

Valutazione dei livelli di esposizione della popolazione a radiazioni non ionizzanti ad alta e bassa frequenza. Una esperienza in Calabria

Rosignuolo E., Garofalo G.

ArpaCal, CFS Radiazioni Non Ionizzanti e Rumore, Cosenza, Via Trento 21, monitoraggiocem@arpacal.it

Migliari E., Salerno G.

EM Engineering & Monitoring srl, Rende, Via Verdi 40, em-srl@em-srl.it

Amendola G.

Università della Calabria, DEIS, Arcavacata di Rende, Ponte P. Bucci, amendola@deis.unical.it

RIASSUNTO

Nel presente lavoro si presentano i risultati delle attività di misurazione dei livelli di esposizione della popolazione a radiazioni non ionizzanti a radiofrequenza ed a frequenza industriale, poste in essere su base campionaria sull'intero territorio della regione Calabria nel periodo Gennaio – Ottobre 2008, nell'ambito di un progetto specifico finanziato con fondi P.O.R. (Piano d'Azione ARPACal 2000 - 2006: Intervento n. 62, Progetto n. 64, Bando n. 39).

Il progetto in questione, oltre a produrre un numero consistente di misure a banda larga e a banda stretta, per complessive 1700 postazioni identificate con criteri di significatività e rappresentatività, ha portato allo sviluppo di un Sistema Informativo territoriale e di un tool gestionale, per l'archiviazione, la consultazione e la gestione di dati inerenti sia le fonti emissive e la loro distribuzione territoriale (catasto delle sorgenti), sia dei livelli espositivi riscontrati.

Per quanto concerne i campi elettromagnetici a radiofrequenza, la situazione espositiva non è complessivamente allarmante, in quanto il 95% delle 1231 postazioni di misura verificate è risultata ampiamente conforme e solo nel 5% dei casi si sono registrate criticità o non conformità rispetto ai livelli di riferimento applicabili per legge.

La situazione espositiva a campi elettrici e magnetici a frequenza industriale, generati da elettrodotti ad alta e altissima tensione o dalle linee a 66 kV a servizio delle sistema ferroviario, pur registrando in diverse zone livelli apprezzabili di induzione magnetica (superiori a 1 μT), è del tutto allineata all'attuale quadro normativo, in quanto, in nessun caso sono state registrate non conformità al valore – soglia prescritto (10 μT) e/o livelli mediani su 24 ore superiori all'obiettivo di qualità (3 μT) prescritto.

INTRODUZIONE

Nell'ambito del Piano d'Azione ARPACal 2000 - 2006: Intervento n. 62, Progetto n. 64, finanziato con Fondi POR, il progetto speciale di cui al Bando n. 39 ha inteso promuovere una sistematica attività di misurazione dell'inquinamento elettromagnetico ad alta e bassa frequenza sul territorio della regione Calabria.

Il progetto speciale in questione, dopo una ricognizione delle fonti emissive e della loro distribuzione territoriale, ha prodotto un numero consistente di misure a banda larga e a banda stretta, selezionando un campione di circa 1700 postazioni di misura, perlopiù in corrispondenza degli ambienti di vita della popolazione.

Parallelamente alle attività di misura sono stati sviluppati due tool di informatizzazione dei dati, per quanto concerne sia le caratteristiche anagrafiche e tecniche delle fonti emissive (Catasto delle sorgenti), sia i livelli di esposizione rilevati. In particolare sono stati costruiti e implementati: un Sistema Informativo territoriale (NIRGIS) e un tool gestionale (NIRGEST), che consentono di archiviare, consultare e gestire in maniera sistematica ed efficiente i dati inerenti la localizzazione e la configurazione tecnica delle fonti emissive, nonché i risultati delle misure di caratterizzazione dei livelli di esposizione della popolazione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

Il presente lavoro illustra i criteri metodologici alla base dell'indagine campionaria eseguita sul territorio calabrese e fornisce un quadro conoscitivo dei livelli di esposizione misurati, sia a radiofrequenza (CEM), sia a frequenza industriale (ELF).

SORGENTI

La definizione di "sorgente" di campi elettromagnetici a radiofrequenza a cui si è fatto riferimento è la seguente: uno o più elementi radianti, ossia, un sistema di antenne, caratterizzato da grandezze elettriche univoche, facenti capo ad un unico concessionario/proprietario. In Tabella 1a si riporta la ripartizione territoriale delle sorgenti a radiofrequenza in Calabria. Al fine di tenere conto della condivisione della struttura porta-antenne e/o della loro co-locazione sul medesimo sito (che mediamente caratterizzano una installazione su due), in Tabella 1b si riporta la distribuzione territoriale delle aree interessate da installazioni a radiofrequenza, laddove per area d'installazione si è inteso quanto segue: area circolare di raggio 100 (m) circostante al posizionamento planimetrico di una prefissata sorgente.

In Tabella 2 invece si riportano i dati sulla consistenza degli elettrodotti con tensione nominale a 380, 220, 150, 66 kV.

Tabella 1a. Ripartizione provinciale sorgenti

		PROV. CS	PROV. CZ	PROV. KR	PROV. RC	PROV. VV	REGIONE
TELEFONIA MOBILE	TELECOM	645	469	199	585	253	2151
	VODAFONE	818	449	174	704	245	2390
	H3G	140	101	43	212	38	534
	WIND	493	324	160	415	153	1545
	RFI	32	17	12	42	19	122
RADIO-TV	CONC. RADIO	320	195	43	212	79	849
	CONC. TV	487	278	73	231	84	1153
	TOT PROV	2935	1833	704	2401	871	8744

Tabella 1b. Ripartizione provinciale delle aree interessate da installazioni a radiofrequenza

PROV. CS	PROV. CZ	PROV. KR	PROV. RC	PROV. VV	REGIONE
633	325	120	463	214	1755

Tabella 2. Consistenza sorgenti ELF: linee e impianti della rete elettrica calabrese

	Tensione nominale (kV)	Linee elettriche (Nr)	Lunghezza totale linee (Km)	Centrali produzione (Nr)	Stazioni di smistamento (Nr)	Cabine primarie (Nr)	Cabine utente (Nr)
TERNA	380	12	638.0	0	11	-	-
	220	6	149.6			-	-
	150	85	1450.0			-	-
ENEL DISTRIBUZIONE	150	36	492.2	7	57	57	0
RFI	66	37	N.D.	-	8	0	8
ALTRI	-	-	-	7	3	-	3
REGIONE	-	176	2729.8	14	79	57	11

NOTE METODOLOGICHE

L'indagine strumentale sui CEM/ELF generati da impianti di TLC a radiofrequenza o da elettrodotti è stata condotta su base campionaria, selezionando un campione di postazioni di misura che, sia sotto il profilo quantitativo, che dal punto di vista qualitativo, fosse rispondente a requisiti di piena significatività e rappresentatività, ossia, consentisse non solo di caratterizzare l'esposizione a CEM/ELF nei luoghi oggetto di misure strumentali, ma anche di trarre deduzioni cautelative sui livelli di esposizione in luoghi non direttamente interessati dalle operazioni di misura.

Sebbene allo stato attuale delle conoscenze non sia quantificabile il livello di Rischio Elettromagnetico associato alle NIR, inteso come rischio sanitario associato all'esposizione cronica a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici non ionizzanti, è il concetto di rischio elettromagnetico che ha guidato la identificazione di un campione di postazioni di misura significative. Il campione di misure ottenute pertanto risponde a requisiti di piena significatività fintanto che riesce a conseguire l'obiettivo di valutare il rischio elettromagnetico per la popolazione. Una postazione di misura significativa diventa anche rappresentativa laddove, considerato il suo posizionamento spaziale rispetto alla sorgente, si possa ritenere che le sue condizioni espositive sono più gravose rispetto ad altre adiacenti e soggette all'influenza della medesima sorgente.

Dall'analisi territoriale delle sorgenti di campi elettromagnetici a radiofrequenza, si è visto che la concomitanza di significatività e rappresentatività delle postazioni di misura ricorreva nei 52 Comuni con popolazione superiore ad 8.000 abitanti. Su questi centri urbani si è concentrata la selezione delle postazioni di misura, ma sono stati diversi i casi specifici in cui le attività di misura sono state indirizzate verso centri abitati minori, laddove comunque ricorreva la presenza di una o più sorgenti CEM in prossimità di luoghi abitati o frequentati dalla popolazione.

L'indagine sui livelli di esposizione della popolazione a CEM si è svolta in due fasi:

- una fase di screening, condotta a 360 gradi su tutte le postazioni di misura prescelte, con strumentazione a banda larga e intervalli di osservazione pari a 6 minuti (') per ciascuna sessione di misura, acquisizione del valore efficace medio (RMS)

- una fase di approfondimento, ristretta alle postazioni di misura critiche o non conformi, ossia a quelle in cui, considerando i valori mediati su 6' rilevati nella fase di screening, si sono registrati livelli superiori o uguali al 75% del limite d'esposizione o del valore di attenzione applicabile (postazioni critiche) oppure livelli superiori o uguali al limite d'esposizione o del valore di attenzione applicabile (postazioni non conformi).

Nella fase di approfondimento sono state eseguite misure in banda larga con tempo di osservazione di almeno 24 ore (h) e/o misure in banda stretta.

Essendo le aree immediatamente circostanti gli impianti di telecomunicazione generalmente interdette all'accesso pubblico, la stragrande maggioranza delle situazioni espositive è stata ubicata a distanza sufficiente da soddisfare o ritenere soddisfatte con adeguata approssimazione le condizioni di campo lontano. Di conseguenza, le misure di esposizione di norma sono state realizzate presso postazioni in cui sussiste un semplice rapporto matematico tra l'intensità di campo elettrico e le altre grandezze di interesse. Per cui le misure di esposizione si sono risolte nella caratterizzazione del campo elettrico.

Per quanto riguarda le emissioni ELF, la prossimità della sorgente agli ambienti di vita della popolazione è molto eterogenea e variamente distribuita sul territorio, in quanto non riconducibile ad una logica tecnico – commerciale, così come avviene per i segnali ad alta frequenza. L'attraversamento del tessuto urbano da parte degli elettrodotti, infatti, avviene a prescindere dalle dimensioni dei centri abitati interessati e dal grado di inurbamento delle aree potenzialmente a rischio. Solo l'analisi territoriale delle sorgenti ELF ha consentito di identificare 49 aree – campione ove è maggiormente riscontrabile la prossimità delle sorgenti ELF agli ambienti di vita della popolazione.

L'indagine sui livelli di esposizione della popolazione a emissioni ELF si è svolta in due fasi:

- una fase di screening, condotta con strumentazione portatile su tutte le postazioni significative individuate durante i sopralluoghi, con rilievi istantanei di campo elettrico, misure di induzione magnetica a spot di 4-6 minuti, acquisizione del valore efficace medio (RMS).

- una fase di monitoraggio, ristretta alle postazioni critiche, con installazione di centraline fisse per misure di induzione magnetica prolungate ad intervalli di osservazione di almeno 24 ore e acquisizione dei valori mediani a 24 ore.

Per valutare su quali postazioni di misura fosse opportuno prevedere la fase di monitoraggio, si è assunta una soglia di criticità orientativa di induzione magnetica pari a 1 μ T, riferita al valore RMS su 4-6 minuti.

RISULTATI

In Tabella 3 si fornisce un quadro quantitativo delle misure CEM eseguite in banda larga, per ciascun territorio provinciale. In Tabella 4a, 4b si fornisce un quadro sintetico dei risultati delle misure, sulla base delle seguenti classi espositive di campo elettrico: 0 – 3 V/m; 3 – 4.5 V/m; 4.5 – 6 V/m; 6 – 15 V/m; 15 – 20 V/m; \geq 20 V/m, nonché delle postazioni critiche / non conformi.

Tabella 3. Quadro quantitativo postazioni oggetto di misura CEM in banda larga

PROV	Postazioni di misura CEM		Postazioni con applicabilità valore di attenzione (6 V/m)		Postazioni con applicabilità limite di esposizione (20 V/m)	
	Nr.	%	Nr.	%	Nr.	%
CS	342	27.8	286	84	56	16
CZ	158	12.8	118	75	40	25
KR	78	6.4	78	100	0	0
RC	579	47.0	561	97	18	3
VV	74	6.0	65	88	9	12
REGIONE	1231	100	1108	89	123	11

Tabella 4a Quadro sintetico risultati misure CEM in banda larga

Intervalli livello di esposizione (V/m)	CS	CZ	KR	RC	VV	REGIONE
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
\leq 3	87.70	87.35	93.58	87.5	82.42	87.64
3 - 4.5	6.15	10.13	3.85	5.9	5.41	6.35
4.5 - 6	2.34	0.62	2.57	3.12	2.71	2.50
6.0 - 15.0	3.22	1.9	0.00	2.43	9.46	2.85
15.0 - 20.0	0.59	0.00	0.00	0.18	0.00	0.25
$>$ 20	0.00	0.00	0.00	0.87	0.00	0.41
TOTALE PROV	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Tabella 4b Quadro sintetico postazioni critiche / non conformi

	U.M.	CS	CZ	KR	RC	VV	REGIONE
	Nr.						
CRITICHE 6 V/m	Nr.	5	1	2	18	2	28
	%	1.47	0.64	2.57	3.12	2.71	2.28
NON CONFORMI A 6 V/m	Nr.	3	2	0	13	7	25
	%	0.88	1.27	0.00	2.26	9.46	2.04
CRITICHE 20 V/m	Nr.	1	0	0	0	0	1
	%	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
NON CONFORMI A 20 V/m	Nr.	0	0	0	5	0	5
	%	0.00	0.00	0.00	0.87	0.00	0.41

In Figura 1 si fornisce una rappresentazione grafica degli esiti delle misure CEM in banda larga.

Sia nelle postazioni critiche che, a maggior ragione, nelle postazioni non conformi è stata eseguita un'analisi in banda stretta, con l'obiettivo di identificare le portanti che massimamente contribuiscono all'immissione elettromagnetica globale (Ved. Figura 2) e quindi implementare le relative procedure di riduzione a conformità.

Figura 1. Misure CEM in banda larga: ripartizione dei risultati per classi espositive

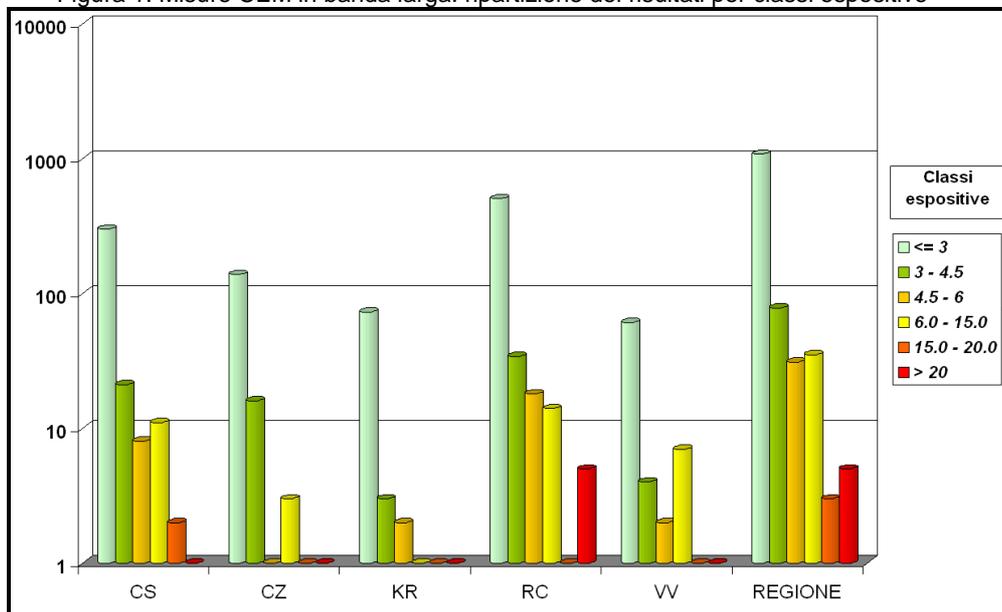
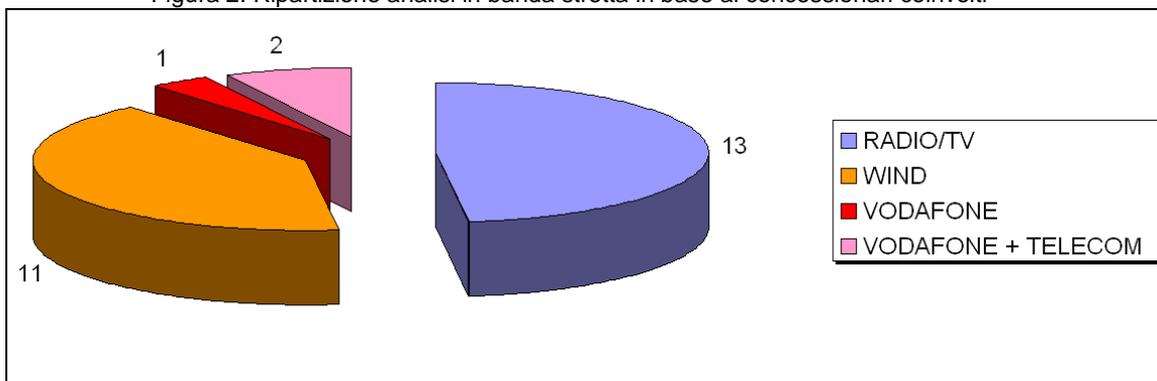


Figura 2. Ripartizione analisi in banda stretta in base ai concessionari coinvolti



Per quanto concerne le misure ELF, in Tabella 5 si fornisce la consistenza delle misure di screening, per ciascun territorio provinciale, e si riepilogano i risultati sulla base delle seguenti classi espositive riferite all'induzione magnetica: 0 – 0.5 μ T; 0.5 – 1.0 μ T; 1.0 – 1.5 μ T; 1.5 – 2 μ T; 2 – 2.5 μ T; \geq 3 μ T.

In Figura 3 si fornisce una rappresentazione grafica degli esiti delle misure ELF di screening. L'attività di monitoraggio ELF su base temporale di almeno 24 ore per ciascuna sessione di misura è stata quindi avviata sulla base delle indicazioni venute dalla fase di screening, prendendo in considerazione le postazioni di misura critiche. In Tabella 6 si riepilogano i risultati delle misure a 24 ore, con riferimento ai valori mediani. In Figura 4 si riporta la rappresentazione grafica dei livelli mediani su 24 ore di induzione magnetica, registrati nelle diverse province.

CONCLUSIONI

Nel presente lavoro si è presentato il resoconto delle attività di misurazione dell'inquinamento elettromagnetico ad alta e bassa frequenza sul territorio della regione Calabria, svolte nell'ambito dei Fondi UE di cui al Piano d'Azione ARPACal 2000 - 2006: Intervento n. 62, Progetto n. 64 Bando n. 39.

Coerentemente con l'obiettivo ultimo di acquisire elementi conoscitivi quanto più possibile esaustivi sul rischio elettromagnetico associabile alle NIR in Calabria, le misurazioni sono state svolte prevalentemente in corrispondenza di ambienti di vita della popolazione (90% per le CEM, 97% per le ELF). Il quadro conoscitivo che è emerso consente pertanto di trarre fondate valutazioni conclusive.

La situazione espositiva complessiva della popolazione calabrese a campi elettromagnetici a radiofrequenza non è allarmante o fuori controllo. Il 95% circa delle postazioni di misura verificate è risultata conforme e solo nel 4.8% dei casi si sono registrate criticità (2.4%) o non conformità (2.4%) rispetto ai livelli di riferimento applicabili per legge.

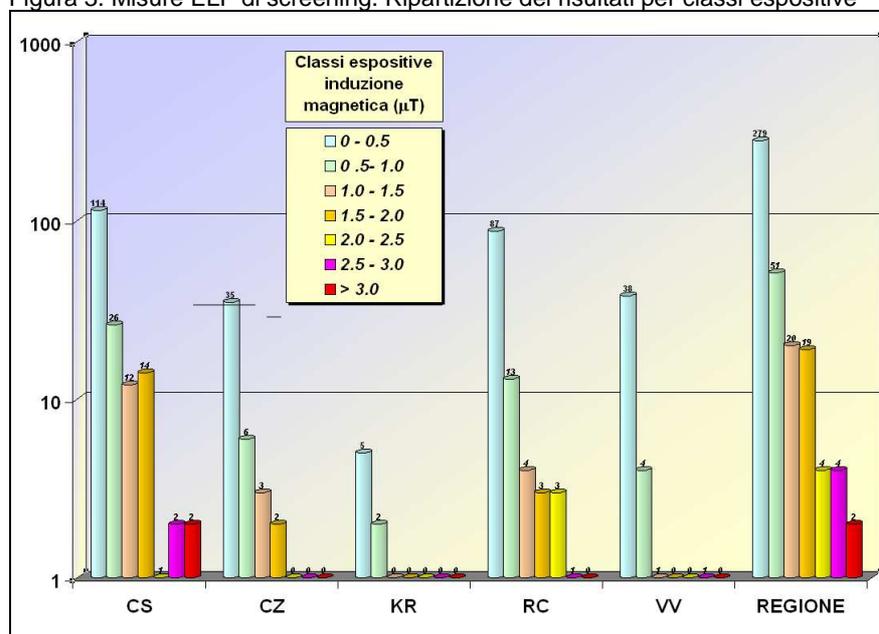
Le criticità e non conformità riscontrate riguardano nell'85% dei casi ambienti di vita della popolazione, ove il valore – soglia è dato dal valore di attenzione (6 V/m). Nel restante 15% dei casi le criticità e non conformità rilevate sono riferite ad aree all'aperto ubicate in prossimità degli impianti, con applicazione del limite di esposizione (20 V/m).

Le zone con livelli di esposizione critici o non conformi sono state identificate principalmente nella provincia di Reggio Calabria e in particolare nel centro urbano della città capoluogo. Anche per la Provincia di Vibo Valentia, sebbene in misura molto inferiore a Reggio Calabria, è emersa una quota apprezzabile di non conformità, mentre più contenuta è la quota di criticità e non conformità registrate nelle province di Catanzaro e Crotone. La provincia di Cosenza, infine, pur registrando una apprezzabile quota di postazioni critiche, ha evidenziato situazioni di non conformità davvero isolate.

Tabella 5. Riepilogo postazioni e risultati delle misure ELF di screening

PROV	U. M.	TOTALE POSTAZIONI DI MISURA	Classi di induzione magnetica (μT)							POSTAZIONI CRITICHE (Nr)	MAX livello campo E (kV)
			0 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 1.5	1.5 – 2.0	2.0 – 2.5	2.5 – 3.0	≥ 3.0		
CS	(Nr.)	171	114	26	12	14	1	2	2	31	2.5
	(%)	45.1	66.4	15.3	7.1	8.2	0.6	1.2	1.2	18.2	
CZ	(Nr.)	46	35	6	3	2	0	0	0	5	1.3
	(%)	12.1	76	13	6.6	4.4	0	0	0.0	10.9	
KR	(Nr.)	7	5	2	0	0	0	0	0	0	0.9
	(%)	1.8	71.5	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
RC	(Nr.)	111	87	13	4	3	3	1	0	11	2.3
	(%)	29.3	78	11.7	3.7	2.8	2.8	1	0.0	10.0	
VV	(Nr.)	44	38	4	1	0	0	1	0	2	0.5
	(%)	11.7	86.3	9.1	2.3	0.0	0.0	2.3	0.0	4.6	
REGIONE	(Nr.)	379	279	51	20	19	4	4	2	49	2.5
	(%)	100.0	73.3	13.5	5.3	5.1	1.1	1.1	0.6	13.2	

Figura 3. Misure ELF di screening. Ripartizione dei risultati per classi espositive



La situazione espositiva a campi elettrici e magnetici a frequenza industriale, generati da elettrodotti ad alta e altissima tensione o dalle linee a 66 kV a servizio delle sistema ferroviario, è ancora più rispondente ed allineata all'attuale quadro normativo, in quanto, pur registrando in diverse zone (in particolare nelle province di Cosenza e Reggio Calabria) livelli apprezzabili di induzione magnetica (superiori a 1 μT), in nessun caso sono state registrate non conformità al valore – soglia prescritto (10 μT).

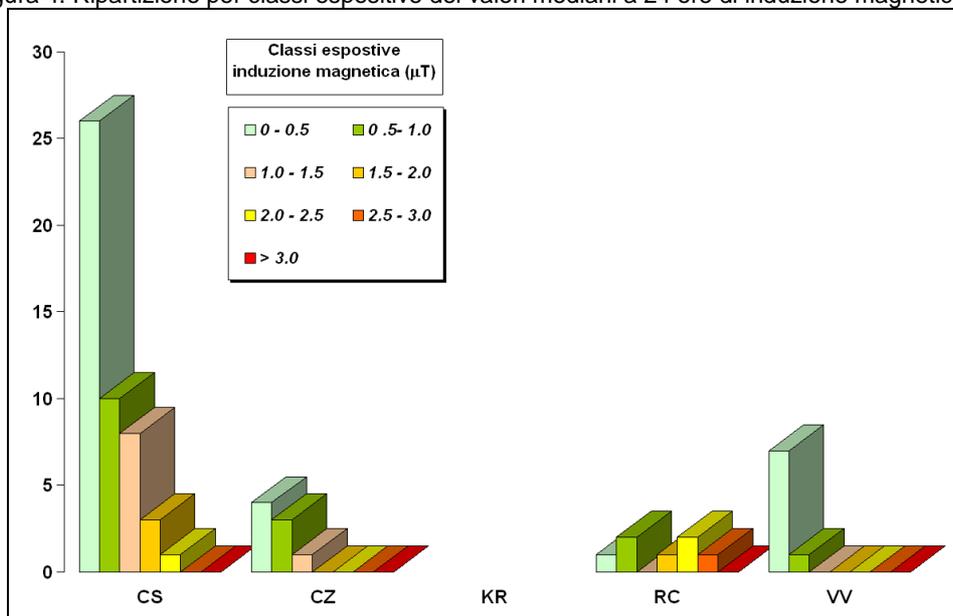
Neppure con riferimento all'obiettivo di qualità (3 μT), che comunque deve essere applicato con riferimento a nuove installazioni per il trasporto di energia elettrica o a nuovi insediamenti urbani in

prossimità di elettrodotti esistenti, si sono registrati livelli di esposizione superiori, perlomeno con riferimento al valore mediano su 24h di induzione magnetica, dedotto, come prescritto dalla normativa, da misure in continuo di durata minima 24 ore.

Tabella 6. Riepilogo risultati delle misure ELF a 24H

PROV	U. M.	TOTALE POSTAZIONI DI MISURA	Valori mediاني 24H - Classi di induzione magnetica (μT)							MAX Valore mediano 24H (μT)
			0 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 1.5	1.5 - 2.0	2.0 - 2.5	2.5 - 3.0	>= 3.0	
CS	(Nr.)	48	26	10	8	3	1	0	0	2.429
	(%)	68.0	54.0	20.9	16.7	6.3	2.1	0.0	0.0	
CZ	(Nr.)	8.0	4	3	1	0	0	0	0	1.040
	(%)	11.0	50.0	37.5	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
KR	(Nr.)	0.0	0	0	0	0	0	0	0	-
	(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
RC	(Nr.)	7.0	1	2	0	1	2	1	0	2.745
	(%)	10.0	14.3	28.5	0.0	14.3	28.6	14.3	0.0	
VV	(Nr.)	8.0	7	1	0	0	0	0	0	0.530
	(%)	11.0	87.5	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
REGIONE	(Nr.)	71	38	16	9	4	3	1	0	2.745
	(%)	100.0	53.6	22.6	12.7	5.7	4.3	1.5	0	

Figura 4. Ripartizione per classi espositive dei valori mediاني a 24 ore di induzione magnetica



Pur riscontrando un quadro globale di sostanziale tranquillità, le attività poste in essere hanno definito una mappatura informatizzata delle sorgenti e dei livelli di esposizione della popolazione a CEM/ELF, che sarà molto utile nella programmazione futura delle attività di vigilanza e controllo di ArpaCal. Senza contare che l'accertamento scientifico degli effetti sanitari dell'esposizione cronica a campi elettromagnetici a radiofrequenza o a campi ELF è questione tutt'altro che chiusa. Alla luce delle nuove acquisizioni epidemiologiche e mediche che potrebbero venire in futuro e dei conseguenti adeguamenti della legislazione di tutela della popolazione, situazioni espositive oggi identificate come critiche o significative, potrebbero divenire situazioni non conformi.

Il motto che dunque deve continuare a guidare gli addetti ai lavori, sia coloro che a titolo istituzionale svolgono attività di controllo ambientale, sia coloro che intendono affermare la propria indipendenza e deontologia professionale nel settore privato, è quello che già Ippocrate aveva enunciato, con una sana quanto precoce applicazione del principio di precauzione: "Primum non nocere". Meglio prevenire che curare.

Bibliografia

ARPACAL, Piano d'Azione ARPACal 2000-2006: Intervento n. 62 Progetto n. 64 Bando n. 39 - *Rapporto Finale Misurazione inquinamento elettromagnetico ad alta e bassa frequenza sul territorio della regione Calabria ed informatizzazione dei dati*, Cosenza, 27 Ottobre 2008