

OSSERVAZIONI SULLE ANALISI DI IMPATTO ELETTROMAGNETICO DEL RADAR ACSR ELM2226 DA INSTALLARSI IN LOCALITÀ MARITELE PALOMBARA, COMUNE DI MELILLI – PROVINCIA DI SIRACUSA

INTRODUZIONE

Scopo di questo scritto è quello di esaminare criticamente le valutazioni sino ad oggi prodotte sulle emissioni generate dal radar di sorveglianza costiera ELM2226 (di produzione ELTA System), la cui installazione è stata proposta presso la località di Maritale Palombara in comune di Melilli, provincia di Siracusa. L'opera è stata proposta dal corpo della Guardia di Finanza, che ne ha affidato la realizzazione alla ditta Almaviva s.p.a. .

Presso l'ufficio Territorio e Ambiente del comune di Melilli, in data 1/12/2011 (N. Prot. 25997) è stata depositata la relazione [1] dal titolo: "Valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici prodotti dal Radar costiero di profondità operante nella gamma di frequenza X", prodotta dalla società E.M.Q. – s.r.l. di Corato (BA) a firma dell'ing. Sergio Sciancalepore. Successivamente, in data 15/03/2012, è stata depositata presso il medesimo ufficio la relazione [2] dal titolo: "Radar Costiero della Guardia di Finanza sito nel territorio di Melilli c.da Palombara – Valutazione dell'impatto", 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, della dott.ssa Dora Profeta e del direttore Dott. Gaetano Vastro.

Quella che segue è un'analisi critica del contenuto delle relazioni sopra citate.

In particolare, nel primo paragrafo si analizzeranno le caratteristiche del radar, evidenziando anche quei dati che nelle relazioni sono stati omessi; nel secondo paragrafo si prenderà in esame la relazione dell'ing. Sciancalepore [1], evidenziandone errori, carenze ed omissioni nella procedura di calcolo seguita; nel terzo paragrafo si esaminerà invece la relazione di ARPA Sicilia [2], evidenziando le incongruenze nella procedura e nelle misurazioni descritte; nel quarto paragrafo si farà una valutazione, sulla base dei dati presentati, di quelle che potrebbero essere le reali emissioni del radar in questione, mettendole a confronto con i limiti di sicurezza previsti per legge; mentre l'ultimo paragrafo è dedicato alle conclusioni.

I - CARATTERISTICHE DEL RADAR E CARENZE NELLA DOCUMENTAZIONE PRESENTATA

Sia la relazione dell'ing. Sciancalepore [1] (tabella a pag. 2), che quella di ARPA Sicilia [2] (pag.1, dal secondo capoverso), riportano le caratteristiche tecniche dell'apparato di trasmissione in esame. I dati presentati sono però fortemente carenti e non permettono di valutare in modo completo e indipendente le emissioni, e neppure di riprodurre i risultati presentati nelle stesse relazioni.

Caratteristiche del radar ELM2226 presenti nella tabella a pag. 2 relazione [1]:

- 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

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

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:

$$D = (1.8^2 + 0.7^2)^{1/2} \text{ m} = 1,93 \text{ m} \quad \text{dimensione massima dell'antenna}$$

Carenze nella documentazione delle relazioni [1] e [2]:

Alcune importantissime caratteristiche tecniche non sono state indicate nelle relazioni in esame:

- 1) Non sono presenti i diagrammi polari del guadagno d'antenna. Nella relazione ARPAS [2] si trova una indicazione parziale (pagina 1, riga 8 a partire dal basso) riguardo un lobo secondario verso il basso (tilt 18° con abbattimento di 22 db), ma nulla di più. Questa omissione è inaccettabile, poiché non consente di valutare le emissioni del radar fuori dalla direzione dell'asse principale (dove il guadagno massimo è indicato in 38 db).
- 2) L'installazione prevede l'ovvia presenza di un ponte radio per la trasmissione dei dati rilevati, menzionata a pag. 9 della relazione [1], penultimo rigo, tuttavia le caratteristiche di questo ulteriore apparato di trasmissione non sono in alcun modo riportate. Questa omissione non consente di valutare il contributo dato alle emissioni dal ponte radio, che si sommano a quelle del radar, e non consente quindi una valutazione completa delle emissioni totali previste.
- 3) Non è precisato il tipo di modulazione del segnale emesso, elemento estremamente utile per poter valutare la possibilità di eventuali interferenze con altri apparecchi elettronici.

II – RELAZIONE ING. SCIANCALEPORE [1] : PROCEDURA DI CALCOLO UTILIZZATA E RISULTATI CONSEGUITI

Nella relazione dell'ing. Sciancalepori [1] non sono riportate misure dirette delle emissioni della stazione radar (che non era al momento in funzione), ma solo un calcolo dei valori previsti per il campo elettrico da essa generato in alcuni punti particolari, riportati nella tabella C1 alle pag. 6 e 7. La procedura utilizzata per il calcolo, è spiegata a pag. 42 al paragrafo "Algoritmo di calcolo".

Nella relazione sono inoltre riportati i valori di fondo, ovverosia i valori di campo elettrico attualmente presenti in assenza del radar e degli altri apparati ad esso connessi, misurati nei medesimi punti (tabella C2 alle pagine 7), mentre i valori totali previsti, calcolati come la somma quadratica dei valori di fondo e di quelli generati dall'apparato radar (secondo la formula indicata a pag.8), sono riportati in tabella Ct alle pag. 8 e 9.

Non essendo presenti misurazioni dirette dell'emissione, concentreremo l'analisi sulla procedura di calcolo utilizzata per valutare teoricamente l'intensità del campo prodotto dal radar.

Da un'analisi della procedura seguita, risulta che le formule utilizzate per il calcolo sono scorrette e inadeguate per una buona parte dei punti presi in esame, che i valori del guadagno utilizzati nel

calcolo sono arbitrari e che inoltre il calcolo stesso è affetto da errori materiali tali da produrre una grande sottostima del campo prodotto. Questo insieme di scorrettezze ed errori di calcolo rendono le valutazioni espresse del tutto inaffidabili.

Oltretutto le emissioni calcolate non tengono conto del contributo dato dal ponte radio, stimano l'intensità dell'emissione solo in alcuni punti particolari, e non danno un'indicazione complessiva delle emissioni in tutto il vasto territorio circostante.

Conviene affrontare questi diversi punti in dettaglio, separatamente:

Scorrettezze ed errori nella procedura di calcolo della relazione [1]:

A) Le formule utilizzate nella relazione [1] per il calcolo della densità di potenza emessa S e del valore del campo elettrico E , alla distanza R , sono riportate a pag 42 e sono:

$$S = P \cdot G / (4 \pi R^2) \quad (2.1)$$

$$E = (377 \cdot P \cdot G / (4 \pi R^2))^{1/2}$$

dove la seconda relazione è derivata dalla prima a partire dall'equazione $S = E^2 / 377$

Le relazioni (2.1) sono però valide e possono essere utilizzate solo nella regione cosiddetta "di campo lontano", per distanze R dall'antenna superiori alla distanza limite $L_{lim} = 2D^2/\lambda$ (dove $D=1,93$ m è la massima dimensione d'antenna), come indicato nella norma CEI 211-7 [3] a pag. 19 e 21). L'utilizzo delle formule (2.1) a distanze inferiori a L_{lim} produce risultati scorretti, quindi, poiché nel nostro caso risulta $L_{lim} = 240$ m, questo significa che per 10 punti su 35 della tabella C1 alle pag. 6 e 7 (i punti 1, 3, 4, 13, 15, 16, b, c, d, e) il campo è stato calcolato utilizzando una formula scorretta. Nella zona di "campo vicino", per $R < L_{lim}$, l'emissione ha solitamente un andamento oscillante, con una intensità che può essere maggiore, anche di decine di volte, rispetto a quella prevista dalle formule (2.1) valide per la regione di campo lontano. Ne segue che l'uso delle formule (2.1) a distanze inferiori a L_{lim} , non "fornisce generalmente risultati conservativi", come erroneamente affermato a pag 42 della relazione [1], ma rischia di produrre piuttosto una notevole sottostima delle emissioni reali.

B) Nell'applicazione delle formule (2.1) al calcolo, come si può leggere nella tabella C1 alle pag. 6 e 7, vengono utilizzati per il guadagno d'antenna G_{db} valori in db del tutto differenti da quello indicato a pag. 2 ($G=38$ db). Ad esempio $G_{db} = -1,4$ db per il punto 19; $G_{db} = 0$ db per i punti 1, 2, 16, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 29, 30; $G_{db} = 32,6$ db per il punto 13, etc. . Come sono stati ricavati questi valori? Il testo non si dà alcuna indicazione, il che rende impossibile riprodurre i risultati ottenuti e verificarne la validità. In mancanza di altre indicazioni il parametro G_{db} utilizzato appare arbitrario, rendendo tale anche il risultato ottenuto.

C) Anche se le formule (2.1) utilizzate per il calcolo fossero corrette, e il parametro G_{db} utilizzato trovasse una sua giustificazione, i risultati della tabella C1 alle pag. 6 e 7 appaiono affetti da macroscopici errori materiali nell'effettuazione del calcolo, errori che portano a una grande sottostima del campo prodotto. Segue il calcolo esplicito per alcuni dei punti, a titolo di esempio:

- Punto 13 - valore riportato per $G_{db} = 32,6$ db, equivalente a $G = 10^{3,26} = 1819,7$; distanza riportata $R=197,72$ m; valori ottenuti attraverso le formule (2.1) : $S = 0,185$ W/m², $E = 8,35$ V/m. Il valore riportato in tabella C1 è invece $E = 0,2642$ V/m, 31 volte inferiore.

- Punto 1 - valore riportato per $G_{db} = 0$ db, equivalente a $G = 10^0 = 1$; distanza riportata $R=214,7$ m; valori ottenuti attraverso le formule (2.1) : $S = 0,0000863$ W/m², $E = 0,180$ V/m. Il valore riportato in tabella C1 è invece $E = 0,0072$ V/m, 25 volte inferiore.

- Punto 6 - valore riportato per $G_{db} = 22,6$ db, equivalente a $G = 10^{2,26} = 181,97$; distanza riportata $R=455,36$ m; valori ottenuti attraverso le formule (2.1) : $S = 0,00349$ W/m², $E = 1,147$ V/m. Il valore riportato in tabella C1 è invece $E = 0,0363$ V/m, 31 volte inferiore.

Queste verifiche mostrano come nel calcolo dei valori di campo E , riportati come risultati finali nell'ultima colonna della tabella C1 a pag. 6 e 7, sia stato verosimilmente commesso un errore sistematico tale da sottostimare il risultato ottenuto di circa 30 volte.

Incongruenze nei risultati finali della relazione [1]:

- A) I valori per le emissioni totali previste sono incompleti: vengono infatti calcolati secondo la formula indicata a pag.8, come la somma delle emissioni del radar (valori in tabella C1 a pag. 6 e 7) e di quelle già presenti come valori di fondo (tabella C2 a pag. 7), ma non comprendono le emissioni prodotte dal ponte radio per la trasmissione dei dati, che pure fa parte della stazione radar (menzionato a pag. 9, penultimo rigo). I campi generati dall'apparato radio di trasmissioni non sono stati stimati e quindi neppure inclusi nel calcolo delle emissioni totali.
- B) I risultati sono presentati in modo incompleto: infatti non bastano certamente 35 punti calcolati con le relative misurazioni di fondo per dare una informazione attendibile sull'irraggiamento del vasto territorio, densamente urbanizzato, nel quale l'area della prevista installazione del radar è inserita. Risulta infatti dalla cartografia allegata che gli edifici della vicina stazione della Marina Militare si verrebbero a trovare a circa 200 m dal radar, l'abitato di Melilli a circa 500 m, e le strutture del sito industriale petrolchimico di Priolo a circa 2000 m. L'analisi in una zona così intensamente antropizzata andrebbe certamente condotta attraverso una mappatura completa dei livelli di campo prevista sull'intero territorio, ottenibile sovrapponendo le linee di isocampo previste alla cartografia esistente. L'esame di un piccolo numero di punti singoli, scelti con criteri abbastanza vaghi, non è certo sufficiente per una valutazione complessiva dell'irraggiamento della popolazione.

III – RELAZIONE ARPAS [2] : PROCEDURA DI MISURAZIONE E RISULTATI CONSEGUITI

La relazione ARPA-Sicilia [2] contiene:

- un piccolo numero di misure (appena 6 punti di misurazione) effettuate il 16/02/2012 dai tecnici ARPAS.
- una valutazione teorica dell'ampiezza della zona di superamento dei limiti di sicurezza di 6 V/m stabilito dalla legislazione vigente a tutela della salute umana [4].

Tali elementi sono assolutamente insufficienti per effettuare una valutazione dell'irraggiamento prodotto nel vasto spazio, intensamente abitato, circostante l'area dell'installazione Radar. Infatti:

- Il numero di misure effettuate è irrisorio (appena 7 misure in 6 punti diversi contro le 35 misurazioni di fondo della relazione [1]), oltretutto, come spiegato in dettaglio qui di seguito, i risultati delle misurazioni sono riportati in modo incompleto, con evidenti errori, e sono in totale contraddizione con quanto precedentemente misurato e riportato nella relazione dell'ing. Sciancalepori [1].
- Manca una previsione teorica del campo prodotto dall'installazione radar nel territorio circostante. È presente solo una valutazione di massima della zona di superamento dei limiti di sicurezza di 6 V/m che si estenderebbe in lunghezza per 513 m, e in larghezza ed altezza, rispettivamente, per 11 e 10 m (pag. 1, riga 7 dal basso). Si afferma poi che tale valutazione è stata prodotta mediante simulazione, a partire dai dati forniti dalla ditta installatrice Almaviva s.p.a.; non è però specificato chi ha effettuato la simulazione, con quale metodo di calcolo, né viene riportato il risultato completo, è quindi impossibile valutare la correttezza di queste conclusioni.
- Nella copia della relazione ARPAS [2], depositata al municipio di Melilli, non è presente l'allegato della "scheda tecnica del radar fornita dalla ditta Almaviva con la rappresentazione su mappa dell'apertura del fascio", come indicato invece a pag. 1 (ultime due righe).

Quest'ultima omissione appare particolarmente grave, in quanto nella relazione [2] si afferma che la sicurezza dell'abitato di Melilli dipende dal fatto "l'irradiazione avviene solo su un settore orientato verso il mare" (pag. 1, punto 7 delle caratteristiche dell'impianto). Poiché la stazione radar si trova a circa 5 Km dalla costa, è evidente che per quanto si provi a ridurre l'angolo di emissione, una vastissima area, che si trova tra il radar e la costa, verrebbe comunque irraggiata. La mappa di "apertura del fascio" doveva rappresentare con precisione il settore di territorio irraggiato secondo quanto previsto dalla ditta installatrice; la sua conoscenza è indispensabile per consentire di effettuare le misurazioni e le verifiche nei punti più opportuni. Visto però che questo importante documento è stato omesso ci si può riferire a quanto riportato a pag.2 (seconda riga del paragrafo 1 "Valutazioni Preliminari"), dove è specificato che il radar sarebbe attivo solo nell'angolo che va da 30° N a 170° N. Osservando la cartografia si può vedere come in questo ampio settore angolare sia incluso una parte dell'area urbana di Melilli (la parte di Contrada Palombara a est rispetto a via S. Pertini, che dista circa 500 m dal radar), gli edifici dell'area della Marina Militare (alla distanza di circa 200 m), l'intero petrolchimico e l'abitato di Priolo Gargallo, etc. . La limitazione dell'accensione del radar nel solo settore angolare rivolto verso il mare non è quindi sufficiente a limitare l'esposizione della popolazione residente nelle aree limitrofe, compresa parte dell'area urbana di Melilli.

Appurato quindi che la documentazione prodotta è incompleta, che la valutazione teorica delle emissioni prodotte dal radar è stata ottenuta attraverso una procedura ignota e incomprensibile, passiamo a esaminare in dettaglio l'unico aspetto sviluppato nella relazione [2]: le misure effettuate dal tecnico ARPAS il 16/02/2012 :

Analisi delle misure effettuate

Il procedimento di misura adottato nella relazione ARPAS [2] è descritto nei primi due paragrafi a pag. 2, mentre i risultati delle misure sono riportati alle pag. 3, 4 e 5 nelle schede numerate da 1 a 9, una misura per ciascuna scheda (le schede 4 e 5 non contengono valori misurati, dunque le misurazioni sono solo 7). Analizziamo di seguito la procedura di misurazione e i risultati ottenuti.

Osservazioni sulla procedura di misurazione:

- A) Informazioni contraddittorie: le informazioni sulla strumentazione di misura utilizzata sono contraddittorie, infatti a pagina 2 (paragrafo 2, "strumenti e metodologie di misura") si specifica che lo strumento utilizzato è il misuratore Narda PMM 8053 A, equipaggiato con una sonda EP 408, mentre all'interno delle singole schede 1-9 (alle pag. 3, 4 e 5) è specificato che la sonda (probe) utilizzata è la EP 330. La scelta non è assolutamente equivalente, infatti, secondo la documentazione fornita dalla casa costruttrice [6], le EP 408 ed EP 330 sono entrambe sonde per la misura del campo elettrico, ma sono sensibili a intervalli di frequenze (banda passante) molto diverse: l'intervallo va da 1 MHz a 40 GHz., per la EP 408, e da da 100 KHz a 3 GHz., per la EP 330.
- B) Strumentazione inadeguata: anche se non è chiaro quale sia stata la sonda effettivamente utilizzata nelle misurazioni, se la EP 408 o la EP 330, in entrambi i casi la scelta risulta inadeguata. Infatti, la sonda EP 330 non è sensibile alle frequenze emesse dal radar (9 GHz), in quanto la sua banda passante si ferma a una frequenza tre volte inferiore (a 3 GHz) [6], mentre la sonda EP 408, che pure sarebbe sensibile alle frequenze emesse dal radar (la sua banda passante arriva a 40 GHz [6]), non è dotata di adeguato certificato di taratura. Si legge infatti nella relazione ARPAS [2] al sesto rigo del paragrafo 2 ("strumenti e metodologie di misura", pag. 2) che l'ultima taratura della strumentazione utilizzata è stata "effettuata il 28/11/2008", oltre tre anni di distanza prima delle misurazioni. Data la delicatezza e la difficoltà delle misure in questo settore, la strumentazione utilizzata deve essere frequentemente verificata e calibrata, tanto che la norma CEI 211-7 [3], vincolante per questo tipo di misure [4], prescrive come minimo una taratura biennale (norma CEI 211-7,

pag. 76) per poter certificare l'affidabilità della misura. Poiché il termine massimo per la calibrazione dello strumento è, in questo caso, abbondantemente scaduto, neppure una misura eventualmente effettuata con la sonda EP 408 può essere considerata valida.

Osservazioni sui risultati ottenuti:

- A) Indicazioni incomplete sul punto di misura: in nessuna delle schede 1-9 (pag. 3, 4, 5) sono indicate le coordinate Gauss Boaga del punto in cui la misura è stata effettuata, il che rende impossibile collocare il punto in cartografia e verificare l'orientamento e la distanza dal radar. Viene riportata solo una descrizione molto approssimativa del punto prescelto e (talvolta) della sua distanza dal radar. Senza indicazioni precise le misure sono del tutto inutili ai fini di una valutazione dell'irraggiamento nell'area circostante il radar.
- B) Incongruenze temporali: dall'analisi delle schede N.2 e N. 9 (alle pagine, rispettivamente 3 e 5) risulta che alle ore 11:40 del 16/02/2012 il dott. Russo ha effettuato simultaneamente due misurazioni in due luoghi diversi: nel fabbricato militare a 100 m circa dal radar (scheda N. 2) e a Melilli in via Gorizia 41 (sheda N. 9). Poiché nella relazione ARPAS [2] è riportata la presenza di un solo tecnico addetto alle misurazioni con un solo strumento di misura, la circostanza è chiaramente impossibile.
- C) Radar acceso o spento durante le misurazioni? La circostanza non è chiara, infatti alla prima riga del primo paragrafo ("Valutazioni preliminari", pag. 2) si legge che "l'impianto radar è stato attivato per il periodo di misura riportato in calce", mentre all'inizio della pagina si trova l'indicazione "data 16/02/2012 ora inizio 10:30 ora fine 17:00 circa", quindi, poiché nelle schede 1-9 (pag. 3, 4, 5) riportano orari compresi tra le 11:30 e le 15:30 del medesimo giorno (sorvolando sulle incongruenze temporali già rilevate), sembrerebbe che tutte le misure siano state effettuate con il radar attivo. Queste indicazioni sono però in contrasto con quanto riportato nelle schede N. 8 e N. 9 (pag. 5), nelle quali sono riportate misure effettuate a orari diversi (15:30 per la N.8 , 11:40 per la N.9) nel medesimo luogo (via Gorizia 41), e dove è specificato "Radar spento" (scheda N. 8) e "Radar acceso" (scheda N. 9). Dunque, almeno in un caso, in contraddizione con quanto riportato a pag. 2, il radar era spento durante il periodo di misura (10:30-17:00). A questo punto, per capire effettivamente quali misure siano state effettuate a radar acceso e quali a radar spento, si sarebbe dovuta specificare questa circostanza, esplicitamente, in tutte le schede di misura, tuttavia, a parte le schede N. 8 e N. 9, tutte le altre (numerate da 1 a 7) non recano alcuna indicazione in questo senso. È quindi impossibile, ad esclusione delle schede N. 8 e 9 , stabilire quali misurazioni siano state effettuate con l'apparato radar acceso e quali con il radar spento.
- D) Risultati delle misurazioni in contrasto con precedenti rilievi e con le previsioni: le misurazioni effettuate, a prescindere dalla circostanza che il radar fosse acceso o spento, hanno prodotto valori del campo elettrico compresi tra 0,62 V/m (scheda N. 7) e 0,26 (scheda N. 9). Alcune di queste misure possono essere messe a confronto con le misure di fondo effettuate alcuni mesi prima (dal 21/10 all'8/11 del 2011) e riportate nella tabella C2 (pag. 7) della relazione dell'ing. Sciancalepore [1], misure sicuramente effettuate a radar spento e che quindi dovrebbero aver rilevato, nei medesimi siti, valori di campo inferiori o uguali. Possiamo quindi confrontare le misure effettuate in punti di misura simili nelle relazioni [1] e [2]: in relazione [1], punto 3 (tabella pag. 4) "corpo di guardia", distanza 103,44 m, misura di fondo 1,04 V/m (tabella C2 , pag. 7), mentre in relazione [2], scheda N. 2 (pag. 3), "Davanti al fabbricato presente nell'area militare ove è installato l'impianto. A distanza di circa 100 m. A monte del radar", misurati 0,49 V/m; in relazione [1], punto 17 (tabella pag. 4) "incrocio via Gorizia/via Rizzo", distanza 582,94 m, misura di fondo 0,95 V/m (tabella C2 , pag. 7), mentre in relazione [2], schede N. 8 e 9 (pag. 5), "via Gorizia 41 a Melilli", con radar spento (N. 8) e acceso (N. 9), misurati rispettivamente 0,29 V/m e 0,26 V/m. Dunque le misure effettuate da ARPAS [2] con radar (forse) acceso, hanno restituito valori di campo di molto inferiori (da metà a meno di un terzo) rispetto a quelli rilevati solo

pochi mesi prima dall'ing. Sciancalepore [1], con l'apparato radar sicuramente spento. Questo fatto sorprendente avrebbe dovuto mettere in allarme i tecnici ARPAS, tanto più che i valori da loro misurati sembrano anche di molto inferiori a quelli previsti all'interno della loro stessa relazione! Si ricorderà infatti che, come ricordato all'inizio di questo paragrafo, nella relazione ARPAS [2] (pag. 1) si valuta approssimativamente che il limite di sicurezza di 6 V/m possa essere superato per esposizioni a distanze inferiori a 513 m dal radar. Lungi dall'essere insospettiti da queste anomalie, i tecnici ARPAS nella loro relazione [2] accettano acriticamente le misurazioni ottenute, senza neppure tentare di fornire una spiegazione delle incongruenze rilevate.

Da questa analisi dunque, la relazione ARPAS [2] appare carente sotto molteplici aspetti: La documentazione presentata è lacunosa, mancano adeguate valutazioni teoriche, le misurazioni sono in numero insufficiente, riportate in modo poco chiaro e contraddittorio, la strumentazione di misura è inadeguata e i pochi risultati leggibili appaiono in palese contraddizione con quanto precedentemente misurato e riportato nella relazione dell'ing. Sciancalepore [1]. Quest'ultima incongruenza è particolarmente grave: poiché è inverosimile che le misurazioni effettuate a febbraio 2012 [2] con il radar acceso, abbiano restituito valori molto inferiori (dalla metà a meno di un terzo) rispetto a quelli ottenuti nel Novembre 2011 [1] con il radar spento, ci deve essere sicuramente un errore in una delle due relazioni. È possibile che la spiegazione si possa individuare, ad esempio, nell'inadeguatezza della strumentazione di misura utilizzata dai tecnici ARPAS. Per le molteplici carenze e incongruenze riportate, la relazione ARPAS [2] non è quindi in grado di fornire alcuna indicazione utile alla valutazione delle emissioni della stazione radar in esame.

IV – LIMITI DI SICUREZZA STABILITI PER LEGGE ED EMISSIONI PREVISTE

Come esposto nei paragrafi precedenti, i dati contenuti nelle relazioni [1] e [2] non sono completi, ciò nonostante è possibile utilizzare i parametri del radar resi noti (riportati anche nel primo paragrafo di questa relazione) per 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 [4], e non con quelli relativi alla sicurezza dei lavoratori addetti [5] (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.

Il sito radar previsto è una struttura remota, che non prevede la presenza fissa di personale, mentre dalla cartografia risulta che l'installazione è stata progettata in un'area intensamente abitata, alla distanza di circa 200 m da un sito della Marina Militare, 500 m dalle prime abitazioni di Melilli e 1500 m dal centro del paese, 2000 m dalle strutture del sito industriale petrolchimico di Priolo.

Dunque, viste le circostanze, i limiti di sicurezza da adottare sono quelli posti a tutela della generalità della popolazione, e non dei lavoratori addetti.

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. In ogni caso appare chiaramente come l'intensità del campo emesso risulterebbe superiore al livello ammissibile per legge, addirittura in prossimità dell'area urbanizzata del comune di Melilli (che inizia appunto a circa 500 m di distanza).

Naturalmente le molteplici scorrettezze e gli errori evidenziati rendono i valori calcolati nella relazione [1], di gran lunga inferiori a queste stime (si veda ad esempio la previsione per il punto 6 nella tabella C2 a pag. 6, che si trova a 455 m di distanza dal radar, per il quale gli autori prevedono un campo di 0,0363 V/m, anziché circa 6 V/m come appena calcolato).

Limiti di sicurezza per le interferenze elettromagnetiche:

Emissioni di onde elettromagnetiche di alta intensità, nella banda delle radiofrequenze e delle microonde, possono interferire con altri apparati elettronici posti nelle vicinanze, provocando malfunzionamenti e guasti.

Gli studi sulla compatibilità elettromagnetica (CEM) indicano generalmente come livello minimo di riferimento per il rischio di interferenza quello, di un campo con una componente elettrica di $E \sim 1$ V/m, corrispondente a una densità di potenza di $S = 0.0026$ W/m².

Alcuni apparecchi commerciali accusano infatti interferenze e malfunzionamenti in presenza di emissioni elettromagnetiche (EME) di alta frequenza già per livelli di campo di 1 V/m. Alcune categorie di dispositivi elettronici, come gli apparecchi elettromedicali (pacemaker, defibrillatori, apparecchi acustici), la strumentazione avionica, gli allarmi e i controlli per la sicurezza industriale, risultano poi particolare vulnerabili a questo tipo di disturbi, tanto da richiedere particolari cautele nel loro utilizzo.

La possibilità di disturbi e interferenze aumenta nel caso in cui nello spettro delle frequenze emesse siano presenti componenti comprese nella banda passante del ricevitore, nel nostro caso però non è possibile un'analisi di questo tipo, in quanto non si conosce il tipo di segnale emesso, e dunque neppure il suo spettro in frequenza.

Confronto tra le emissioni prodotte dal radar e i limiti stabiliti di sicurezza per le interferenze elettromagnetiche:

Fissata la distanza di sicurezza per la compatibilità elettromagnetica (CEM):

R_{CEM} alla quale il campo emesso raggiunge l'intensità $S_{CEM} = 0.0026$ W/m²; $E_{CEM} = 1$ V/m, a distanze inferiori sono quindi possibili interferenze con altri apparati elettronici;

procediamo a calcolarne il valore, nell'approssimazione di campo lontano, come fatto in precedenza:

$$R_{CEM} = R(S_{CEM}) = (P \cdot G / (4\pi S_{CEM}))^{1/2} = 3107 \text{ m}$$

La distanza di sicurezza da interferenze e disturbi elettromagnetici $R_{CEM} = 3,1$ Km, risulta ampiamente entro i limiti di applicabilità del calcolo ($L_{lim} = 240$ m), e potrebbe essere anche più grande in presenza di valori di fondo significativi.

In un raggio così ampio ricade l'intero abitato di Melilli, oltre che buona parte delle strutture industriali del petrolchimico di Priolo. Va quindi attentamente valutato il rischio di interferenza con apparati elettromedicali (portatori di pacemaker, defibrillatori, apparecchi acustici) e con allarmi, apparati di controllo e di sicurezza del petrolchimico di Priolo (si pensi alle possibili conseguenze di attivazioni accidentali di allarmi e dispositivi automatici di controllo del processo industriale).

V – CONCLUSIONI

Le valutazioni dell'esposizione ai campi elettromagnetici prodotti dal Radar di sorveglianza costiera ELM2226 (di produzione ELTA System), contenute nella relazioni [1] e [2], prodotte rispettivamente dalla società E.M.Q. – s.r.l. di Corato (BA) a firma dell'ing. Sciancalepore e da ARPA-Sicilia, appaiono in definitiva del tutto inaffidabili, per le seguenti ragioni:

- La documentazione relativa al radar è carente ed incompleta in entrambe le relazioni [1] e [2], tanto da non consentire di valutarne le emissioni in modo completo, come spiegato in dettaglio nel primo paragrafo.

- I calcoli effettuati nella relazione [1] sono affetti da gravi errori materiali, oltre a utilizzare formule non sempre appropriate e valori incomprensibili per alcuni parametri. Tutto ciò, com'è spiegato in dettaglio nel secondo paragrafo, porta a previsioni per i valori del campo emesso, di gran lunga inferiori rispetto a quelle reali.
- Le valutazioni effettuate nella relazione [1] sono inoltre incomplete, in quanto manca il contributo dovuto alle emissioni del ponte radio di trasmissione, e sono limitate a pochi punti (35 in tutto). Perciò, come esposto in dettaglio nel secondo paragrafo, non sono comunque adatte a valutare un livello di esposizione complessivo del territorio irraggiato.
- La relazione [2] non contiene alcuna elaborazione teorica, ma solo un numero esiguo di misure sul campo (7 misure in 6 punti diversi), che non vengono messe a confronto con alcuna previsione, perciò, come esposto nel terzo paragrafo, è del tutto inadatta a valutare un livello di esposizione complessivo del territorio irraggiato.
- Le misure riportate nella relazione [2], come spiegato in dettaglio nel terzo paragrafo, sono state realizzate con una strumentazione non adatta, i risultati sono stati riportati in modo lacunoso, talvolta con incongruenze ed errori, e sono oltretutto in evidente contrasto con quanto precedentemente rilevato e riportato nella relazione [1].

Per tutte queste ragioni le conclusioni cui giunge la relazione [1] e le rilevazioni riportate nella relazione [2] risultano completamente inaffidabili e non possono essere accettate.

Al contrario, se si parte dai dati parziali contenuti nelle relazioni [1] e [2], e li si usa per effettuare una stima dei valori di campo dovuti all'esposizione al fascio principale emesso dal radar, come esposto in dettaglio nel quarto paragrafo, 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, cui ha inizio l'area urbanizzata del comune di Melilli, il campo raggiunge il limite di legge che tutela dai dovuti a esposizioni prolungate (effetti dovuti a esposizione cronica).
- A distanze di circa 3 Km, alla quale è compreso l'intero abitato di Melilli e buona parte del petrolchimico di Priolo, sono possibili interferenze elettromagnetiche che possono provocare malfunzionamenti nei dispositivi elettronici particolarmente sensibili, quali elettromedicali, allarmi e apparati di controllo di processi industriali.

Alla luce di tali risultanze, appare evidente che, al contrario di quanto affermato nella relazione [1], l'installazione dell'apparato radar in questione produrrebbe rischi inaccettabili per la salute e la sicurezza della popolazione, sia a causa del superamento dei limiti di sicurezza stabiliti dalla legislazione italiana, dalle aree prossime al radar sino alla zona più vicina dell'abitato di Melilli, sia per i rischi di interferenza elettromagnetica e malfunzionamenti in tutto l'abitato di Melilli e in buona parte della zona industriale di Priolo, con possibili conseguenze che vanno da malfunzionamenti negli apparati elettromedicali a possibili incidenti industriali .

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, il protocollo dell'ufficio comunale invece, nella copia a noi pervenuta, non è leggibile.

[3] Norma CEI 211-7 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza di 10 KHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana"

[4] Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", e relativo decreto attuativo DPCM dell'8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz."

[5] Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 : "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro."

[6] "PMM 8053 A, la soluzione a tutti i problemi di elettrosmog", a cura di PMM (NARDA company), reperibile in rete all'indirizzo web http://www.pmm.it/narda/safety_misuratori_it.asp

Massimo Corradu

Luglio 2012

