



# ELETTROMAGNETISMO

Il Sole, come qualunque altro corpo caldo, emette onde elettromagnetiche. La radiazione solare è la "luce" che quotidianamente scalda ed illumina la Terra e l'atmosfera.

La Terra, possedendo un proprio campo magnetico, a sua volta, emette onde elettromagnetiche.

A questo fondo elettromagnetico naturale, dovuto alle emissioni del Sole e della Terra, si sono aggiunti i campi elettromagnetici artificiali, prodotti dalle attività dell'uomo.

I campi elettromagnetici si propagano nello spazio come onde elettromagnetiche.

## Abc: le onde e i campi elettromagnetici

È necessario, in primo luogo, distinguere le onde elettromagnetiche in due categorie, in base alla loro **frequenza**:

- **radiazioni ionizzanti (IR)**, ovvero le onde ad altissima frequenza, dotate di energia sufficiente a ionizzare la materia;
- **radiazioni non ionizzanti (NIR)**, ovvero con frequenza inferiore a 3 milioni di **Ghertz**.

A loro volta, le radiazioni non ionizzanti si distinguono in diverse classi, in base alla frequenza. Quelle di interesse ambientale appartengono all'intervallo di frequenza compreso fra 0 e 300 GHz e sono responsabili del cosiddetto inquinamento da onde

elettromagnetiche o "elettrosmog".

In particolare si parla di ELF (Extremely Low Frequency, 0 - 3000 Hertz) per i campi a frequenze estremamente basse, le cui sorgenti sono gli elettrodotti, ossia le linee elettriche che trasportano energia elettrica dalle centrali di produzione verso le utenze, oltre alle cabine di trasformazione, alle sottostazioni e a tutti gli apparecchi alimentati da corrente elettrica.

In Europa, le reti di distribuzione dell'energia elettrica operano a 50 Hz.

Si parla, invece, di campi elettromagnetici ad alta frequenza quando le sorgenti sono gli impianti radiotelevisivi (i ponti radio e gli impianti per la diffusione radiotelevisiva) e quelli per la telecomunicazione (i telefoni cellulari e le stazioni radio - base per la telefonia cellulare).

L'elettrosmog ha suscitato negli ultimi tempi un interesse crescente nella pubblica opinione, soprattutto in seguito alla pubblicazione dei risultati di alcune ricerche sugli effetti dei campi sulla salute umana e anche sulla spin-

ta della progressiva diffusione di sorgenti, come, ad esempio, i ripetitori e gli apparecchi per la telefonia mobile.

## L'elettromagnetismo e l'ambiente: un rapporto da approfondire

Le fonti di pressione sull'ambiente, nel caso dell'elettromagnetismo, sono in realtà tutti gli impianti in grado di generare campi significativi di onde elettromagnetiche, come, ad esempio, gli elettrodotti ad **alta ed altissima tensione** per la distribuzione dell'energia elettrica, gli impianti radiotelevisivi e le antenne per la telefonia cellulare.

Queste fonti sono caratterizzate da due elementi fondamentali: la frequenza di trasmissione e la potenza di emissione, entrambe fondamentali nel determinare le caratteristiche delle onde emesse.

Infatti, la frequenza determina il modo in cui le onde interagiscono con l'ambiente, men-

### Normativa di riferimento

Legge 22 febbraio 2001, n.36

D.P.C.M. 8 luglio 2003

L.R. 11 maggio 2001, n.11

L.R. 6 marzo 2002, n.4

L.R. 10 giugno 2002, n.12

### Contenuti

Legge Quadro sull'inquinamento elettromagnetico.

I Decreti, attuativi della Legge 36/2001, fissano i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni alle alte frequenze (100 kHz-300 GHz) e alle basse frequenze (50 Hz).

Normativa regionale che regola la localizzazione di impianti per le telecomunicazioni e la radiotelevisione.

tre la potenza di emissione influisce direttamente sugli effetti di queste interazioni.

## Elettromagnetismo: la distribuzione degli impianti

Il territorio dei quattro Comuni presenta una situazione di pressione minima per gli impianti radiotelevisivi, mentre è interessato da una pressione significativa per gli impianti di telefonia cellulare (Tabella 4.1), corrispondenti al 8% del totale degli impianti presenti sul territorio provinciale.

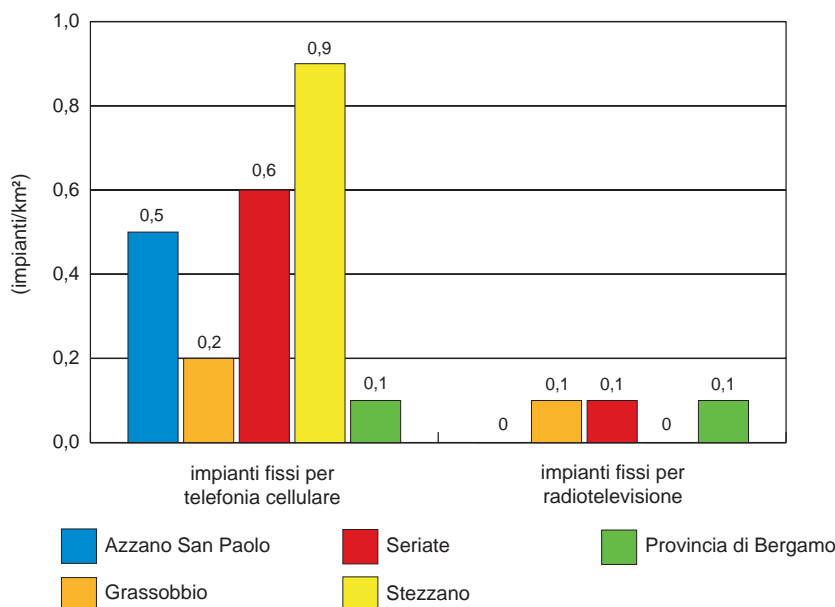
Se si considera la concentrazione di impianti sul territorio (numero di impianti ogni Km<sup>2</sup> di superficie), tutti i Comuni (Figura 4.1) ospitano meno di un impianto, per entrambe le categorie (radiotelevisione e telefonia cellulare). Mentre presentano una concentrazione di impianti radiotelevisivi inferiore alla media provinciale (pari a 0,14 impianti/km<sup>2</sup>), per gli impianti di telefonia cellulare i Comuni fanno registrare valori nettamente superiori alla media provinciale.

In particolare, il Comune di Stezzano esprime il valore più elevato, raggiungendo 0,86 impianti per telefonia cellulare ogni km<sup>2</sup>, contro una media provinciale di 0,086 impianti per km<sup>2</sup>.

Analogamente la valutazione della presenza di impianti rispetto alla popolazione, operando una normalizzazione rispetto a 10.000 abitanti, fa emergere che tutti i Comuni (Figura 4.2) hanno una concentrazione di

	Numero di impianti fissi per la telefonia cellulare	Numero di impianti fissi per la radiotelevisione
Azzano San Paolo	2	0
Grassobbio	2	1
Seriate	7	1
Stezzano	8	0

**Tabella 4.1** - Telefonia cellulare e radiotelevisione: numero di impianti presenti nei quattro Comuni (Fonte: ARPA Lombardia, Dipartimento di Bergamo - Agosto 2003; Comuni di Azzano San Paolo, Grassobbio, Seriate, Stezzano).



**Figura 4.1** - Telefonia cellulare e radiotelevisione: numero di impianti per km<sup>2</sup> presenti nei quattro Comuni (Fonte: ARPA Lombardia, Dipartimento di Bergamo; Provincia di Bergamo, Rapporto sullo Stato dell'Ambiente, 2003).

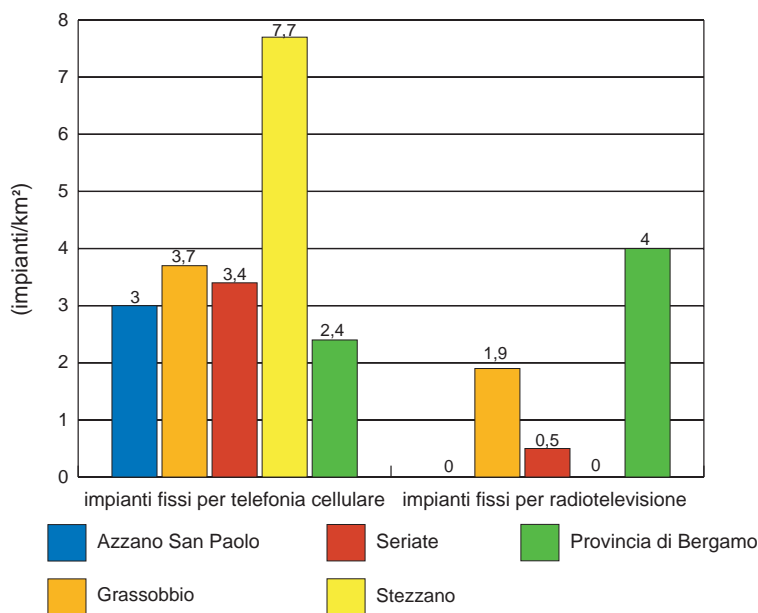
## GLOSSARIO

**Onde elettromagnetiche** - Sono radiazioni che si propagano nello spazio alla velocità della luce (300.000 km al secondo).

**Radiazioni ionizzanti** - Sono radiazioni dotate di energia sufficientemente elevata da modificare la configurazione elettronica della materia che attraversano, ovvero in grado di ionizzare gli atomi che incontrano sul loro percorso. Possono essere di origine naturale (ad esempio Radon) o artificiale (ad esempio Raggi X). Tra le fonti di radiazioni non ionizzanti, invece, si segnalano gli elettrodotti, gli elettrodomestici, gli impianti radiotelevisivi e i ripetitori per la telefonia mobile.

**Ghertz** - È l'unità di misura della frequenza: il GHz è pari a un miliardo di Hertz.

**Alta (Altissima) tensione** - È così definita la tensione nominale di valore superiore a 35 kV e inferiore o uguale a 220 kV (superiore a 220 kV, nel caso in cui sia altissima).



**Figura 4.2** - Telefonia cellulare e radiotelevisione: numero di impianti ogni 10.000 abitanti presenti nei quattro Comuni (Fonte: ARPA Lombardia, Dipartimento di Bergamo; Provincia di Bergamo, Rapporto sullo Stato dell'Ambiente, 2003).



impianti per la telefonia cellulare, rispetto alla popolazione, superiore alla media provinciale. Per gli impianti radiotelevisivi, invece, la concentrazione nei quattro Comuni è nettamente inferiore rispetto al valore della provincia. A tal proposito, è opportuno evidenziare che, mentre le stazioni radio - base hanno potenze dell'ordine dei **Watt**, gli impianti radiotelevisivi hanno potenze fino ad alcune decine di kW, proprio per la diversa tecnologia utilizzata. Inoltre, mentre le stazioni radio - base sono tendenzialmente collocate nei centri urbani, le antenne radiotelevisive vengono in genere localizzate in aree montuose o collinari, scarsamente popolate.

## I campi elettromagnetici a bassa frequenza

Le situazioni di maggiore interesse per la comunità scientifica e per le Amministrazioni locali derivano dalla presenza di linee elettriche, in quanto danno luogo ad una esposizione continua nel tempo per coloro che abitano in prossimità delle linee stesse.

Le linee elettriche che comportano l'impatto più significativo sono quelle ad "alta ed altissima tensione" (132 kV, 220 kV e 380 kV).

La rete a bassa e media tensione è caratterizzata da valori di campo decisamente inferiori, che si esauriscono a brevi distanze dall'elettrodotto.

Tuttavia, anche le linee a bassa e media tensione possono costituire un potenziale fattore di rischio per edifici molto vicini.

Tre Comuni sono interessati dal passaggio delle linee elettriche a 132 e 380 kV (Figura 4.3).

Il territorio di Grassobbio, Seriate e Stezzano è attraversato da una linea a 380 kV (Linea Verderio - Gorlago), per un tratto di circa 3 km ciascuno.

I Comuni di Grassobbio, Seriate e Stezzano sono, a loro volta, attraversati dal passaggio della linea a 132 kV: nel caso di Grassobbio per un tratto complessivo di 10 km e di 5 km per gli altri due Comuni.

Importante è anche il significato ambientale rappresentato dalla lunghezza dei tratti di linee ad alta tensione compresi all'interno dell'urbanizzato.

In particolare, risulta che la linea elettrica a 380 kV attraversa l'urbanizzato del Comune di Grassobbio per circa 375 metri, mentre solo circa 40 m interessano l'abitato di Stezzano. Poco più di 500 metri della linea a 132 kV interessa Grassobbio e Seriate, mentre circa 200 metri attraversano l'urbanizzato di Stezzano.

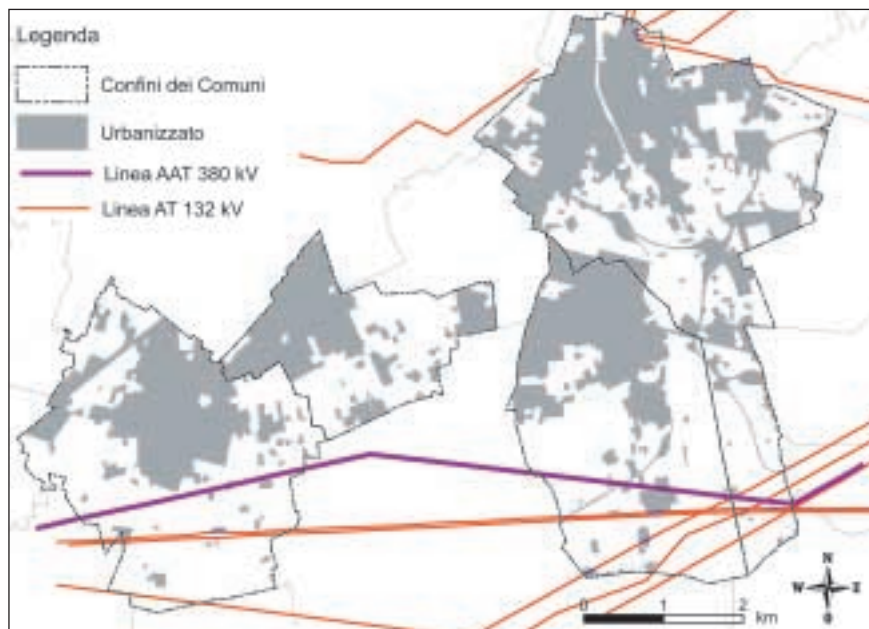


Figura 4.3 – Elettrodotti ad alta (AT) ed altissima tensione (AAT) presenti sul territorio dei quattro Comuni (Fonte: Regione Lombardia, Direzione Generale Risorse Idriche e Servizi di Pubblica Utilità, Struttura tecnologie e Gestioni Innovative).

## L'esposizione ai campi elettromagnetici

La normativa più recente ha confermato il criterio su cui devono essere fissati i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici per la popolazione.

Il Dipartimento ARPA di Bergamo ha effettuato alcuni controlli nei Comuni di Azzano San Paolo, Grassobbio e Seriate in seguito a segnalazioni di privati cittadini, con lo scopo di monitorare la situazione ambientale del territorio.

L'attività non ha rilevato alcuna situazione critica.

In assenza di un'azione sistematica di monitoraggio su tutto il territorio comunale, viene qui proposto un indicatore che consente di effettuare una stima indiretta dei valori di esposizione della popolazione a campi elettromagnetici ad alta frequenza.

Si è tenuto conto, in particolare, della densità abitativa, per poter rappresentare quanto popolazione sia diversamente esposta ai campi elettromagnetici, e della densità degli impianti, intesa come stima dell'intensità di esposizione (Tabella 4.2).

La scala utilizzata prevede due estremi:

- "esposizione nulla", in assenza di impianti sul territorio;
- "esposizione alta", quando esiste un'alta probabilità di trovare un certo numero di persone all'interno di un dato raggio di distanza dalla sorgente in cui è possibile che i limiti di campo siano superiori ai limiti di legge e, in particolare, ai limiti di qualità.

Questo indicatore è di tipo qualitativo e, in quanto tale, è da considerarsi puramente indicativo delle reali condizioni di esposizione che possono essere rilevate.

Anche per quanto riguarda gli elettrodotti (campi a bassa frequenza), la normativa definisce i limiti di esposizione, i valori di attenzione per gli elettrodotti posti in prossimità di edifici abitati e di siti sensibili e gli obiettivi di qualità.

Le fasce di rispetto non sono fissate in funzione della tensione dell'elettrodotto, ma saranno calcolate applicando una metodologia definita dall'APAT (Agenzia nazionale per la Protezione dell'Ambiente e del Territorio), in collaborazione con le singole ARPA regio-

	Potenziale esposizione ad impianti per la telefonia cellulare	Potenziale esposizione ad impianti fissi per la radiotelevisione
<b>Azzano San Paolo</b>	Esposizione media	Esposizione nulla
<b>Grassobbio</b>	Esposizione bassa	Esposizione bassa
<b>Seriate</b>	Esposizione media	Esposizione bassa
<b>Stezzano</b>	Esposizione media	Esposizione nulla

Tabella 4.2 – Potenziale esposizione a campi elettromagnetici ad alta frequenza nei quattro Comuni (Fonte: ARPA Lombardia. Elaborazione: Punto Energia).

nali, sulla base dell'obiettivo di qualità.

Il Comune di Seriate ha avviato una campagna di misurazione che utilizza una strumentazione specifica per monitorare in modo sistematico l'esposizione della popolazione a questa componente.

Inoltre, tutti i Comuni hanno individuato, in accordo con i gestori, le aree più idonee per l'installazione di eventuali nuovi impianti di per la radiotelecomunicazione e la telefonia, con l'obiettivo di minimizzarne gli impatti.

## Le radiazioni ionizzanti

Le radiazioni ionizzanti sono emissioni di particelle e di energia generate da alcuni elementi instabili di origine naturale o dovute a particolari attività dell'uomo.

Nel campo della radioattività naturale, oltre all'uranio, è di un certo interesse il radon, un

gas radioattivo, derivante dal **decadimento** dell'uranio, presente in natura nel suolo in concentrazioni diverse in funzione della struttura del suolo stesso.

All'aperto le concentrazioni di radon non sono significative, mentre in luoghi chiusi possono raggiungere valori elevati, a seconda delle caratteristiche costruttive degli edifici e del loro grado di isolamento dal suolo (in questo caso si parla del cosiddetto "inquinamento indoor").

A Stezzano è stata condotta una campagna di misura del radon sulle abitazioni, nell'ambito di una ricerca nazionale dell'ENEA e dell'Istituto Superiore di Sanità (1989 - 1990).

In provincia di Bergamo, la campagna ha interessato 185 abitazioni distribuite in 10 Comuni.

In particolare, nel Comune di Stezzano sono state eseguite 80 misurazioni, che hanno

registrato 10 superamenti del limite di raccomandazione fissato dall'Unione europea (200 Bq/m<sup>3</sup>) e ben 5 superamenti del limite di 400 Bq/m<sup>3</sup>, per il quale la raccomandazione prevede l'attuazione di interventi di risanamento.

Stezzano presenta un valore percentuale di superamenti superiore alla media dei 10 Comuni interessati dall'indagine, per entrambi i limiti di concentrazione.



## TRACCE DI (IN)SOSTENIBILITÀ

Il problema dell'elettromog, data la particolare natura dell'argomento, sul quale la comunità scientifica si è fin dall'inizio divisa, richiede, prima ancora di poter evidenziare criticità di particolare rilevanza, di essere chiarito nella sua realtà locale, soprattutto per poter disporre di elementi sufficienti ad esercitare il principio della prevenzione. In questo senso, pur nella mancanza di certezza scientifica sugli effetti del problema, per lo meno rispetto ai campi elettromagnetici di bassa frequenza, è opportuno agire per individuare le possibili situazioni pericolose per l'uomo e l'ambiente.

## GLOSSARIO

**Watt** - È l'unità di misura della potenza.

**kV** - È l'unità di misura della tensione elettrica: il kV è pari a 1000 volt.

**Decadimento** - È la trasformazione spontanea di una particella instabile in un'altra, accompagnata dall'emissione di altre particelle e di energia (radiazioni).

**Bq** - È l'unità di misura della radioattività e indica il numero di trasformazioni spontanee in un certo periodo di tempo.

## OSSERVATORIO SULLA SOSTENIBILITÀ

INDICATORI	Unità di misura	Azzano San Paolo	Grassobbio	Seriate	Stezzano	Area Comuni	Target	Valore di riferimento	Il semaforo della sostenibilità
Tratti di linee elettriche AAT in aree urbanizzate (2002)	m	-	900	566	230	1.696(b)	-	-	●
Numero medio di impianti fissi per la telefonia cellulare rispetto alla superficie comunale (2003)	impianti/km <sup>2</sup>	0,48	0,24	0,56	0,86	0,56(c)	-	0,09(d)	●
Numero medio di impianti fissi per la radiotelevisione rispetto alla superficie comunale (2003)	impianti/km <sup>2</sup>	0	0,12	0,08	0	0,06(c)	-	0,14(d)	●
Numero medio di impianti fissi per la telefonia cellulare per 10.000 abitanti (2003)	impianti/ab	2,95	3,72	3,44	7,74	4,44(c)	-	2,4(d)	●
Numero medio di impianti fissi per la radiotelevisione per 10.000 abitanti (2003)	impianti/ab	0	1,86	0,49	0	0,47(c)	-	4,01(d)	●
Numero di superamenti accertati dei limiti di esposizione ai campi elettromagnetici e/o dei livelli di cautela (2003)	-	0	0	0	-	0(b)	-	0(a)	●

NOTE (a) = DPCM 23 aprile 1992 e DM 381/98 (b) = Somma (c) = Valore medio ponderato (d) = Valore provinciale