

Nota sulle rilevazioni effettuate dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA Sicilia) nell'isola di Lampedusa dal 18 al 20 Novembre 2014

10 Gennaio 2015

INTRODUZIONE

Questa nota è dedicata a una valutazione dei risultati contenuti nella relazione presentata dall'agenzia ARPA Sicilia il 2 Dicembre 2014 (numero di protocollo 0076850), che ha come oggetto i rilevamenti di campi elettromagnetici di alta frequenza eseguiti dall'agenzia nell'isola Lampedusa su richiesta del comune di Lampedusa e Linosa (AG). Lo scopo è quello di valutare la conformità dei rilievi effettuati alle norme di sicurezza elettromagnetica prescritte dalla normativa vigente e, più in generale, la loro rilevanza rispetto ai problemi di tutela della salute umana, dell'ambiente e delle possibili interferenze con apparecchiature elettromedicali in seguito alla presenza di emissioni elettromagnetiche di alta frequenza.

Gli accertamenti dell'agenzia ARPA Sicilia sono stati infatti sollecitati a causa dell'allarme suscitato nella popolazione dall'elevata concentrazione di sorgenti elettromagnetiche di potenza (radar, ripetitori radio-televisivi, stazioni radio-base della telefonia cellulare, etc.) in un'area molto limitata (la superficie dell'isola è di circa 20 Km², con una lunghezza di poco superiore ai 10 Km e una larghezza massima di poco superiore ai 3 Km), e occorre quindi valutare i risultati ottenuti alla luce di questa esigenza.

Per una valutazione della sicurezza elettromagnetica, in base alla normativa vigente, sono necessarie:

- 1) La conoscenza dettagliata delle sorgenti (coordinate geografiche e caratteristiche radioelettriche) e delle emissioni previste per ciascuna di esse, secondo il modello previsionale che l'ente gestore deve avere necessariamente allegato alla richiesta di autorizzazione.
- 2) Misure di verifica effettuate in numero congruo, eseguite secondo la tecnica di misurazione prevista dalla normativa, i cui risultati siano riportati in modo completo (compreso l'errore strumentale e le coordinate geografiche del punto di misura) per essere poi confrontati con quanto previsto dal modello presentato dal gestore, in modo da verificare se le emissioni sono conformi a quanto previsto dal progetto (e alla normativa di sicurezza vigente).

Visto l'elevato numero di sorgenti, l'area ridotta in esame e le esigenze di sicurezza espresse dalla popolazione, sarebbe inoltre molto opportuno realizzare un piano complessivo delle emissioni, che tenga conto della somma di tutti i contributi sulla base di un censimento completo delle sorgenti presenti, in modo da individuare eventuali aree a rischio e procedere al loro risanamento.

Nel prossimo paragrafo si analizzerà quindi in dettaglio il rapporto di ARPA Sicilia, sulla base alla legislazione e alla normativa tecnica vigente (riportata per comodità nell'appendice A), mentre nelle conclusioni verranno affrontate le problematiche legate alla sicurezza, alla luce dei risultati raggiunti.

MISURAZIONI ARPA SICILIA - NOVEMBRE 2014

Il rapporto di ARPA Sicilia del 2 Dicembre 2014 tratta delle misurazioni effettuate nell'isola di Lampedusa nel corso di tre giornate, dal 18 al 20 Novembre 2014, dal Dott. G. Bruno e dal Sig. P. Collura della Struttura territoriale di Agrigento. È stata utilizzata una tecnica di misurazione a “banda larga”, ovvero si è misurato l'effetto complessivo della sovrapposizione di tutte le sorgenti presenti, senza distinguere il contributo dato da ciascuna singola sorgente. Le sorgenti presenti sono di tipo molto differente: radar di potenza, ripetitori radiotelevisivi, ponti radio, stazioni radio base per la telefonia cellulare, etc.

Lo strumento utilizzato è il misuratore Narda PMM 8053A con le sonde per il rilievo della componente elettrica PMM EP 330 (banda passante 100 KHz – 3 GHz, intervallo di misura 0.3-300 V/m) e PMM EP 408 (banda passante 1 MHz – 40 GHz, intervallo di misura 0.8-800 V/m), tutte le misure sono state effettuate rilevando il valore medio rms (media su 6 minuti), con lo strumento ad altezza 1.50 m dal piano di calpestio. Per ciascuno dei siti indagati sono stati effettuati un numero ridotto di punti di misura (da un minimo di uno a un massimo di 7).

È opportuno nell'analisi suddividere i siti indagati sulla base alla sorgente prevalente (dove è possibile individuarne una). Poiché le sorgenti presenti non sono mai indicate chiaramente nel testo si farà riferimento a quanto visibile nella documentazione fotografica e/o indicato dall'associazione “Askavusa”. Segue una lista delle misure effettuate e le osservazioni in merito.

Siti e Misure

A) Sorgenti radar

Sito di Capo Grecale

Sorgente: Radar per la sorveglianza costiera, modello Elta System ELM 2226 gestito dalla guardia di finanza.

5 punti di misura (dal n. 4 al n. 8)

B) Stazioni radio base per la telefonia cellulare

Sito: via Ariosto 27 - Lampedusa (1 punto di misura, il n. 9).

Sito: chiesa di S. Gerlando - Lampedusa (1 punto di misura, il n. 10).

Sito: Porto Vecchio - Lampedusa (1 punto di misura, il n.11).

Sito: via Cavour 19 - Lampedusa (4 punti di misura, il n. 13, 14, 15, 16).

Sito: via Mazzini 19 - Lampedusa (1 punto di misura, il n. 17).

Sito: via Ariosto 21/23 - Lampedusa (7 punti di misura, il n. 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24).

È stata inoltre installata una stazione per il monitoraggio continuo nel sito di via Cavour 19, anche se quello dove si sono rilevati i valori di campo più elevati non è il sito di via Cavour 19 (dove si sono misurati livelli compresi tra 1.3 e 2.8 V/m), ma è quello di via Ariosto 21/23 (dove si sono misurati livelli sino a 5.05 V/m).

C) Antenne emittenti stazioni radiofoniche

Sito: Cala Creta

Sorgente: stazione radio FM locale

1 solo punto di misura.

D) Misti

Sito: Capo Ponente, Loc. Alberosole

Sorgenti: sono presenti diversi Radar di sorveglianza dell'Aeronautica Militare e ripetitori televisivi, le sorgenti non sono indicate nel testo.

3 punti di misura (dal n. 1 al n. 3)

Sito: Zona Aeroporto, Lampedusa

Sorgenti: sono presenti stazioni per le telecomunicazioni gestite dall'Aeronautica Militare, oltre probabilmente al radar per il controllo del traffico aereo, le sorgenti non sono indicate nel testo.

1 punto di misura (il n. n. 12, che nel testo è indicato erroneamente come n. 11)

In merito ai rilievi effettuati è possibile formulare sia osservazioni generali, che riguardano tutte le misure, sia osservazioni più specifiche, che riguardano le misure effettuate su specifiche sorgenti.

Osservazioni Generali

In generale la procedura adottata non sembra adeguata al problema e neppure conforme alla normativa vigente. Infatti:

1) Manca qualunque informazione riguardante le sorgenti: di nessuna sorgente viene riportata la posizione (né mediante coordinate geografiche né attraverso l'inquadrimento topografico), non è specificato il tipo di sorgente/i né vengono indicate le caratteristiche radioelettriche (frequenza, potenza, guadagno d'antenna, etc.), tantomeno si riportano i valori di campo previsti dal gestore (è obbligatoria la loro presentazione in sede autorizzativa secondo quanto previsto dal previsto dal "Codice delle comunicazioni elettroniche", DLGS 1 agosto 2003, n. 259, art. 87, commi 1 e 3, allegato 13 mod. A).

2) Le misure effettuate non sono documentate in modo completo: non viene mai riportata l'incertezza associata alla misura e neppure viene individuato il punto preciso nel quale la misura è stata effettuata (né mediante coordinate geografiche né attraverso l'inquadrimento topografico).

3) La tecnica di misura è inadeguata: in molte occasioni infatti la normativa prescrive di affiancare alla tecnica a "banda larga", adottata dai tecnici ARPAS, la più precisa e sofisticata tecnica "a banda stretta", che invece non è stata utilizzata (questo punto verrà meglio chiarito in seguito, nelle osservazioni specifiche per ciascun tipo di sorgente). Nel caso di misure effettuate in regime di "campo vicino" inoltre occorrerebbe rilevare, assieme alla componente elettrica del campo, anche la componente magnetica.

4) Non viene mai effettuato alcun confronto con il livello di campo previsto dai modelli di emissione di ciascuna sorgente.

5) Il numero di punti di misura effettivamente realizzati per ciascuna sorgente è troppo esiguo (spesso si tratta di un solo punto).

Osservazioni specifiche per le stazioni radio base, sia della telefonia cellulare che delle emittenti radiofoniche

In aggiunta a quanto già osservato in generale occorre aggiungere che, nel caso in cui il valore misurato raggiunga 75% del valore limite previsto, la Norma CEI 211-7 (par. 13.3.1 pag. 68) impone che al posto della tecnica a “banda larga”, adottata dai tecnici ARPAS, venga utilizzata una più precisa e sofisticata tecnica “a banda stretta”.

Il limite di sicurezza per i ripetitori (sia per la telefonia cellulare che per la radiofonia) all'interno delle aree abitate è indicato dal “valore di attenzione” ed è pari a 6 V/m (si veda l'appendice A), dunque ogni volta che una misura a “banda larga” indica un valore superiore a 4,5 V/m (pari al 75% di 6 V/m) occorre ripetere le misurazioni con una tecnica a “banda stretta”.

Tale livello è stato però raggiunto e superato in via Ariosto 21/23 (misure n. 18: 4,57 V/m e n. 20: 5,05 V/m) senza che siano stati fatti ulteriori accertamenti.

Si deve inoltre rilevare come, a seguito di questi accertamenti, sia stato predisposto un monitoraggio continuo mediante centralina di rilevamento, la quale è stata predisposta però, non in via Ariosto 21/23, dove si sono registrati i valori di campo più elevati, ma in via Cavour 19, dove i livelli di campo registrati risultavano nettamente inferiori (max registrato nella misura 14: 2,80 V/m).

Osservazioni specifiche per le sorgenti radar

In aggiunta a quanto già osservato in generale, si deve aggiungere che nel caso di sorgenti radar non ci si può limitare a misurare il campo medio mediante uno strumento “a banda larga”, come effettuato dai tecnici di ARPA Sicilia, ma si deve obbligatoriamente rilevare anche il valore di picco del campo emesso (Norma CEI 211-7/B, paragrafo B.8.1, pag. 9). I radar infatti spesso emettono impulsi elettromagnetici molto brevi (da qualche μ sec sino a qualche decina di nsec) con livelli di picco migliaia di volte superiori a quelli medi.

In queste condizioni le sonde utilizzate dai tecnici di ARPA Sicilia possono produrre risultati totalmente inattendibili per problemi sia di risposta temporale che di saturazione. Lo stesso costruttore mette in guardia da un loro incauto utilizzo nel caso di sorgenti radar e, nel caso di un loro impiego, raccomanda un'accurata analisi dei risultati¹, analisi che però richiede una completa conoscenza della sorgente radar (non solo frequenza di emissione e potenza media ma anche durata e frequenza di ripetizione degli impulsi) che in questo caso non è data.

In conclusione, nel caso di sorgenti radar, la strumentazione e la tecnica di misura utilizzata sono inadeguate e i risultati ottenuti del tutto inattendibili.

Per ottenere risultati attendibili e conformi a quanto richiesto dalla normativa occorre utilizzare una tecnica di misura a “banda stretta”, con strumenti dotati di risposta temporale tale da rivelare le caratteristiche degli impulsi emessi (durata e frequenza di ripetizione dell'impulso), e una dinamica sufficiente a sopportare intensità di picco che possono raggiungere le migliaia di V/m.

Inoltre la tecnica a banda stretta è obbligatoria ogni qual volta siano presenti sorgenti varie con frequenze di emissioni molto differenti (come accade nel caso di Capo Ponente, misure n. 1,2,3 e dell'Aeroporto di Lampedusa misura n. 12).

¹ Narda – Technical Note 2 “Standard-compilant test of non-ionizing electromagnetic radiation on radar equipment.

CONCLUSIONI

La procedura adottata dall'agenzia ARPA Sicilia per rilevare l'entità dei campi elettromagnetici nell'isola di Lampedusa, secondo quanto riportati nella relazione del 2 Dicembre 2014, non risulta adeguata al problema né conforme alla normativa.

In particolare, come esposto in dettaglio nel paragrafo precedente: non viene fornita alcuna informazione sulle sorgenti presenti, i risultati vengono forniti in modo incompleto e poco chiaro, la tecnica di misura adottata è inadeguata.

- Per quanto riguarda le emissioni delle stazioni radio base della telefonia cellulare e delle stazioni radiofoniche, i risultati riportati nella relazione di ARPA Sicilia possono essere adottati come indicazioni preliminari, che hanno evidenziato in alcuni, casi all'interno dell'abitato, livelli di campo elevato e prossimi ai limiti di sicurezza (si veda il caso di via Ariosto 22/23, punti di misura 18-20). Si devono quindi ripetere le misurazioni con maggiore accuratezza, utilizzando una tecnica e una strumentazione "a banda stretta", e occorre confrontare i risultati con le previsioni di progetto, effettuando un maggior numero di punti di misura.

- Per quanto riguarda invece le emissioni da sorgenti radar, i risultati riportati nella relazione di ARPA Sicilia sono da considerarsi del tutto inattendibili. Queste misurazioni devono essere eseguite con una tecnica "a banda stretta", con strumenti in grado di rivelare adeguatamente impulsi di breve durata (sino a 10 nsec) ed elevata intensità (migliaia di V/m). Le misure vanno condotte a partire dalla completa conoscenza delle caratteristiche radiometriche delle sorgenti e delle emissioni previste dal progetto, con le quali occorre confrontarsi. Ove occorra, a distanze inferiori al limite di campo vicino le due componenti, elettrica e magnetica del campo, vanno rilevate separatamente.

In generale, vista la situazione dell'isola di Lampedusa, dove in un'area molto limitata si trovano concentrate un gran numero di sorgenti radioelettriche di potenza, sembra opportuno realizzare una verifica completa ed esaustiva dell'irraggiamento cui la popolazione è sottoposta. Tale verifica andrebbe condotta, conformemente alla normativa, attraverso i seguenti punti:

a) Realizzazione di un censimento completo di tutte le sorgenti presenti (ripetitori radiotelevisivi, stazioni radio-base della telefonia cellulare, radar, etc.), specificandone le coordinate geografiche e le caratteristiche radioelettriche complete.

b) Raccogliere le previsioni di progetto fatte da ciascun gestore per le emissioni dell'impianto di cui è responsabile. Tale modello previsionale è richiesto dal "Codice delle comunicazioni elettroniche" (DLGS 1 agosto 2003, n. 259, art. 87, commi 1 e 3, allegato 13 mod. A) e deve essere presentato in sede autorizzativa. Nessun impianto trasmittente realizzato dopo il 2003 può quindi esserne privo, a meno di non aver ricevuto l'autorizzazione a trasmettere in modo illegale. Ai gestori di impianti realizzati prima del 2003 e privi di un tale modello previsionale, occorre richiedere di realizzarne e presentarne uno.

c) Realizzare un modello previsionale complessivo per l'irraggiamento di tutto il territorio dell'isola partendo dalla documentazione raccolta ai punti a) e b). Tale modello complessivo dovrà

tener conto della sovrapposizione e della somma dei campi provenienti da tutte le sorgenti presenti (dato il numero elevato di sorgenti e l'area ridotta gli effetti dovuti alla sovrapposizione sono necessariamente rilevanti e non possono essere trascurati). Un tale modello previsionale complessivo dovrà verificare che, anche nel caso peggiore possibile (tutte le sorgenti attive alla massima potenza), non vengano mai superati i limiti di sicurezza previsti dalla normativa.

d) Effettuare misure di verifica per confermare che i livelli di campo effettivamente presenti siano conformi con le previsioni del modello. Tali misure vanno effettuate con tecniche e strumentazioni adeguate (ovvero in “banda stretta” in tutti i casi richiesti dalla normativa) e in numero congruo (almeno in tutti quei punti in cui il modello prevede elevati livelli di campo).

e) Adottare provvedimenti per la riduzione delle emissioni in tutti quei casi in cui il modello previsionale, le misure di verifica, o entrambi, abbiano evidenziato valori di campo prossimi o superiori ai limiti di sicurezza previsti.

f) Installare centraline per il monitoraggio continuo nei punti in cui il livello di campo risulta più elevato, sulla base di quanto emerso ai punti c) e d), per verificare che i livelli di sicurezza continuino ad essere rispettati nel tempo.

Una tale procedura è in grado di garantire il rispetto delle norme di sicurezza per la salute umana, mentre eventuali misure aggiuntive potranno essere adottate, ad esempio, per la sicurezza dei portatori di dispositivi elettromedicali impiantati (soggetti al rischio di interferenza elettromagnetica) o per la protezione della fauna all'interno di zone naturalistiche protette. In entrambi questi casi, non trattati nella relazione di ARPA Sicilia in oggetto, può essere necessario adottare livelli di sicurezza inferiori a quelli adottati per la tutela della popolazione in generale.

Non sembra opportuno autorizzare l'installazione nell'isola di ulteriori sorgenti di onde elettromagnetiche nella banda delle radiofrequenze o delle microonde prima che vengano effettuate adeguate verifiche dell'irraggiamento complessivo dovuto alle sorgenti già esistenti.

APPENDICE A – NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

La tutela della salute umana rispetto al rischio di esposizione a campi elettromagnetici di radiofrequenza è regolata in Italia da una serie di norme legislative emesse a partire dal 2001, tali provvedimenti fanno poi riferimento esplicito ad alcune procedure tecniche che riguardano la misura e la valutazione dei campi; tali norme tecniche hanno quindi a tutti gli effetti valore di legge. Per la tutela della salute e dell'ambiente, possono certamente essere adottate anche misure più cautelative rispetto a quelle esplicitamente previste dalla legislazione, come dimostrato anche da recenti sentenze², ma in nessun caso si possono indebolire le tutele esistenti. Per questo tutte le verifiche vanno condotte nel rigoroso rispetto formale e sostanziale delle procedure stabilite dalla legislazione

NORME LEGISLATIVE

Le garanzie di sicurezza per l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici sono fissate dalla legge quadro n. 36 del 2001 e dai successivi decreti attuativi (DPCM 8 Luglio 2003), che ne hanno fissato le soglie di sicurezza (recentemente modificate dall'art 14 del DL n.179 del 18 Ottobre 2012); tale normativa è recepita dalla Regione Sicilia attraverso le “Linee guida per il contrasto del fenomeno delle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”, decreto del del 27 Agosto 2008 “procedura per il risanamento dei siti nei quali viene riscontrato il superamento dei limiti di esposizione e dei valori di attenzione dei campi elettromagnetici.”; mentre il DLGS 81 del 2008 detta norme specifiche per al protezione dei lavoratori addetti. La procedura istruttoria necessaria per autorizzare l'installazione di ripetitori e stazioni radio-trasmittenti (Stazioni Radio Base) è definita dal "Codice delle comunicazioni elettroniche" (Decreto Legislativo 1 agosto 2003, n. 259), che precisa come debbano essere verificate le condizioni di sicurezza per l'esposizione della popolazione e dei lavoratori addetti (DLGS 1 agosto 2003, n. 259, art. 87, commi 1 e 3, allegato 13 mod. A).

La legislazione italiana offre alla popolazione due differenti soglie di sicurezza, a protezione di due possibili tipi di effetti negativi dovuti all'esposizione ai campi elettromagnetici di alta frequenza: gli “effetti acuti”, che si verificano in tempi anche molto brevi per l'esposizione a campi molto elevati, e gli “effetti cronici”, dovuti all'esposizione continua e prolungata a campi di intensità meno elevata ma ugualmente nocivi (seppure in modo diverso) .

Le soglie fissate prendono il nome di:

A) Limite di esposizione.

Tutela dai possibili effetti acuti (tipicamente ustioni, necrosi dei tessuti con conseguenti lesioni interne), dipende dalla frequenza e non deve mai essere superato, neppure per brevi periodi.

2 A titolo di esempio:

- 24 Febbraio 2011, IV sezione penale della Corte di Cassazione di Roma, conferma definitiva della condanna dei responsabili di Radio Vaticana per il reato di “getto pericoloso di cose” (art. 674 cp), in relazione all'inquinamento elettromagnetico generato dalle emissioni della radio nel territorio circostante.

- 3 Ottobre 2012, Corte di Cassazione – Sezione lavoro, sentenza 17438 , Condanna al risarcimento dell'imputato per i danni prodotti dalle emissioni e.m. dovute all'uso prolungato del telefono cellulare per scopi professionali.

- 6 Ottobre 2011, TAR della Sardegna, ordinanza 656. Viene sospesa la realizzazione di quattro postazioni radar di sorveglianza costiera, per ragioni legate alla tutela della salute della popolazione e dell'ambiente (il progetto verrà poi ritirato dal proponente, in anticipo sul giudizio definitivo).

B) Valore di attenzione.

Tutela dai possibili effetti cronici (l'IARC segnala la possibile insorgenza di patologie tumorali³ e vi sono forti sospetti anche su varie altre patologie degenerative⁴), non dipende dalla frequenza e non deve essere superato, in prossimità di abitazioni, edifici pubblici e luoghi in cui è prevista la presenza di persone per più di 4 ore consecutive.

DPCM dell'8 Luglio 2003 -RF- Limiti di esposizione in funzione della frequenza

Frequenza f	Campo elettrico E in V/m	Campo magnetico H in A/m	Densità di potenza emessa S in W/m ²
100 KHz < f < 3 MHz	60 V/m	0,2 A/m	-
3 MHz < f < 3 GHz	20 V/m	0,05 A/m	1 W/m ²
3 GHz < f < 300 GHz	40 V/m	0,01 A/m	4 W/m ²

DPCM dell'8 Luglio 2003 -RF- Valori di attenzione da 100 KHz a 3 GHz

Campo elettrico E in V/m	Campo magnetico H in A/m	Densità di potenza emessa S in W/m ²
6 V/m	0,016 A/m	0,1 W/m ²

Allo scopo di verificare preventivamente che gli impianti trasmettenti da installare non possano superare, nemmeno nel peggiore dei casi possibili, le soglie di sicurezza previste dalla legislazione, il Codice delle comunicazioni elettroniche prevede una rigorosa procedura autorizzativa, con numerosi accertamenti a carico del proponente. In particolare il proponente è obbligato ad allegare al progetto un modello previsionale delle emissioni previste, ottenuto attraverso l'elaborazione numerica del campo irraggiato (sotto forma di volumi di rispetto e/o isolinee), basato sulla raccolta completa e dettagliata di tutti i dati radioelettrici relativi alle sorgenti e sulla precisa descrizione del terreno circostante, secondo quanto esplicitamente previsto dal "Codice delle comunicazioni elettroniche" (DLGS 1 agosto 2003, n. 259, art. 87, commi 1 e 3, allegato 13 mod. A). Le misure effettuate post-installazione hanno lo scopo di verificare tali previsioni mediante confronto con il campo effettivamente emesso, rilevato in un congruo numero di punti (scelti tra i più critici), e non possono sostituire il modello previsionale richiesto dalla normativa.

NORME TECNICHE

³ IARC (International Agency for Research on Cancer) "Non-Ionizing radiation, Part II: Radiofrequency Electromagnetic Fields [includes mobile telephones]" Monograph 102, Lyon 2013

⁴ Una importante sintesi delle acquisizioni più recenti in merito si può trovare in: BioInitiative Working Group 2012 "A Rationale for Biologically-based Exposure Standards for Low-Intensity Electromagnetic Radiation", C. Sage and D. Carpenter Editors, December 2012, <http://www.bioinitiative.org/>.

Le norme tecniche in vigore nel caso dei campi elettromagnetici di alta frequenza sono:

- a) Norma CEI 211-7 “Guida per la misura e per la valutazione del campo elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 KHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana”;
- b) Norma CEI 211-7/B “Guida per la misura e per la valutazione del campo elettromagnetico emesso dai radar di potenza”;
- c) Norma CEI 211-10 “Guida alla realizzazione di una Stazione Radio Base per rispettare i limiti di esposizione ai campi magnetici di alta frequenza”.

Queste norme contengono prescrizioni importantissime e vincolanti sulla metodologia con la quale rilievi e valutazioni devono essere eseguite. Per citarne alcune:

- Nel caso di misure effettuate in regime di campo vicino (a distanze inferiori al limite di Fraunhofer, pari a $2d^2/\lambda$, dove d è la dimensione massima d'antenna e λ la lunghezza d'onda irradiata), le due componenti, elettrica e magnetica, del campo devono essere misurate entrambe e separatamente, poiché non risultano proporzionali e non possono quindi essere dedotte l'una dall'altra (Norma CEI 211-7, capitolo 6 e CEI 211-10, tab. 6.3).

- Tutte le verifiche di conformità, sia teoriche mediante il calcolo, sia i successivi controlli, attraverso le misurazioni sul campo, devono essere effettuate alle condizioni di massima emissione possibile (come previsto dalle norme CEI 211-7, par. 13.5.2 pag. 78 e 211-10, par. 6.5.2 pag. 51).

- Le misurazioni effettuate in “banda larga” non sono sufficienti nel caso in cui: (a) il valore misurato supera il 75% del valore limite previsto; (b) sono presenti più sorgenti che emettono contemporaneamente su intervalli di frequenza ai quali si applicano differenti valori limite. In questi casi si deve seguire obbligatoriamente una tecnica di misura a “banda stretta”, più sofisticata e affidabile, in grado di rilevare singolarmente tutte le sorgenti presenti (Norma CEI 211-7, par. 13.3.1 pag. 68).

- Nel caso di misure di campo elettromagnetico emesso da una sorgente radar, è obbligatorio rilevare sia il valore medio del campo che il valore di picco (Norma CEI 211-7/B, paragrafo B.8.1, pag. 9).

APPENDICE B – DATI TECNICI RADAR EL/M-2226

Modello:

EL/M-2226 ACSR

Classe:

(*Advanced Coastal Surveillance Radar*)

Costruttore:

Elta Systems, società controllata dalla Israel Aerospace Industries Ltd. (IAI)

Dati tecnici

I dati tecnici riportati in [1] pag. 6 e 9 e anche parzialmente da [6]

- Tipo: *Frequency Modulated Continuous Wave* (FMCW) solid state Radar
- Frequenza operativa $f = 9-9.6$ GHz , in X-band
- Potenza di emissione CW: $P = 50$ W
- Guadagno d'antenna in decibel: $G_{db} = 38$ db
- Ampiezza del fascio a -3 db: $\varphi = 3^\circ$ Verticale, $\psi = 1.2^\circ$ Orizzontale
- Lobo laterale: 22 db di guadagno a 18°
- Dimensioni di un singolo riflettore dell'antenna Trasmittente 1.8 mt x 0.7 mt
- Angolo di inclinazione del fascio emesso rispetto all'orizzonte (Tilt) $\alpha = 0^\circ$
- Velocità di rotazione dell'antenna: $\omega = 20$ r.p.m. (rotations per minute); un giro ogni 3 sec
- Altezza dal suolo del centro radiante = 6 mt

Altri importanti parametri possono essere derivati da questi:

La lunghezza d'onda λ può essere ricavata dalla frequenza f e dalla velocità della luce c :

$$\lambda = c/f = 0.033-0.031 \text{ m} = 3.3-3.1 \text{ cm} \quad \text{lunghezza d'onda emessa}$$

Il fattore di guadagno dell'antenna può essere ricavato dal suo valore espresso in decibel

$$G = 10^{G_{db}/10} = 10^{3.8} = 6309 \quad \text{Fattore di Guadagno d'antenna}$$

La dimensione massima dell'antenna D ,può essere ricavata dal fatto che i riflettori parabolici che la costituiscono hanno una forma approssimativamente rettangolare ($H = 0,7$ m, $L = 1,8$ m), dunque la sua dimensione massima sarà data dalla diagonale:

$$D = (1.8^2 + 0,7^2)^{1/2} \text{ m} = 1,93 \text{ m} \quad \text{dimensione massima dell'antenna}$$

Da cui può essere dedotto il Limite di campo vicino:

$$L_{lim} = 2D^2/\lambda = 240 \text{ m} \quad \text{Limite di campo vicino}$$

Funzionamento

È un tipo particolare di radar a onda continua (CW, Continuous Wave), non emette perciò impulsi, ma un'onda sinusoidale di cui possono variare sia la frequenza che l'ampiezza. In questo caso è la frequenza ad essere modulata linearmente (LFMCW Linear Frequency Modulated Continuous Wave), ovverosia varia linearmente nel tempo nell'intervallo di frequenza operativa ($f = 9-9.6$ GHz nel nostro caso), la periodicità della modulazione in frequenza può essere a dente di sega, triangolare, o altre combinazioni, ma questo dettaglio non è noto.

Il radar è composto da un'antenna trasmittente e da una ricevente, se il segnale emesso viene

riflesso da un'oggetto fermo, torna indietro, viene captato dall'antenna ricevente e viene poi fatto interferire con il segnale prodotto in quel momento, che ha una frequenza diversa da quello ricevuto (infatti la frequenza varia nel tempo). Si generano così dei battimenti a una certa frequenza F_b , che è in relazione con la distanza tra il radar e l'oggetto osservato.

Se la frequenza dell'oscillatore $F_{osc}(t)$ varia linearmente nel tempo con velocità $F_{osc}(t) = F_0 + \alpha t$ L'oggetto osservato si trova a una distanza L , il tempo che impiega il segnale riflesso a tornare al radar sarà $T = 2L/c$ (dove c è la velocità della luce), e si osserverà un battimento alla frequenza F_r , uguale alla differenza in frequenza tra il segnale ricevuto e quello emesso ΔF :

$$F_r = \Delta F = \alpha T = \alpha 2L/c$$

L'individuazione di bersagli in movimento è complicata invece dalla presenza di uno slittamento doppler della frequenza, che ne causa l'aumento o la diminuzione a seconda che l'oggetto sia in avvicinamento o in allontanamento. Questa situazione può essere risolta, ad esempio, con una modulazione ad andamento triangolare che consente di distinguere i due casi e di determinare così, oltre alla posizione, anche la velocità dell'oggetto.

Questo tipo di radar, per raggiungere grandi profondità di osservazione, ha naturalmente bisogno di emettere un fascio molto concentrato, con un elevato guadagno d'antenna. Presumibilmente, per risolvere il bersaglio, una volta che questo venga individuato, il fascio verrà puntato e mantenuto contro di esso per tutto il tempo necessario alla sua completa definizione. Per tutto questo tempo quindi il bersaglio sarà irraggiato con continuità, e questa durata è quindi fondamentale per determinare la dose assorbita.

LIMITI DI SICUREZZA STABILITI PER LEGGE ED EMISSIONI PREVISTE

Sulla base dei dati contenuti in [1] e [2], per quanto non completi, è possibile calcolare i valori di campo nella direzione del fascio principale di microonde emesso dal radar, nella "zona di campo lontano" (per distanze R superiori a $L_{lim} = 240$ m). La densità di potenza S , per $R > L_{lim}$, può infatti essere facilmente calcolata a partire dalla formula $S = P \cdot G / (4 \pi R^2)$, e il campo elettrico E conseguente ricavato dalla relazione $S = E^2 / 377$.

I valori così calcolati potranno poi essere posti a confronto con i limiti di sicurezza previsti dalla legislazione italiana per la tutela della salute della popolazione, e con le soglie di sicurezza necessarie per evitare interferenze e disturbi negli apparati elettronici (compatibilità elettromagnetica).

Limiti di sicurezza stabiliti dalla legislazione per la tutela della salute umana:

Le emissioni previste per l'apparato radar in esame, vanno messi a confronto con i limiti di sicurezza fissati per legge a tutela della popolazione civile, e non con quelli relativi alla sicurezza dei lavoratori addetti (che sono meno cautelativi). Giova inoltre ricordare che il radar in questione (ELM2226 di produzione ELTA System) è del tipo *Frequency Modulated Continuous Wave* (FMCW) solid state Radar, ovvero emette microonde con continuità, e non a impulsi. Dunque i limiti imposti per legge a tutela della popolazione civile sono quelli previsti dal DPCM dell'8 Luglio 2003, e non dal decreto specifico per le emissioni impulsive, previsto dalla legge 36 del 22 Febbraio 2001, e non ancora pubblicato.

I limiti di sicurezza per la tutela della salute umana, stabiliti dalla legge 36 del 22 Febbraio 2001 e dal decreto attuativo DPCM dell'8 Luglio 2003, nella banda delle microonde, impongono due soglie di sicurezza per il campo elettrico E e per la densità di potenza S :

1) Limite di esposizione, a tutela dagli effetti acuti

$$S_{\text{esp}} = 4 \text{ W/m}^2 ; E_{\text{esp}} = 40 \text{ V/m}$$

Questo limite non deve essere superato mai e in nessun caso, oltre sono possibili effetti acuti e danni immediati per l'organismo.

2) Valore di attenzione, a tutela dagli effetti stocastici dovuti a esposizione prolungata

$$S_{\text{att}} = 0.1 \text{ W/m}^2 ; E_{\text{att}} = 6 \text{ V/m}$$

Questo limite non deve essere mai superato in prossimità delle abitazioni, degli edifici pubblici, e dei luoghi dove sia prevista una presenza continuativa delle persone superiore alle 4 ore. Oltre questo limite sono possibili effetti stocastici, danni all'organismo dovuti all'esposizione prolungata e all'accumulo.

Confronto tra le emissioni prodotte dal radar e i limiti stabiliti a tutela della salute della popolazione:

Una valutazione della sicurezza della popolazione deve essere fatta necessariamente prendendo in esame il peggiore dei casi possibili, ovvero l'esposizione diretta del soggetto al fascio principale emesso dal radar funzionante alla massima potenza. Il caso è poi del tutto verosimile, visto che il radar deve necessariamente "illuminare" ciò che osserva, col fascio principale emesso.

Dalle formule precedentemente esposte (formule 2.1) si osserva come l'intensità ricevuta dal soggetto "illuminato" dal fascio principale cresce mano a mano che il soggetto si avvicina al radar (al diminuire di R), fissiamo quindi le due distanze:

R_{esp} se il soggetto si trova a una distanza inferiore è esposto a un campo superiore a limite di esposizione $S_{\text{esp}} = 4 \text{ W/m}^2 ; E_{\text{esp}} = 40 \text{ V/m}$, che può provocare effetti acuti e immediati;

R_{att} se il soggetto si trova a una distanza inferiore è esposto a un campo superiore al valore di attenzione $S_{\text{att}} = 0.1 \text{ W/m}^2 ; E_{\text{att}} = 6 \text{ V/m}$, che può provocare danni per esposizioni prolungate nel tempo.

Entrambi i valori R_{esp} e R_{att} possono essere facilmente calcolati nella regione di campo lontano ($R > L_{\text{lim}}$) invertendo la relazione riportata precedentemente per il calcolo di S (relazioni 2.1). Otteniamo così:

$$R_{\text{esp}} = R(S_{\text{esp}}) = (P \cdot G / (4\pi S_{\text{esp}}))^{1/2} = 79 \text{ m}$$

$$R_{\text{att}} = R(S_{\text{att}}) = (P \cdot G / (4\pi S_{\text{att}}))^{1/2} = 501 \text{ m}$$

La distanza limite per gli effetti acuti $R_{\text{esp}} = 79 \text{ m}$ così ottenuta risulta però inferiore al limite di validità per il calcolo in zona di campo lontano $L_{\text{lim}} = 240 \text{ m}$, il risultato quindi non è valido e valori di campo superiori al limite di sicurezza per gli effetti acuti e immediati potrebbero in realtà essere raggiunti anche a distanze di molto superiori.

La distanza limite per gli effetti cronici $R_{\text{att}} = 501 \text{ m}$ ricade invece nei limiti di validità del calcolo, dunque è un valore affidabile. Questa previsione appare assai simile a quella contenuta nella relazione ARPAS [2] (pag. 1, settima riga dal basso), dove, pur senza spiegare come sia stato ottenuto il risultato, è scritto che il limite di sicurezza di 6 V/m verrebbe raggiunto, lungo l'asse principale, a 513 m di distanza dall'antenna. Naturalmente, nel caso reale, le emissioni del radar andrebbero a sommarsi a quelle di fondo, già presenti nel territorio, incrementando la distanza alla quale il limite di sicurezza verrà effettivamente raggiunto.

CONCLUSIONI

Se si effettua una stima dei valori di campo dovuti all'esposizione al fascio principale emesso dal radar, a partire dai dati parziali contenuti nelle relazioni [1] e [2], si ottiene che:

A distanze dell'ordine di 100 m (non è possibile fissare un valore più preciso) il campo raggiunge il limite di legge che tutela dagli effetti pericolosi dovuti a esposizioni brevi (effetti acuti).
Alla distanza di circa 500 metri, il campo raggiunge il limite di legge che tutela dai dovuti a esposizioni prolungate (effetti dovuti a esposizione cronica).

FONTI UTILIZZATE

[1] “Valutazione dell’esposizione ai campi elettromagnetici prodotti dal Radar costiero di profondità operante nella gamma di frequenza X”, relazione prodotta dalla società E.M.Q. – s.r.l. di Corato (BA) a firma dell’ing. Sergio Sciancalepore, depositata presso l’ufficio Territorio e Ambiente del comune di Melilli, in data 1/12/2011 , protocollo n. 25997.

[2] “Radar Costiero della Guardia di Finanza sito nel territorio di Melilli c.da Palombara – Valutazione dell’impatto” , relazione a cura dell’Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente della Regione Sicilia (ARPAS), Struttura Territoriale di Siracusa, a firma del dott. Massimo Russo, in qualità di verbalizzante e della dott.ssa Dora Profeta e del direttore Dott. Gaetano Vastro, depositata presso l’ufficio Territorio e Ambiente del comune di Melilli, in data 15/03/2012 , protocollo ARPAS n. 0016770.