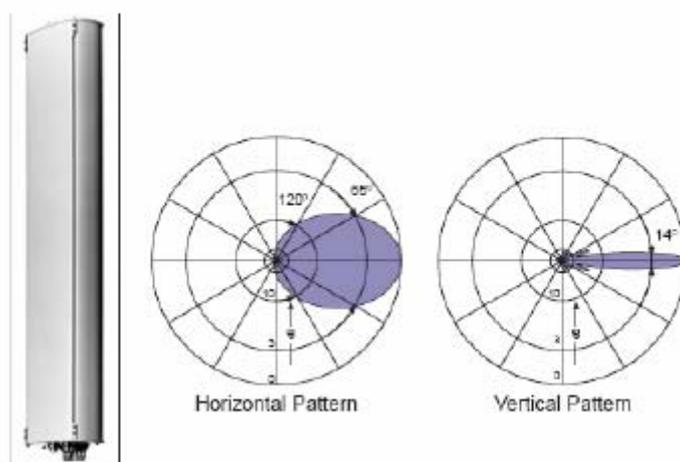


Figura 3. Rappresentazione di un'antenna per telefonia mobile con i relativi diagrammi di irradiazione orizzontale e verticale.

Le antenne a pannello hanno in genere una lunghezza verticale compresa tra 1 e 2 metri, quindi relativamente grande rispetto alla lunghezza d'onda della radiazione emessa; la larghezza orizzontale è invece fra i 15 e i 30 cm. Per questo motivo, il fascio irradiato risulta piuttosto stretto sul piano verticale e più ampio sul piano orizzontale. Valori tipici della larghezza a metà potenza possono essere rispettivamente compresi tra 5° e 15° sul piano verticale e tra 60° a 90° sul piano orizzontale.

L'eventuale inclinazione verticale del fascio di irradiazione, detta tilt, è anch'essa dell'ordine di 5° - 15°. Il tilt può essere ottenuto sia modificando la posizione del pannello in fase di installazione (tilt meccanico), sia intervenendo sul diagramma di radiazione verticale in fase di progetto dell'antenna (tilt elettrico).

Le potenze con cui tali tipi di antenne vengono alimentate possono variare fra 10 e 100 Watt; con maggiore frequenza si ritrovano tuttavia antenne alimentate con potenze fra 20 e 30 Watt. In merito ai valori di campo elettrico che queste possono generare nell'ambiente è possibile, ad esempio, considerare il caso di un'antenna alimentata con potenza di 20 Watt e con guadagno pari a 17 dBi (sono comuni valori di guadagno per le SRB fra 7 e 20 dBi). Riferendosi ai valori previsti dalla normativa (6 e 20 V/m) ed alla direzione di massimo irraggiamento si ricava che le distanze a cui tali valori si raggiungono sono rispettivamente pari a circa 29 e 9 metri. Se si considerano direzioni diverse da quella di massimo irraggiamento dovranno essere tenuti in considerazione i citati diagrammi di

irradiazione dell'antenna per quantificare l'attenuazione del campo elettrico risultante.

La conformazione dei diagrammi di irradiazione fa sì, fra l'altro, che la distanza dalla SRB non possa essere considerata un fattore di garanzia per il raggiungimento di determinati livelli. Ciò può essere intuito qualitativamente a partire dalla figura 5.1.4 che evidenzia il lobo di irradiazione all'interno del quale si registrano valori superiori ad una soglia prefissata, e di conseguenza come un edificio a maggiore distanza possa tuttavia essere caratterizzato da valori più elevati di campo elettrico.

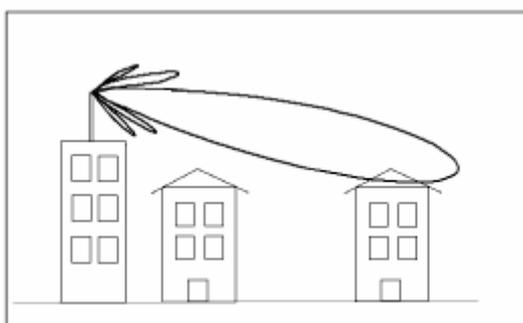


Figura 5.1.4 Esempificazione dell'estensione verticale del lobo di irradiazione

5.1.4 ANTENNE RADIOTELEVISIVE

A differenza di quanto avviene per la telefonia cellulare, le antenne radiotelevisive non hanno necessità di consentire comunicazioni bi-direzionali, ma unicamente di inviare un segnale che deve essere ricevuto dagli apparecchi radio e televisivi. Tale comunicazione unidirezionale consente anche una diversa tipologia impiantistica: gli impianti radiotelevisivi sono infatti generalmente realizzati all'esterno del perimetro urbano (preferibilmente sui rilievi) ed una sola antenna viene utilizzata per servire una vasta area. In questo caso tuttavia le potenze di alimentazione delle antenne risultano sensibilmente maggiori di quelle caratteristiche della telefonia cellulare, collocandosi tipicamente fra 1 a 12 kW per le radio FM e da 0.1 a 1 kW per le emittenti televisive.

I trasmettitori radiofonici sono generalmente costituiti da antenne tipo yagi, montate in modo da ottenere un segnale polarizzato verticalmente di dimensioni corrispondenti all'incirca a mezza lunghezza d'onda.

Quelli televisivi sono costituiti da pannelli di dimensioni che variano da 2 a 4 metri, contenenti schiere di dipoli montati in polarizzazione orizzontale.

La collocazione delle antenne radiotelevisive su siti collinari/montani relativamente distanti dai centri urbani fa sì che in ambito urbano queste immettano livelli medi di campo elettrico generalmente modesti e nell'ordine di 0.2-0.4 V/m. Tuttavia nei medesimi siti collinari/montani vengono ad essere collocate spesso numerose emittenti: come conseguenza possono essere rilevati nell'area limitrofa all'ubicazione dei tralicci valori significativi di campo elettrico, una quantificazione dei quali è tuttavia fortemente sito-dipendente.

Esempi di collocazione di antenne radiotelevisive sono riportati in figura 5.1.5.



Figura 5. Esempi di installazioni di antenne radiotelevisive

Un breve cenno meritano i trasmettitori radiofonici a onde medie a modulazione di ampiezza in quanto utilizzano potenze dell'ordine anche delle centinaia di kW. Una indagine effettuata in Italia su stazioni per la diffusione radio sul territorio nazionale e per le trasmissioni per gli italiani all'estero ha evidenziato livelli di campo elettrico di oltre 100 V/m all'interno del perimetro degli impianti. Al di

fuori degli impianti in prossimità di edifici sono stati misurati livelli di campo elettrico dell'ordine dei 30 V/m (Polichetti e Vecchia, 1998).

5.1.5 NORMATIVA PER LE ALTE FREQUENZE

Come previsto dall'art. 4 della Legge Quadro n. 36/2001, nel luglio del 2003 è stato approvato il decreto attuativo che fissa i limiti, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese fra 100 kHz e 300 GHz.

I limiti di esposizione per la protezione della popolazione sono riassunti in tabella 5.1.2 e sono in funzione della frequenza di funzionamento degli impianti.

	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza D (W/m ²)
$0.1 < f \leq 3$ MHz	60	0.2	-
$3 < f \leq 3000$ MHz	20	0.05	1
$3 < f \leq 300$ GHz	40	0.1	4

Tabella 5.1.2 Limiti di esposizione per la protezione della popolazione

La grandezza di riferimento assunta, in genere, per indicare i risultati di stime e/o misurazioni è il campo elettrico: ciò deriva dalla maggiore facilità di misura per quest'ultimo e dal fatto che in campo lontano, in condizioni di onda piana, il campo elettrico, magnetico e la densità di potenza sono legate dalle relazioni ricordate nel capitolo I, introduttivo alla fisica delle onde elettromagnetiche. Per quanto sopra, nel seguito verrà fatto riferimento esclusivamente alla grandezza campo elettrico.

Per i principali impianti trattati finora che si collocano fra 3 e 3000 MHz, il limite di esposizione risulta quindi pari a 20 V/m.

A tutela della popolazione dai possibili effetti a lungo termine, il decreto fissa inoltre un valore di attenzione pari a 6 V/m, indipendente dalla frequenza, da non superarsi all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere e loro pertinenze esterne che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili con esclusione dei lastrici solari.

Infine il decreto individua anche un obiettivo di qualità teso alla progressiva minimizzazione della esposizione ai campi elettromagnetici. Tale obiettivo di qualità prevede che il valore di immissione del campo elettrico calcolato o misurato all'aperto nelle aree intensamente frequentate (intese anche come

superfici edificate ovvero attrezzate permanentemente per il soddisfacimento di bisogni sociali, sanitari e ricreativi), non debba superare i 6 V/m indipendentemente dalla frequenza.

I limiti, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità sono determinati mediando su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di 6 minuti. Operativamente le tecniche di misurazione sono quelle indicate dalla norma CEI 211-7 e successivi adeguamenti.

5.2 VALUTAZIONE TEMPORALE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO IN PROSSIMITA' DI STAZIONI RADIO BASE

S.R. de Donato, P. Bevitori, F. Bernardi

XXXI Congresso Nazionale AIRP, Ancona, 2000

5.2.1 RIASSUNTO

In occasione del monitoraggio dei livelli di campo elettromagnetico emessi da stazioni radio base in un Comune della Provincia di Rimini, sono state effettuate anche alcune rilevazioni in continuo per la durata di circa una settimana acquisendo il valore del campo elettrico ogni minuto.

Ciò ha consentito una prima valutazione dell'andamento orario del livello di campo elettrico e della variabilità giornaliera considerando inoltre separatamente i giorni feriali dai festivi e prefestivi.

5.2.2 INTRODUZIONE

Il crescente sviluppo della telefonia cellulare ha portato, negli ultimi anni, all'installazione di numerose stazioni radio base. Parimenti è cresciuta la sensibilità al problema sia in merito agli eventuali rischi da esposizione ai campi elettromagnetici che relativamente alle metodiche di indagine. In questo senso si inserisce anche la disposizione del recente DM 381/98 che fissa i limiti per tale tipologia di impianto e specifica che le misurazioni di controllo, volte a verificare il rispetto dei limiti stessi, devono essere condotte su qualsiasi intervallo di sei minuti.

Una possibile contestazione di misure eseguite in un'unica soluzione di sei minuti può quindi far riferimento al fatto che quel dato intervallo temporale non fosse rappresentativo delle condizioni di massimo funzionamento dell'impianto e quindi la misurazione eseguita in tal modo non attesti il rispetto del limite in qualsiasi intervallo di sei minuti.

La soluzione di tale problema può seguire due strade non necessariamente alternative, ma che anzi possono trovare rafforzamento reciproco. La prima possibilità è di correggere il valore misurato su sei minuti per un opportuno fattore che tenga conto della possibilità di essere intervenuti in un momento in cui era attiva solo una portante dell'impianto (la portante BCCH è, infatti, sempre attiva), in questo modo tutelandosi nei confronti della massima potenzialità dell'impianto.

La seconda strada è l'acquisizione di dati in continuo da cui sia possibile ricavare gli andamenti temporali del campo elettrico emesso da stazioni radio base per ottenere una stima quantitativa dell'entità della variazione di detto campo in periodi diversi della giornata e fra giorni diversi.

L'ARPA di Rimini, nell'ambito di un progetto di monitoraggio del campo elettromagnetico prodotto da SRB in un Comune della Provincia, ha eseguito alcune valutazioni in continuo, della durata di una settimana, ricavando il valore del campo elettrico ad intervalli di un minuto; ciò al fine di dare inizio alla costituzione di una banca dati in grado di rendere conto dell'andamento effettivo del campo elettrico prodotto da SRB in ambito giornaliero e settimanale.

5.2.3 MATERIALI E METODI

Nel Comune oggetto di indagine sono presenti cinque siti ospitanti SRB in uno dei quali si ha compresenza di due gestori sul tetto del medesimo edificio. Per l'individuazione dei punti di misura sono stati valutati i dati di progetto degli impianti in modo da risalire - partendo dai dati tecnici relativi alle direzioni di puntamento delle antenne, alla potenza dell'impianto, al tipo di antenne impiegate e alla loro inclinazione verso terra - all'individuazione degli edifici che maggiormente avrebbero dovuto risentire dell'influenza degli stessi impianti. Tali edifici si configuravano, al massimo, come luoghi in cui potenzialmente si poteva

riscontrare un superamento di 2 V/m. E' inoltre da sottolineare come le stime effettuate a partire dai dati di progetto si configurino in realtà come estremamente cautelative in quanto, per i calcoli teorici, vengono impostati tutti i parametri dell'impianto come se questo dovesse funzionare al massimo della potenza e con tutti i canali attivati, condizione non rappresentativa dello standard di funzionamento di questo tipo di impianti.

La durata delle misurazioni in ciascun punto è stata di una settimana con valori di campo elettrico rilevati ogni minuto.

Per le rilevazioni è stata utilizzato un misuratore di campo Wandel & Goltermann collegato via fibra ottica ad un computer per la memorizzazione dei dati.

5.2.4 RISULTATI

Si riportano nel seguito, per semplicità, i risultati ottenuti in un sito rappresentativo della generalità dei dati rilevati.

In Figura 5.2.1 sono riportati i valori di campo elettrico misurati ogni minuto per la durata di una settimana.

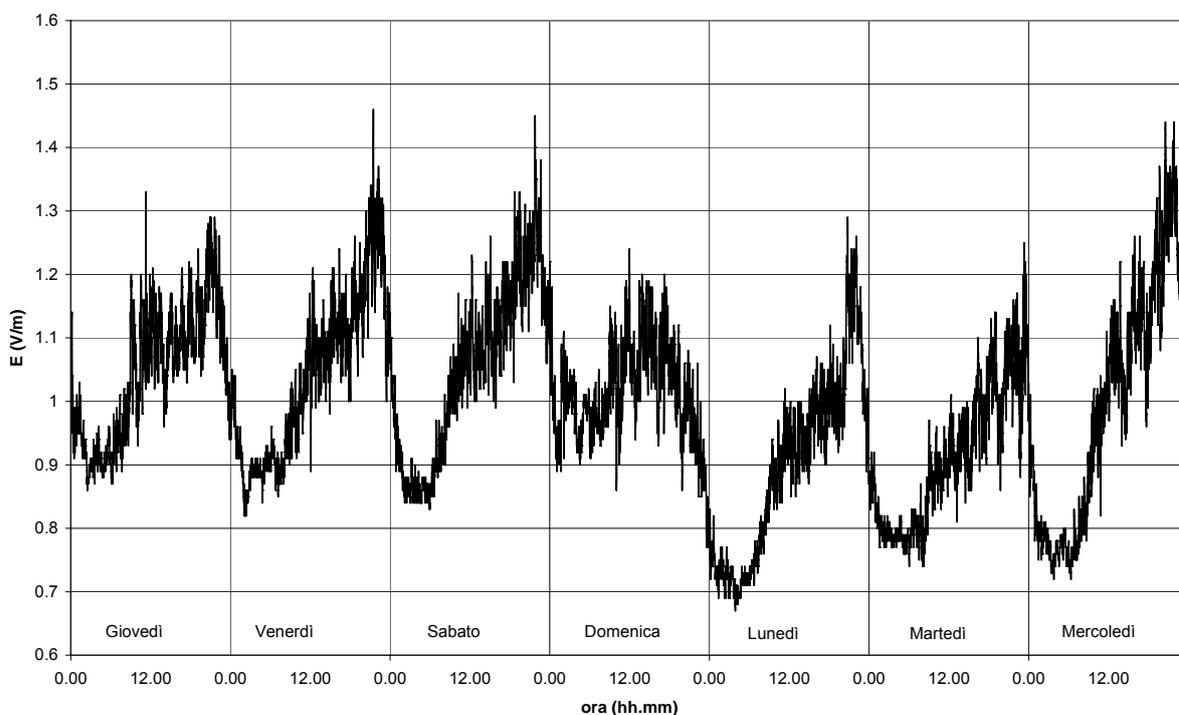


Figura 5.2.1: Andamento dei valori di campo elettrico misurati ogni minuto nel corso di una settimana.

In Figura 5.2.2 viene riportato l'istogramma dei valori di campo elettrico-1 minuto ed in Tabella 5.2.1 alcuni parametri statistici della distribuzione.

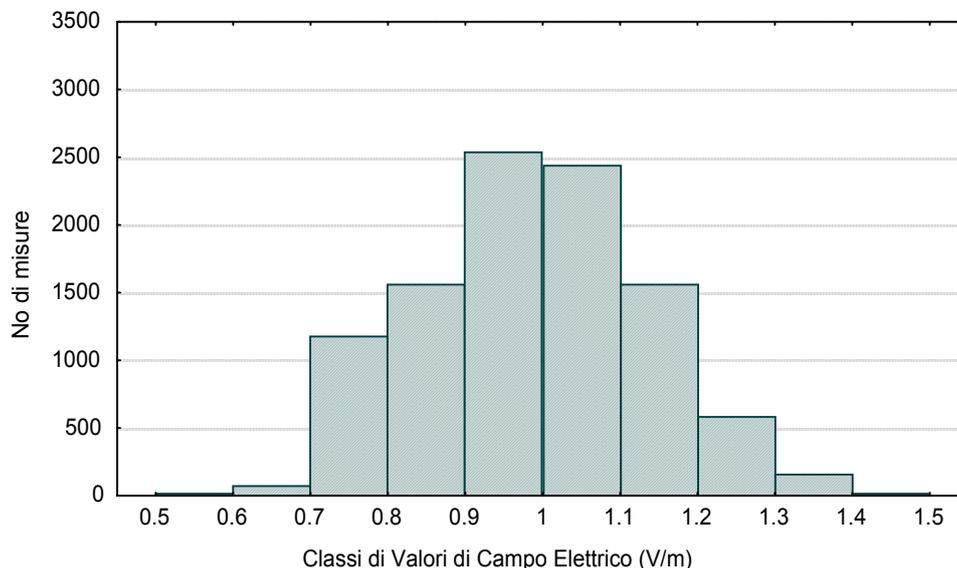


Figura 2: Distribuzione dei valori di campo elettrico-1 minuto, rilevati nell'arco della settimana.

N. misure	Media (V/m)	Minimo (V/m)	Massimo (V/m)	Deviazione Standard (V/m)
10080	0.99	0.67	1.46	0.14

Tabella 5.2.1: Parametri statistici descrittivi della distribuzione dei valori di campo elettrico-1 minuto.

Si evidenzia un andamento analogo nei vari giorni della settimana ed un andamento giornaliero periodico con un decremento alle ore notturne ed un massimo intorno alle ore serali.

La variazione del livello intorno al valore medio, calcolata considerando 2 deviazioni standard, è circa del 30%.

In Tabella 5.2.2 sono riportate le medie e i valori massimi e minimi corrispondenti ai singoli giorni, all'insieme dei giorni feriali (Lunedì-Venerdì), all'insieme Sabato-Domenica e all'intera settimana.

	Emed (V/m)	E _{max} (V/m)	E _{min} (V/m)
Settimana	0.99	1.46	0.67
Lun.-Ven.	0.98	1.46	0.74
Sab.-Dom.	1.03	1.45	0.72
Lunedì	0.9	1.29	0.86
Martedì	0.91	1.25	0.82
Mercoledì	1	1.44	0.83
Giovedì	1.04	1.33	0.77
Venerdì	1.04	1.46	0.67
Sabato	1.05	1.45	0.77
Domenica	1.01	1.24	0.67

Tabella 5.2.2: Valori medi di campo elettrico calcolati su diversi periodi temporali

Per rendere più evidente l'andamento giornaliero, in Figura 5.2.3 è rappresentato il cosiddetto giorno tipo ottenuto mediando i valori misurati ad intervalli di 1 minuto corrispondenti ad uno stesso orario in giorni diversi.

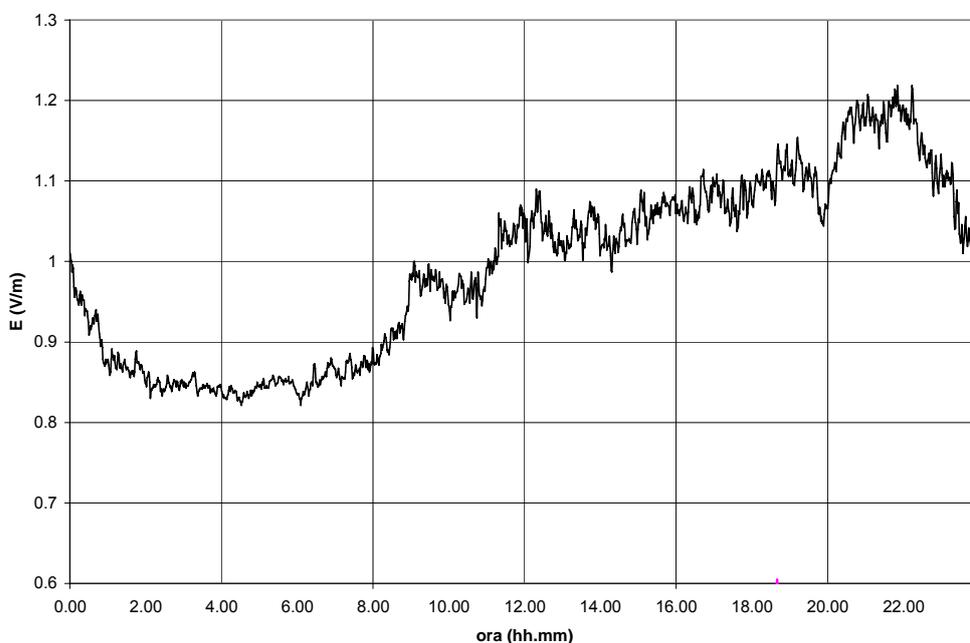


Figura 5.2.3: Giorno tipo: andamento dei valori di campo elettrico nelle 24 ore.

Dai dati relativi al giorno tipo sono state calcolate le medie ogni 6 minuti, intervallo di tempo prescritto dal DM 381/98 per le valutazioni di rispetto dei limiti.

In Figura 5.2.4 è riportata la distribuzione ottenuta ed in Tabella 5.2.3 alcuni parametri statistici della distribuzione.

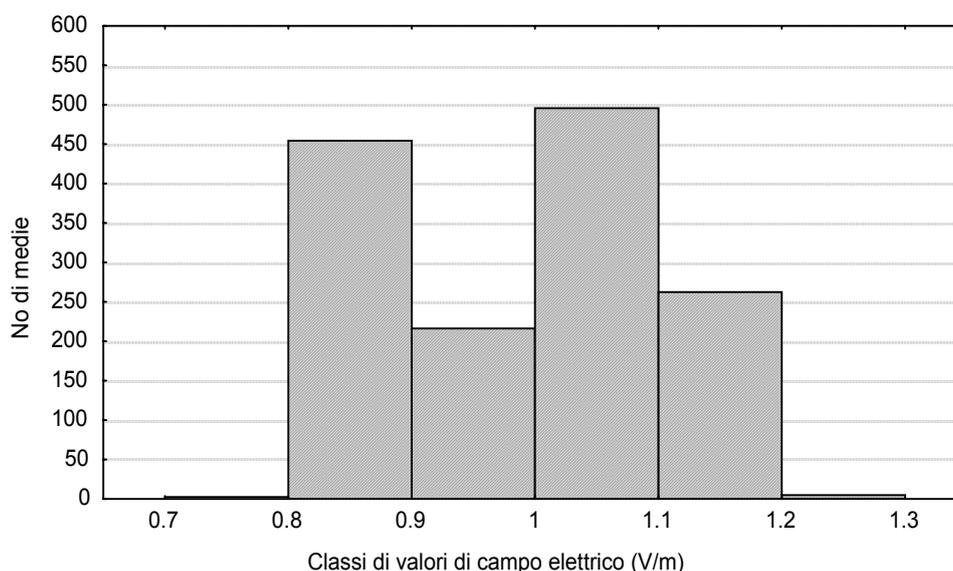


Figura 4: Distribuzione dei valori medi di campo elettrico su 6 minuti ricavati dai dati del giorno tipo.

N. misure	Media (V/m)	Minimo (V/m)	Massimo (V/m)	Deviazione Standard (V/m)
1435	0.99	0.83	1.21	0.11

Tabella 5.2.4 Parametri statistici descrittivi della distribuzione dei valori medi di campo elettrico su 6 minuti

5.2.5 CONCLUSIONI

E' stato presentato il risultato di un monitoraggio in continuo della durata totale di una settimana eseguito in un edificio in prossimità di una stazione radio base prelevando ogni minuto il valore medio del campo elettrico. L'andamento è risultato simile nei vari giorni della settimana e la variazione dei livelli intorno al valore medio, calcolata considerando 2 deviazioni standard della distribuzione dei valori sull'intera settimana di misura, è stata di circa il 30%. L'andamento del giorno tipo ha, inoltre, evidenziato un decremento del livello di campo elettrico nelle ore notturne, una sostanziale equivalenza del livello in tutta la fascia dalle 08:00 a circa le 20:00 ed un leggero aumento nelle ore serali. La distribuzione delle medie su sei minuti effettuata sui dati del giorno tipo mostra una variabilità intorno al valore medio, calcolata considerando 2 deviazioni standard, di circa il

20%. L'acquisizione di dati in continuo può rivelarsi uno strumento importante nella determinazione delle caratteristiche operative degli impianti per telefonia cellulare ed indirizzare la scelta dei periodi di misura per le attività di controllo fornendo indicazioni circa la variabilità dei livelli in ambiti temporali estesi.

5.3 LA STIMA DEI LIVELLI DI CAMPO ELETTRICO PRODOTTO DA ANTENNE RADIOTELEVISIVE E DI TELEFONIA MOBILE IN RELAZIONE AL PROCESSO DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE COMUNALE

De Donato S.R., Rovere F., Bagli, M.T.

Atti del III Convegno Nazionale 'Controllo ambientale degli agenti fisici: dal monitoraggio alle azioni di risanamento e bonifica di Acustica', Biella 7-9 giugno 2006

5.3.1 INTRODUZIONE

Attraverso l'utilizzo di un apposito software modellistico elaborato dall'ARPA di Rimini è stato avviato uno studio, in collaborazione con la Provincia, finalizzato alla stima del contributo degli elettrodotti ad alta e altissima tensione sull'intero territorio provinciale. Per le stime del campo magnetico a bassa frequenza, al fine di considerare la reale struttura delle linee elettriche, il modello suddivide ogni singolo conduttore in segmenti di cui calcola il contributo in ogni punto di una griglia di valutazione. Tutti i contributi parziali vengono infine opportunamente sommati per ottenere il valore del campo magnetico totale in ogni punto di calcolo.

Il software consente di modellizzare le campate dei conduttori in tutte le situazioni complesse con compresenza di più elettrodotti. E' stata inoltre implementata nel modello la possibilità di considerare la quota sul livello del mare di ogni punto di valutazione in modo da ottenere stime a diverse altezze sul livello del suolo. Il modello risponde inoltre alla norma CEI 211-4/1996 nelle condizioni semplificate previste dalla stessa norma.

Le elaborazioni effettuate hanno preso in considerazione, nell'attuale fase di avvio dello studio, l'intero sviluppo delle linee ad alta ed altissima tensione per gli elettrodotti presenti sul territorio di un Comune della Provincia di Rimini. La cartografia prodotta costituisce uno strumento di estrema importanza per le

amministrazioni comunali in termini di pianificazione territoriale. La L.R. n.30/00 prevede, infatti, la possibilità per i Comuni di individuare fasce di rispetto degli elettrodotti in funzione delle caratteristiche strutturali reali degli stessi, prescindendo quindi da ampiezze standard contenute nella Direttiva regionale n.197/01 applicativa della stessa Legge.

Il lavoro esamina le elaborazioni modellistiche in relazione alla citata normativa all'interno del processo di pianificazione territoriale comunale.

5.3.2 ALGORITMO DI CALCOLO

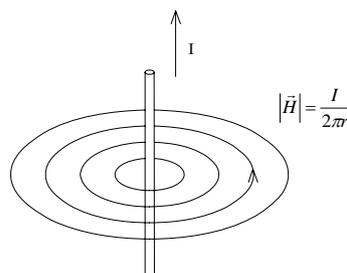
Per il calcolo del contributo dei conduttori delle linee al campo magnetico totale generato in un punto del territorio si è fatto riferimento ad un modello che, nell'ipotesi semplificativa di conduttori rettilinei, paralleli fra loro e di lunghezza indefinita, fornisce gli stessi risultati di quello riportato dalla norma CEI 211-4/1996 [1], [2].

In realtà tuttavia i conduttori di una linea assumono, fra due tralicci consecutivi, la forma di una catenaria; inoltre possono presentarsi in configurazioni di qualsivoglia complessità spaziale.

Per poter considerare tali condizioni si è sviluppato un apposito software che suddivide ogni conduttore della linea in un numero opportuno di segmenti in modo da poter considerare ognuno di questi ultimi rettilineo, mantenendo tuttavia la propria orientazione nello spazio. Si sono quindi opportunamente sommati i contributi dovuti ai singoli segmenti per ottenere il valore del campo magnetico totale in un punto dovuto al contributo di tutte le linee presenti.

In particolare, infatti, ogni conduttore attraversato da corrente è circondato da un campo magnetico che può essere illustrato da linee di forza in forma di cerchi concentrici attorno al conduttore (figura. 5.3.1).

Figura 1 - Campo magnetico di un conduttore



La densità del flusso magnetico di una configurazione di conduttori si calcola secondo la legge di Biot-Savart come sovrapposizione di campi parziali di segmenti di conduttori singoli. Ogni conduttore parziale infinitesimale contribuisce al campo totale secondo la:

$$d\vec{B}(t) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3} I(t)$$

Se si pone il segmento i-esimo di conduttore di lunghezza L nell'origine del sistema di coordinate parallelamente all'asse x (fig. 2), il suo contributo di campo nel punto P(x, y, z) è allora [3]:

$$|\vec{B}_i(t)| = \frac{\mu_0}{4\pi r} I_i(t) \left[\frac{L_i - x_p}{\sqrt{(L_i - x_p)^2 + r^2}} + \frac{x_p}{\sqrt{x_p^2 + r^2}} \right]$$

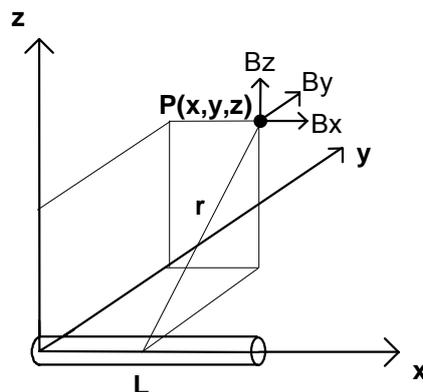
con i componenti di vettore:

$$B_{xi}(t) = 0$$

$$B_{yi}(t) = -\frac{z_p}{\sqrt{y_p^2 + z_p^2}} |\vec{B}_i(t)|$$

$$B_{zi}(t) = \frac{y_p}{\sqrt{y_p^2 + z_p^2}} |\vec{B}_i(t)|$$

Figura 2 - Conduttore parziale nell'origine di coordinate



Ogni conduttore della linea è scomposto secondo questo metodo in un prefinito numero di segmenti. La campata di un conduttore che riflette la forma di una catenaria è assimilata ad una parabola.

Per il calcolo dell'intensità di campo, il punto considerato è trasformato nel sistema di coordinate locale del segmento rispettivo. Questo avviene tramite uno spostamento ed una successiva rotazione. Una volta ricavato il contributo del segmento nel sistema locale di coordinate questo viene ritrasformato nel sistema di coordinate generali.

La somma vettoriale dei contributi di campo fornisce il vettore di campo finale:

$$\vec{B} = \begin{bmatrix} B_x \\ B_y \\ B_z \end{bmatrix}$$

Il procedimento sopra descritto è stato implementato in un opportuno software in grado di calcolare il valore di campo magnetico in ogni punto di una ipotetica griglia, di passo definibile dall'utente, sovrapposta all'area del territorio comunale da analizzare e dovuto all'insieme di tutti i conduttori delle linee interessate.

In tal modo è stato possibile, attraverso ulteriori e opportuni software di elaborazione dati, esprimere i livelli di campo magnetico sotto forma di isolinee ognuna corrispondente ad un particolare valore del campo magnetico.

Inoltre, potendo considerare le quote sul livello del mare di ogni punto di valutazione, tali isolinee possono essere considerate rappresentare il valore di campo magnetico a diverse altezze dal suolo.

5.3.3 UTILIZZO DEL PROGRAMMA

In generale il programma esegue calcoli sui punti di una griglia all'altezza impostata dall'utente.

Il setup iniziale definisce, utilizzando un file formato testo su diverse righe, le coordinate dei punti minimo e massimo della griglia di valutazione, il passo di analisi, l'altezza per la stima, il numero di conduttori da considerare ed il numero di segmenti per conduttore da considerare.

Per ogni singolo conduttore nelle righe successive del file di setup devono inoltre essere specificate le coordinate di inizio e di fine, l'altezza iniziale, finale e a metà campata, la corrente, la fase e, se elicordato, anche il raggio ed il passo della corda.

Nella tabella 5.3.1 è riportato un riassunto delle informazioni di impostazione richieste nel file di setup nel caso di cavi non elicordati.

Tabella 1 – Schema del setup di impostazione

1 ^a riga del file testo per l'impostazione griglia	xmin	ymin	xmax	ymin	Passo griglia	Altezza per la stima	N. segm.		
Una riga per ogni conduttore i-esimo	X _{1ini}	Y _{1ini}	H _{1ini}	H _{M1}	X _{1fine}	Y _{1fine}	H _{1fine}	Corrente ₁	Fase ₁
	X _{2ini}	Y _{2ini}	H _{2ini}	H _{M2}	X _{2fine}	Y _{2fine}	H _{2fine}	Corrente ₂	Fase ₂

	X _{iini}	Y _{iini}	H _{iini}	H _{Mi}	X _{ifine}	Y _{ifine}	H _{ifine}	Corrente _i	Fase _i

Una volta importate anche le coordinate altimetriche del terreno, il file di output è un file di testo costituito dall'indicazione ordinata delle coordinate del punto di griglia di valutazione e del valore di campo magnetico totale calcolato all'altezza dal suolo considerata. I dati sono separati da tabulazione e quindi facilmente importabili in altre applicazioni. Inoltre se per i dati di localizzazione dei conduttori e della griglia di valutazione si sono utilizzate coordinate geografiche metriche il file di output risulta automaticamente georeferenziato.

Un esempio di file di output è riportato di seguito (con B espresso in μT) e per una griglia con estremi in x e y di: (-50,-50) e (50,50):

#X	#Y	#B
-50	50	0.1
-49	50	0.2
-48	50	0.2
50	50	0.5
-50	49	0.3
-49	49	0.3

5.3.4 RISULTATI

Il modello di calcolo verrà applicato alle linee ad alta ed altissima tensione presenti sull'intero territorio della provincia di Rimini. In fase di avvio, l'applicazione è stata realizzata per linee ad alta ed altissima tensione di un singolo Comune.

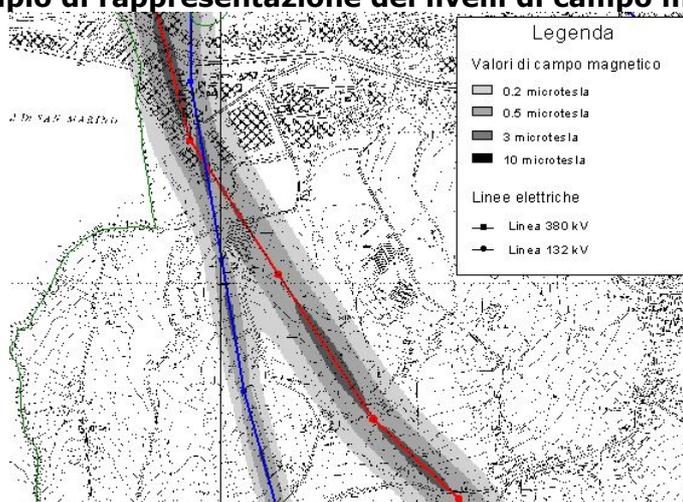
I valori stimati dal complesso delle linee presenti sono stati riprodotti graficamente attraverso isolinee corrispondenti a diversi valori di campo magnetico.

Le caratteristiche strutturali delle linee sono state fornite dai rispettivi gestori, mentre per l'altimetria del terreno si è fatto riferimento ad elaborazioni a partire da dati forniti dalla Provincia.

E' stato impostato un passo di valutazione pari a 5 metri e si sono tenute in considerazione le curve altimetriche del terreno al fine di stimare il campo magnetico ad un'altezza pari ad 1 e 7.5 metri sul livello del suolo. I file di output ricavati sono stati direttamente importati in Surfer, attraverso cui si sono costruite le curve di interpolazione, e quindi in Arcview per la rappresentazione territoriale in forma grafica. Ne è risultato uno shape che riportava, con diversa colorazione, i diversi livelli di campo magnetico stimato. Un parziale esempio, relativo all'incrocio di due linee elettriche, è riportato nella figura 5.3.3.

In particolare sono rappresentate le isolinee di campo magnetico corrispondenti ai valori di 0.2 e 0.5 μT indicati nella Legge Regionale e 3 e 10 μT indicati nel Decreto Nazionale.

Figura 3 – Esempio di rappresentazione dei livelli di campo magnetico calcolati.



5.3.5 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La Legge della Regione Emilia Romagna n. 30/00 e la Direttiva applicativa 197/01 stabiliscono criteri per la localizzazione delle linee elettriche individuando, per le medesime linee, fasce di rispetto tali da garantire il raggiungimento dei valori di 0.5 e 0.2 μT nelle situazioni, rispettivamente, esistenti e di nuova realizzazione.

A tal fine nella Direttiva citata sono indicate le ampiezze delle fasce di rispetto per varie tensioni delle linee, assunte di tipologia standard, utili al fine del raggiungimento dei valori di induzione magnetica sopra ricordati.

Tuttavia la medesima Direttiva, ribadendo che le fasce di rispetto riportate nella medesima norma sono state individuate adottando una tipologia costruttiva standard ed applicando il criterio della massimizzazione dei parametri di calcolo, lascia facoltà di definire ampiezze minori di quelle standard qualora si dimostri il perseguimento del valore di 0.2 μT valutato sulla base della corrente media annua di esercizio riferita all'anno precedente incrementata del 5%, ovvero del 50% della corrente massima di esercizio normale, qualora più cautelativo.

La stessa direttiva prevede inoltre una valutazione specifica attraverso l'utilizzo di modelli di calcolo per quelle tipologie di linee non standard e nelle situazioni caratterizzate dalla compresenza di più linee (incroci, linee parallele, ecc.).

L'esercizio della medesima facoltà è inoltre inteso fare riferimento alla tipologia costruttiva reale dell'elettrodotto ed alle condizioni ambientali (ad es. l'altimetria del terreno) all'interno delle quali si colloca la linea elettrica.

In tale contesto trova applicazione il progetto descritto che, in funzione delle condizioni strutturali reali della linea, considerando la forma delle varie campate e tenendo conto dell'interferenza di linee vicine, mantenendo una intensità di corrente cautelativa pari al 50% della corrente massima di esercizio normale e considerando le caratteristiche del terreno, consente di calcolare la dimensione delle fasce laterali a ciascuna linea in grado di garantire il rispetto dei valori soglia desiderati.

Il calcolo delle fasce di rispetto in riferimento alla reale altezza delle linee dal suolo e con i valori di corrente calcolati come previsto dalla norma CEI in

funzione di quanto sopra ricordato, ha permesso di ottenere, soprattutto per quanto riguarda le linee ad alta tensione, ampiezze minori di quelle previste dalla direttiva regionale.

Nel caso delle linee ad altissima tensione tale condizione si ottiene quando si considera la corrente adottata dalla direttiva regionale, mentre al contrario l'ampiezza della fascia di rispetto risulta maggiore di quella indicata nella direttiva regionale stessa se si considera, per le linee a 380 kV, il 50% del valore di corrente derivato dall'applicazione della specifica norma CEI.

In conclusione i risultati ottenuti dall'applicazione di queste tipologie di modelli di calcolo del campo magnetico generato da elettrodotti, supportati da verifiche dirette sul campo, permettono di considerare questi strumenti informatici come un valido supporto alle attività di pianificazione delle amministrazioni attraverso l'individuazione di fasce di rispetto nell'ambito degli strumenti urbanistici che tengano conto delle reali condizioni degli impianti elettrici e contemporaneamente essere un valido aiuto a tecnici e progettisti che si trovano a dover operare scelte progettuali in prossimità di elettrodotti.

Bibliografia

- P. Bevitori, S.R. de Donato "La valutazione dell'inquinamento elettromagnetico" Maggioli Editore, Collana Ambiente Territorio Edilizia Urbanistica, 2003
- CEI 211-4/1996 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"
- EFC 400 Magnetic and Electric Field Calculation. Manuale utente.

5.4 LA STIMA DEI LIVELLI DI CAMPO MAGNETICO PRODOTTO DA ELETTRODOTTI AD ALTA E ALTISSIMA TENSIONE IN RELAZIONE AL PROCESSO DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE COMUNALE

De Donato S.R., Monti R., Bevitori P., Bagli, M.T.

Atti del III Convegno Nazionale 'Controllo ambientale degli agenti fisici: dal monitoraggio alle azioni di risanamento e bonifica di Acustica', Biella 7-9 giugno 2006

5.4.1 INTRODUZIONE

Attraverso l'utilizzo di un apposito software previsionale elaborato dall'ARPA di Rimini [1] è stato avviato uno studio finanziato dalla Provincia di Rimini e finalizzato alla stima del contributo delle Stazioni Radio Base (SRB) e Radiotelevisive (RTV) sull'intero territorio provinciale. Il software utilizzato per le stime di campi elettromagnetici (cem) in alta frequenza è conforme alla norma CEI 211-10/2002 [2] e quindi, in particolare, utilizza un algoritmo valido in campo libero ed in campo lontano.

E' stata implementata nel modello anche l'altimetria del terreno in modo da ottenere stime a diverse altezze sul livello del suolo.

Le elaborazioni effettuate hanno preso in considerazione le 1983 antenne SRB e RTV presenti in provincia. La cartografia prodotta costituisce uno strumento di estrema importanza per le amministrazioni comunali in termini di pianificazione territoriale: oltre alla normativa nazionale e regionale che prevede per i Comuni la possibilità di un intervento urbanistico inteso come definizione di criteri localizzativi delle sorgenti, è in adozione presso gli stessi comuni un regolamento proposto dalla Provincia di Rimini per la gestione della localizzazione delle SRB che prevede l'individuazione di ambiti territoriali soggetti a determinati livelli di campo elettrico e su cui intervengono fattori limitanti all'installazione delle stesse SRB. Il lavoro discute le elaborazioni modellistiche prodotte in relazione alle citate normative\regolamenti locali al fine della corretta gestione territoriale delle sorgenti cem.

5.4.2 ALGORITMO DI CALCOLO

Per il calcolo del contributo di SRB ed emittenti radiotelevisive al fine della determinazione del campo elettrico totale generato si è fatto riferimento all'algoritmo di calcolo riportato nella norma CEI 211-10/2002. Si tratta in particolare di un metodo di calcolo semplificato del campo elettromagnetico in un punto generico dello spazio. La semplificazione consiste nel calcolare il campo utilizzando una formulazione formalmente valida in condizioni di campo lontano ed in una situazione di spazio libero, trascurando così riflessioni da parte del

terreno, di infrastrutture, vegetazione e strutture orografiche eventualmente presenti. Tale procedura di calcolo risulta tuttavia di estrema utilità in termini protezionistici in quanto porta, nella quasi totalità dei casi, a sovrastimare i valori di campo, ed è pertanto da intendersi di tipo cautelativo. Tale sovrastima si realizza anche per distanze inferiori a quella di campo lontano e quindi la procedura diviene applicabile, nell'ambito delle precedenti considerazioni, anche a distanze minori di quelle a cui si realizza la condizione di onda piana.

Nelle condizioni sopra ricordate il valore efficace del campo elettrico prodotto da un'antenna in un punto dello spazio è dato dalla:

$$E(r, \theta, \varphi) = \frac{\sqrt{30 \cdot P \cdot G(\theta, \varphi)}}{r}$$

dove r , θ e φ rappresentano il punto di valutazione in un sistema di coordinate sferico riferito al centro elettrico della sorgente, P la potenza di alimentazione dell'antenna e $G(\theta, \varphi)$ la funzione guadagno che può essere espressa come:

$$G(\theta, \varphi) \cong G_{MAX} D_V(\theta) D_H(\varphi)$$

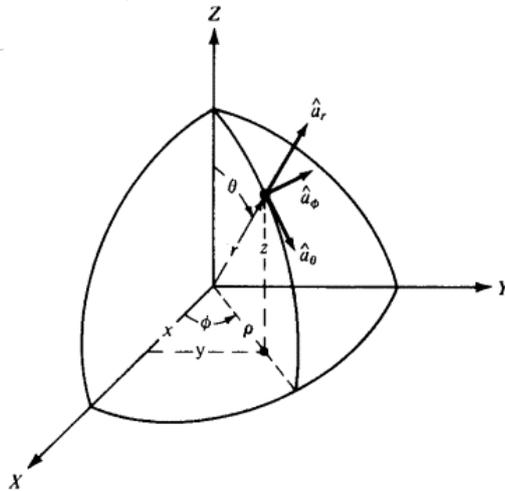
dove $D_V(\theta)$ e $D_H(\varphi)$ sono il diagramma di irradiazione dell'antenna normalizzato a 1, rispettivamente nel piano verticale e orizzontale e G_{MAX} è il valore di guadagno nella direzione di massima irradiazione. I dati disponibili per i diagrammi di irradiazione sono tuttavia disponibili in dB, mentre il guadagno massimo riferito al radiatore isotropo è in dBiso. In questo caso:

$$G(\theta, \varphi)_{dB_i} \cong G_{MAX}(dB_i) + D_V(dB)(\theta) + D_H(dB)(\varphi)$$

$$G_{MAX} = 10^{G_{max}(dB_i)/10}$$

Con riferimento alle espressioni per la funzione guadagno occorre precisare che in un sistema di riferimento sferico si definiscono generalmente gli intervalli delle coordinate come segue (figura. 5.4.1):

Figura 5.4.1 – Rappresentazione degli angoli in un sistema di riferimento sferico.



$$\begin{aligned}
 r &\in [0; \infty] \\
 \theta &\in [-\pi/2; \pi/2] \\
 \varphi &\in [-\pi; \pi]
 \end{aligned}$$

Conseguentemente, mantenendo tali intervalli, nella ricostruzione del diagramma di irradiazione verticale viene considerata solo la parte di ampiezza angolare pari a 180° contenente il lobo principale.

I valori di campo calcolati vanno riferiti al sistema di riferimento globale. In particolare occorre quindi far riferimento, per ogni antenna, alle formule di passaggio tra il sistema di riferimento locale dell'antenna e quello del sistema globale, tenendo conto della posizione dell'antenna, della direzione di puntamento e dell'angolo di tilt meccanico, avendo già considerato il tilt elettrico dell'antenna nel diagramma di irradiazione.

In pratica, considerando un sistema di riferimento globale nelle coordinate cartesiane x_G , y_G e z_G in cui la direzione x_G indichi l'Est geografico, la direzione y_G il Nord geografico e la direzione z_G lo zenith, ed un'antenna avente:

- centro elettrico posizionato nel punto di coordinate x_A , y_A e z_A nel sistema di riferimento globale x_G , y_G e z_G ;
- angolo tra la proiezione dell'asse del lobo principale di radiazione sul piano x_G , y_G e l'asse z_G (misurato in senso antiorario) pari ad α ;
- angolo di tilt meccanico dell'antenna β , misurato tra l'asse meccanico principale dell'antenna e l'asse z_G .

l'espressione delle coordinate del sistema locale in funzione delle coordinate del sistema globale può essere indicata come:

$$\begin{bmatrix} x_L \\ y_L \\ z_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha \cos \beta & \sin \alpha \cos \beta & -\sin \beta \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ \cos \alpha \sin \beta & \sin \alpha \sin \beta & \cos \beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_G - x_A \\ y_G - y_A \\ z_G - z_A \end{bmatrix}$$

$$r_L = \sqrt{(x_G - x_A)^2 + (y_G - y_A)^2 + (z_G - z_A)^2}$$

$$\theta_L = \text{asin} \left(\frac{z_L}{r_L} \right)$$

$$\varphi_L = \text{asin} \left(\frac{y_L}{\sqrt{r_L^2 - z_L^2}} \right) \text{sgn}(x_L) + \frac{\pi}{2} \text{sgn}(y_L)(1 - \text{sgn}(x_L))$$

Quando ci si trova in presenza di più antenne trasmettenti è necessario operare le valutazioni di campo elettromagnetico considerando contemporaneamente le emissioni di tutte le antenne che contribuiscono al valore di campo. Considerando che le sorgenti di segnale risultano essere non correlate, i contributi di campo di ogni antenna i-esima vengono sommati quadraticamente secondo la:

$$E = \sqrt{\sum_{i=1}^M E_i^2}$$

dove M è il numero di sorgenti che contribuiscono al valore di campo elettrico. Il procedimento di calcolo per il campo elettrico E generato in un punto dello spazio da più sorgenti può essere reiterato per determinare il valore di campo elettrico su una griglia di punti sovrapposta all'area che si vuole analizzare. Inoltre il modello di calcolo è in grado di assumere le coordinate del terreno in modo tale da creare griglie di valutazione che rappresentano i livelli di campo elettrico a diverse quote sul livello del suolo.

5.4.3 UTILIZZO DEL PROGRAMMA

In generale il programma esegue calcoli sui punti di una griglia orizzontale alle diverse altezze indicate.

Il setup di impostazione definisce, utilizzando un file formato testo su diverse righe, le coordinate dei punti minimo e massimo della griglia di valutazione, il

passo di analisi, le altezze per le stime ed il passo relativo, il numero di antenne ed il fondo eventualmente già presente nella zona da esaminare.

Per ogni singola antenna, inoltre, devono essere specificate le coordinate di localizzazione, l'altezza del centro elettrico, potenza, guadagno, direzione di irraggiamento, tilt meccanico e sigla del diagramma di irradiazione. Il diagramma di irradiazione deve essere un file testo contenente il diagramma di antenna totale in campo lontano orizzontale e verticale del tipo riportato, in forma parziale, nell'esempio seguente con le attenuazioni espresse in dB:

NAME 739494

FREQUENCY 1862.5

GAIN 15.85 dBd

TILT

COMMENT DATE 28.08.2000 + 45 degrees polarized system

HORIZONTAL 360

0.0 0.0

1.0 0.0

2.0 0.0

3.0 0.0

357.0 0.0

358.0 0.0

359.0 0.0

VERTICAL 360

0.0 0.0

1.0 0.4

2.0 1.5

3.0 3.2

357.0 2.0

358.0 0.8

359.0 0.1

Nella tabella 5.4.1 è riportato un riassunto delle informazioni di impostazione richieste nel file di setup.

Tabella 1 – Schema del setup di impostazione

1 ^a riga del file testo per l'impostazione della griglia	xmin	ymin	xmax	ymin	Passo griglia	Altezza max	Altezza min	Passo altezza	N. ant.	E _{fondo}
Una riga per ogni antenna i _{esima}	X _{1CE}	Y _{1CE}	H _{1CE}	Potenza ₁	G ₁	Direzione ₁	Tilt ₁	Sigla diagramma irradiaz. ₁		
	X _{2CE}	Y _{2CE}	H _{2CE}	Potenza ₂	G ₂	Direzione ₂	Tilt ₂	Sigla diagramma irradiaz. ₂		
		
	X _{iCE}	Y _{iCE}	H _{iCE}	Potenza _i	G _i	Direzione _i	Tilt _i	Sigla diagramma irradiaz. _i		

Una volta importate anche le coordinate altimetriche del terreno, i file di output, uno per ogni altezza considerata, sono file di testo costituiti dall'indicazione ordinata delle coordinate del punto di griglia di valutazione e del valore di campo totale calcolato alla specifica altezza dal suolo considerata. I dati sono separati da tabulazione e quindi facilmente importabili in altre applicazioni. Inoltre se per i dati di localizzazione delle antenne e della griglia di valutazione si sono utilizzate coordinate geografiche metriche il file di output risulta automaticamente georeferenziato.

Un esempio di file di output è riportato di seguito (con E espresso in V/m) e per una griglia con estremi in x e y di: (-50,-50) e (50,50):

#X	#Y	#E
-50	50	3.3
-49	50	3.4
-48	50	3.4
50	50	4.5
-50	49	3.3
-49	49	3.3

5.4.4 RISULTATI

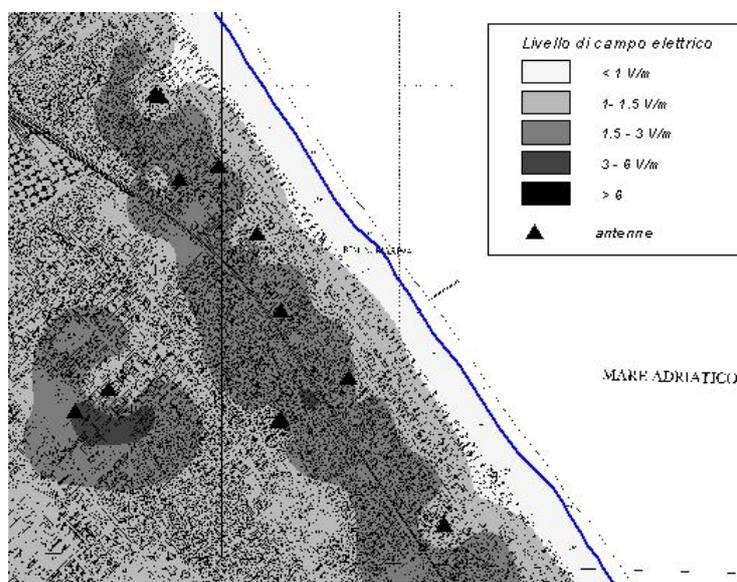
Il modello di calcolo è stato applicato all'intera provincia di Rimini al fine di considerare il contributo, su ogni punto della griglia di valutazione, del complesso delle antenne radiotelevisive e delle stazioni radio base.

Ne è risultato un file di impostazione con 1983 antenne, di cui 74 RTV, il cui contributo è stato complessivamente considerato in ogni punto d'esame.

Le caratteristiche tecniche degli impianti considerate nel calcolo sono quelle contenute nei progetti presentati dalle emittenti in sede di richiesta di autorizzazione. In questo senso rappresentano le configurazioni massime, in termini di potenza reale installata, che i gestori possono implementare sugli impianti.

E' stato impostato un passo di valutazione pari a 10 metri e si sono tenute in considerazione le curve altimetriche del terreno al fine di stimare il campo elettrico ad un'altezza pari 10 metri sul livello del suolo. Il file di output ricavato è stato direttamente importato in Surfer, attraverso cui si sono costruite le curve di interpolazione, e quindi in Arcview per la rappresentazione grafica su base territoriale. Ne è risultato uno shape che riportava, con diversa colorazione, i diversi livelli di campo elettrico stimato. Un parziale esempio, relativo alla parte costiera della provincia di Rimini, è riportato in figura 2.

Figura 2 – Esempio di rappresentazione dei livelli di campo elettrico calcolati.



5.4.5 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La Legge n. 36/2001 stabilisce all'art. 8 la potestà dei Comuni di emanare regolamenti per assicurare il corretto insediamento degli impianti e minimizzare l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici. Sulla base del medesimo principio la Regione Emilia-Romagna con propria Legge e successiva Direttiva ha stabilito, in particolare per le SRB, il divieto all'installazione in aree destinate ad attrezzature sanitarie, assistenziali e scolastiche e, per installazioni in prossimità di dette aree, la necessità di perseguire obiettivi di qualità che minimizzino l'esposizione.

In tale ambito la Provincia di Rimini ha coordinato la stesura di un Regolamento comunale tipo contenente indicazioni per il corretto insediamento degli impianti di telefonia sui territori comunali. Tale proposta di Regolamento è stata quindi consegnata ai Comuni per la discussione e l'approvazione. A tutt'oggi 10 dei 20 Comuni della Provincia si sono dotati di un Regolamento in materia.

Fra i punti salienti della proposta di Regolamento vi è l'introduzione delle aree di attenzione definite, fra l'altro, come quelle aree interessate da valori di campo elettrico stimato o misurato superiore ad una soglia che gli stessi comuni sono chiamati ad individuare e che viene suggerita, a titolo di esempio, pari al valore di 3 V/m. L'installazione di un nuovo impianto in zona di attenzione prevede che il gestore possa essere chiamato a proporre localizzazioni alternative e debba comunque adottare tutti gli accorgimenti possibili in termini di caratteristiche degli impianti e tecnologie applicate tesi ad una minimizzazione dell'esposizione.

In tale contesto normativo/regolamentare le elaborazioni mostrate nel presente lavoro hanno acquistato presso le Amministrazioni comunali il valore di strumento a supporto della pianificazione in quanto in grado di individuare sul territorio tutte le aree caratterizzate da specifici valori di campo elettrico.

I Comuni possono quindi, in funzione di quanto riportato in tale strumento, concordare con i gestori degli impianti le proposte di nuove collocazioni. Tale strumento risulta inoltre di estrema utilità per i gestori degli impianti in quanto fornisce una visione complessiva dei livelli di campo elettrico presenti sul territorio stesso derivato dall'insieme dei contributi delle SRB di tutti i gestori e

del complesso delle antenne radiotelevisive consentendo quindi, già in fase preventiva, di ottimizzare le proposte di localizzazione dei nuovi impianti.

Bibliografia

- [1] P. Bevitori, S.R. de Donato "La valutazione dell'inquinamento elettromagnetico" Maggioli Editore, Collana Ambiente Territorio Edilizia Urbanistica, 2003

- [2] CEI 211-10/2002 "Guida alla realizzazione di una Stazione Radio Base per rispettare i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici ad alta frequenza"

5.5 SORGENTI DI CAMPI ELETTRICI E DI CAMPI MAGNETICI A FREQUENZA INDUSTRIALE NELL'AMBIENTE ESTERNO

Paolo Bevitori

tratto da "La schermatura dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" Franco Angeli Editore (2007)

5.5.1 INTRODUZIONE

Per campi elettrici e magnetici a bassa frequenza si intendono generalmente quei campi compresi nell'intervallo tra 0 Hz e 3 kHz.

In questo capitolo ci occuperemo dei campi a frequenza industriale generati dall'utilizzo dell'energia elettrica alla frequenza di 50 Hz, la frequenza della cosiddetta rete elettrica.

Oltre ai dispositivi utilizzabili o presenti in ambienti confinati, fra i quali possono essere ricordati gli impianti elettrici civili ed industriali, le apparecchiature elettriche per la casa (elettrodomestici), per l'ufficio e per le applicazioni industriali e sanitarie, che non tratteremo in questa sede, diverse sorgenti di campi elettrici e magnetici a 50 Hz come le linee elettriche di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica e gli impianti di trasformazione sono presenti in ambiente esterno.

Tali sorgenti costituiscono la principale fonte di esposizione cronica ai campi a frequenza industriale sia per la modalità di funzionamento ininterrotto nel tempo sia, soprattutto nel caso delle linee elettriche, per la capacità di determinare campi di livello importante anche a molte decine di metri di distanza.

5.5.2 LINEE ELETTRICHE

Le linee elettriche possono essere schematicamente così rappresentate:

a) Linee elettriche di trasporto ad altissima tensione (AAT - 220-380 kV): sono dedicate al trasporto dell'energia elettrica e sono l'ossatura di base del sistema elettrico. Collegano le centrali di produzione alle stazioni di distribuzione ed interessano, di norma, ambiti super regionali (Figura 5.5.1).



Figura 5.5.1 - Linea elettrica ad altissima tensione

b) Linee elettriche di distribuzione o linee di subtrasmissione ad alta tensione (AT - in prevalenza 132-150 kV): partono dalle stazioni elettriche ed alimentano le grandi utenze o le cabine primarie da cui originano le linee di distribuzione a media tensione (Figura 5.5.2).



Figura 5.5.2 - Linee elettriche ad alta tensione

c) Linee elettriche di distribuzione a media tensione (MT - in prevalenza 15-20 kV): partono dalle cabine primarie ed alimentano le cabine secondarie e le medie utenze industriali e talvolta utenti particolari (figura 5.5.3).



Figura 5.5.3 - Linea elettrica a media tensione

d) Linee elettriche di distribuzione a bassa tensione (BT - 380 V): partono dalle cabine secondarie e alimentano gli utenti della zona.

Le linee elettriche possono essere aeree (in conduttori nudi o in cavo) o interrate.

5.5.3 LINEE AEREE

Le linee aeree in conduttori nudi sono costituite essenzialmente da un fascio di conduttori "attivi" (cioè effettivamente utilizzati per il trasporto della corrente), dagli isolatori, dalle funi di guardia e dai supporti o sostegni.

I conduttori attivi sono cavi metallici tesi tra i sostegni. In essi fluisce la corrente trasportata dall'elettrodotto.

I conduttori "attivi" sono di regola organizzati in gruppi di tre, detti terne trifase. La tensione e la corrente nei tre conduttori di una terna trifase risultano di uguale ampiezza, ma con differenza di fase di 120° l'uno dall'altro. Un elettrodotto può essere costituito da un solo gruppo di tre conduttori attivi (ed allora si parla di semplice terna) oppure due gruppi (doppia terna).

Gli isolatori sono simili a coppe di vetro rovesciate e servono a mantenere i conduttori distanti e quindi elettricamente isolati dai sostegni.

Le funi di guardia sono particolari conduttori non percorsi da corrente e senza tensione, con funzioni di parafulmine.

I sostegni sono supporti verticali costituiti da grandi tralicci metallici o da pali in acciaio o in cemento.

La distribuzione di carica elettrica che si stabilisce sui conduttori sotto tensione produce un campo elettrico nello spazio circostante, il cui valore dipende dalla tensione di esercizio che si mantiene costante in qualunque condizione di esercizio, dalla distanza del punto di valutazione dai conduttori stessi (l'intensità del campo elettrico presenta il suo valore massimo nell'area sottostante la linea ma diminuisce rapidamente quando ci si allontana) dalla disposizione geometrica dei conduttori nello spazio e dalla loro distanza reciproca (più è bassa tale distanza minore è l'intensità del campo elettrico) ed infine dalla loro altezza da terra (a metà campata dove i conduttori presentano solitamente la minima altezza dal suolo il campo è più elevato).

Come valore tipico, immediatamente sotto ad una linea ad altissima tensione (la cui tensione di esercizio sia pari a 380 kV, cioè 380000 V) in corrispondenza della minima distanza da terra dei conduttori si può misurare un campo elettrico fino a circa 4500-5000 V/m mentre sotto una linea a bassa tensione, la cui tensione di esercizio è almeno 1000 volte più bassa (220 o 380 V) il campo elettrico, che come abbiamo ricordato, dipende principalmente dalla tensione della linea, risulta quasi nullo.

La corrente che circola sulla linea elettrica genera un campo magnetico.

Poiché la corrente può variare nell'arco della giornata, della settimana o dell'anno a seconda della richiesta di energia da parte dell'utenza, anche l'intensità del campo magnetico varia di conseguenza.

Ad esempio, ci possiamo aspettare che le linee che servono aree industriali presentino massimi di corrente (e quindi di campo magnetico) durante le ore lavorative, per via dell'alimentazione degli apparati industriali. Invece, le linee che servono aree residenziali, presenteranno un massimo di corrente e di campo magnetico nelle ore serali, soprattutto per le esigenze dei sistemi di

illuminazione. Durante le ore notturne, corrente e campo magnetico si assestano in genere sui valori minimi.

Il campo magnetico prodotto dalle linee aeree in un determinato punto dello spazio dipende oltre che dall'intensità della corrente che circola nei conduttori, dalla disposizione geometrica dei conduttori nello spazio e dalla loro distanza reciproca, dalla loro altezza e dalla distanza del punto di valutazione da essi.

Sebbene non sia del tutto automatico, in genere ad un aumento della tensione di esercizio di un elettrodotto corrisponde un aumento della corrente trasportata e di conseguenza un campo magnetico più elevato.

Come valore tipico al di sotto di una linea elettrica ad altissima tensione (380 kV) nell'ipotesi di una intensità di corrente pari alla massima portata nominale dei conduttori (1500 A) e nel punto di minima altezza dei conduttori ci si deve aspettare un campo magnetico di circa 20 μT .

Al di sotto di linee a tensione inferiore nelle stesse condizioni i campi sono in genere più bassi in quanto se minore è la tensione minore è la corrente che circola.

Si tratta in ogni caso, specie per il campo magnetico, di valori nettamente inferiori ai limiti fissati dalla normativa attualmente in vigore (DPCM 8/7/2003). Essa infatti, per gli effetti acuti, ammette infatti valori massimi di 5 kV/m per il campo elettrico e 100 μT per il campo magnetico.

Se l'esposizione avviene invece all'interno di un edificio, la situazione è differente. Sono state effettuate numerose indagini ambientali sia in Italia sia all'estero per determinare l'esposizione di gruppi di persone residenti in prossimità delle principali tipologie di linee elettriche.

Per quanto riguarda il campo elettrico, questo viene efficacemente schermato dalle pareti dell'edificio e da altri ostacoli (alberi, vegetazione) per cui anche in zone dove il campo esterno è dell'ordine delle migliaia di volt al metro, all'interno si rilevano al più livelli dell'ordine di qualche decina di volt al metro a seconda del tipo di materiale e delle caratteristiche della struttura edilizia.

Ovviamente, in questa situazione non è detto che rientrino giardini, terrazze ed altre dipendenze esterne di una abitazione.

Per quanto riguarda invece il campo magnetico nel caso di linee elettriche ad alta ed altissima tensione i campi interessano le abitazioni entro una fascia di 50 – 100 metri.

I valori tipici di campo magnetico riscontrati negli edifici all'interno di tale fascia coincidono con quelli rilevabili all'esterno e risultano, in molti casi, inferiori ai 10 microtesla prevista dalla normativa vigente per esposizioni prolungate nel tempo ma spesso superiori alla soglia di 0,2 - 0,5 microtesla prevista da alcune leggi regionali e oltre la quale, secondo alcune controverse indagini epidemiologiche non definitivamente confermate, in caso di esposizione protratta molto a lungo nel tempo aumenterebbe il rischio di contrarre alcune gravi malattie, quali per esempio la leucemia infantile.

Nel caso invece di linee di distribuzione a media e bassa tensione (MT e BT) il campo magnetico, a causa delle minori correnti circolanti, è ovviamente più basso di quello riscontrabile per le linee sopracitate. Il campo magnetico può raggiungere un valore massimo di circa 2 microtesla in corrispondenza dell'asse della linea, mentre a una distanza di circa 20 metri dal centro della linea esso decresce fino ad un valore di fondo pari a circa 0,1 microtesla.

5.5.4 LINEE INTERRATE

Le linee interrate sono costituite da tre conduttori, tenuti separati da un isolante e racchiusi in una guaina protettiva. Tali cavi vengono sepolti a circa 1,5 – 2 metri nel sottosuolo. Questo approccio comporta un duplice meccanismo di abbattimento. In primo luogo, il campo elettrico disperso viene praticamente azzerato dall'azione schermante operata dal terreno che, a differenza dell'aria (assimilabile ad un buon isolante), si comporta come un discreto conduttore elettrico.

In secondo luogo, come avviene per il cavo aereo, la grande compattezza del cavo (ovvero la ridottissima interdistanza mutua tra i vari conduttori) determina una rapida attenuazione dell'intensità del campo magnetico con la distanza dalla linea. Infatti, mentre nelle immediate vicinanze di una linea in cavo interrato ci si devono aspettare valori dello stesso ordine di grandezza di quelli riscontrabili sotto una linea aerea tradizionale di caratteristiche corrispondenti, non appena ci

si allontana anche di pochi metri dalla linea interrata i valori attesi decadono assai rapidamente a livelli che, per la linea aerea, richiederebbero distanze di molte decine di metri. Una ulteriore riduzione può essere ottenuta disponendo i cavi in una configurazione "a trifoglio" (la sezione della linea assomiglia ad un triangolo equilatero con i cavi nei vertici) piuttosto che sullo stesso piano.

Si può ulteriormente ridurre il campo magnetico prodotto dai cavi interrati adottando dispositivi di schermatura esterni al cavo stesso, per esempio utilizzando griglie di conduttori aggiuntivi, lastre piane o tubazioni di materiale ferromagnetico o conduttore.

Purtroppo non è possibile adottare di regola i cavi interrati invece delle linee elettriche aeree nonostante si possa ridurre oltre al campo magnetico anche l'impatto visivo perché, specie alle tensioni più elevate, vi sono ancora da risolvere alcuni problemi tecnici, che rendono problematica o antieconomica l'adozione generalizzata dei cavi interrati. Ricorderemo, per fare un paio di esempi, la questione dell'impatto ambientale dei lavori di posa ed il problema della potenza reattiva.

Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, è noto che, oltre una certa lunghezza del cavo, la componente reattiva (capacitiva) della corrente nel cavo diviene uguale a quella massima trasmissibile ed il cavo, quindi, non è più in grado di trasportare energia.

Anche il fattore economico ha la sua importanza in quanto, a parità di caratteristiche funzionali, il cavo interrato presenta un costo da 3 a 6 volte maggiore di quello della linea aerea corrispondente. È altresì evidente che la tecnologia del cavo interrato risulterà sempre più costosa, fintantoché non avrà una diffusione significativa.

Per i problemi sopracitati i cavi interrati sono utilizzati per ora soprattutto nelle basse e medie tensioni. In diverse città si stanno iniziando ad installare (per lo più su brevi tratte) anche cavi interrati in sostituzione o in alternativa alle linee aeree ad alta tensione.

5.5.5 IMPIANTI DI TRASFORMAZIONE

Oltre alle linee elettriche, esistono nell'ambiente esterno anche altre sorgenti significative di campi elettrici e di campi magnetici a 50 Hz quali, in primo luogo, le infrastrutture destinate alla trasformazione della tensione elettrica. Esse possono essere suddivise in diverse tipologie, come descritto nel seguito.

Stazioni primarie, collocate di solito in prossimità di alcuni centri o utenze importanti, servono a trasformare l'energia dalla altissima tensione di trasporto (380 kV) a quella delle reti di distribuzione ad alta tensione (132-150 kV).

Cabine primarie o sottostazioni, collocate vicino alle aree urbane, trasformano l'energia dall'alta tensione (132-150 kV) alla media tensione di distribuzione (15-30 kV) (Figura 5.5.4).



Figura 5.5.4 – Cabina Primaria

Cabine secondarie o cabine di trasformazione MT/BT, trasformano l'energia dalla media tensione (MT, 15-30 kV) alla bassa tensione di utilizzazione (BT, 220-380 V). Queste possono essere costituite in muratura in elevazione (torri) o basse, a seconda che siano allacciate rispettivamente a linee aeree o in cavo. In alcuni casi possono essere costituite da impianti di trasformazione a palo.

Cabine a torre e trasformatori a palo sono destinati a sparire gradualmente, mentre negli ultimi anni diverse cabine alimentate in cavo interrato sono state sovente realizzate in appositi locali all'interno di edifici.

La situazione per le stazioni di trasformazione (AAT/AT) e le cabine primarie o sottostazioni (AT/MT) differisce da quanto visto per gli elettrodotti, a causa della notevole complessità e variabilità delle tipologie coinvolte. In linea di massima, si può osservare che i campi generati dalle infrastrutture di questo tipo si attenuano con la distanza più rapidamente di quelli degli elettrodotti e vista l'esistenza di recinzioni che mantengono le zone accessibili al pubblico ad una considerevole distanza dalle varie apparecchiature, si può concludere che tali stazioni e cabine diano un contributo trascurabile ai campi magnetici nell'ambiente circostante.

Ciò significa che a parità di tensioni e correnti coinvolte, le distanze indicate per gli elettrodotti risultano a maggior ragione cautelative anche per esse.

Ciò è confermato dai risultati di misure che hanno mostrato come, nelle immediate vicinanze delle recinzioni degli impianti in questione, i campi siano largamente inferiori a 1 microtesla.

Coloro che abitano in edifici prossimi a queste sorgenti possono comunque essere esposti ai campi magnetici generati dalle linee elettriche afferenti a tali impianti, in particolar modo se si tratta di linee aeree.

Per quanto riguarda le cabine secondarie (cabine di trasformazione MT/BT), occorre distinguere varie situazioni.

Nel caso, che risulta il più comune, di cabine sistemate all'esterno di edifici ed alimentate con cavi interrati, il campo magnetico è trascurabile già ad una distanza di pochi metri dalla cabina stessa, mentre il campo elettrico, grazie alla schermatura offerta dalle pareti, è trascurabile già a poche decine di centimetri da esse.



Figura 5.5.5 - Cabina secondaria esterna

Se si tratta di cabine alimentate con conduttori aerei ("cabine a torre"), il campo magnetico dipende soprattutto dalla corrente circolante nei conduttori e dalla loro distanza, mentre la distanza dalla cabina ha scarsa rilevanza. Di solito, comunque, già a circa 5 metri dai conduttori a media e bassa tensione il campo è trascurabile.

La situazione è analoga per i trasformatori a palo.

Nel caso di cabine poste dentro gli edifici, negli appartamenti adiacenti o in quelli posti al di sopra della cabina si possono rilevare campi magnetici in alcuni casi anche fino ad alcuni microtesla (Figura 5.5.6).



Figura 5.5.6- Cabina secondaria interna ad un edificio

Non dimentichiamoci, tra l'altro, che le cabine MT/BT incorporate negli edifici sono numerose, per fare un esempio in Emilia-Romagna sono circa 5.000 le cabine poste dentro edifici.

Nel caso delle cabine adiacenti ad un appartamento il campo magnetico è di norma apprezzabile solo nella stanza immediatamente confinante con la cabina; esso si riduce assai rapidamente con la distanza, per cui nelle altre stanze si rilevano in genere i normali valori tipici presenti in qualunque appartamento urbano.

Anche nel caso di un appartamento che si trova sopra ad una cabina di trasformazione MT/BT, si rilevano in genere campi magnetici di valore apprezzabile (fino a qualche microtesla) solo nella stanza immediatamente al di sopra dell'impianto. Rispetto al caso precedente, comunque, è presente una maggior variabilità da caso a caso, a seconda di numerosi fattori, quali per esempio la posizione dei cavi a bassa tensione, la posizione del trasformatore, e così via.

5.5.6 METODI DI MISURA E DI CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Il campo elettrico ed il campo magnetico prodotti dalle linee elettriche possono essere tanto misurati per mezzo di specifica strumentazione quanto calcolati mediante appositi modelli di calcolo.

Per quanto riguarda le misure oggi sono disponibili diversi strumenti che offrono buone prestazioni e garanzia di affidabilità. E' consigliabile l'impiego di strumenti triassiali (isotropici).

Mentre per le alte frequenze il decreto specifica anche la metodica di misura da adottare, nel caso delle basse frequenze il D.P.C.M. 8/7/2003 non indica le procedure di misura e valutazione ma rimanda ad una futura emanazione di Linee Guida elaborate dal sistema agenziale Apat-Arpa. Vista la mancata emanazione, ad oggi, di tali Linee Guida conviene mettere a punto adeguati metodi e protocolli di misura finalizzati alla verifica del rispetto dei limiti della normativa facendo riferimento sia alle tecniche di misurazione indicate dalla norma CEI 211-6 e successivi adeguamenti sia alle norme di buona tecnica.

Alla luce delle riflessioni sopra riportate vengono riportate di seguito alcune semplici considerazioni e forniti alcuni suggerimenti per orientare opportunamente l'esecuzione di misure.

Per esempio nel caso del campo elettrico sono sufficienti misure istantanee considerato che il campo è costante e affinché le misure siano rappresentative l'operatore deve evitare di perturbarlo.

E' necessario che le misure siano eseguite tenendo conto che cattive condizioni atmosferiche possono alterare le misure e che la presenza di oggetti conduttori in movimento vicino al luogo di misura possono produrre significative variazioni di campo elettrico.

Nel caso del campo magnetico conviene effettuare registrazioni continue (non minori di 24 ore e con un tempo di acquisizione non inferiore a 300 secondi) in modo che le variazioni del campo siano attribuibili alle variazioni del carico della sorgente stessa.

Per una valutazione più approfondita, sarebbe opportuno conoscere il valore della corrente nello stesso periodo di misura del campo magnetico e per l'intero periodo e assumendo l'ipotesi di proporzionalità tra le due grandezze ricavarsi la costante di proporzionalità. Ciò permetterebbe di stimare il campo magnetico riferito a diverse intensità di correnti circolanti sulla linea.

I campi elettrici e magnetici possono essere anche calcolati attraverso l'utilizzo di modelli di calcolo.

Mentre risulta interessante il ricorso a modelli per il calcolo del campo magnetico in quanto permette di simulare qualsiasi condizione di funzionamento degli impianti meno utili oltre che molto più complessi e onerosi da gestire sono invece i modelli per il calcolo del campo elettrico per il quale è sufficiente effettuare semplicemente una serie di misure puntuali dato che i campi dipendono dalla tensione e sono praticamente costanti (variazioni inferiori al 5 %). Per l'applicazione dei modelli di calcolo è necessaria la conoscenza di alcuni dati quali le caratteristiche geometriche della linea (diametro dei conduttori e loro reciproca posizione dello spazio, altezza da terra), le sue caratteristiche elettriche (tensione, corrente e disposizione delle fasi) e la posizione del punto dove devono essere valutati i campi rispetto ai conduttori della linea. Alcuni di questi dati

possono essere ottenuti mediante un sopralluogo ai siti interessati, altri devono essere necessariamente richiesti al gestore dell'impianto.

I modelli più semplici presentano oltre al vantaggio di poter essere utilizzati da chiunque per la loro semplicità applicativa alcuni svantaggi, per esempio l'impossibilità di valutare un intero percorso con una singola simulazione (ciascuna campata, presentando differenti altezze da terra, necessita di una specifica elaborazione), ciascuna campata viene calcolata considerando i conduttori paralleli al terreno ad una altezza pari a quella del franco minimo (ipotesi più cautelativa), non sono applicabili in caso di olografie complesse, presentano problemi nel caso di testate diverse dei due sostegni di inizio e fine campata, impossibilità di importare direttamente i dati cartografici.

Recentemente sono stati messi a punto modelli di calcolo più articolati e complessi anche se piuttosto costosi che presentano diversi vantaggi rispetto ai precedenti, tra i quali la possibilità di valutare un intero percorso con una singola simulazione impostando i parametri necessari, ciascuna campata viene calcolata considerando la reale altezza dal suolo dei conduttori e dei sostegni tenendo conto anche di olografie complesse ed anche se sono presenti testate diverse fra i sostegni, la possibilità di importare direttamente i dati cartografici e costruire una mappa realistica degli andamenti del campo magnetico lungo un percorso anche in presenza di incroci, linee parallele, ecc., utilizzo da parte delle amministrazioni pubbliche soprattutto nella fase di progettazione di strumenti urbanistici, possibilità di valutare anche linee interrato o aeree con cavi elicoidali.

Al contrario di quanto avviene per le linee elettriche, nel caso di impianti di trasformazione è molto improbabile poter ottenere previsioni accurate dei valori di campo magnetico mediante l'utilizzo di modelli matematici, a causa della grande variabilità di configurazioni possibili ed al conseguente elevato numero di parametri in gioco.

5.5.7 NORMATIVE PER LE FREQUENZE INDUSTRIALI

Come previsto dall'art. 4 della Legge quadro n. 36/2001 sono stati approvati nel luglio 2003 due decreti attuativi di cui uno relativo ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz ed

uno relativo campi elettrici e magnetici a frequenza industriale (elettrodotti). I due decreti sono stati pubblicati sulla G.U. n. 200 del 29/8/2000.

Quest'ultimo, quello cioè sui campi a frequenza industriale, il DPCM 08/07/03, modifica i valori limite previsti dal DPCM 23/04/92, integrato dal successivo DPCM 28/09/95, abrogandone in quanto incompatibili le disposizioni. Tale decreto fissa i limiti di esposizione per la protezione della popolazione ai campi elettrici e magnetici a 50 Hz generati dagli elettrodotti pari a 100 μ T per il campo magnetico e 5 kV/m per il campo elettrico. Il decreto prevede inoltre, a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle ventiquattro ore nelle normali condizioni di esercizio, da rispettarsi nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere. Infine, all'art. 4 dello stesso Decreto, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il campo magnetico (sempre inteso come mediana dei valori nell'arco delle ventiquattro ore nelle normali condizioni di esercizio), da perseguirsi sia nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore sia nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio.

Si sottolinea comunque l'attuale situazione di transitorietà e di incertezza normativa, che non permette di definire chiaramente i superamenti rispetto al DPCM 08/07/03, né di procedere efficacemente agli eventuali risanamenti programmati, vista la mancata emanazione, ad oggi, sia delle Linee Guida elaborate dal sistema agenziale Apat-Arpa relative alle procedure di misura e valutazione per l'individuazione dei superamenti del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità, sia del Decreto attuativo della Legge Quadro 36/01, previsto all'art. 4, comma 4 della stessa legge, che dovrebbe determinare i criteri di elaborazione dei piani di risanamento.

A proposito delle stazioni elettriche e della cabine secondarie, vi è una questione non ancora ben chiarita: in base all'articolo 5 del passato DPCM del 1992, le stazioni elettriche e le cabine di trasformazione erano considerate equivalenti alle linee elettriche e quindi dovevano rispettare gli stessi limiti di campo previsti per quelle. Per quanto riguardava invece le distanze di rispetto, queste dovevano essere calcolate secondo quanto previsto dal DMLP del 1991, all'articolo 2.1.08. Per esempio, nel caso di una cabina di trasformazione MT/BT (15 kV/220-380 V) ogni parte in tensione doveva distare almeno 3,15 metri dai luoghi adibiti a permanenza prolungata di persone. In base a questa interpretazione, avallata anche dal Ministero dell'Ambiente, risultava che in nessun caso una cabina di trasformazione poteva essere installata all'interno di edifici o inglobata in essi.

A seguito dell'emanazione del recente DPCM 8/7/2003 il problema se una cabina di trasformazione possa essere dislocata in edifici sembrerebbe essere risolto: infatti verrebbe confermata la non applicabilità della distanza minima dalle parti in tensione.

Si ricorda infine che alcune regioni hanno legiferato in materia ponendo limiti più restrittivi di quelli nazionali. Per esempio la legge regionale dell'Emilia - Romagna (L.R. n. 30 del 2000) pone vincoli di tipo urbanistico (fasce di rispetto) che determinano limiti più restrittivi (obiettivo di qualità) rispetto a quelli fissati dalla normativa statale, sia per i nuovi elettrodotti nei confronti delle costruzioni esistenti, sia per le nuove costruzioni nei confronti degli impianti esistenti.

Alcune legislazioni regionali (come per esempio quella in vigore in Emilia-Romagna) prevedono che qualunque installazione elettrica (linea elettrica o impianto di trasformazione) con tensione di esercizio fino a 150 kV sia sottoposta ad una autorizzazione da parte dell'AUSL, previa valutazione preventiva dei campi magnetici da parte dell'ARPA.

Nel caso delle linee elettriche, la valutazione preventiva si avvale dei modelli di calcolo, mentre per gli impianti di trasformazione si fa riferimento a misure effettuate su apparati simili già in esercizio.

Bibliografia

Bevitori P., De Donato S.R. et al., Inquinamento elettromagnetico ad alta frequenza. Aspetti tecnici, sanitari e normativi. Maggioli Editore, Rimini, 2000.

Bevitori P., De Donato S.R. et al., Guida alla casa ecologica. Maggioli Editore, Rimini, 2003.

Bevitori P., De Donato S.R., La valutazione dell'inquinamento elettromagnetico. Maggioli Editore, Rimini, 2003.

Bevitori P., De Donato S.R. et al., Inquinamento da campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. Maggioli Editore, 2007.

5.6 IL RUMORE

5.6.1 CHE COSA È IL RUMORE

Per rumore si intende un suono che provoca una sensazione sgradevole, fastidiosa o intollerabile. Il suono è una perturbazione meccanica che si propaga in un mezzo elastico (gas, liquido, solido) e che è in grado di eccitare il senso dell'udito (onda sonora).

Se le onde hanno una frequenza compresa fra 20 e 20000 Hz e ampiezza superiore ad una certa entità, che dipende dalla frequenza, l'orecchio umano è in grado di percepirle. La determinazione del contenuto in frequenza di un certo suono è chiamata analisi in frequenza o analisi di spettro.

Per la misura del suono viene utilizzata la scala logaritmica o scala dei livelli. Il livello, espresso in dB, è pari a dieci volte il logaritmo decimale del rapporto fra una data grandezza e una grandezza di riferimento, omogenee fra di loro.

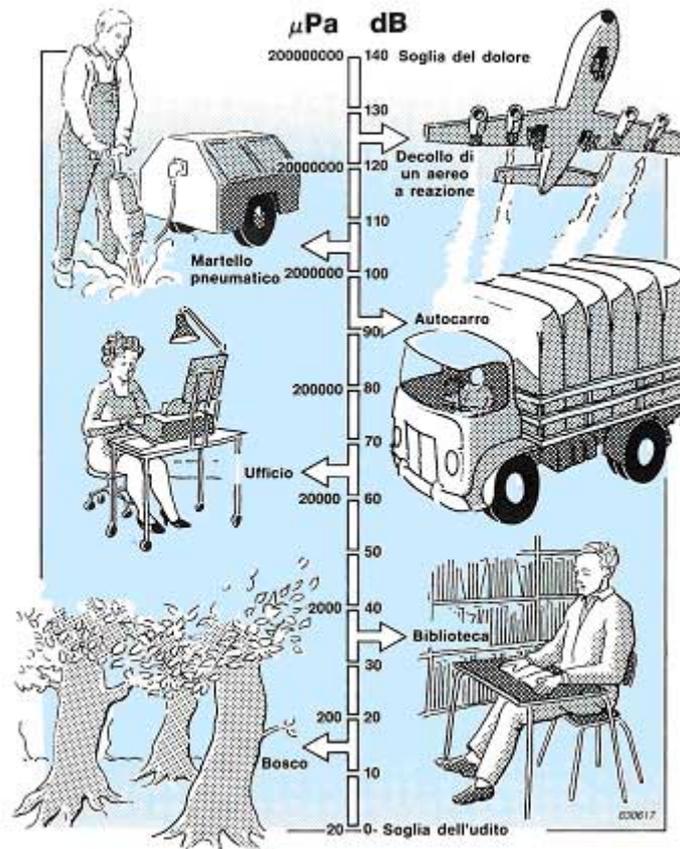
In particolare si ha:

$$\text{Livello di pressione sonora} = L_p = 10 \log (p^2/p_0^2) = 20 \log (p/p_0)$$

dove p è il valore della pressione sonora in esame e p_0
(pressione sonora di riferimento) è il valore di soglia
di udibilità a 1000 Hz ($20 \cdot 10^{-6}$ Pa = 20 μ Pa).

Per avere un'idea dei livelli sonori che un individuo è in grado di percepire, viene riportata una figura con i livelli di pressione sonora (in dB) associati ad alcune possibili sorgenti (fonte Brüel&Kjær., La misura del suono).

La scala dei decibel non è lineare, per cui non si possono sommare i livelli sonori in modo aritmetico ma occorre ricorrere ai logaritmi; in particolare si ha che il livello sonoro complessivo, prodotto da due sorgenti con livelli sonori uguali, è di soli 3 dB superiore ad uno dei livelli sonori componenti (ad es.: 80 dB + 80 dB = 83 dB).



Per caratterizzare un rumore variabile in certo intervallo di tempo T, si introduce il:

$$\text{Livello sonoro continuo equivalente} = L_{eq,T} = 10 \log \left\{ \frac{1}{T} \int_0^T \left[\frac{p(t)}{p_0} \right]^2 dt \right\}$$

che è il livello, espresso in dB, di un ipotetico rumore costante che, se sostituito al rumore reale per lo stesso intervallo di tempo T, comporterebbe la stessa quantità totale di energia sonora.

Per la valutazione del rumore, a livello internazionale, sono comunemente utilizzate le curve di ponderazione (filtri che operano un'opportuna correzione dei

livelli sonori alle diverse frequenze): il livello sonoro in dB(A), che si ottiene utilizzando la curva di ponderazione "A", è di norma utilizzato per valutare gli effetti del rumore sull'uomo.

Per la misura dei livelli sonori viene comunemente impiegato uno strumento chiamato fonometro: attraverso un trasduttore (microfono) la pressione sonora viene convertita in una grandezza elettrica (la tensione) e successivamente tale segnale elettrico viene elaborato per ottenere i diversi parametri tipicamente utilizzati per la descrizione del rumore.

5.6.2 LE SORGENTI DEL RUMORE

Fra le principali sorgenti di rumore ambientale (vale a dire il rumore nell'ambiente esterno e negli ambienti abitativi) vi sono le infrastrutture dei trasporti ed il traffico ad esse correlato, le attività di servizio/commerciali, le attività industriali e artigianali, le attività temporanee rumorose (cantieri, manifestazioni ricreative):

- [1] il traffico stradale costituisce la principale fonte di rumore, in particolare nelle aree urbane; i livelli sonori dipendono da diversi parametri fra i quali l'entità dei flussi veicolari (numero e tipologia dei mezzi), la velocità dei veicoli, il tipo di pavimentazione stradale, la presenza e la conformazione di eventuali edifici a bordo strada;
- [2] anche i livelli di rumore prodotti dal traffico ferroviario dipendono principalmente dall'entità dei flussi e dalla velocità dei convogli, oltre che dalla tipologia degli stessi;
- [3] l'inquinamento acustico da traffico aeroportuale interessa le aree circostanti gli aeroporti ed è strettamente dipendente dall'entità dei flussi di aeromobili e dalle traiettorie da essi percorse in atterraggio e decollo;
- [4] il rumore prodotto dalle attività artigianali ed industriali è estremamente diversificato, in quanto dipende dalla specifica tipologia di macchinario/impianto installato e/o di lavorazione effettuata. Può essere caratterizzato da componenti tonali, vale a dire dalla presenza di una concentrazione dell'energia sonora a determinate frequenze (ovvero in una

specifica zona dello spettro), e risultare pertanto maggiormente disturbante;

[5] dalle attività di servizio e commerciali, ed in particolare pubblici esercizi, circoli privati e discoteche, derivano molte delle segnalazioni di disturbo che i cittadini inoltrano alla Pubblica Amministrazione e/o ad Arpa, anche perché spesso queste tipologie di attività si protraggono nelle ore notturne; talora la sorgente specifica viene individuata in impianti installati al servizio dell'attività, quali condizionatori, impianti di ventilazione/aspirazione, ecc. e/o nell'attività musicale;

[6] per le attività rumorose temporanee quali cantieri, manifestazioni ricreative, spettacoli, concerti, ecc., la normativa vigente prevede il rilascio, da parte delle Amministrazioni Comunali, di specifiche autorizzazioni, anche in deroga ai limiti vigenti proprio in considerazione della limitata durata temporale delle stesse.

5.6.3 EFFETTI DEL RUMORE

QUALI POSSONO ESSERE GLI EFFETTI DERIVANTI DALL'ESPOSIZIONE AL RUMORE AMBIENTALE?

Per meglio comprendere quale sia l'impatto dell'inquinamento acustico negli ambienti di vita sulla salute della popolazione esposta, è necessario partire dal concetto stesso di "salute". Con questo termine, secondo una definizione dell'OMS del 1946, si deve intendere uno stato di completo benessere psico-fisico e sociale e non semplicemente l'assenza di malattie. Un ambiente acustico sfavorevole costituisce, pertanto, una condizione di pregiudizio per una buona qualità della vita.

Il danno provocato dal rumore a carico dell'apparato uditivo può essere di tipo acuto quando si realizza in un tempo breve a seguito di una stimolazione particolarmente intensa (scoppio, esplosione ecc.) e di tipo cronico quando evolve nel corso degli anni a seguito di un'esposizione prolungata ad elevati livelli di rumore; quest'ultima condizione di rischio si ha, tipicamente, nel caso dell'esposizione professionale in determinati ambienti di lavoro.

Va però ricordato che un fenomeno importante come la socioacusia, cioè il danno all'udito dovuto all'esposizione al rumore negli ambienti di vita, pare stia assumendo una certa rilevanza nella maggior parte dei paesi industrializzati, soprattutto come conseguenza dell'esposizione al rumore durante attività di tipo ricreativo quali ad esempio l'ascolto di musica ad alto volume, ma anche la pratica di taluni sport (ad es: sport motoristici).

Ma il rumore ambientale può dar luogo ad una serie di altri effetti, fra i quali il disturbo del sonno e del riposo, l'interferenza con la comunicazione verbale, effetti psicofisiologici (ad es.: psicoendocrini, cardiovascolari,...), effetti sulla salute mentale, effetti sulle prestazioni e sull'apprendimento, oltre al disturbo o fastidio genericamente inteso (annoyance) definito come un "sentimento di scontentezza riferito al rumore che l'individuo sa o crede che possa agire su di lui in modo negativo" (Cosa e Nicoli, 1989).

Gli effetti dell'esposizione al rumore ambientale non sono sempre facilmente quantificabili: ad esempio, i dati esistenti riguardo ad alcuni effetti sull'organismo, quali gli effetti psicofisiologici, conducono talora a risultati ambigui e sono pertanto necessari ulteriori studi ed approfondimenti per meglio comprendere il rischio a lungo termine associato all'esposizione al rumore.

Per studiare gli effetti di disturbo derivanti dall'esposizione al rumore viene comunemente utilizzata la tecnica delle inchieste socio-acustiche, che hanno come obiettivo l'analisi delle relazioni che esistono tra i livelli di rumore e la reazione soggettiva e comportamentale di campioni di popolazione esposta. Un'inchiesta socio-acustica è costituita dall'insieme di interviste con idonei questionari ad un campione significativo di popolazione esposta a rumore e di una serie di misure acustiche volte a caratterizzare il livello di esposizione in facciata degli edifici di residenza: l'integrazione delle informazioni desunte dalle due attività parallele consente di studiare quale sia la "forza" della relazione che esiste tra la causa - il rumore- e l'effetto - le reazioni della collettività -.

La Direttiva europea 2002/49/CE prevede che gli effetti nocivi derivanti dall'esposizione a rumore, ed in particolare annoyance e disturbi del sonno, possano essere determinati attraverso opportune relazioni dose-effetto. Nel corso del 2002 è stato pubblicato, a tale proposito, il "position paper" del WG2 (Gruppo

di lavoro, istituito dalla Commissione Europea e composto da esperti internazionali) Dose/Effect (Position Paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance, EU's Future Noise Policy, WG2 Dose/Effect, 2002). Nel documento vengono indicati i descrittori da utilizzare sia per ciò che concerne l'annoyance, sia per quanto riguarda l'esposizione al rumore e vengono raccomandate specifiche relazioni per la stima dell'annoyance a partire dai livelli di esposizione delle abitazioni, differenziando per tipologia di sorgente (aerei, traffico stradale, ferrovie). Da tali relazioni si conferma peraltro quanto già emerso a livello internazionale e cioè che, a parità di livelli sonori, il rumore derivante dal traffico aereo è più disturbante del rumore dovuto al traffico stradale e che quest'ultimo è più disturbante del rumore da traffico ferroviario.

In seguito, nel 2004, è stato pubblicato anche un "position paper" sulle relazioni dose-effetto per il rumore notturno, frutto del lavoro del WG Health & Socio-Economic Aspects. In tale documento, vengono definite le curve che pongono in relazione gli effetti di disturbo del sonno (valutati direttamente dal soggetto disturbato) ed i livelli di rumore LAeq night prodotti da differenti tipologie di traffico (aereo, ferroviario, stradale): anche in questo caso il rumore da traffico aereo risulta significativamente più disturbante - ed il rumore da traffico ferroviario meno disturbante - del rumore da traffico stradale.

5.6.4 NORMATIVA

La Legislazione italiana in materia di acustica ambientale risulta relativamente recente e non ancora completamente definita. Risale al 1991 il primo Decreto in materia (DPCM 01/03/91) nel quale venivano definiti i principali criteri che ancora oggi disciplinano il settore.

La disciplina normativa prende forma completa con l'emanazione della Legge Quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 447 del 26/10/1995, e successive modifiche Legge n.426 del 09/12/1998). In essa vengono definite le sorgenti (suddivise in fisse e mobili), i valori limite di emissione ed immissione, i valori di qualità e di attenzione. Sono inoltre stabilite le competenze dello Stato, delle Regioni, delle Province e dei Comuni in materia di inquinamento acustico, nonché fornite indicazioni per la predisposizione dei piani di risanamento, per le

valutazioni di impatto acustico, per le sanzioni amministrative per il superamento dei limiti ed a riguardo degli organismi preposti ai controlli.

Poiché si tratta di una legge quadro, essa fissa comunque solo i principi generali, demandando ai singoli ministeri (Ministero dell'Ambiente, dei Lavori Pubblici, della Sanità, dei Trasporti, ecc.) l'emanazione dei decreti attuativi (decreti ministeriali, DPCM, regolamenti di attuazione, ecc...).

A tutt'oggi i principali decreti pubblicati e relativi alla disciplina acustica sono i seguenti:

- Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo (DM 11/12/1996)
- Misura e disciplina del rumore aeroportuale (DM 31/10/1997 e DPR 11/12/1997)
- Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore (DPCM 14/11/1997)
- Determinazione dei requisiti acustici delle sorgenti e dei componenti acustici passivi degli edifici (DPCM 05/12/1997)
- Determinazione delle tecniche di rilevamento e misura del rumore (DM 16/03/1998)
- Criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente (DPCM 31/03/98)
- Inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario (DPR 18/11/98, n. 459)
- Requisiti acustici delle sorgenti sonore nei luoghi di intrattenimento danzante e di pubblico spettacolo e nei pubblici esercizi (DPCM 16/04/99, n. 215)
- Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447 (DPR 30 marzo 2004, n.142)

Di seguito si affronteranno brevemente gli aspetti salienti della normativa vigente in relazione alla tutela dal disturbo prodotto da sorgenti di diversa tipologia.

Ambiente esterno

In base al percorso indicato dalla Legge Quadro i Comuni devono procedere alla suddivisione del proprio territorio nelle sei classi acustiche definite dal DPCM 14/11/97. Tale operazione deve avvenire in base a criteri stabiliti con apposite leggi regionali. Lo stesso decreto individua i limiti di immissione da associare a ciascuna classe acustica per i periodi diurno (dalle ore 06:00 alle ore 22:00) e notturno (22:00÷06:00). Nella tabella 5.6.1 vengono riportate le definizioni delle sei classi acustiche ed i limiti associati.

	classi di destinazione d'uso del territorio	Periodi di riferimento	
		Diurno	Notturmo
I	<ul style="list-style-type: none"> – Aree particolarmente protette Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, aree scolastiche, aree destinate al riposo e allo svago, aree residenziali rurali e di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.	50	40
II	<ul style="list-style-type: none"> – Aree prevalentemente residenziali Si tratta di aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione e limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.	55	45
III	<ul style="list-style-type: none"> – Aree di tipo misto Aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali e di uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali, aree rurali con impiego di macchine operatrici.	60	50
IV	<ul style="list-style-type: none"> – Aree di intensa attività umana Aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, elevata presenza di attività commerciali ed uffici, presenza di attività artigianali, aree in prossimità di strade di grande comunicazione, di linee ferroviarie, di aeroporti e porti, aree con limitata presenza di piccole industrie.	65	55
V	<ul style="list-style-type: none"> – Aree prevalentemente industriali Aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.	70	60
VI	<ul style="list-style-type: none"> – Aree esclusivamente industriali Aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.	70	70

Tabella 5.6.1: Definizione delle classi acustiche e relativi limiti di rumore.

Fino al compimento di tale percorso di classificazione, mantengono tuttavia la loro validità i limiti e la classificazione provvisoria di cui all'art. 8, comma 1 del DPCM 14/11/97, ovvero dell'art. 6, comma 1, del DPCM 01/03/91, con i seguenti limiti di accettabilità:

Zonizzazione	Limite diurno Leq(A)	Limite notturno Leq(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (*)	65	55
Zona B (*)	60	50
Zona esclusivamente Industriale	70	70

(*) Zone di cui all'art. 2 del DM 2/4/1968

Ambiente interno

Sempre il DPCM 14.11.97 quantifica anche i valori limite differenziali introdotti dalla Legge Quadro come forma di tutela per gli ambienti abitativi interni. A differenza dei limiti validi per l'esterno che sono valori assoluti da non superare, la tutela in ambiente interno viene stabilita in funzione dell'incremento del livello di fondo ad opera della sorgente supposta disturbante. Il criterio differenziale stabilisce, in particolare, che la differenza fra il rumore ambientale (rumore con sorgente disturbante accesa) ed il rumore residuo (che si misura a sorgente disturbante spenta) entrambi misurati in ambiente interno, non possa superare 5 dBA in periodo diurno e 3 dBA in periodo notturno.

Oltre a non applicarsi nelle zone esclusivamente industriali, il criterio differenziale non si applica nelle seguenti condizioni in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- a) se il rumore misurato a finestre aperte risulta inferiore a 50 dBA durante il periodo diurno e 40 dBA durante il periodo notturno;
- b) se il livello di rumore ambientale misurato a finestre chiuse risulta inferiore a 35 dBA durante il periodo diurno e 25 dBA durante il periodo notturno.

Il criterio differenziale non si applica, inoltre, se la rumorosità è prodotta da infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime.

Il criterio differenziale non si applica, infine, alla rumorosità prodotta da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali così come non si applica il criterio differenziale alla rumorosità prodotta da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

BIBLIOGRAFIA

Bevitori P., De Donato S.R. et al., Guida alla casa ecologica. Maggioli Editore, Rimini, 2003.

5.7 IL RUMORE PRODOTTO DA DISCOTECHE E PUBBLICI ESERCIZI NELLA RIVIERA ROMAGNOLA

Roberto Vecchione, Federica Bernardi, Cristian Castellani, Stefano R. De Donato, Roberta Monti,

Seminario "Suoni e rumori del tempo libero" Ischia, 10 maggio 2006

5.7.1 INTRODUZIONE

Il territorio della riviera romagnola presenta una forte criticità in merito al rumore in ambiente esterno strettamente collegata all'elevata presenza turistica durante la stagione estiva. Tale situazione genera, da diversi decenni, attriti dovuti alla convivenza nel tessuto urbano dei cittadini residenti e delle attività di intrattenimento turistico che offrono musica e divertimento specialmente nelle ore notturne; ciò ha portato ad un confronto tra le categorie economiche, la cittadinanza coinvolta e spesso organizzata in comitati, e le amministrazioni locali.

Nel corso degli anni questo problema ha assunto, di volta in volta, aspetti sempre diversi in relazione alle nuove tendenze offerte dal mercato del divertimento e al mutato interesse turistico per la riviera. In particolare negli ultimi anni si è assistito ad una crisi del modello delle discoteche propriamente intese che attirava, fino alla fine degli anni '90, grandi masse di fruitori nei pochi locali maggiormente in voga situati lungo la costa o sulle prime colline delle città rivierasche, concentrando le problematiche legate a queste sorgenti sonore in un numero limitato di punti sul territorio. Questi luoghi di divertimento sono stati in parte sostituiti da locali pubblici quali bar o pub che, oltre alla classica ristorazione e somministrazione di bevande, offrono musica e, in alcuni casi, piste da ballo; tale tipologia di locali ha avuto un forte incremento negli ultimi anni,

conno-tandoli come centri di aggregazione per eccellenza e generando una estesa diffusione sul territorio delle sorgenti sonore potenzialmente disturbanti, nonché una moltiplicazione dei punti di criticità per l'inquinamento acustico.

Per rendersi conto della diffusione di tale problema sul territorio basta pensare che nel solo Comune di Rimini sono presenti oltre 2000 pubblici esercizi riconducibili a di-scoteche, music pub e bar che, potenzialmente, possono tutti utilizzare impianti di diffu-sione sonora, senza contare le feste organizzate dai comitati turistici, dagli alberghi e dai gestori degli stabilimenti balneari. Ovviamente la criticità di tali sorgenti è legata alla loro vicinanza ai ricettori, rappresentati sia dalla popolazione residente che dai turisti ospitati nelle strutture alberghiere, poiché la concentrazione edilizia della riviera com-porta la stretta convivenza di locali pubblici con aree ad elevata concentrazione di am-bienti abitativi.

A causa della situazione sopra descritta e della criticità in termini di disturbo che ne deriva, la Sezione Provinciale Arpa di Rimini, nell'ambito delle attività legate alla valu-tazione del clima acustico del territorio [1], ha effettuato una campagna di monitoraggio del rumore in ambiente esterno in prossimità di pubblici esercizi ubicati all'interno del territorio comunale di Rimini.

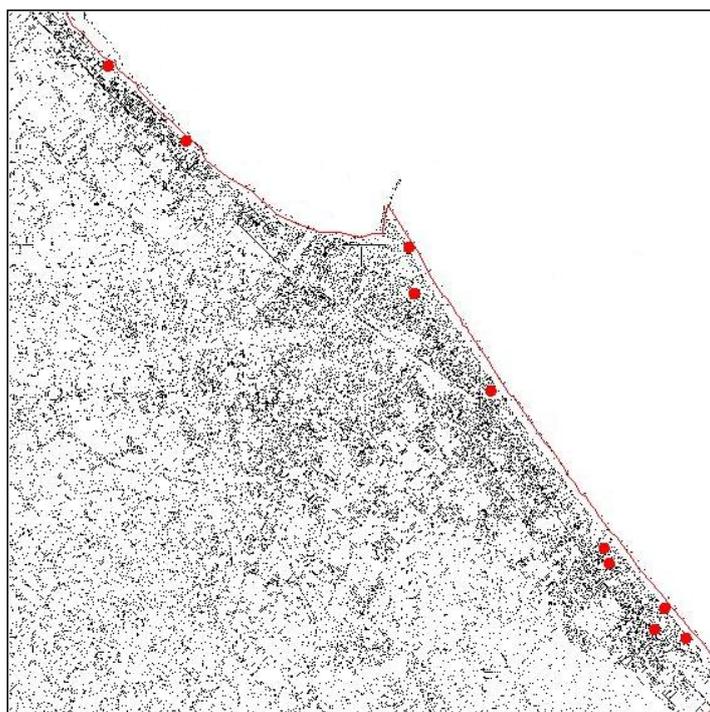


Figura 5.7.1 – Rappresentazione cartografica della localizzazione dei pubblici esercizi monitorati.

Il monitoraggio non ha avuto come oggetto principale discoteche vere e proprie, ma bensì alcuni nuovi locali di tendenza che utilizzano musica ad alto volume come fonte di attrazione, producendo elevate emissioni sonore all'esterno durante le ore notturne.

L'individuazione di detti locali, collocati esclusivamente nella zona mare (figura 5.7.1), è stata effettuata in funzione delle segnalazioni di disturbo notturno pervenute da parte dei cittadini ed ha portato a concentrare le misure in dieci zone del territorio comunale. Per ogni zona i rilievi sono stati ripetuti tre volte all'interno del periodo agosto-settembre sui ricettori individuati, ed ogni misura ha avuto una durata minima di 24 ore e massima di tre giorni (venerdì, sabato e domenica).

Lo scopo principale dei rilievi è stato quello di ottenere una più approfondita conoscenza dei livelli e dell'andamento temporale del rumore presente in tali aree, senza prefiggersi l'obiettivo di una verifica "fiscale" del rispetto dei limiti assoluti di immissione in quanto, trattandosi di monitoraggi in continuo eseguiti in assenza di operatori, non è stato possibile individuare e distinguere con certezza il contributo delle singole sorgenti sonore. Ciononostante i risultati hanno fornito informazioni preziose e documentate sullo stato acustico di tali aree urbane, sul contributo dei pubblici esercizi a tale clima acustico e sulle caratteristiche di funzionamento degli impianti di diffusione sonora utilizzati nei locali pubblici esaminati.

5.7.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico".
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".
- D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".
- Legge Regionale dell'Emilia-Romagna 9 maggio 2001, n° 15 "Disposizioni in materia di inquinamento acustico"

- Delibera di Giunta Regionale 9 ottobre 2001, n. 2053 "Criteri e condizioni per la classificazione acustica del territorio ai sensi del comma 3 dell'art. 2 della L.R. 9 maggio 2001, n. 15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico".

5.7.3 INQUADRAMENTO DEL PROBLEMA

Come precedentemente anticipato i dati che hanno permesso l'individuazione dei principali locali pubblici fonte di disturbo per la popolazione, sono stati dedotti dalle singole segnalazioni dei cittadini che rappresentano una fonte di informazione per la conoscenza del territorio estremamente preziosa, in quanto consentono di avere indicazioni sulle criticità acustiche provocate da sorgenti inquinanti puntiformi e distribuite.

Il numero di tali segnalazioni per territorio provinciale o comunale e per unità temporale permette di effettuare una valutazione della qualità ambientale, anche se occorre evidenziare che la segnalazione di un inconveniente ambientale può avvenire a seguito di una effettiva situazione di disagio o può, in altri casi, essere unicamente un segnale della particolare sensibilità dei cittadini verso problemi che non mostrano una effettiva rilevanza.

Volendo inquadrare l'entità del problema rumore rispetto ad altre matrici ambientali, si può osservare dalla tabella 5.7.1 il numero delle segnalazioni di inconvenienti ambientali (S.I.A.) per le varie matrici pervenute alla Sez. A.R.P.A. di Rimini negli anni che vanno dal 2000 al 2004 per la Provincia di Rimini.

Tabella 5.7.1 - S.I.A. per matrice. Anni 2000 - 2004

	<i>acqua</i>	<i>aria</i>	<i>suolo-rifiuti</i>	<i>rumore</i>	<i>campi elettromagnetici</i>
<i>anno 2000</i>	34	55	33	83	84
<i>anno 2001</i>	21	41	24	107	121
<i>anno 2002</i>	31	40	23	86	59
<i>anno 2003</i>	31	26	25	88	69
<i>anno 2004</i>	26	24	38	119	67

È evidente come il maggior numero di segnalazioni, pervenute negli ultimi anni, riguardi la matrice rumore; si nota in particolare un incremento del 38% circa per l'anno 2004 rispetto al 2003.

In tabella 5.7.2 sono riportate le singole attività causa di segnalazioni derivanti da emissioni rumorose. Si osserva che la maggior parte di queste segnalazioni sono dovute al rumore proveniente da bar e pub le cui attività comportano l'uso di impianti di diffusione acustica che, nella quasi totalità dei casi, producevano rumore all'esterno.

Tabella 5.7.2 - S.I.A. matrice rumore. Attività anni 2000 – 2004

<i>FONTE RUMOROSA</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>
<i>Bar</i>	8	6	17	16	24
<i>Pub</i>	3	6	9	9	22
<i>Discoteca</i>	6	9	7	11	9
<i>Attività Artigianale/Industriale</i>	14	14	12	11	12
<i>Commercio</i>	5	14	5	10	8
<i>Struttura Tempo Libero</i>	5	14	3	2	9
<i>Sala Giochi</i>	1	0	0	0	0
<i>Struttura di servizio</i>	7	3	2	4	4
<i>Cantiere Edile</i>	1	2	4	0	1
<i>Struttura Religiosa</i>	0	2	0	1	0
<i>Privato</i>	2	3	0	3	3
<i>Attività di Ristorazione Alberghiera</i>	15	16	15	16	10
<i>Altro</i>	16	18	12	5	17
<i>Totale Segnalazioni</i>	83	107	86	88	119

Nella tabella 5.7.3 è riportato il numero delle segnalazioni, per la sola matrice rumore, suddivise tra la stagione estiva e la restante parte dell'anno, per il periodo che va dal 2000 al 2004 nella Provincia di Rimini.

Tabella 5.7.3 - Andamento stagionale delle S.I.A. per il rumore (anni 2000 – 2004)

<i>Anni</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>
<i>periodo estivo (01/06 - 15/09)</i>	50	58	53	50	69
<i>periodo invernale (1/01 - 31/05 16/09 - 31/12)</i>	33	49	33	38	50

Dalla stessa tabella 5.7.3 si evince chiaramente, come era ovvio attendersi, che le segnalazioni riguardanti la matrice rumore sono, nei vari anni, risultate sempre superiori nel periodo estivo rispetto alla restante parte dell'anno.

Bisogna a questo punto ricordare che le segnalazioni di disturbo da rumore, pur consentendo una valutazione della sensibilità generale rispetto alle sorgenti presenti, non sempre configurano situazioni di irregolarità in riferimento ai limiti imposti dalla normativa vigente.

A questo proposito è utile far ricorso alle irregolarità effettivamente riscontrate, riportate in tabella 5.7.4 e suddivise in due macrotipologie di attività rumorose: le prime comprendenti attività produttive e artigianali, le seconde quelle attività che comportano la diffusione di musica anche in ambiente esterno

Occorre evidenziare infine che le irregolarità riscontrate sono riconducibili quasi esclusivamente al superamento dei valori limite differenziali di immissione, stabiliti all'art. 4 del DPCM 14/11/97.

Tabella 4 – Numero di irregolarità riscontrate per la matrice rumore e per tipologia di attività nella Provincia di Rimini. Anni 2000 – 2004

<i>Macro attività</i>	<i>Numero di irregolarità</i>				
	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>
<i>Produttiva Artigianale</i>	2	12	8	5	3
<i>Commerciale Ricettiva Turistica</i>	3	24	14	21	40

5.7.4 METODICA DI MISURA

Al fine di registrare i livelli e gli andamenti temporali del rumore in esterno presente nelle dieci aree del territorio individuate come sopra indicato, si è provveduto, per ogni area, a selezionare uno o più edifici a destinazione d'uso residenziale o alberghiera situati in prossimità del pubblico esercizio ritenuto fonte di disturbo e considerati tra i punti di maggiore esposizione. I microfoni sono stati collocati prevalentemente su terrazzi ai piani più disturbati, o montati su apposito mezzo mobile parcheggiato nell'area di pertinenza dell'edificio.

Il livello di pressione sonora è stato rilevato in continuo per l'intero periodo di misura ed i dati relativi ai vari parametri sono stati memorizzati ad intervalli di 15 minuti.

Successivamente sono stati ricavati i livelli continui equivalenti ponderati "A" (LAeq,TR) per i due periodi di riferimento diurno (6:00 ÷ 22:00) e notturno (22:00 ÷ 6:00) escludendo, se del caso, eventi ritenuti anomali rispetto all'andamento generale del rumore nell'area.

5.7.5 RISULTATI

Durante l'analisi dei dati rilevati è stata riscontrata la sporadica presenza di picchi di rumore ritenuti anomali rispetto al tipico andamento temporale del rumore di zona nel periodo in esame. Tali eventi ricollegabili a situazioni specifiche e note, come ad esempio spettacoli pirotecnici o eventi atmosferici di forte intensità, sono stati "mascherati" in modo da escludere i medesimi eventi dal calcolo del livello equivalente nel periodo di riferimento.

Nella tabella 5.7.5 vengono riportati i valori minimi e massimi di $L_{Aeq,TR}$ diurno e notturno (espressi in dBA), ottenuti durante i vari giorni di misura, per i diversi edifici suddivisi per le diverse zone esaminate. Tali valori sono confrontati con i limiti previsti dal DPCM 14/11/97 utilizzando come riferimento la classificazione acustica adottata dal Comune di Rimini, secondo la quale ogni area esaminata ricade in classe IV.

Tabella 5.7.5 – Tabella riassuntiva dell'intervallo di rumore rilevato nelle varie zone oggetto di misura.

ZONA	$L_{Aeq,TR}$ (dBA) (DIURNO) Min.-Max	LIMITE DIURNO D.P.C.M. 14/11/97	$L_{Aeq,TR}$ (dBA) (NOTTURNO) Min.-Max	LIMITE NOTT. D.P.C.M. 14/11/97
1	58.0 – 61.0	65.0	57.0 – 66.0	55.0
2	58.0 – 59.0	65.0	52.5 – 68.5	55.0
3	55.0 – 60.0	65.0	60.5 – 63.5	55.0
4	52.5 – 56.5	65.0	53.0 – 62.0	55.0
5	63.0 – 67.0	65.0	57.5 – 70.0	55.0
6	60.5 – 62.5	65.0	61.0 – 66.5	55.0
7	60.5 – 63.5	65.0	61.5 – 67.0	55.0
8	62.5 – 64.5	65.0	64.0 – 68.0	55.0
9	65.5 – 66.0	65.0	67.0 – 69.0	55.0
10	60.0 – 61.0	65.0	58.5 – 69.5	55.0

Nelle figure 5.7.2 e 5.7.3 viene data una rappresentazione grafica dei dati riportati in tabella 5 da cui si può immediatamente verificare il generale rispetto dei limiti previsti dal DPCM 14/11/97 per il periodo diurno, ovvero quando le attività legate alla diffusione sonora nei locali esaminati erano assenti e, al contrario, il generale superamento nel periodo notturno.

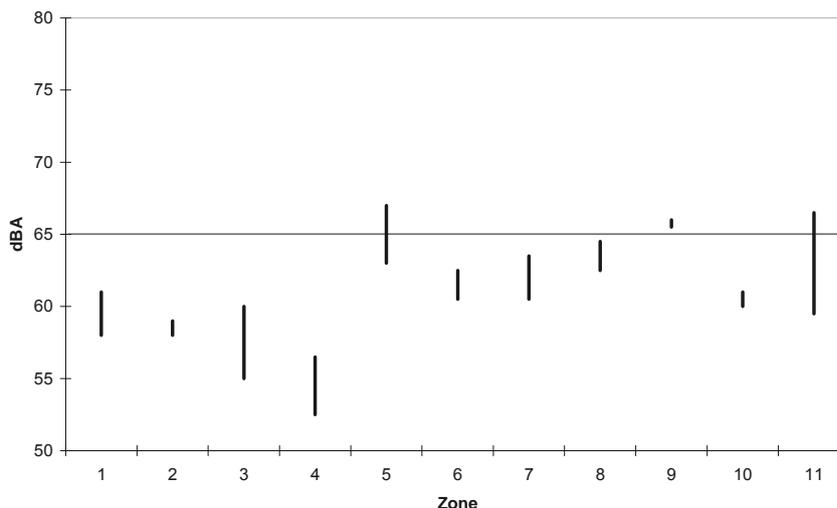


Figura 5.7.2 – Rappresentazione degli intervalli dei valori di LAeq,TR diurno. Con la linea continua è rappresentato il limite previsto dal D.P.C.M 14/11/97.

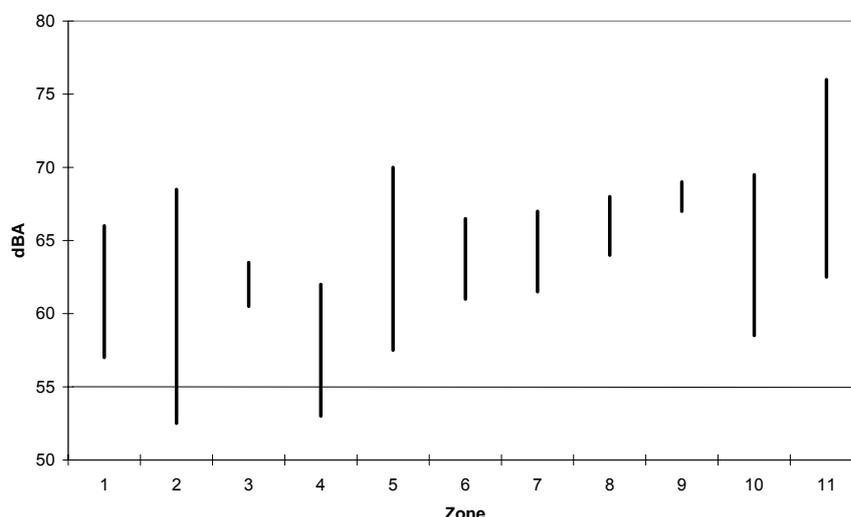


Figura 5.7.3 – Rappresentazione degli intervalli dei valori di LAeq,TR notturno. Con la linea continua è rappresentato il limite previsto dal D.P.C.M. 14/11/97.

Nella figura 5.7.4 viene riportato un tipico profilo temporale del rumore rilevato in prossimità di un locale pubblico.

Dall'analisi del profilo temporale del rumore esterno è possibile ricavare informazioni circa il rispetto o meno del divieto di emettere musica all'esterno del locale oltre le ore 1 dopo la mezzanotte, stabilito con ordinanza sindacale dal Comune di Rimini.

Osservando la figura 5.7.4 si nota infatti un innalzamento del rumore ambientale alle ore ventitré circa che perdura fino alle ore tre dopo la mezzanotte.

I vari profili temporali del rumore ambientale notturno registrato in prossimità dei diversi locali pubblici sono risultati molto simili tra loro.

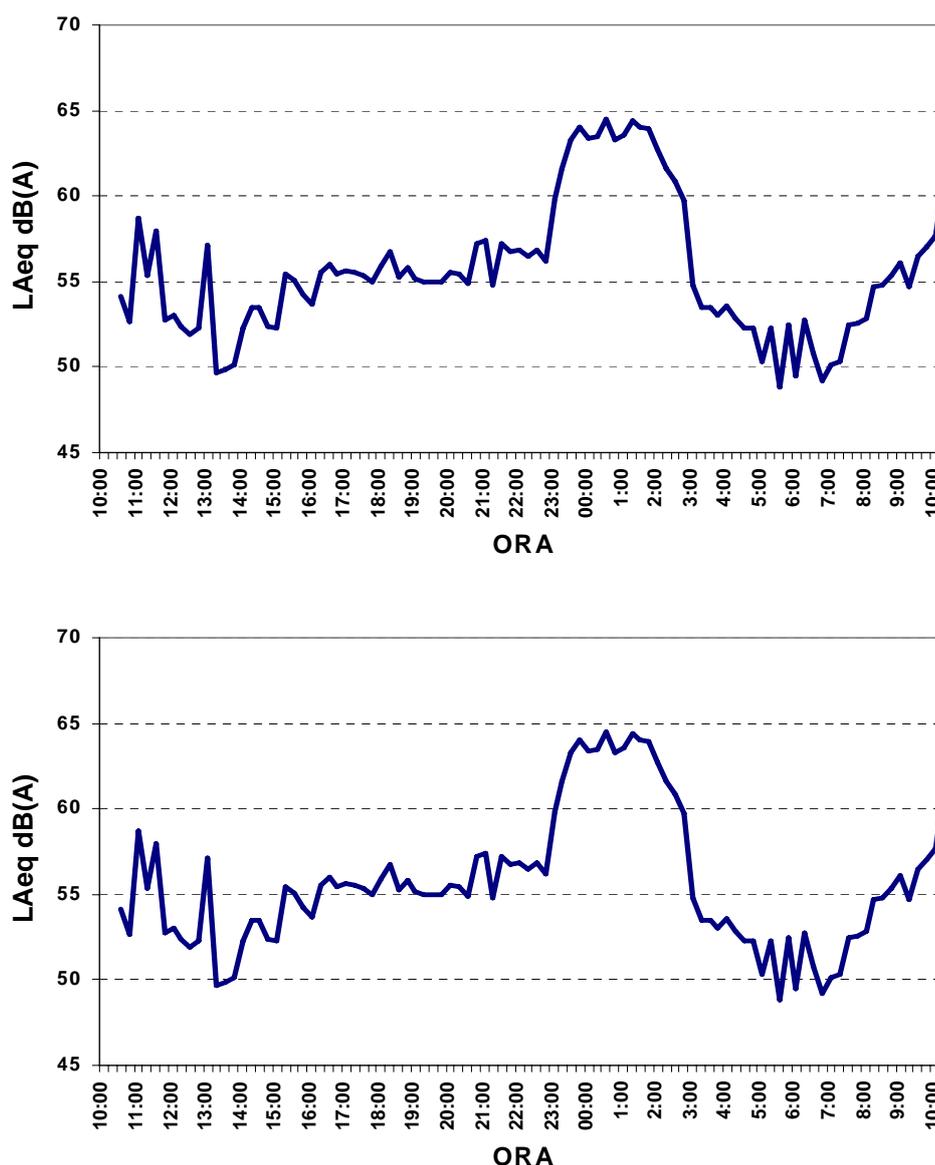


Figura 5.7.4 – Grafico del profilo temporale del livello equivalente ponderato “A”

Nelle figure 5.7.5 e 5.7.6 sono rappresentate, per il complesso delle aree esaminate, le percentuali di tempo normalizzate alle durate dei periodi diurno e notturno relativi ai diversi intervalli di rumore considerati.

In particolare si verifica che nell’arco delle 16 ore, riferite al periodo diurno tipo, il superamento del limite (65 dBA) si mantiene per circa il 12% dell’intero periodo di riferimento ovvero per circa due ore.

Analogamente nell’arco delle otto ore, riferite al periodo notturno tipo, il superamento del limite (55 dBA) si mantiene per il 77% del tempo di riferimento, ovvero per circa sei ore. Per maggiore chiarezza si sottolinea che in entrambi gli

istogrammi l'estremo superiore di ogni intervallo di rumore considerato appartiene all'intervallo stesso.

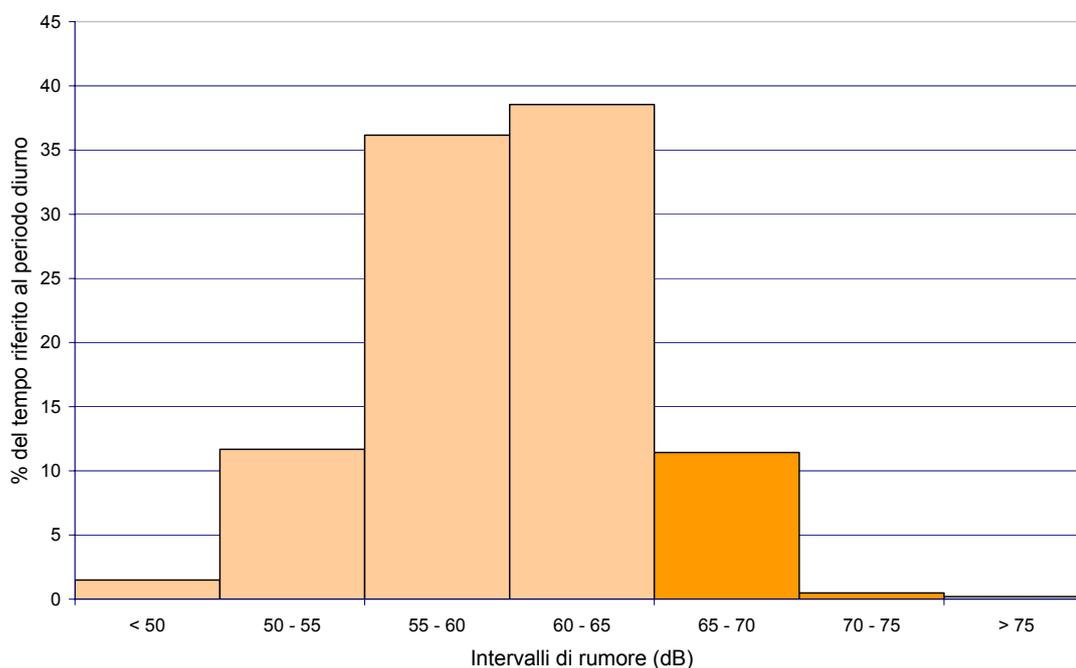


Figura 5.7.5 – Percentuale del tempo in cui il rumore si mantiene nelle rispettive classi di rumore riferito alle 16 ore del periodo diurno.

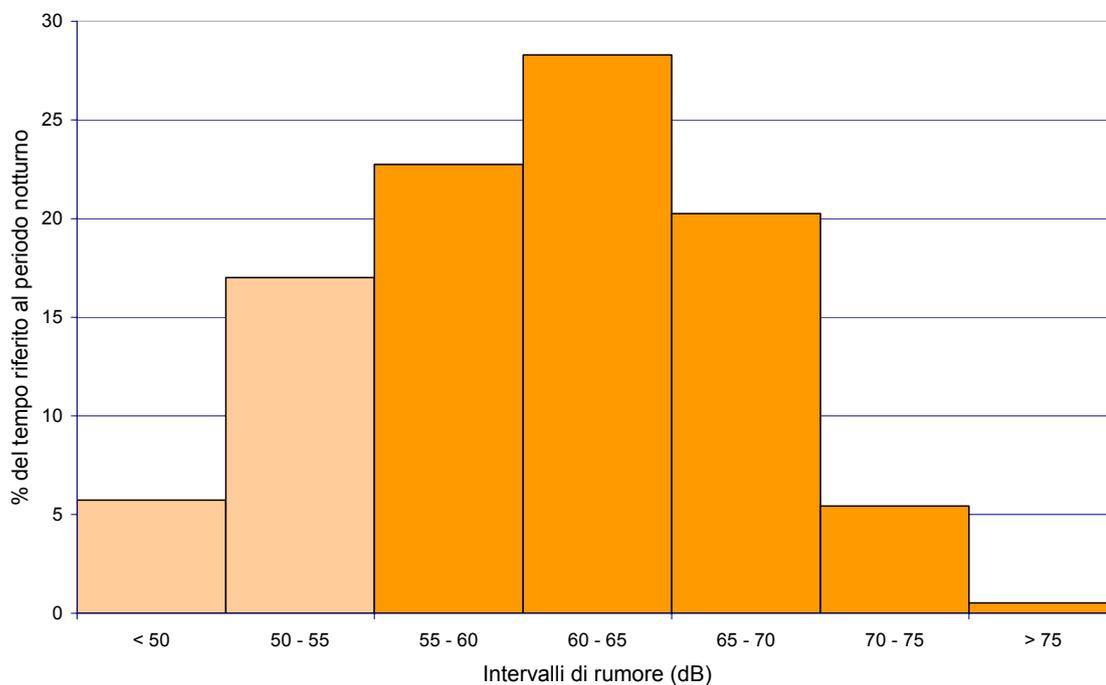


Figura 5.7.6 – Percentuale del tempo in cui il rumore si mantiene nelle rispettive classi di rumore riferito alle 8 ore del periodo notturno.

5.7.6 UN CASO PARTICOLARE: LA "PIAZZETTA" DEL CENTRO STORICO DI RIMINI

Uno specifico monitoraggio del rumore ha interessato un'area situata all'interno del centro storico di Rimini, complessivamente oggetto di un rilancio di immagine e rivalutazione turistica, caratterizzata da un contesto urbanistico di pregio ed una cospicua densità abitativa.

Questo ha portato ad un considerevole aumento delle attività economiche ed una concentrazione di pubblici esercizi che, oltre ad indurre una elevata affluenza di persone nel periodo notturno, diffondono musica anche all'esterno.

Nella figura 5.7.7 è riportata la localizzazione dei pubblici esercizi della così detta "Piazzetta".

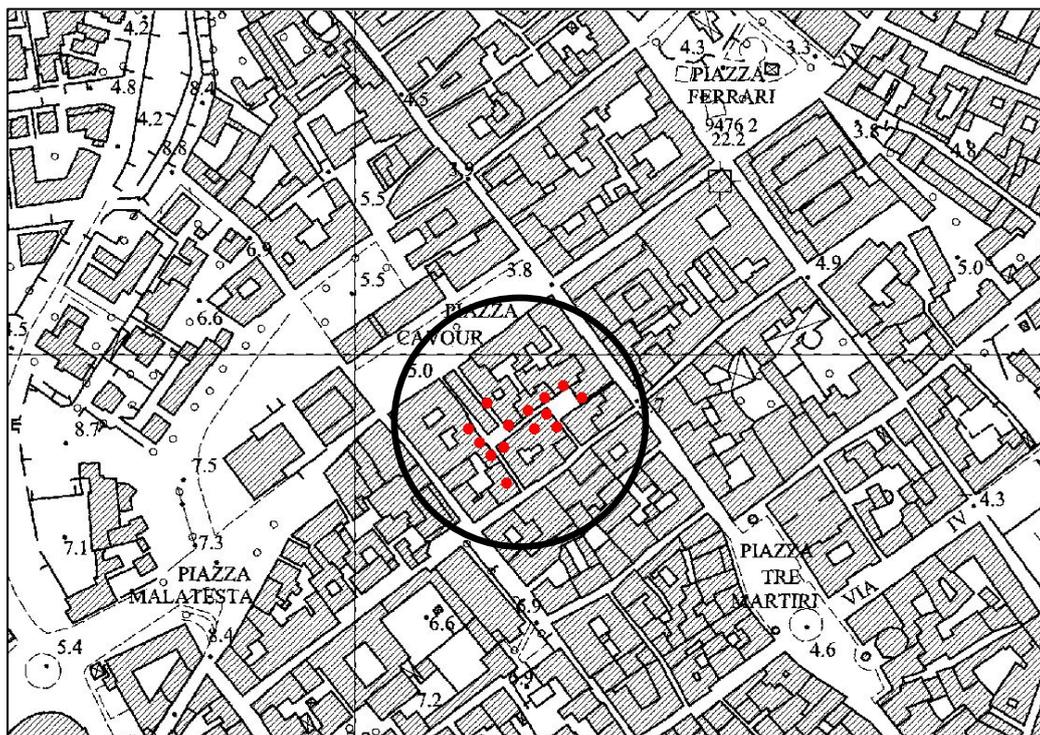


Figura 5.7.7 – Rappresentazione cartografica della locazione dei pubblici esercizi situati nel centro storico di Rimini nella zona denominata "Piazzetta".

Dai monitoraggi effettuati in due diversi punti a poche decine di metri l'uno dall'altro per una durata complessiva di 16 giorni di misura, risultano livelli di rumore esterno nel periodo di riferimento notturno compresi tra un minimo di 62,5 dBA ed un massimo di 76,0 dBA. Si evidenzia quindi un elevato e costante superamento dei limiti assoluti di immissione notturni previsti per la classe

acustica a cui appartiene l'area (classe IV in base alla classificazione acustica comunale adottata), con un andamento dei livelli di rumore che si mantengono quasi sempre superiori a 70 dBA fino alle ore 3 dopo la mezzanotte nei fine settimana.

La situazione, che risulta essere particolarmente delicata per il contesto urbano e che non riguarda il solo periodo estivo legato all'affluenza turistica, ha indotto il Comune di Rimini a stipulare un protocollo d'intesa sottoscritto dai rappresentanti dei residenti, dai gestori dei locali pubblici e dalla sezione provinciale di ARPA, finalizzato a migliorare complessivamente la fruizione del centro storico, con particolare riferimento agli aspetti legati all'inquinamento acustico.

L'obiettivo dell'amministrazione comunale è ovviamente quello di raggiungere e mantenere un equilibrio tra le esigenze dei cittadini ed il tessuto economico locale. Con la sottoscrizione di tale protocollo d'intesa i gestori dei locali si sono assunti vari impegni sia inerenti alla qualità generale e fruizione dell'area che all'inquinamento acustico, tra i quali si sottolineano i seguenti:

- [1] cessare le attività alle ore 2 nei giorni infrasettimanali e alle ore 3,30 nelle giornate di venerdì, sabato e prefestivi;
- [2] emettere la musica esclusivamente all'interno dei locali, con termine alle 23 durante il periodo invernale (dal 1/10 al 31/5) e alle 24 durante il periodo estivo (dal 1/6 al 30/9);
- [3] solo in occasione di tre feste programmate all'anno è possibile effettuare, con deroga speciale, musica dal vivo o con disc jockey nelle aree esterne ai locali;
- [4] produrre una valutazione di impatto acustico, redatta da un tecnico competente in acustica, ed installare apparecchiature certificate e opportunamente tarate atte a controllare in tempo reale l'emissione sonora degli impianti di amplificazione musicale, al fine di mantenere il rumore prodotto costantemente entro i limiti assoluti e differenziali di immissione;
- [5] offrire incentivi economici ai residenti che più lamentano disagi, per migliorare i requisiti di isolamento acustico degli edifici e per l'installazione di condizionatori d'aria.

È stata sollecitata inoltre la polizia municipale al fine di intervenire in caso di disturbo in esterno nelle ore notturne.

5.7.7 CONCLUSIONI

Come è noto il settore comprendente attività economiche e pubblici esercizi di ristorazione, ricettivi e balneari, rappresenta una realtà economica e sociale di straordinaria importanza per la riviera romagnola.

Si tratta di un'articolata realtà che fonda il suo successo sulla costante spinta all'innovazione, ma che da diversi anni è sempre più attenta anche alla qualità complessiva dell'offerta, per rispondere alle esigenze del cliente, oltre che dei cittadini residenti, anche in riferimento alla problematica dell'inquinamento acustico.

Il raggiungimento di questo obiettivo non è però né facile, né immediato, in quanto gli interessi in gioco sono molteplici e le strategie di mercato adottate sono a volte in contrasto con le esigenze della tutela dal disturbo e questo risulta in modo evidente dall'entità degli esposti prodotti dai cittadini.

Gli interventi di verifica del rispetto dei limiti di rumore effettuati dall'ARPA, hanno fatto rilevare, nella maggioranza dei casi, il superamento dei limiti durante il periodo notturno.

Le azioni di repressione messe in campo fino a pochi anni fa erano costituite sostanzialmente da ordinanze sindacali di obbligo di rientro nei limiti normativi che si mutavano, per i recidivi, in chiusura delle attività per alcuni giorni o settimane. Tali provvedimenti, però, non hanno dato risultati soddisfacenti in quanto, in molti casi, alla riapertura dei locali i problemi di inquinamento acustico si sono nuovamente presentati.

D'altra parte occorre evidenziare come si sia verificata una diminuzione di esposti e lamentele in genere, nei Comuni che si sono dotati della classificazione acustica del territorio ai sensi dell'art. 6, comma 1 della Legge n. 447/1995, per i quali, nel caso di accertato superamento dei limiti di inquinamento acustico da parte dell'ente preposto ai controlli, vengono direttamente erogate le sanzioni amministrative previste all'art. 10, comma 2 della stessa legge.

L'aspetto però più rilevante e che evidenzia la volontà delle amministrazioni locali di affrontare il problema con un approccio maggiormente costruttivo e finalizzato ad un reale governo dell'inquinamento acustico, è costituito da un protocollo d'intesa tra tutti i Comuni della costa dal titolo "Disciplina degli orari di utilizzo delle fonti di emissione sonora nei pubblici esercizi di somministrazione, ricettivi e balneari". Con tale protocollo si è inteso evitare effetti di migrazione dei frequentatori di pubblici esercizi verso quei Comuni con regolamenti meno restrittivi. Sono state quindi prodotte, a partire dall'anno 2004, ordinanze sindacali in tutti i Comuni rivieraschi della Provincia di Rimini che prevedono uguali orari di cessazione delle emissioni sonore all'esterno. In particolare per le attività di trattenimento e svago nei pubblici esercizi di somministrazione di alimenti e bevande (ivi compresi i chioschi in spiaggia), svolte mediante l'utilizzo di fonti di emissioni sonore che si propagano all'esterno del locale, è prevista la cessazione alle ore 1 dopo la mezzanotte, mentre per le medesime attività svolte dagli esercizi ricettivi (alberghi) e stabilimenti balneari, sempre nel caso di emissioni sonore propagate in esterno, è prevista la cessazione alle ore 24. Sono, inoltre, ammesse particolari deroghe, previa apposita autorizzazione comunale, fino al massimo alle ore 2 dopo la mezzanotte, solo in presenza di particolari apparecchiature finalizzate a controllare le emissioni sonore e mantenerle entro i limiti normativi.

Altre iniziative di particolare rilevanza sono individuabili nell'istituzione di tavoli di confronto tra le amministrazioni comunali ed i rappresentanti dei pubblici esercizi per individuare, di comune accordo, le strategie utili a ricondurre l'inquinamento acustico entro i limiti, giungendo alla sottoscrizione di protocolli d'intesa che impegnino i gestori dei locali a mettere in campo tutti gli accorgimenti tecnici e gestionali necessari a controllare le proprie emissioni sonore, di cui un primo esempio è il caso sopra citato della piazzetta nel centro storico di Rimini.

Benché la problematica legata al rumore generato da pubblici esercizi sia ancora aperta e lontana da una completa soluzione, il fatto che le amministrazioni locali ed i gestori dei pubblici esercizi stiano collaborando per



ricercare soluzioni preventive che evitino di giungere alla fase delle sanzioni amministrative, è certamente positivo sia per la tutela dall'inquinamento acustico dei residenti sia per il miglioramento della qualità dell'offerta turistica dei comuni della riviera romagnola.

Bibliografia

[1] S.R. de Donato, F. Brusca "Rimini - A tourist city acoustical characterization and seasonal comparison", Noise Control Eng. J. 50 (3), 2002

5.8 DIFFERENZE STAGIONALI NELLA SITUAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO DI RIMINI

S.R. de Donato, R. Vecchione, F. Busca

ARPA - Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente , Rimini

Rivista Italiana di Acustica (1999); Vol.23, N.3-4, pp.127-135

Nel presente lavoro vengono confrontati i risultati di due campagne di misurazioni dei livelli di rumore eseguite nella città di Rimini durante la stagione estiva ed invernale. L' obiettivo era di ottenere indicazioni dell'incidenza del turismo estivo sulla caratterizzazione acustica del territorio. Nelle due stagioni esaminate non si è rilevata una sensibile modificazione dei Leq misurati nonostante la stagione estiva faccia registrare un aumento generalizzato del flusso di traffico orario. E' stato verificato come tale fenomeno possa trovare spiegazione anche nel tipo di relazione funzionale fra Leq e variazione percentuale di traffico orario.

5.8.1 INTRODUZIONE

All'interno del Programma Triennale per la Tutela Ambientale (PTTA) sono state effettuate la zonizzazione e la mappatura acustica del territorio del Comune di Rimini. Essendo Rimini un'importante città turistica, come previsto dalla circolare della Regione Emilia Romagna n.7/93, sono state effettuate una zonizzazione estiva ed una invernale e successivamente condotte due distinte campagne di misura nelle stagioni suddette. Nel presente lavoro si discutono e si confrontano i risultati ottenuti dalle campagne di rilevamento, allo scopo di esaminare quali modifiche dei livelli sonori, e di quale entità, l'affluenza turistica induce sul territorio di Rimini e se erano individuabili una o più zone in cui tali modificazioni si collocavano principalmente.

In questa prima fase di elaborazione dei dati, cui fa riferimento il presente lavoro, il confronto estate-inverno è stato eseguito dividendo la città in aree in base a

due diversi criteri: il primo fa riferimento ad un'ampia suddivisione in zona mare e zona monte, il secondo ai quartieri cittadini.

5.8.2 MATERIALI E METODI

Le misurazioni sono state effettuate lungo tutte le arterie principali (vie a elevato flusso di traffico o di scorrimento tra quartieri) e su un numero più limitato di strade secondarie (vie di scorrimento all'interno dei quartieri), all'interno del periodo 09:00-12:00. Il microfono è stato posizionato ad 1 metro circa dalla facciata o dal perimetro esterno degli edifici per un tempo di misura di 10 minuti, seguendo le indicazioni del DPCM 1/3/91, ora riprese dal DM 16/3/98. Per ogni punto sono state eseguite ripetute misure in giorni diversi, in funzione dell'intensità del traffico sulla specifica strada e, conseguentemente, della variabilità dei livelli di rumore. Si sono utilizzati fonometri di classe 1 secondo IEC 804.

Per determinare il tempo totale di rilevazione su un singolo punto, si è fatto riferimento, in generale, alla seguente relazione che consente di predeterminare l'incertezza sul valore di L_{eq} misurato [1]:

$$T_m = \frac{3600 \left[\psi^2 + \frac{100}{[\ln(10)]^2} + \frac{100\sigma_v^2}{v^2 [\ln(10)]^2} \right]}{N \left[(\Delta L_{eq})^2 - \frac{100\Delta d^2}{d^2 [\ln(10)]^2} \right]} \quad (1)$$

ricavata a partire dalla:

$$L_{eq} = L_w + 10\log(m) - 10\log(T_m) - 10\log(dv) + 10\log(2^*/2^*) \quad (2)$$

valida per un flusso di m veicoli nel tempo T_m ed in cui:

v = velocità media dei veicoli m/s;

$*$ = angolo tra la sorgente e l'osservatore durante il tempo di misurazione, definito come $\tan^{-1}(vT_m/2d)$ e preso pari a $*/2$;

d = distanza fra il punto di osservazione e la linea di flusso di traffico in metri, calcolata come media delle distanze fra l'osservatore e gli m veicoli transitanti.

Se nella precedente relazione si implementano le relazioni elaborate da Jones [2], che esprimono la potenza dei veicoli leggeri e pesanti in funzione della velocità:

$$L_{wl} = 79.1 + 23.8 \log(v) \quad \text{per i veicoli leggeri}$$

$$L_{wp} = 84.5 + 18.9 \log(v) \quad \text{per i veicoli pesanti}$$

si ottiene una relazione che fornisce risultati in accordo con quelli forniti dal modello messo a punto dal CNR [3].

Il calcolo dell'errore associato alla (2) porta a:

$$(\Delta L_{eq})^2 = \frac{\psi^2}{m} + \frac{100}{m[\ln(10)]^2} + \frac{100\sigma_v^2}{mv^2[\ln(10)]^2} + \frac{100\sigma_d^2}{md^2[\ln(10)]^2}$$

con

$$\Psi = \frac{\sqrt{p_1} * 10^{L_{wl}/10} \sigma_l + \sqrt{p_2} * 10^{L_{wp}/10} \sigma_p}{10^{L_w/10}}$$

dove p_1 e p_2 sono le percentuali di veicoli leggeri e pesanti ed L_{wl} , L_{wp} e σ_l , σ_p rispettivamente i livelli di potenza sonora per le stesse classi e le deviazioni standard della media delle distribuzioni (stimate pari a 4 dBA da [2]).

Da $m = NTm/3600$ con $N = n$. veicoli/h e dalla considerazione che l'errore su d si può considerare assoluto (pari a Δd , stimato in 0.5 m da [2]), si ottiene la (1).

Tale relazione permette di ricavare il tempo di misura, dato un certo flusso di veicoli/ora, affinché l'imprecisione sul L_{eq} resti all'interno di un prefissato valore.

Ad esempio, imponendo $\Delta L_{eq} = 1$ dBA in una situazione media in cui: $d = 5$ m, $\Delta d = 0.5$ m, $v = 13.9$ m/s e $\sigma_v = 3$ m/s con una percentuale di veicoli pesanti pari al 10%, si ha che per flussi di traffico intorno a 60 v/h, il tempo di misura deve coprire circa 60 minuti, mentre si riduce a 10 minuti per flussi maggiori di circa 500-600 v/h. Nelle stesse condizioni, ma con $\Delta L_{eq} = 2$ dBA, il tempo di

misura per intensità di traffico di circa 60 v/h si riduce a circa 20 minuti ed a 10 minuti per flussi superiori a circa 120 v/h.

Le diverse misure eseguite sono state successivamente mediate ottenendo, per ogni punto di misura, un Leq medio estivo ed un Leq medio invernale. Su questi dati finali sono state effettuate indagini di tipo statistico che hanno quindi fornito informazioni di tipo generale sulla popolazione dei livelli di rumore. Questo approccio statistico è stato utilizzato sia per lo studio del fenomeno sonoro in termini di Leq misurato, sia per lo studio dello stesso in funzione dei livelli associati alla zonizzazione acustica e definiti per classi di 5 dBA.

5.8.3 RISULTATI

Nelle figure 5.8.1 e 5.8.2 sono riportate le distribuzioni di Leq medio relative alla campagna estiva e a quella invernale. Nella tabella 5.8.1 sono, inoltre, riportate alcune grandezze di posizione e forma comunemente usate per caratterizzare una distribuzione. Ne risulta, per entrambe le distribuzioni, un'asimmetria verso i livelli di Leq più alti dovuta al tipo di campionamento effettuato: i siti di misura erano collocati, infatti, prevalentemente vicino a strade principali (156 vie di scorrimento tra quartieri contro 83 vie intraquartiere meno rumorose).

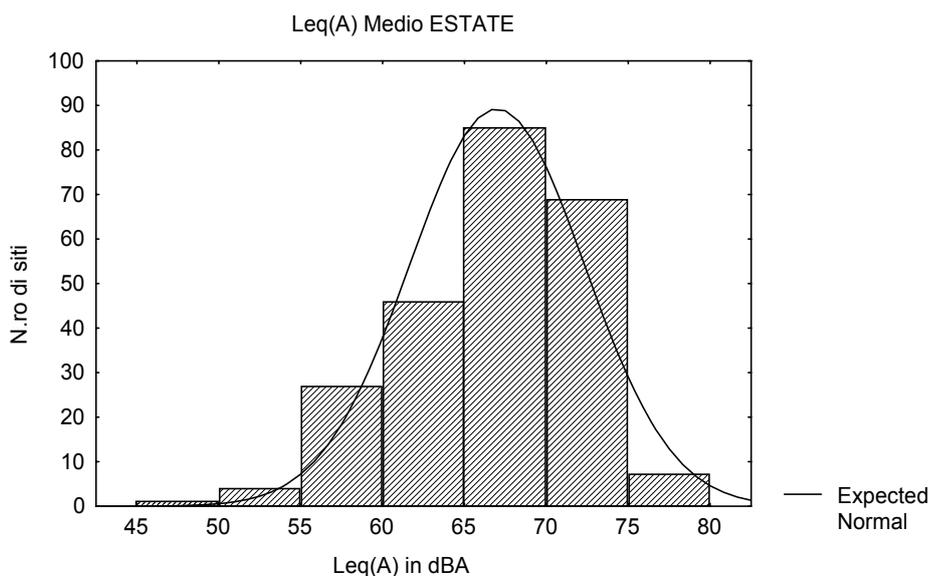


Fig. 5.8.1 - Distribuzione dei valori di Leq risultanti dalla campagna di misure Estiva. Per ogni intervallo è riportato il numero di siti di misura corrispondenti.

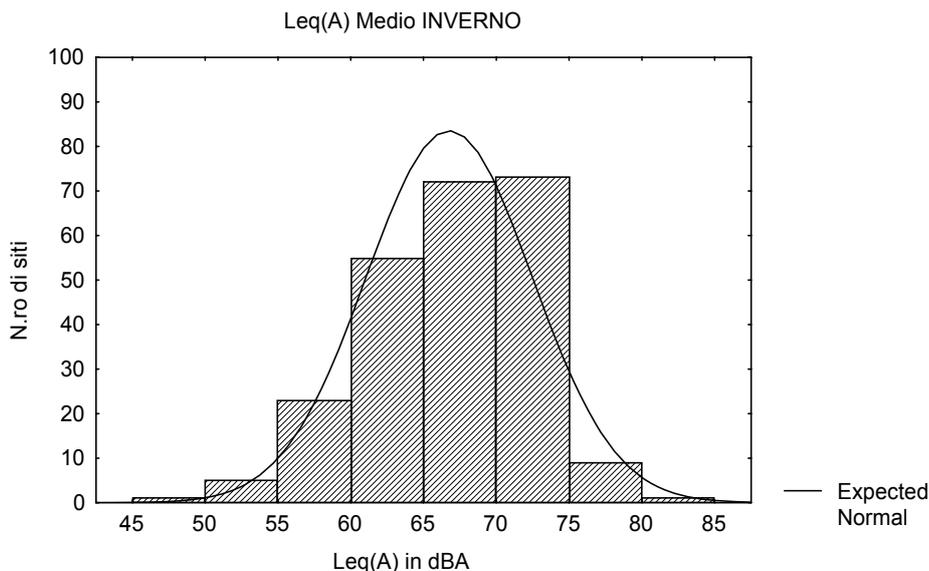


Fig. 5.8.2 - Distribuzione dei valori di Leq risultanti dalla campagna di misure Invernale. Per ogni intervallo è riportato il numero di siti di misura corrispondenti.

	N. di casi	Media	Std.Dev.	Skewness	Kurtosis
Leq Estivo	239	67.0	5.3	-0.5	-0.2
Leq Invernale	239	66.8	5.7	-0.4	-0.2

Tabella 5.8.1 - Parametri delle distribuzioni dei livelli sonori.

La somiglianza delle distribuzioni non garantisce, ovviamente, la somiglianza della distribuzione locale dei livelli di rumore estivi ed invernali. Per controllare tale ipotesi è stata calcolata, per ogni sito, la distribuzione delle differenze fra il Leq Estivo ed il Leq Invernale (Fig.5.8.3):

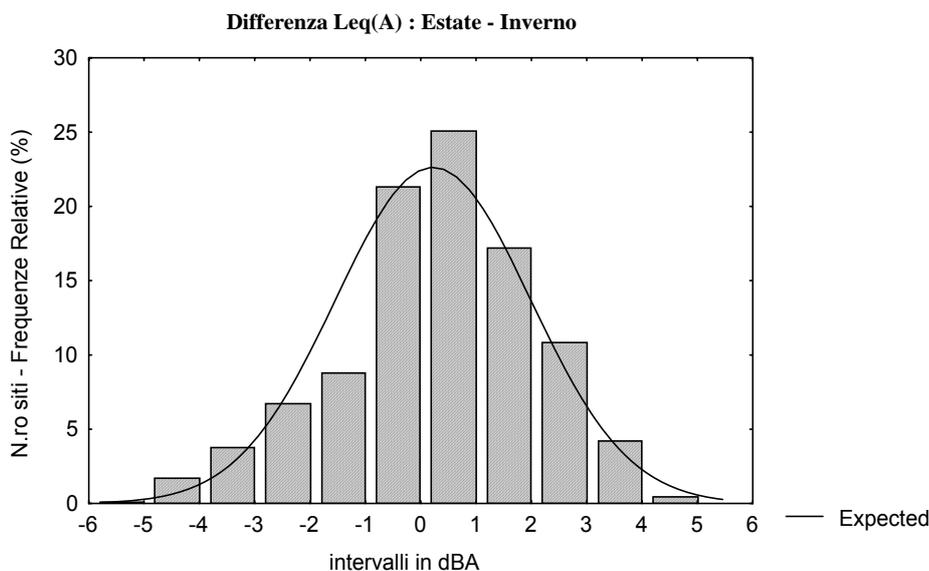


Fig. 5.8.3 - Distribuzione delle differenze tra Leq estivo ed invernale.

Questa distribuzione, leggermente asimmetrica nel verso delle differenze positive, presenta una percentuale totale di casi con differenze maggiori di zero pari al 58%.

Per verificare l'esistenza di una sistematicità nell'innalzamento/abbassamento dei valori di Leq nella zona mare di Rimini (interessata dal turismo) si possono verificare separatamente tali differenze per la zona mare e la zona monte (Fig.5.8.4).

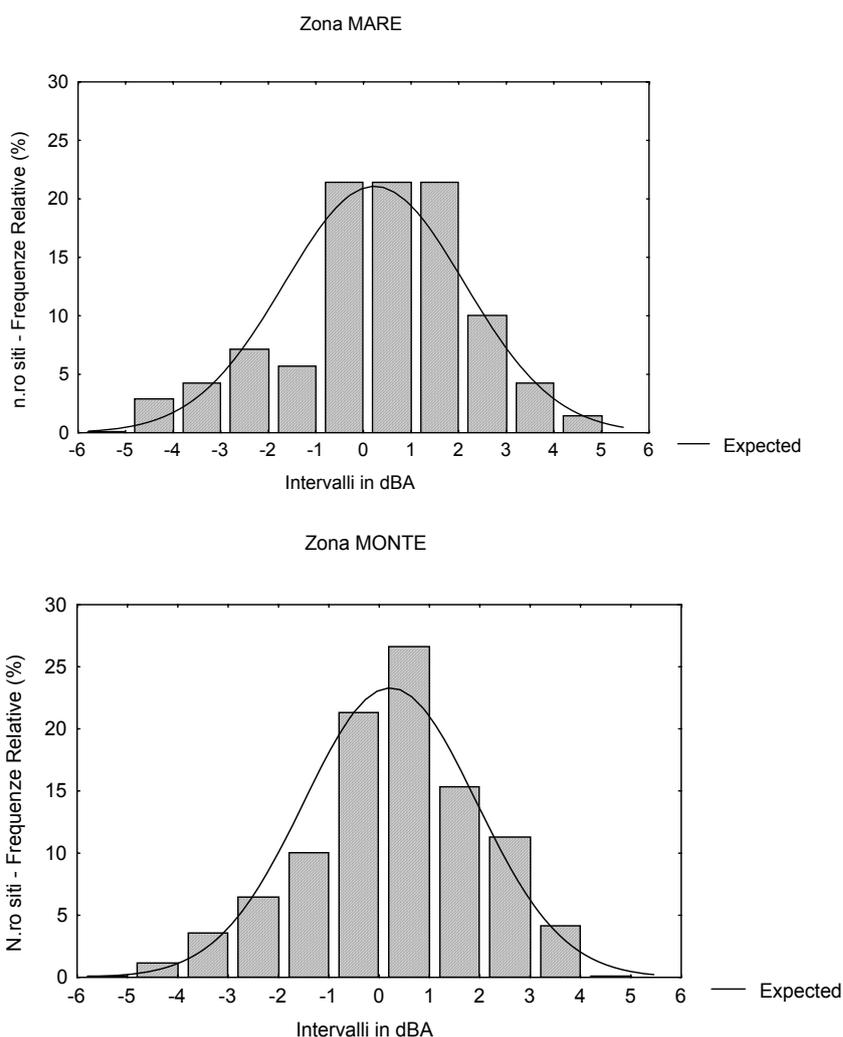


Fig. 5.8.4 - Istogramma della differenza tra estate e inverno del Leq (dBA) in funzione delle zone mare e monte.

Si può osservare che, anche in questo caso, le distribuzioni sono leggermente asimmetriche verso le differenze positive per entrambe le zone considerate (il 57% e il 59% circa dei casi con differenza maggiore di zero rispettivamente per la zona monte che per quella mare). Tuttavia la forma delle 2 curve è

accettabilmente gaussiana, compatibilmente con il test (W) di Shapiro-Wilk. Risulta, infatti, $W=0,97$ $p=12\%$ (169 casi) per la zona monte e $W=0,97$ $p=34\%$ (70 casi) per la zona mare. Il test di Shapiro-Wilk è considerato uno dei metodi più efficaci nel determinare se un data-set sottende una distribuzione normale [4]. In pratica il parametro W è calcolato dalla statistica ordinata crescente degli n dati xi come:

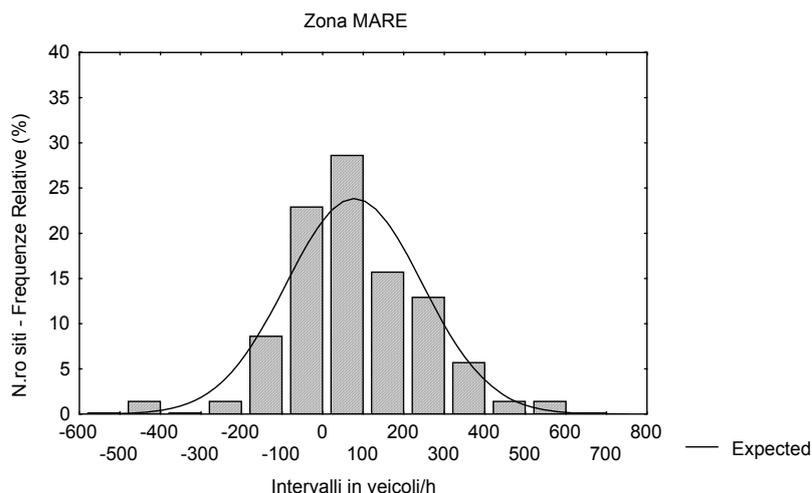
$$W = \frac{1}{d} \left[\sum_{i=1}^k a_i (x_{[n-i+1]} - x_{[i]}) \right]^2$$

dove ai sono coefficienti tabellati, $k = n/2$ se n è pari o $(n-1)/2$ se n è dispari e .

$$d = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Per controllare come questo comportamento possa essere legato ai cambiamenti della intensità di traffico, nella figura 5.8.5 sono mostrate le variazioni dei flussi orari di veicoli equivalenti (con l'assunzione che 1 veicolo pesante equivalga ad 8 veicoli leggeri [3]) fra estate ed inverno, dividendo sempre la zona mare dalla zona monte.

In questo caso, si nota una sensibile asimmetria verso valori di traffico maggiori durante il periodo estivo in entrambe le zone (le percentuali totali riferite alle differenze positive sono simili e pari a circa il 66%).



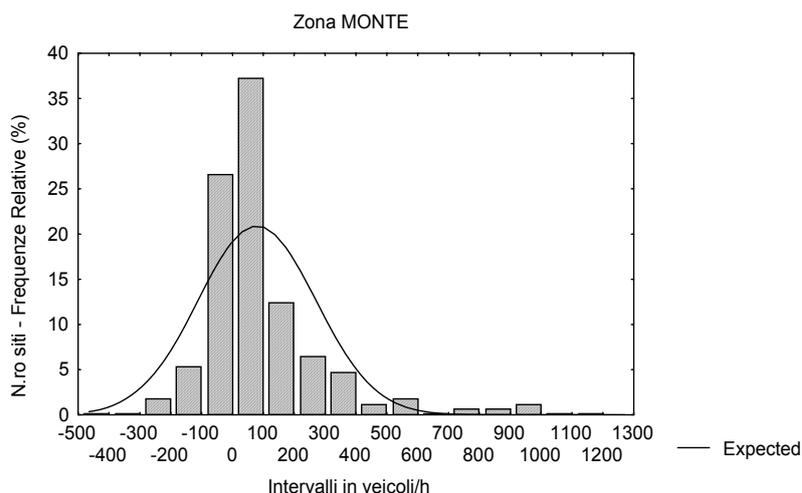


Fig. 5.8.5 - Distribuzione delle differenze fra i flussi di traffico orari estivi-invernali.

	N. di casi	Media	Std.Dev.	W - test
Zona mare	70	78	170	0.97 (p<0.33)
Zona monte	169	79	190	0.97 (p<0.00)

Tabella 5.8.2 - Parametri delle distribuzioni delle variazioni dei flussi di traffico.

La media delle distribuzioni risulta rispettivamente pari a 78 e 79 veicoli/h per le zone mare e monte, come si evince dalla tabella 5.8.2 che mostra, inoltre, un risultato accettabilmente normale per le variazioni di traffico in zona mare.

Per identificare su quali classi acustiche tali incrementi si collochino principalmente, nella figura 5.8.6 sono rappresentati gli intervalli delle differenze percentuali, rispetto al valore invernale, dei valori di flusso di traffico estivo-invernale (le percentuali negative indicano, quindi, un valore del flusso di traffico maggiore nella stagione invernale) raggruppate in funzione della finale classificazione acustica dei vari siti di misura. A causa della bassa statistica dei $Leq \leq 55$ dBA tale classe è stata esclusa dalle elaborazioni; sono state, quindi, definite 4 classi acustiche, partendo da una classe 1, caratterizzata da un Leq compreso fra 55 e 60 dBA, e proseguendo per intervalli di 5 dBA. Nella figura 6 sono riportati i risultati dell'elaborazione separatamente per le zone mare e monte.

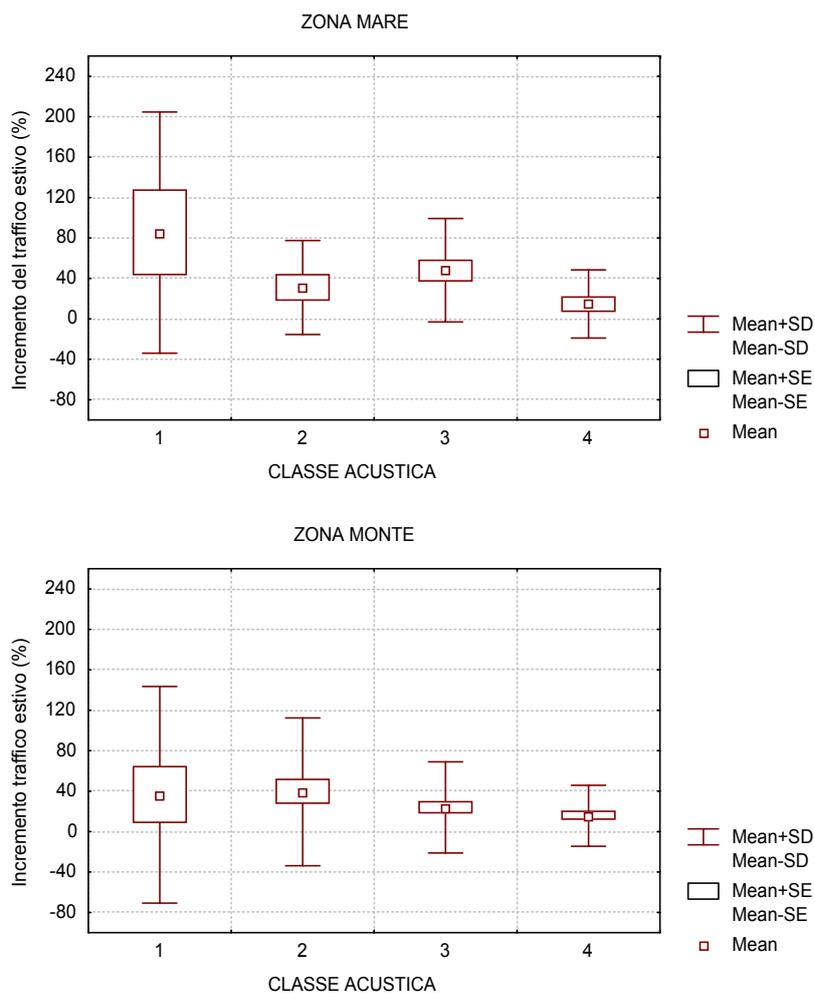


Fig. 5.8.6 - Differenze percentuali fra valori del flusso di traffico orario estivo - invernale, in funzione della classificazione finale dei vari siti di misura, zona mare e monte.

Le variazioni positive risultano, in media, interessare tutte le classi acustiche in modo, percentualmente, piuttosto omogeneo. E' tuttavia da segnalare come l'intervallo di variazione vada ad interessare anche le percentuali negative per tutte le classi ad eccezione della classe 3 in zona mare per la quale è, al contrario, quasi esclusivamente nel senso positivo della variazione.

L'analisi svolta fino ad ora ha fatto riferimento alle differenze in dBA riscontrate fra i valori del livello equivalente estivo ed invernale, ma nell'ambito della caratterizzazione del territorio è tuttavia interessante ragionare in funzione di classi acustiche definite per intervalli di 5 dBA.

In tal senso, al di là dell'entità della variazione stagionale del livello di rumore, è di interesse verificare in quanti casi interviene, per ogni singola postazione di

misura, un cambio di classe fra estate ed inverno. Nei seguenti istogrammi (Figura 5.8.7), ancora categorizzati per zone mare e monte, sono riportati i risultati di tale analisi.

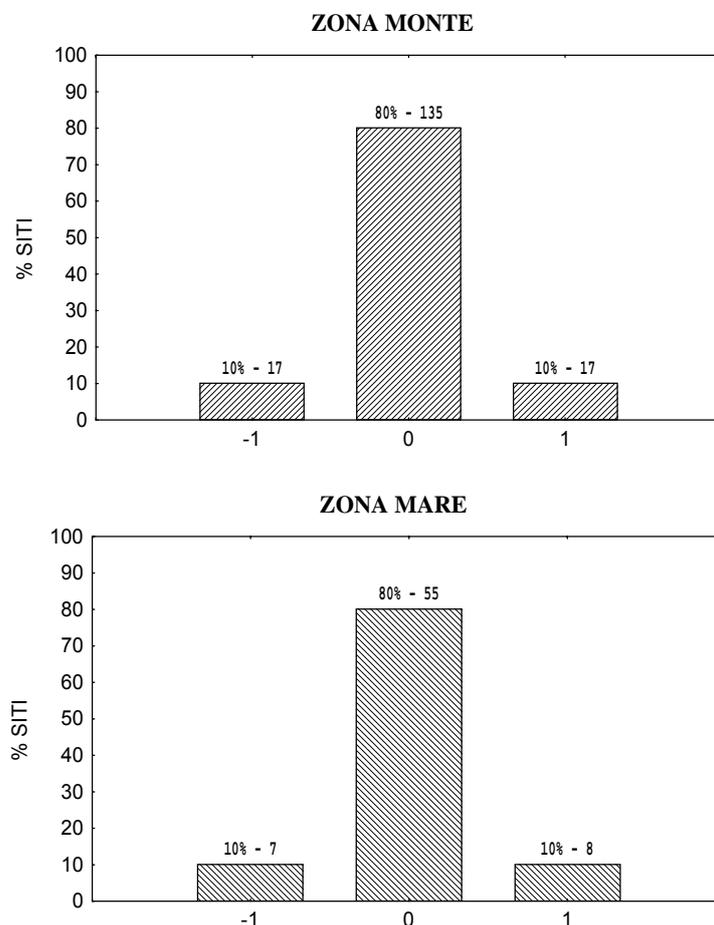


Figura. 5.8.7 - Istogramma categorizzato dei siti che cambiano classe acustica nel passare da Inverno a Estate.

**-1 = passaggio alla classe precedente 0 = non cambiano classe
1 = passaggio alla classe superiore**

Si può notare che, in questo caso, la situazione risulta altamente simmetrica: la percentuale di siti che cambiano nella classe acustica inferiore è uguale a quella di siti che cambiano nella classe superiore; da sottolineare, inoltre, che al massimo c'è un cambiamento da una classe a quella adiacente, mai un salto di due o più classi. Inoltre le percentuali di variazione sono identiche per le due zone considerate.

Una macrosuddivisione del territorio in zone mare e monte può, tuttavia, non rendere conto di fenomeni più localizzati di cambiamento di livelli di rumore, ma

purtuttavia sufficientemente estesi da costituire una zona specifica. Un primo livello di approfondimento dell'indagine è consistito nel suddividere le postazioni di misura in funzione dell'appartenenza ai quartieri cittadini. Il grafico categorizzato seguente (Figura 5.8.8) conferma una situazione di sostanziale simmetria anche in questo caso.

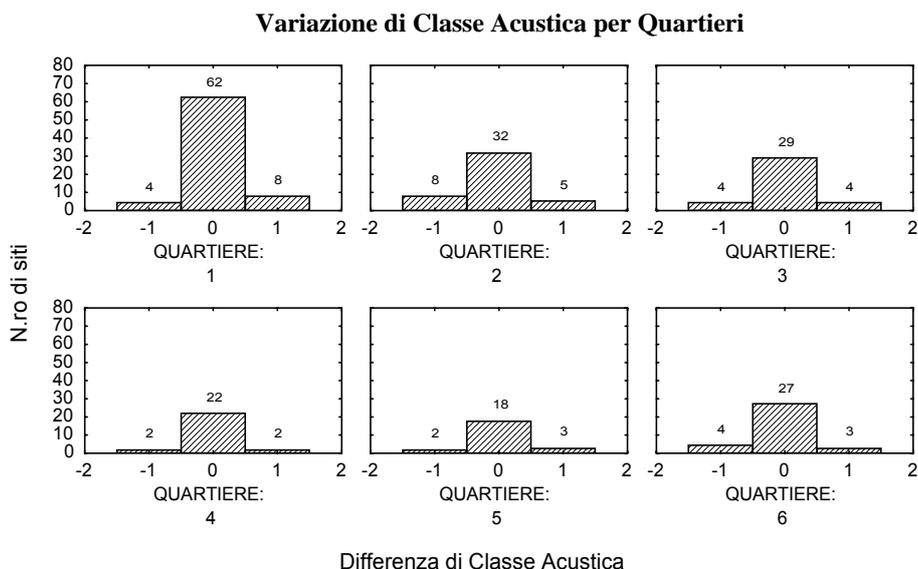


Fig. 5.8.8 - Istogramma categorizzato dei siti che cambiano classe acustica nel passare da Estate ad Inverno.

Infine, anche un'analisi che prevede una suddivisione fra strade principali e secondarie non mostra una variazione stagionale fra zona mare e monte. I risultati di tale analisi sono riportati in Figura 5.8.9.

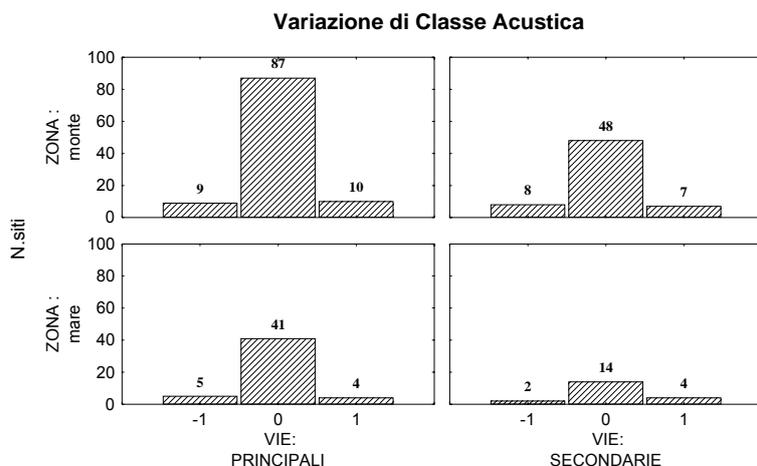


Fig. 5.8.9 - Istogramma categorizzato delle vie che cambiano classe acustica nel passare da Estate ad Inverno suddiviso per vie principali e secondarie.

5.8.4 CONCLUSIONI

Sono state eseguite misurazioni di rumore da traffico stradale in 239 siti distribuiti sul territorio di Rimini. Nel passaggio stagionale fra estate ed inverno per l'80% circa di tali punti non si è verificata una modificazione del livello sonoro di entità tale da variarne la classe acustica di appartenenza. La percentuale di punti di misura che cambiano classe fra estate ed inverno passando alla classe immediatamente superiore od inferiore è simmetrica (pari a circa il 10%) e distribuita uniformemente sul territorio. Tale risultato è valido per suddivisioni del territorio in zone di ampie e medie dimensioni.

Si è inoltre evidenziato come un aumento dei flussi di traffico orari in estate non produca un sistematico aumento dei Leq estivi rispetto ai Leq invernali.

Una possibile spiegazione di tale fenomeno, oltre che nella ridotta velocità del traffico estivo (dovuta da una parte allo stesso aumento dei veicoli circolanti e dall'altra ad una diversa modalità di circolazione estiva che risulta ostacolata dal largo numero di biciclette presenti e, in particolare nella zona mare, dai continui attraversamenti pedonali), risiede nel fatto che l'incremento di traffico percentuale, anche laddove si verifica, è tuttavia di entità tale da risultare scarsamente significativo per le variazioni di Leq.

Se si suppone, infatti, che il Leq vari in proporzione diretta a k volte il logaritmo del flusso di traffico, si avrà che il ΔLeq corrispondente ad una variazione percentuale di traffico sarà pari a $\Delta\text{Leq} \approx k \cdot \log(1+p\%)$.

Dalla figura 5.8.10 che riporta la regressione lineare, eseguita su tutti i dati, fra il logaritmo del flusso di traffico e il Leq misurato si ricava immediatamente che $k=8.9$.

In questo caso, poiché circa il 64% delle percentuali di variazione dell'intensità del traffico risulta compreso nell'intervallo $-40\% \div 40\%$, si avrà, per tutte queste situazioni, un ΔLeq di circa 1.3 dBA ovvero dello stesso ordine dell'incertezza di misura.

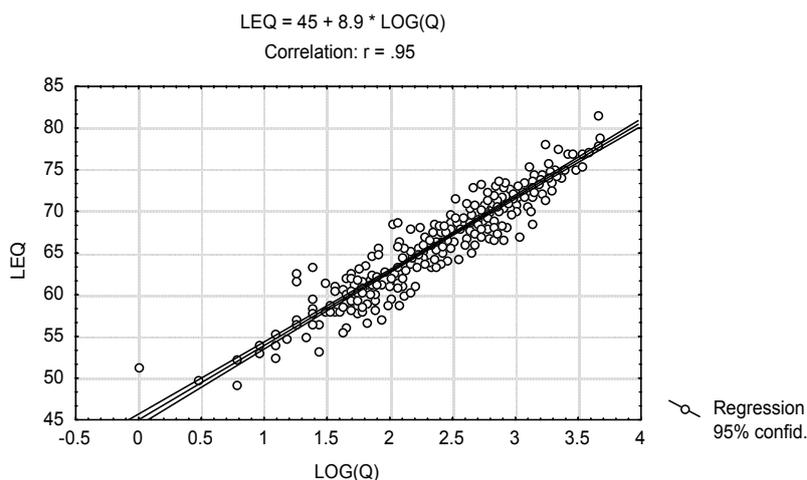


Fig. 10 - Analisi di regressione fra il logaritmo dell'intensità oraria di traffico ed il Leq misurato in dBA; sono riportati l'equazione della retta di regressione ed il coefficiente di correlazione lineare (r).

Bibliografia

- [1] De Donato S. R., Morri B., Determinazione del tempo minimo di integrazione per la misura del Leq con un dato livello di confidenza nell'ipotesi di distribuzione poissoniana del flusso veicolare, Atti del 25° Congresso Nazionale AIA 1997, vol. 1, pagg. 585-592.
- [2] Jones R.R.K., Hothersall D.C., Effect of operating parameters on noise emission from individual road vehicles, Applied Acoustics 13, 121-136 (1980)
- [3] Cannelli G.B., Glück K., Santoboni S., A mathematical model for evaluation and prediction of the mean energy level of traffic noise in Italian towns, Acustica 53, 31, (1983) pp. 31-36
- [4] Gilbert R.O., Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring, Van Nostrand Reinhold Company Inc., New York, 1987.

5.9 DIFFERENZE STAGIONALI NELLA SITUAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO DI RIMINI, RICCIONE E CATTOLICA

Stefano R. de Donato, Michele Celli, Roberta Monti, Roberto Vecchione

XXXI Convegno Nazionale AIA, 5-7 Maggio 2004, Venezia

5.9.1 SOMMARIO

Nel presente lavoro vengono confrontati i risultati di due campagne di misura relative alla stagione estiva ed invernale nei comuni di Riccione e Cattolica con una precedente campagna effettuata su Rimini¹.

L'obiettivo era di ottenere indicazioni sull'incidenza del turismo estivo sulla caratterizzazione acustica del territorio. Non si è rilevata una sensibile modificazione dei Leq misurati nonostante la stagione estiva faccia registrare un aumento generalizzato del flusso di traffico orario (risultato peraltro già ottenuto con la campagna relativa a Rimini).

5.9.2 INTRODUZIONE

Sono state effettuate le mappature acustiche del territorio dei Comuni di Rimini, Riccione e Cattolica con due distinte campagne di misura nelle stagioni estiva ed invernale.

Nel presente lavoro si discutono e si confrontano i risultati ottenuti dalle campagne di rilevamento allo scopo di esaminare quali modifiche dei livelli sonori, e di quale entità, induce l'affluenza turistica.

5.9.3 MATERIALI E METODI

Le misurazioni sono state effettuate, seguendo la stessa metodologia dell'analisi riminese¹, lungo le arterie principali (vie a elevato flusso di traffico o di scorrimento fra quartieri) e su un numero più limitato di strade secondarie (vie di scorrimento all'interno dei quartieri) nel periodo di tempo 09:00-12:00.

Il microfono è stato posizionato ad un metro circa dalla facciata o dal perimetro esterno degli edifici per un tempo di misura pari ad un multiplo di 10 minuti. Per ogni punto sono state eseguite ripetute misure in giorni diversi, in funzione dell'intensità del traffico sulla specifica strada e, conseguentemente, della variabilità dei livelli di rumore.

Per determinare il tempo totale di rilevazione su un singolo punto, si è fatto riferimento alla Tabella 5.9.1:

Flusso veicolare (n. veicoli/ora)	Tempo di misura (min) 0% veicoli pesanti	Tempo di misura (min) 2% veicoli pesanti	Tempo di misura (min) 5 % - 10% veicoli pesanti
< 30	20	30	40
30 ÷ 80	10	20	20
80 ÷ 200	10	10	10

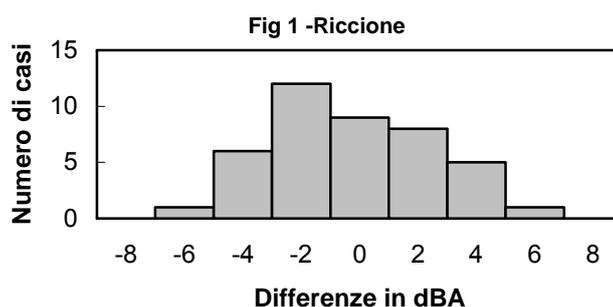
Tabella 5.9.1 - Tempi medi di misura in relazione a flussi veicolari e percentuali di veicoli pesanti.

Le diverse misure eseguite sono state successivamente mediate ottenendo, per ogni punto di misura, un Leq medio estivo ed un Leq medio invernale. Su questi dati finali sono state effettuate indagini di tipo statistico che hanno fornito informazioni di tipo generale sulla popolazione dei livelli di rumore.

Questo approccio statistico è stato utilizzato sia per lo studio del fenomeno sonoro in termini di Leq misurato, sia per lo studio dello stesso in funzione dei livelli associati alla mappatura acustica e definiti per classi di 5 dBA.

5.9.4 RISULTATI

Le differenze fra i livelli equivalenti di rumore estivi ed invernali nei tre comuni sono state calcolate per ogni sito e riportate, separatamente per i diversi comuni, nelle Figure 5.9.1, 5.9.2, 5.9.3. Per ogni distribuzione sono riportati i parametri caratteristici in Tabella 5.9.2.



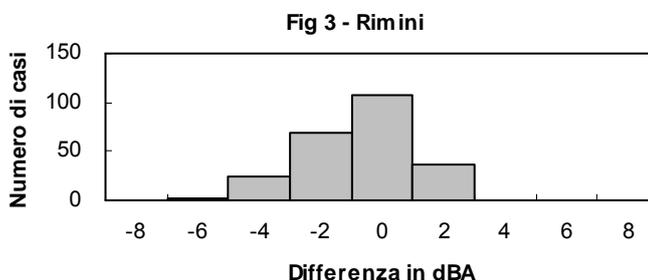
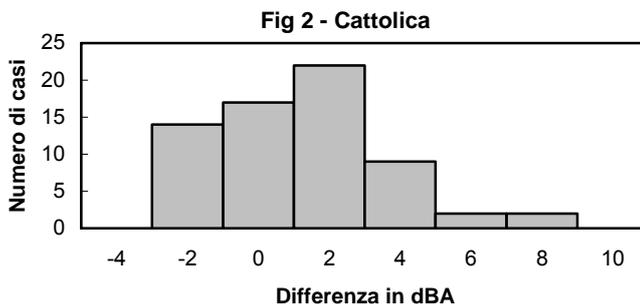


Figure 5.9.1, 5.9.2, 5.9.3 - Distribuzione delle differenze fra Leq estivo e Leq invernale.

Tab. 5.9.2 - Parametri caratteristici delle distribuzioni delle differenze fra Leq estivo e Leq invernale.

	N. casi	Media	Deviazione standard
Riccione	44	0.6	2.8
Cattolica	66	2.2	2.4
Rimini	240	0.2	1.8

misura stesso, evidenzia un aumento di veicoli equivalenti (acusticamente 1 veicolo pesante = 8 veicoli leggeri) nella stagione estiva rispetto all'invernale rispettivamente nel 65% dei casi per Rimini, nel 73% per Riccione e nel 64% per Cattolica.

L'analisi di regressione effettuata sui dati del livello equivalente ed il logaritmo del numero di veicoli equivalenti/ora (Q) fornisce, rispettivamente per i tre comuni considerati, le relazioni:

(1) $Leq = 45 + 8.9 \log(Q)$ $[r = 0.95]$ per Rimini

$$Leq = 46 + 8.5 \log(Q) \quad [r = 0.93] \quad \text{per Cattolica}$$

$$Leq = 44 + 8.9 \log(Q) \quad [r = 0.96] \quad \text{per Riccione}$$

Rispetto alle usuali relazioni utilizzate per la previsione del Leq si rileva, in questo caso, un coefficiente moltiplicativo del logaritmo dei veicoli equivalenti minore di 10, ed in particolare compreso fra 8.5 ed 8.9.

In questo senso, indicando con p la frazione di aumento di veicoli fra estate ed inverno rapportata ai veicoli invernali, la variazione del Leq può essere espressa come:

$$(2) \quad \Delta Leq \approx k \cdot \log(1+p) \quad \text{con } k = 8.5 \div 8.9$$

Un aumento del 50% dei veicoli nella stagione estiva rispetto all'invernale produce quindi un aumento del Leq compreso fra 1.5 ed 1.6 dBA che in parte può spiegare la contenuta percentuale di siti che presentano un cambio di classe nelle due stagioni.

Bibliografia

- [1] S.R. de Donato e F. Brusca, "Technical note: Rimini – A tourist city acoustical characterization and seasonal comparison", *Noise Control Eng. J.* 50 (3), 2002
- [2] Arpa, "Linee Guida per la Caratterizzazione Acustica delle Aree Urbane", 2001

6 LA MATRICE RIFIUTI: INFLUENZA DEL COMPARTO TURISTICO SULLA PRODUZIONE DI RIFIUTI

LA VELOCITÀ DI PRODUZIONE DEI RIFIUTI DEVE ESSERE UGUALE ALLE CAPACITÀ NATURALI DI ASSORBIMENTO DA PARTE DEGLI ECOSISTEMI IN CUI I RIFIUTI VENGONO IMMESSI.

HERMAN DALY

6.1 PREMESSA

Il turismo è un fenomeno ambivalente poiché può potenzialmente contribuire al raggiungimento di obiettivi socio-economici e culturali ma può anche, allo stesso tempo, essere causa del degrado ambientale e della perdita di identità locali. L'industria turistica, con le sue attività, ha una notevole influenza sulle risorse naturali, sulla biodiversità e sulla capacità di assorbimento dell'impatto e dei residui prodotti da parte del territorio interessato.



La quantità totale dei rifiuti è sicuramente un indice di crescita economica e di aumento dei consumi ma, al tempo stesso, è anche una misura dell'impoverimento delle risorse naturali. Tuttavia, l'impatto sull'ambiente non dipende solo dalla quantità ma anche, e soprattutto, dalla qualità dei rifiuti; le sostanze pericolose in essi contenute, anche in piccole quantità, possono infatti essere fonte di gravi rischi.

Per quanto riguarda l'aumento generalizzato della quantità dei rifiuti l'emergenza rifiuti non può essere affrontata solamente tramite una gestione più efficiente e un maggiore tasso di riciclo quanto, piuttosto, all'interno di una strategia integrata di sviluppo sostenibile, che abbia tra le priorità la riduzione dello sfruttamento delle risorse, il minore consumo di energia e la minimizzazione delle emissioni.

Questi principi, introdotti dalla normativa comunitaria e da quella nazionale (D.Lgs. 22/97, cosiddetto decreto Ronchi), non sono stati tradotti in specifici obiettivi da raggiungere in termini di prevenzione; sono però ben delineate le

disposizioni in grado di garantire un approccio sistemico alle problematiche connesse al ciclo dei rifiuti e di indirizzare il sistema di gestione verso schemi di prevenzione e recupero.

La riduzione della quantità, del volume e della pericolosità dei rifiuti viene perseguita attraverso un approccio che prende in considerazione tutto il ciclo di vita dei prodotti: dalla progettazione, alla fabbricazione, distribuzione, commercializzazione, fino al consumo e post-consumo. Tale impostazione richiede interventi integrati di natura giuridico-amministrativa, economico-fiscale, finanziaria, informativa e negoziale.

La parola greca "Oikos", da cui deriva "ecologia", vuol dire semplicemente "casa".

Questo può farci riflettere sul fatto che avere una coscienza ecologica e agire di conseguenza, ad esempio differenziando i propri rifiuti, non deve essere intesa come prerogativa di alcune persone particolarmente "illuminate", né come una mania di chi ha tempo da perdere per sostenere cause perse. Tenere in alta considerazione l'ambiente nelle nostre scelte e nelle nostre azioni vuol dire invece che siamo tutti "coinquilini" nella stessa "casa", la Terra, un pianeta da tenere pulito.

Smaltire correttamente i rifiuti, attuando la raccolta differenziata è un modo concreto di rispettare gli altri, il nostro ambiente e, in definitiva, se stessi.

La salvaguardia del territorio è un problema che oggi più che mai riguarda tutti, fondamentale è perciò l'impegno delle Istituzioni per la sensibilizzazione, informazione ed educazione che aiuti i cittadini a costruire modelli di comportamento corretti, a considerare il rapporto con l'ambiente non più estraneo, ma parte integrante del nostro stesso esistere. L'emergenza rifiuti è infatti uno dei grandi problemi delle società moderne, di cui ormai da anni si parla per trovare soluzioni chiare e compatibili, in particolar modo cercando di sostituire alla cultura dell' "usa e getta" quella dell' "usa, recupera e riutilizza".

6.2 GESTIONE INTEGRATA DEI RIFIUTI

La Regione ha avviato fin dal 1994 una serie di azioni e programmi per una

complessa e corretta gestione con l'obiettivo del recupero di materia ed energia dai rifiuti e non soltanto del loro smaltimento.

Le attività regionali sono indirizzate a favorire la riduzione della produzione e della pericolosità dei rifiuti e la regolamentazione della gestione attraverso un sistema integrato, incentivando l'impiego di idonee e moderne tecnologie in modo da assicurare le più alte garanzie di elevata protezione dell'ambiente e di tutela della salute dei cittadini.

All'interno di questa strategia riveste un ruolo fondamentale la raccolta differenziata come prima ed importante fase del ciclo dei rifiuti che coinvolge sia i cittadini, per quanto riguarda i rifiuti urbani, che le imprese, nel settore dei rifiuti speciali, al fine di incentivare e rendere sempre più efficace ed efficiente il riutilizzo, il riciclaggio ed il recupero di materia ed energia.

Le strategie regionali di settore trovano esplicitazione ed applicazione nei Piani redatti dalle Province (Piano Provinciale di Gestione Rifiuti - PPGR). L'organizzazione e la regolamentazione del servizio di gestione dei rifiuti urbani è in capo all'Agenzia d'Ambito Territoriale Ottimale (ATO).

Una delle disfunzioni più gravi che lo sviluppo socio - economico ha portato, in Italia ed ovunque nel mondo, è certamente quella dei rifiuti solidi urbani.

Lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani è sempre stato effettuato con l'ammassamento, in discariche più o meno grandi, poste nelle immediate vicinanze dei centri di cui erano a servizio; sopportate malvolentieri dagli abitanti vicini ma strettamente necessari in mancanza di un serio piano alternativo di smaltimento.

L'espandersi delle zone urbanizzate contestualmente all'esaurimento di cave di altre depressioni, naturali deputate all'espletamento della funzione discarica ma anche la maggiore attenzione che si è creata nei confronti dell'ambiente, ha portato all'impossibilità oggettiva di proseguire su questa strada costringendo a cercare nuove vie da percorrere.

lo smaltimento di rifiuti può avvenire tramite le succitate discariche controllate, il riciclaggio, il compostaggio ed il recupero energetico; questi processi, non sono alternativi ma complementari in una corretta politica dello smaltimento delle tonnellate di rifiuti prodotte.

Per risolvere il problema rifiuti si deve intervenire su ogni fase della produzione del rifiuto, soprattutto, quando possibile, all'origine della formazione del bene che diverrà rifiuto, massimizzare il riutilizzo o il riciclaggio e infine sfruttando il contenuto energetico mediante la produzione di compost, biogas o la termocombustione di ciò che non è stato possibile valorizzare.

Alla fine di questo processo la frazione destinata a discarica, sempre e comunque presente, sarà di quantità estremamente inferiore a quella di partenza e, se trattata opportunamente, molto stabile.

Quindi riduzione, riutilizzo del materiale tal quale, riciclaggio della materia costituente il materiale raccolto e recupero sono i nuovi quattro imperativi che si impongono per affrontare correttamente il problema dello smaltimento dei rifiuti solidi urbani.

6.3 IL PROBLEMA RIFIUTI

Le problematiche connesse alla produzione di rifiuti hanno assunto negli ultimi decenni proporzioni sempre maggiori in relazione al miglioramento delle condizioni economiche, al veloce progredire dello sviluppo industriale, all'incremento della popolazione e delle aree urbane. La produzione dei rifiuti è infatti progressivamente aumentata quale sintomo della crescita economica e dell'aumento dei consumi. La diversificazione dei processi produttivi ha inoltre moltiplicato le tipologie dei rifiuti, generando impatti sempre più pesanti sull'ambiente e sulla salute.

In particolare:

- sulle acque, a causa di scarichi diretti o del percolato delle discariche;
- sull'aria, sia a causa di emissioni di metano dalle discariche provenienti da processi degradativi della sostanza organica contenuta nei rifiuti sia per le emissioni di sostanze inquinanti da impianti di incenerimento;
- sul suolo, a causa di scarichi accidentali o discariche incontrollate con conseguente generazione di siti contaminati a scapito dell'ambiente e delle collettività.

Una volta prodotti, si pone il problema della gestione e dello smaltimento ecocompatibile dei rifiuti; problema complesso da affrontare in chiave sociale, economica, ambientale, con l'obiettivo generale dell'uso razionale e sostenibile delle risorse. **Una corretta politica di gestione dei rifiuti deve essere globale, attenta cioè a tutto il ciclo del prodotto che a fine vita diventa rifiuto; per questo è importante agire sin dalla progettazione del bene e, successivamente, nelle varie fasi della sua vita: produzione, distribuzione e consumo.**

E' evidente quindi la necessità di azioni preventive finalizzate a diminuire la produzione dei rifiuti alla fonte, incoraggiare il recupero nelle forme del riutilizzo, del riciclaggio e del recupero energetico, in particolare incentivando le raccolte selettive. D'altra parte, è indispensabile garantire la sostenibilità dello smaltimento attraverso una rete di impianti dotati delle migliori tecnologie disponibili e di forme di recupero (trattamento con produzione di CDR e compost e recupero energetico).

Le linee programmatiche in breve descritte sono contenute nelle vigenti normative comunitarie e nazionali (decreto legislativo 5 febbraio 1997, n.22), che introducono un ordine di priorità per le diverse fasi di vita dei rifiuti:

- riduzione della produzione e della pericolosità;
- riutilizzo e riciclaggio;
- recupero, nelle sue diverse forme (materia, energia);
- smaltimento in condizioni di sicurezza.

Tra gli strumenti di attuazione di queste politiche di gestione vanno ricordati, oltre agli strumenti normativi: **strumenti economici (misure fiscali, incentivi e disincentivi finanziari ed ecotasse, schemi di deposito rimborsabili)** e strumenti di gestione (piani di gestione dei rifiuti), **accordi negoziali tra pubbliche autorità e operatori economici**, monitoraggi accurati circa l'applicazione delle norme.

Il decreto legislativo 5 febbraio 1997 n.22, che ha costituito la norma quadro di riferimento in materia di rifiuti degli ultimi 8 anni (in attuazione alle direttive

91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e rifiuti di imballaggio), introduce un nuovo sistema di classificazione dei rifiuti che si basa sulla loro origine (distinguendo tra rifiuti urbani e rifiuti speciali) e sulla pericolosità (distinguendo tra rifiuti pericolosi e non pericolosi). Tale decreto risulta oggi abrogato come conseguenza dell'entrata in vigore in data 29/04/2006 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152, recante "Norme in materia ambientale". Nel passaggio normativo dal vecchio al nuovo decreto la definizione di rifiuto urbano è rimasta immutata, mentre alcune variazioni sono state introdotte per i rifiuti speciali. Dal momento che i dati esaminati sono relativi al periodo in cui era ancora vigente il Decreto Ronchi, sono qui di seguito riprese le definizioni di tale decreto.

Sono definiti **rifiuti urbani**:



- a) i rifiuti domestici, anche ingombranti, provenienti da locali e luoghi adibiti ad uso di civile abitazione;
- b) i rifiuti non pericolosi provenienti da locali e luoghi adibiti ad usi diversi da quelli di cui alla lettera a), assimilati ai rifiuti urbani per qualità e quantità, ai

sensi dell'articolo 21, comma 2, lettera g) del decreto medesimo;

- c) i rifiuti provenienti dallo spazzamento delle strade;
- d) i rifiuti di qualunque natura o provenienza, giacenti sulle strade ed aree pubbliche o sulle strade ed aree private comunque soggette ad uso pubblico o sulle spiagge marittime e lacuali e sulle rive dei corsi d'acqua;
- e) i rifiuti vegetali provenienti da aree verdi, quali giardini, parchi e aree cimiteriali;
- f) i rifiuti provenienti da esumazioni ed estumulazioni, nonché gli altri rifiuti provenienti da attività cimiteriale diversi da quelli di cui alle lettere b), c) ed e).

Vengono classificati come **rifiuti speciali**:

- a) i rifiuti da attività agricole e agro-industriali;
- b) i rifiuti derivanti dalle attività di demolizione, costruzione, nonché i rifiuti pericolosi che derivano dalle attività di scavo;

- c) i rifiuti da lavorazioni industriali;
- d) i rifiuti da lavorazioni artigianali;
- e) i rifiuti da attività commerciali;
- f) i rifiuti da attività di servizio;
- g) i rifiuti derivanti dalle attività di recupero e smaltimento di rifiuti, i fanghi prodotti dalla potabilizzazione e da altri trattamenti delle acque e dalla depurazione delle acque reflue e da abbattimento di fumi;
- h) i rifiuti derivanti da attività sanitarie;
- i) i macchinari e le apparecchiature deteriorati ed obsoleti;
- l) i veicoli a motore, rimorchi e simili fuori uso e loro parti.

6.4 IL RUOLO DEI RIFIUTI NELL'INDUSTRIA TURISTICA

L'incidenza del turismo nella produzione di rifiuti (rifiuti solidi urbani (RSU)) in particolare nei luoghi a destinazione turistica di massa è di certo non trascurabile. Il problema RSU, in quanto legato allo stile di vita, è già particolarmente sentito nella società odierna se poi ci si aggiunge il contributo del carico turistico e delle innumerevoli attività commerciali che vi ruotano attorno, diventa comprensibile capire come una corretta gestione del rifiuto nelle sue varie forme sia da tenere in conto nella progettazione di un'area o di un'attività turistica.

Anche senza considerare le attività commerciali a corollario del turismo, le sole strutture ricettive che insistono sul territorio unite ai luoghi di ristorazione, producono un notevole carico sulla produzione di RSU.

Come e su cosa è possibile agire per ridurre la produzione di rifiuti?

Più sono i fronti d'azione:

1. **misure allo stadio produttivo o all'acquisto**: riduzione degli imballaggi o produzione con materiali più ecocompatibili (fase di produzione);
2. **misure economiche e fiscali**: incentivazione tramite agevolazioni di vario genere alle strutture turistiche che abbiano comportamenti meritevoli in tal senso, sconti sulla tassa dei rifiuti (fase smaltimento);

3. **misure nella fase di raccolta /smaltimento:** raccolta differenziata del prodotto con recupero/riciclo di materiali con recupero energetico (fase di smaltimento).

Il ambito turistico andrebbero pertanto incentivati sul piano dello smaltimento i processi di raccolta differenziata (carta, vetro, plastica, organico...) previa, però, opportuna informazione e sensibilizzazione degli operatori del settore circa i vantaggi sociali e personali di una corretta gestione del rifiuto.

6.5 I RIFIUTI ORGANICI



Cosa sono? Tutte le sostanze di origine vegetale o animale (residui di cucina, scarti di potatura del verde pubblico e privato ecc.)

Quanti sono? Sono, circa un terzo dei rifiuti solidi urbani.

Come sono? Sono, umidi, quindi danno problemi di percolazione nelle discariche, elevati costi per l'incenerimento, possono

fermentare e produrre cattivi odori.

Il modo migliore per di smaltire i rifiuti organici è quello di trasformarli in una sostanza utile attraverso il processo di compostaggio.

In un anno, ciascuno di noi accumula oltre 700 kg di rifiuti, più o meno due chili al giorno. Non è tanto una questione di peso, quanto di ingombro: una sola persona riesce a colmare di immondizia circa 320 vasche da bagno l'anno!

IL COMPOSTAGGIO

Il compostaggio domestico è un processo per ricavare buon terriccio dagli scarti organici della cucina di casa (scarti di frutta, alimenti vari, pose di caffè, tè, ecc...) e del giardino (foglie, fiori, ramaglie e quant'altro c'è di rifiuto vegetale...), una tecnica per riciclare rifiuti casalinghi che quotidianamente vanno ad intasare le discariche urbane con notevole spreco di energia preziosa.

Il compost è il risultato del processo di decomposizione che avviene naturalmente sulle sostanze vegetali alla fine del loro processo vitale.

L'esempio tipico della trasformazione a cui vanno incontro queste sostanze è ad esempio l'humus che si trova nel sottobosco: foglie e rametti morti si trasformano nel giro di alcuni mesi.

A livello domestico si possono ricreare le condizioni ideali per la fermentazione e la trasformazione di compost di tutto quanto sopra elencato; i tempi di trasformazione sono così più brevi che in natura: in 4-6 mesi si riesce ad ottenere una trasformazione completa.

L'impianto di compostaggio è una struttura che trasforma la parte umida dei rifiuti (gli scarti di cucina costituiti da residui organici quali avanzi di frutta, verdura, ossa, carne, pesce, fondi del caffè, gusci d'uovo, eccetera) verdi (foglie e legno derivati dalla manutenzione del verde pubblico e privato dalla portatura delle siepi, eccetera) compost.

All'interno dell'impianto di compostaggio vengono accelerati i tempi del processo naturale.

6.6 LA PRODUZIONE DI RIFIUTI URBANI E LA RACCOLTA DIFFERENZIATA: LA REALTA' RIMINESE



Sul territorio della provincia di Rimini, nel 2005 risultano prodotte 242.157,27 tonnellate di rifiuti urbani di cui 58.049,07 intercettate tramite il circuito della raccolta differenziata e 184.108,20 raccolte in maniera indifferenziata (tabella 6.6.1).

La crescita dei rifiuti dal 1997 ad oggi è risultata pressoché in costante aumento (fa eccezione il 2003) (grafico 6.6.1). Dopo uno scalino ben evidente negli anni 1998 e 1999, la crescita si è relativamente appiattita, per un aumento medio complessivo annuo del 3,52%. Rispetto al 2004, il 2005 ha fatto registrare un +1,51%.

La raccolta differenziata ha avuto un crescendo molto evidente dal 1997 al 2000, per poi stabilizzarsi negli anni successivi in un intervallo compreso tra 54.000 e 58.000 tonnellate. Nel 2005 è aumentata rispetto all'anno precedente del 6,16%, raggiungendo così una percentuale sul totale di rifiuti prodotti pari al 23,97%.

I rifiuti indifferenziati ad un iniziale sensibile aumento (anno 1999), hanno fatto poi seguire un marcato calo grazie al forte incremento della raccolta differenziata (anno 2000). Negli anni seguenti (dal 2001 fino al 2005), la quantità di rifiuti indifferenziati è sempre risultata in crescita.

Il Piano Provinciale Di Gestione dei Rifiuti (PPGR) adottato nel 2004 ed attualmente in corso di approvazione, prevede per il 2007 una produzione di rifiuti urbani pari a 256.531 tonnellate e il raggiungimento di una percentuale di raccolta differenziata del 35%. Ipotizzando quindi nei diversi anni intermedi un andamento di tipo lineare il 2005 dovrebbe avere una produzione di rifiuti pari a 244.545,67 tonnellate e una raccolta differenziata del 27,17% (66.445,67 tonnellate).

La raccolta differenziata ottenuta nel 2005 risulta dunque essere inferiore a quella preventivata.

Fortunatamente in parte questo viene compensato dal quantitativo totale di rifiuti prodotti anch'esso minore di quello previsto nel piano. Complessivamente

comunque si rilevano circa 6.000 tonnellate di rifiuti indifferenziati da smaltire in più rispetto a quanto pianificato.

Tabella 6.6.1: La produzione di rifiuti in provincia di Rimini (2003-2005)

	2003	2004	2005	Variazione 2003-2004	Variazione 2004-2005	Variazione 2003-2005
	(t)	(t)	(t)	(%)	(%)	(%)
raccolta differenziata	57.024,01	54.678,70	58.049,07	-4,11%	6,16%	1,80%
rifiuti indifferenziati	173.318,78	183.874,67	184.108,20	6,09%	0,13%	6,23%
Tot. rifiuti prodotti	230.342,79	238.553,37	242.157,27	3,56%	1,51%	5,13%
percentuale di RD sul rifiuto prodotto	24,76%	22,92%	23,97%	-7,41%	4,58%	-3,17%

Grafico 6.6.1: Rifiuti avviati a recupero, smaltiti e prodotti in provincia di Rimini (1997-2005)

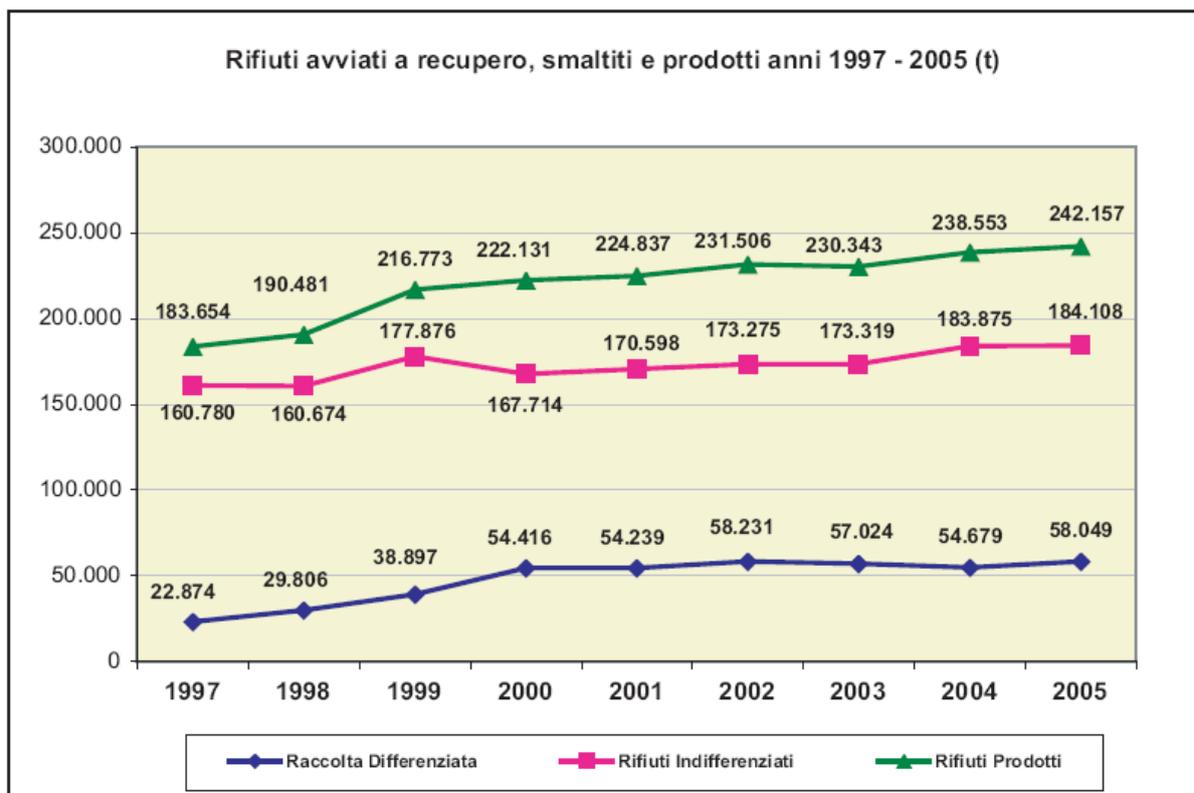
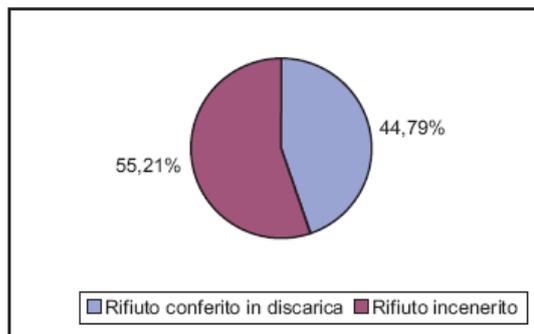


Tabella 6.6.2: Confronto rifiuto incenerito e conferito in discarica

	(t)	%
Rifiuto conferito in discarica	82.492,33	44,79%
Rifiuto incenerito	101.677,53	55,21%
Totale rifiuto smaltito	184.169,86	100,00%



La raccolta differenziata svolge un ruolo prioritario nel sistema di gestione integrata dei rifiuti in quanto consente, da un lato, di ridurre il flusso dei rifiuti da avviare allo smaltimento e, dall'altro, di condizionare in maniera positiva l'intero sistema di gestione.

Essa consente:

- la valorizzazione delle componenti merceologiche dei rifiuti sin dalla fase della raccolta;
- la riduzione della quantità e della pericolosità dei rifiuti da avviare allo smaltimento indifferenziato, individuando tecnologie più adatte alla gestione e minimizzando l'impatto ambientale dei processi di trattamento e smaltimento;
- il recupero di materiali e di energia nella fase di trattamento finale;
- la promozione di comportamenti più corretti da parte dei cittadini, con conseguenti cambiamenti dei consumi, a beneficio delle politiche di prevenzione e riduzione.

In base all'esperienza che si è venuta consolidando, il sistema dovrebbe sempre più privilegiare raccolte domiciliari, affiancate a raccolte stradali, ed ampliare il campo di applicazione a raccolte più complesse (come quella della frazione organica putrescibile) o ad aggregazioni di differenti materiali (raccolta multimateriale o raccolta combinata).

Per il conseguimento di tali obiettivi è, tuttavia, indispensabile che la raccolta differenziata venga realizzata secondo logiche di integrazione

rispetto all'intero ciclo dei rifiuti, e che ad essa corrispondano la dotazione di efficienti impianti di recupero ed una sempre maggiore diffusione dell'utilizzo dei rifiuti recuperati. La costruzione di un sistema integrato deve prevedere, evidentemente, la realizzazione di un struttura maggiormente flessibile ed articolata; ciò non significa, necessariamente, che la stessa sia più costosa.

COMUNI COSTIERI

Comuni	Rifiuti prodotti 2005	Raccolta differenziata 2005	Popolazione equivalente (1)	Rifiuti prodotti annui pro capite	Percentuale di raccolta differenziata sul rifiuto prodotto	Variazione raccolta differenziata 2004-2005
	(t)	(t)	(abit.)	(kg/ab.)	(%)	(%)
Bellaria - Igea M.	17.646,29	3.358,90	22.169,62	795,97	19,03%	19,30%
Cattolica	15.620,65	3.102,44	21.083,79	740,88	19,86%	21,41%
Misano Adriatico	10.741,88	1.668,67	12.736,14	843,42	15,53%	42,42%
Riccione	37.955,97	7.379,15	43.753,74	867,49	19,44%	-1,75%
Rimini	113.413,90	30.598,09	154.539,33	733,88	26,98%	1,70%
TOTALE costa	195.378,69	46.107,24	254.283	768,35	23,60%	4,46%

COMUNI INTERMEDI

Comuni	Rifiuti prodotti 2005	Raccolta differenziata 2005	Popolazione equivalente (1)	Rifiuti prodotti annui pro capite	Percentuale di raccolta differenziata sul rifiuto prodotto	Variazione raccolta differenziata 2004-2005
	(t)	(t)	(abit.)	(kg/ab.)	(%)	(%)
Coriano	5.286,03	1.104,38	9.152,28	577,56	20,89%	6,02%
Montescudo	1.111,15	86,08	2.470,50	449,77	7,75%	10,05%
Morciano di R.	3.631,26	471,19	6.247,33	581,25	12,98%	-9,49%
Poggio Berni	1.953,98	551,17	3.081,12	634,18	28,21%	12,95%
San Clemente	2.072,75	225,32	3.620,67	572,48	10,87%	-21,51%
San Giovanni in M.	5.978,53	1.206,16	8.238,35	725,70	20,17%	-4,08%
Santarcangelo di R.	15.679,95	5.494,75	20.010,28	783,59	35,04%	21,99%
Verucchio	5.525,73	2.152,61	9.393,52	588,25	38,96%	23,56%
TOTALE intermedi	41.239,38	11.291,66	62.214	662,86	27,38%	13,84%

COMUNI COLLINARI

Comuni	Rifiuti prodotti 2005 (t)	Raccolta differenziata 2005 (t)	Popolazione equivalente (1) (abit.)	Rifiuti prodotti annui pro capite (kg/ab.)	Percentuale di raccolta differenziata sul rifiuto prodotto (%)	Variazione raccolta differenziata 2004-2005 (%)
Gemmano	623,39	64,57	1.145,16	544,37	10,36%	24,18%
Mondaino	721,26	77,50	1.490,51	483,90	10,75%	12,71%
Monte Colombo	1.125,50	106,66	2.178,21	516,71	9,48%	-5,78%
Montefiore C.	764,74	99,85	1.874,90	407,88	13,06%	-11,80%
Montegridolfo	455,02	73,86	960,97	473,50	16,23%	17,28%
Saludecio	1.095,17	73,14	2.607,64	419,98	6,68%	8,52%
Torriana	754,12	154,58	1.313,33	574,20	20,50%	7,58%
TOTALE entroterra	5.539,20	650,16	11.571	478,73	11,74%	4,66%

(1) la popolazione equivalente per l'anno 2005 è stata calcolata sommando la popolazione residente al 01.01.2005, al numero delle presenze turistiche registrate nel corso del 2005, ripartite sui 365 giorni dell'anno.

6.7 GLI ANDAMENTI MENSILI NELLA PROVINCIA E NEI COMUNI

L'analisi effettuata dall'Osservatorio Provinciale sui Rifiuti sulle raccolte mensili ha sempre evidenziato, nei diversi anni, caratteristiche e spiccate variazioni stagionali secondo un andamento ormai caratteristico (grafico 6.7.1).

Nei primi due mesi dell'anno la produzione è ai livelli minimi con valori solitamente di poco inferiori alle 15.000 tonnellate. Dal mese di marzo incomincia poi una crescita pressoché costante, fino al mese di agosto, in cui si raggiunge il picco (28.205,86 tonnellate nel 2005). Si registra poi una discesa, dapprima più netta in settembre e poi più graduale, fino a tornare nei mesi di novembre e dicembre a produzioni prossime a quelle di inizio anno.

La produzione totale di rifiuti del 2005 rispetto al 2004 è cresciuta del +1,51%. Mentre nel primo semestre i due grafici sono praticamente sovrapposti, a testimonianza di scostamenti irrilevanti, nel secondo semestre il 2005 ha fatto registrare valori mediamente superiori. Risultano così, a fine anno, complessive 3.603,90 tonnellate in più rispetto all'anno precedente.

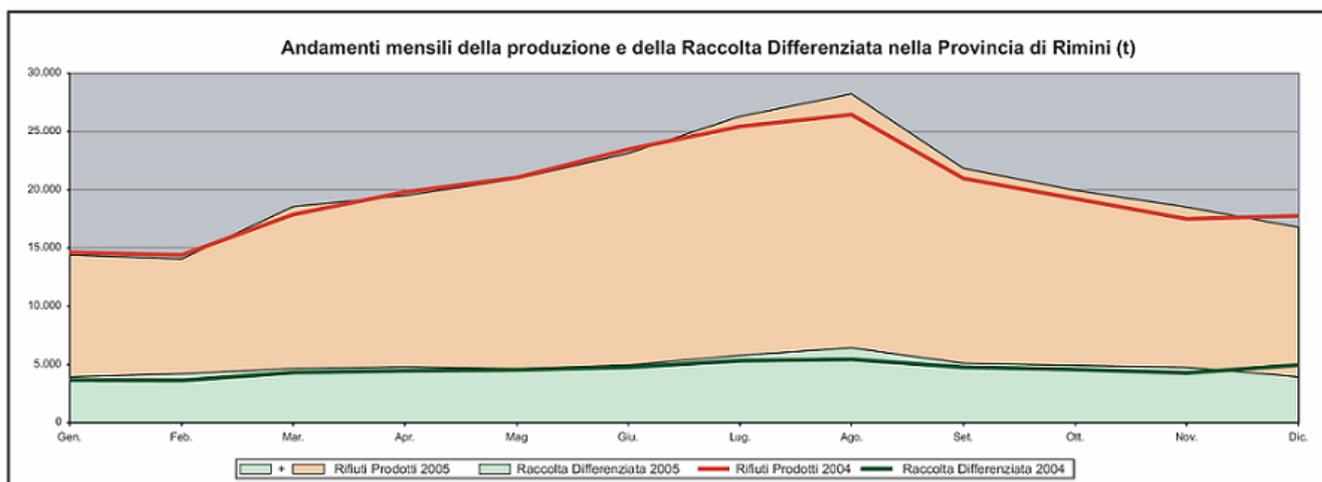
Il profilo della raccolta differenziata risulta analogo a quello della produzione. Le 3.912,28 tonnellate di gennaio diventano infatti 6.430,27 tonnellate in agosto, per poi tornare a 3.915,37 in dicembre

(tabella 6.7.1). Le variazioni estate – inverno risultano però, seppur simili negli andamenti, meno marcate da un punto di vista quantitativo. Il periodo turistico di picco viene così ad avere sì i maggiori quantitativi raccolti in maniera differenziata, ma anche le percentuali più basse sul totale prodotto.

Tabella 6.7.1: Andamento mensile del rifiuto prodotto e della raccolta differenziata in provincia di Rimini (2005)

	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	TOT.
Rifiuti Prodotti (t)	14.404,58	14.072,86	18.563,03	19.488,14	20.923,47	23.118,50	26.285,27	28.205,86	21.847,02	19.942,48	18.518,01	16.788,06	242.157,27
Rifiuto Indifferenziato (t)	10.492,30	9.882,63	13.906,29	14.702,57	16.271,49	18.170,55	20.500,65	21.775,59	16.729,98	15.041,40	13.762,05	12.872,68	184.108,20
Raccolta Differenziata (t)	3.912,28	4.190,22	4.656,73	4.785,56	4.651,98	4.947,95	5.784,62	6.430,27	5.117,04	4.901,08	4.755,96	3.915,37	58.049,07
Percentuale R.D. (%)	27,16%	29,78%	25,09%	24,56%	22,23%	21,40%	22,01%	22,80%	23,42%	24,58%	25,68%	23,32%	23,97%

Grafico 6.7.1: Andamento mensile del rifiuto prodotto e della raccolta differenziata in provincia di Rimini (2004-2005)



6.8 IL RIFIUTO PRO CAPITE

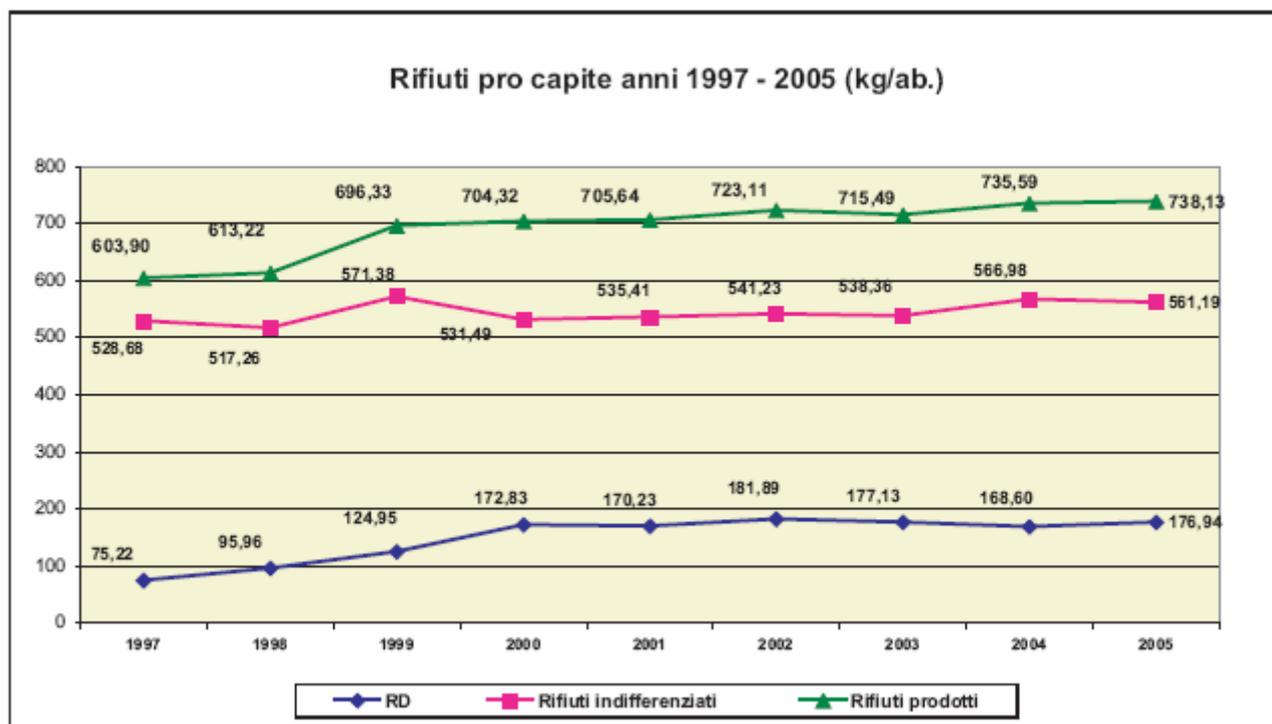
Le raccolte pro capite nel territorio della provincia di Rimini hanno da sempre raggiunto dei valori particolarmente elevati anche nelle statistiche effettuate a livello nazionale, soprattutto per quanto riguarda i rifiuti prodotti.

Il quadro storico (grafico 6.8.1) illustra il percorso che dai 603,90 chilogrammi pro capite prodotti nel 1997 ha portato ai 738,13 kg/ab. del 2005.

I valori citati sono stati calcolati facendo riferimento alla popolazione equivalente, ovvero sommando ai residenti anche le presenze turistiche, equiparando 365 di queste ad un cittadino residente in più. Nelle rilevazioni effettuate a livello nazionale, solitamente, non si tiene conto di questo calcolo e le conseguenze sono ovviamente rimarchevoli.

Nei mesi estivi, quando molte province si svuotano, Rimini si affolla di presenze, il che comporta quindi un analogo "spostamento" della produzione di rifiuti. Se, come detto, questo incremento della produzione resta ripartito solo sulla popolazione residente, i valori pro capite risulteranno erroneamente aumentati nelle zone turistiche e attenuati nelle altre.

Grafico 6.8.1: Produzione di rifiuto pro capite in provincia di Rimini (1997-2005)



Ad esempio, la pubblicazione APAT "Rapporto Rifiuti 2005 - Rifiuti Urbani" assegna alla provincia di Rimini il primato nazionale con ben 824,70 kg prodotti ogni anno pro capite (dato riferito al 2004). Tale quantitativo, secondo i calcoli dell'Osservatorio Provinciale Rifiuti riferiti alla popolazione equivalente, scende a 735,69 kg/ab. anno.

Va tuttavia segnalato come, nonostante si sia tenuto conto delle presenze turistiche, permangano dei valori elevati.

Per confronto, sempre secondo la citata pubblicazione APAT, nel 2004 la media nazionale è stata di 532,81 kg/ab. anno, mentre quella della regione Emilia Romagna è stata di 657,29 kg/ab. anno.

I principali motivi per cui i valori della provincia di Rimini sono sopra la media, vanno ricercati fra:

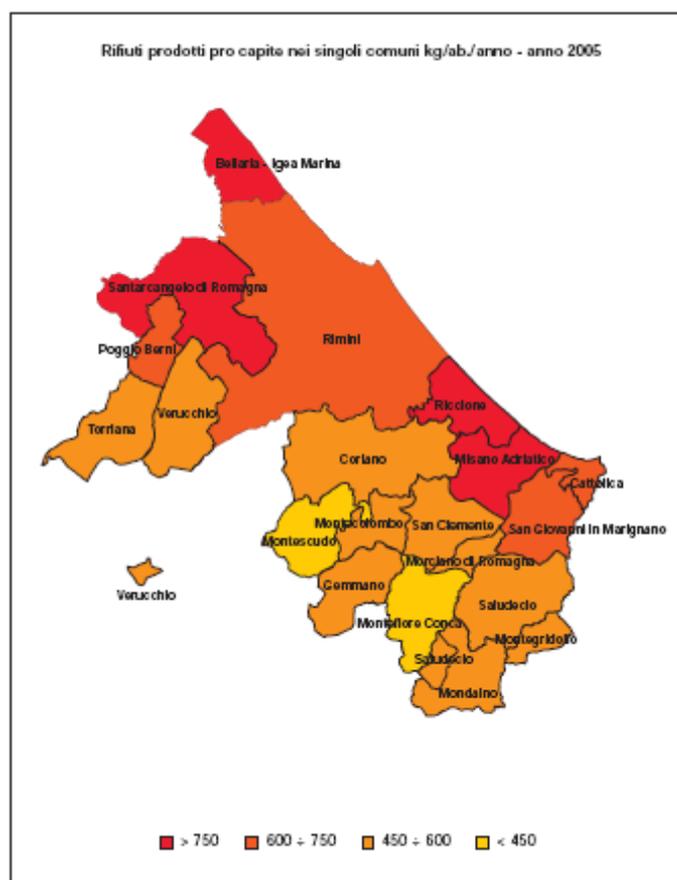
- le presenze estive non quantificate e non quantificabili, quali quelle giornaliere senza pernottamento o quelle in seconde case;
- la scelta pressoché generalizzata delle amministrazioni comunali della provincia di assimilare agli urbani la maggior quantità di tipologie possibili, facendo confluire quindi nel circuito di rifiuti urbani anche quantità non trascurabili di rifiuti prodotti da tali attività;
- la presenza sul territorio della provincia di Rimini di una concentrazione particolarmente elevata di attività commerciali e di servizio, in gran parte collegate al turismo, che sicuramente contribuiscono alla produzione di rifiuti assimilati.

Una riprova del fatto che il periodo estivo faccia lievitare i dati di produzione pro capite, è contenuta nella tabella 6.8.2. Pur tenendo conto delle presenze turistiche registrate, si osserva che nel periodo da aprile ad ottobre la produzione giornaliera è mediamente ben più elevata che negli altri mesi. Al contrario la raccolta differenziata pro capite presenta i valori meno elevati proprio nei mesi centrali del periodo estivo.

Tabella 6.8.2: Produzione media mensile di RSU in provincia di Rimini (2005)

Mesi	Popolazione equivalente mensile ⁽¹⁾ (abit.)	Rifiuti prodotti pro capite giornalieri (kg/ab.)	Raccolta differenziata pro capite giornaliera (kg/ab.)	Rifiuti indifferenziati pro capite giornalieri (kg/ab.)
Gen.	293.120	1,59	0,43	1,15
Feb.	293.307	1,71	0,51	1,20
Mar.	297.139	2,02	0,51	1,51
Apr.	303.833	2,14	0,53	1,61
Mag.	313.425	2,15	0,48	1,67
Giu.	385.039	2,00	0,43	1,57
Lug.	405.985	2,09	0,46	1,63
Ago.	423.001	2,15	0,49	1,66
Set.	336.245	2,17	0,51	1,66
Ott.	296.781	2,17	0,53	1,63
Nov.	293.239	2,10	0,54	1,56
Dic.	292.528	1,85	0,43	1,42
TOT.	328.067	2,02	0,48	1,54

(1) la popolazione equivalente mensile è stata calcolata sommando la popolazione residente al numero delle presenze turistiche registrate nel corso del mese, ripartite sul numero di giorni che compongono il mese stesso.



6.9 LE RACCOLTE SUDDIVISE PER ZONE

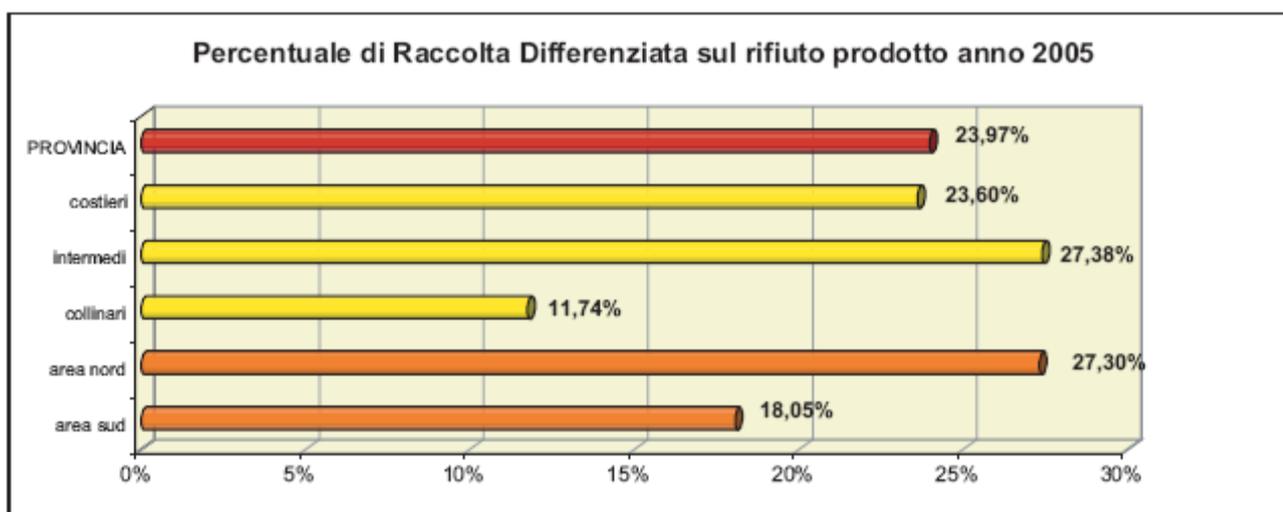
Per quanto il numero di comuni sia omogeneamente distribuito (5 costieri, 8 intermedi, 7 collinari), la popolazione e di conseguenza anche i valori osservati, non lo sono altrettanto.

La produzione di rifiuti risulta ad esempio concentrata per oltre l'80% sulla costa, quando la fascia intermedia fa registrare un ben più modesto 17%, ed infine ai comuni collinari non resta che un valore di poco superiore al 2%.

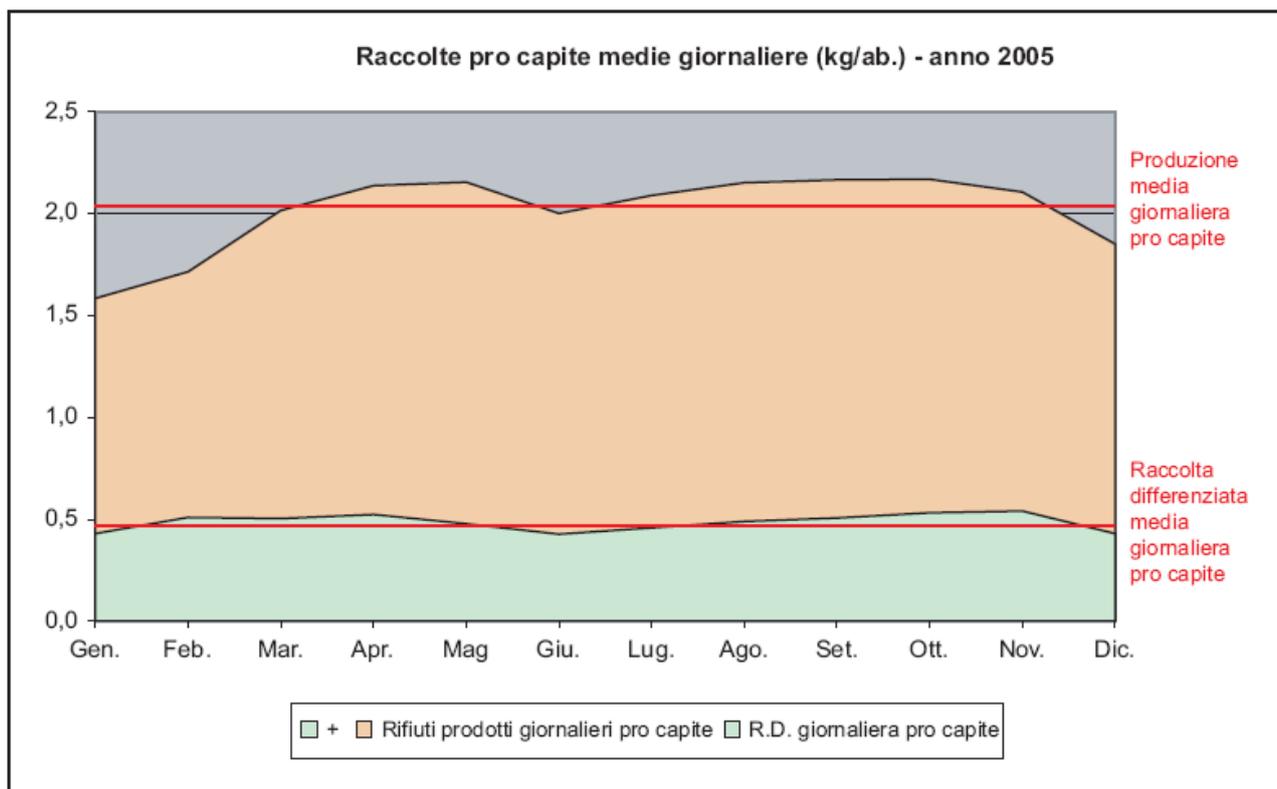
Anche la distribuzione dei quantitativi prodotti pro capite mantiene questa gerarchia. Guida la costa con ben 768,35 kg/ab./anno, seguono i comuni intermedi con 662,86 kg/ab./anno e chiudono infine i collinari con 478,73 kg/ab./anno.

Dal grafico 6.9.1 emerge chiaramente che è la fascia intermedia, trainata da Verucchio e da Santarcangelo di Romagna, ad avere per la raccolta differenziata, sia la percentuale più elevata (27,38%) che il maggiore incremento rispetto all'anno precedente (+13,84%).

Grafico 6.9.1: Distribuzione della raccolta differenziata fra comuni costieri, intermedi e collinari (2005)



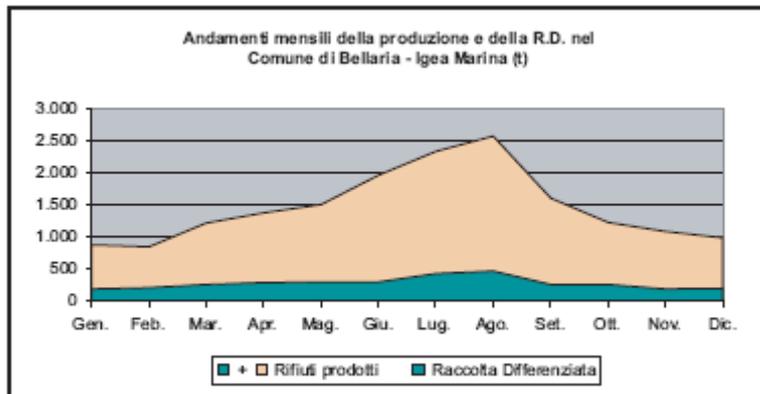
Incrementi più ridotti vengono invece registrati per i comuni collinari (+4,66%) e per quelli bagnati dal mare (+4,46%), con una raccolta differenziata che così raggiunge rispettivamente l'11,74% e il 23,60%.



Si evidenziano di seguito gli andamenti mensili della produzione e della raccolta differenziata nei comuni della costa (2005).

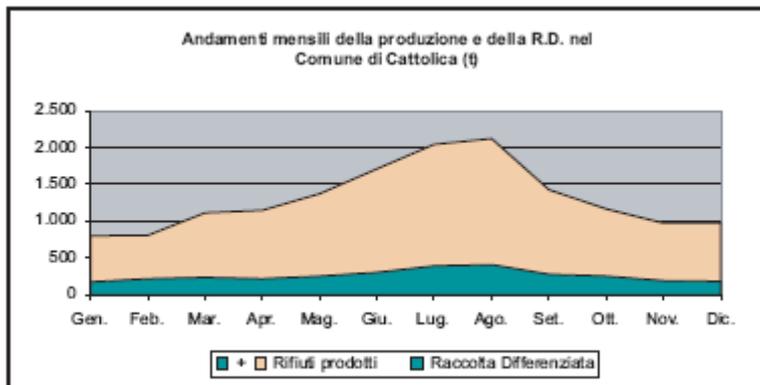
Bellaria - Igea Marina

	Rifiuti prodotti (t)	Raccolta Differenziata (t)	Rifiuti In differenziati (t)
Gen.	879,79	194,39	685,40
Feb.	850,74	207,79	642,95
Mar.	1.224,02	255,58	968,44
Apr.	1.384,59	291,89	1.092,70
Mag.	1.506,04	302,92	1.203,12
Giu.	1.969,01	304,61	1.664,40
Lug.	2.335,33	428,65	1.906,68
Ago.	2.576,41	471,91	2.104,50
Set.	1.607,41	257,22	1.350,19
Ott.	1.233,07	261,89	971,18
Nov.	1.089,89	186,10	903,79
Dic.	989,98	195,94	794,04
TOT.	17.646,29	3.358,90	14.287,39



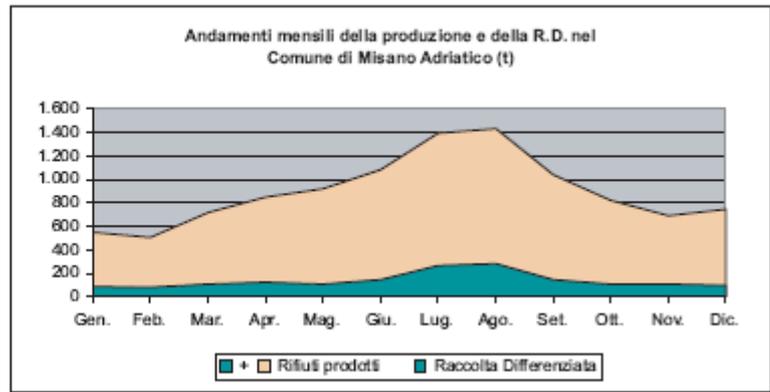
Cattolica

	Rifiuti prodotti (t)	Raccolta Differenziata (t)	Rifiuti In differenziati (t)
Gen.	795,51	172,89	622,62
Feb.	803,49	214,95	588,54
Mar.	1.114,86	238,46	876,40
Apr.	1.144,53	220,11	924,42
Mag.	1.368,04	253,62	1.114,42
Giu.	1.709,49	300,45	1.409,04
Lug.	2.036,70	394,54	1.642,16
Ago.	2.119,31	406,05	1.713,26
Set.	1.419,65	279,10	1.140,55
Ott.	1.164,23	247,61	916,62
Nov.	969,20	193,68	775,52
Dic.	975,64	180,98	794,66
TOT.	15.620,65	3.102,44	12.518,21



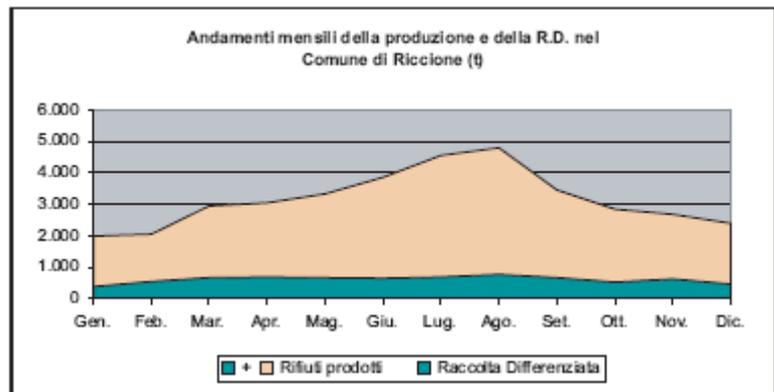
Misano Adriatico

	Rifiuti prodotti (t)	Raccolta Differenziata (t)	Rifiuti Indifferenziati (t)
Gen.	548,27	85,56	462,71
Feb.	504,83	81,53	423,11
Mar.	719,37	109,39	609,99
Apr.	849,71	125,78	723,93
Mag.	919,14	108,91	810,23
Giu.	1.083,41	145,67	937,74
Lug.	1.392,01	265,79	1.126,23
Ago.	1.431,02	284,17	1.146,85
Set.	1.037,92	145,34	892,58
Ott.	820,91	109,75	711,16
Nov.	691,44	109,44	582,01
Dic.	744,05	97,34	646,71
TOT.	10.741,88	1.668,67	9.073,21



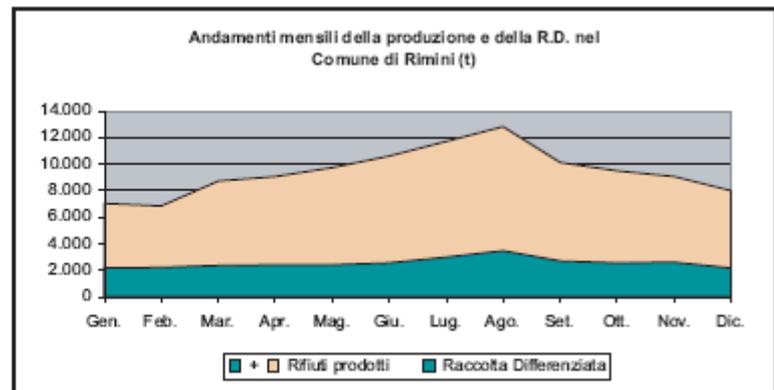
Riccione

	Rifiuti prodotti (t)	Raccolta Differenziata (t)	Rifiuti Indifferenziati (t)
Gen.	1.989,03	388,71	1.600,32
Feb.	2.057,10	539,51	1.517,60
Mar.	2.940,11	678,80	2.261,32
Apr.	3.047,46	693,53	2.353,94
Mag.	3.325,53	666,11	2.659,42
Giu.	3.860,46	660,17	3.200,30
Lug.	4.564,67	685,20	3.879,48
Ago.	4.795,28	765,21	4.030,08
Set.	3.450,64	665,29	2.785,35
Ott.	2.848,09	536,42	2.311,67
Nov.	2.674,73	639,02	2.035,71
Dic.	2.402,86	461,20	1.941,67
TOT.	37.955,97	7.379,15	30.576,82



Rimini

	Rifiuti prodotti (t)	Raccolta Differenziata (t)	Rifiuti Indifferenziati (t)
Gen.	7.029,76	2.182,63	4.847,13
Feb.	6.851,12	2.228,47	4.622,66
Mar.	8.759,19	2.369,60	6.389,59
Apr.	9.064,65	2.400,21	6.664,45
Mag.	9.741,24	2.407,16	7.334,09
Giu.	10.639,32	2.561,10	8.078,23
Lug.	11.720,66	2.999,27	8.721,40
Ago.	12.851,22	3.463,21	9.388,02
Set.	10.145,08	2.696,77	7.458,32
Ott.	9.513,09	2.545,79	6.967,30
Nov.	9.077,19	2.586,53	6.490,66
Dic.	8.021,38	2.167,36	5.854,02
TOT.	113.413,90	30.598,09	82.815,81



Bibliografia

Moscianese P., Valeri F. et al, Produzione Smaltimento e Raccolta Differenziata in Provincia di Rimini, L a Pieve Poligrafica Editore, Rimini, 2006.