



Istituto Superiore di Sanità

Relazione Finale
Gruppo di Lavoro MUOS

11 Luglio 2013

de
se

GMP

de

de
RP
AP
GMPZ

li

de
de
de

Premessa

Il sistema di comunicazioni per utenti mobili MUOS (*Mobile User Objective System*) è un sistema di comunicazioni satellitari per fini militari con il quale il Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti d'America sta sostituendo l'attuale sistema UFO (*UHF Follow-On*). Il nuovo sistema prevede quattro stazioni di terra situate in varie parti del mondo.

La Stazione di Trasmissione Radio della Marina statunitense (NRTF) della base aeronavale di Sigonella, ospitata all'interno di una base militare italiana a pochi km di distanza dall'abitato del comune di Niscemi (CL), è stata individuata come uno dei quattro siti di installazione. Nella stazione NRTF, in funzione dal 1991, sono presenti 44 antenne, di cui 21 attive mentre 23 non sono utilizzate da più di 6 anni in attesa della loro definitiva dismissione (vedi relazione ISPRA allegata).

L'installazione della stazione di terra MUOS prevede tre nuove grandi antenne paraboliche, con un diametro di circa 18 m, e due antenne elicoidali di pochi metri di lunghezza. Recentemente sono state sollevate preoccupazioni in merito all'effetto sull'ambiente e sulla salute che potrebbe avere la nuova installazione sulla popolazione residente nel comune di Niscemi.

Al fine di rispondere a tali preoccupazioni, in data 11 marzo 2013 si è tenuta, tra il Governo Italiano e la Regione Siciliana, una riunione durante la quale si è deciso di affidare ad un organismo tecnico indipendente uno studio, da effettuare in tempi brevi, di valutazione dell'impatto sulla salute della nuova installazione.

In data 12 marzo 2013, il Ministero della Salute ha richiesto all'Istituto Superiore di Sanità (ISS), di effettuare tale studio, con la collaborazione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, e con la collaborazione dell'ISPRA per quanto riguarda la valutazione delle esposizioni ai campi elettromagnetici e la verifica del rispetto delle normative vigenti per le antenne esistenti.

In data 21 marzo 2013, presso il Ministero della Salute, si è tenuta una riunione a cui hanno partecipato i Ministeri dell'Ambiente e della Difesa, l'ISS, l'ISPRA, gli Assessorati alla Salute e all'Ambiente della Regione Siciliana, ed il Centro Europeo per la Salute e l'Ambiente dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS). Nel corso della riunione è stato discusso il disegno generale delle valutazioni.

Sulla base dei dati disponibili, compresi i risultati dell'indagine ambientale eseguita dall'ISPRA in relazione ai livelli di campo elettromagnetico generati dalle antenne attualmente attive presso la stazione NRTF, l'ISS ha effettuato stime dei livelli di esposizione ai campi elettromagnetici che le nuove installazioni aggiungerebbero all'esistente ai fini della valutazione dell'impatto sanitario dell'installazione del sistema MUOS. Per quanto riguarda gli effetti a lungo termine non ancora accertati dei campi elettromagnetici, per i quali non è possibile effettuare una valutazione quantitativa dei rischi per la salute, l'ISS ha effettuato una valutazione previsionale del rispetto della normativa italiana ispirata al principio di precauzione.

Poiché il territorio di Niscemi è compreso in un'area ad alto rischio di crisi ambientale per la presenza di un importante polo industriale petrolchimico (D.M.10.01.2000 *Perimetrazione del sito di interesse nazionale di Gela e Priolo*), l'ISS ha incluso nella valutazione richiesta anche una valutazione dello stato di salute della popolazione del territorio di Niscemi ed uno studio delle potenziali ricadute delle emissioni di inquinanti in atmosfera dall'area industriale di Gela.

Si sottolinea che l'approccio di valutazione adottato dall'ISS è determinato dalla consapevolezza che lo stato di salute di una popolazione è dovuto a diversi determinanti che possono comprendere esposizioni a molteplici fattori di rischio anche ambientali. Tuttavia non esistono evidenze, né

& J M2 RP U GA L AP

modelli teorici che permettano di stimare eventuali effetti sulla salute combinati di esposizioni a campi elettromagnetici ed inquinamento chimico.

Sebbene la conoscenza delle interazioni tra i fattori di rischio sulla salute umana non sia sempre nota, l'esplicitazione e la quantificazione, ove possibile, di queste esposizioni consente la costruzione di un *corpus* di conoscenze utili alla messa a punto di un sistema di sorveglianza finalizzato all'identificazione precoce di fattori di rischio ed alla prevenzione sanitaria.

In data 11 aprile 2013, è stato costituito il Gruppo di Lavoro dell'ISS composto da ricercatori del Dipartimento Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria (AMPP), del Centro Nazionale di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute (CNESPS) e del Dipartimento Tecnologie e Salute (TESA). Al Dipartimento AMPP è stato assegnato il compito di affrontare le problematiche relative alla valutazione dell'impatto dovuto alla dispersione e ricaduta degli effluenti gassosi della Raffineria di Gela, per comprendere se dette emissioni possano interessare lo stato di qualità dell'aria del Comune di Niscemi e quindi l'attuale profilo di salute della popolazione. Al CNESPS è stato assegnato il compito di redigere il profilo di salute della popolazione residente utilizzando le fonti informative ufficiali di mortalità e di dimissione ospedaliera (SDO) al fine di disporre di dati comparativi da utilizzare anche in future valutazioni.

Al Dipartimento TESA è stato assegnato il compito di condurre le attività di valutazione dell'esposizione a campi elettromagnetici e dei connessi rischi per la salute, anche sulla base della raccolta e analisi della documentazione tecnica e della letteratura scientifica pertinente.

La Regione Siciliana ha chiesto che esperti nominati dalla Regione stessa potessero interagire con il gruppo di lavoro nominato dall'ISS. Il gruppo di lavoro ISS si è quindi riunito, nei mesi di maggio, giugno e luglio, con gli esperti della Regione Siciliana, nonché dell'OMS, dell'ISPRA e del Ministero della Salute.

Le valutazioni condotte dai Dipartimenti TESA e AMPP sono state effettuate in base ai dati raccolti sul territorio dagli enti locali (ARPA, Regione) e in base ai dati trasmessi dal Ministero della Difesa per conto dell'Ambasciata USA. In particolare sono state acquisite le informazioni relative al monitoraggio della qualità dell'aria di Gela e Niscemi, i dati di emissione della Raffineria a seguito degli autocontrolli, i dati orografici del territorio, i dati relativi alle misure degli impianti di telecomunicazione già operanti ed i dati relativi alle caratteristiche dell'impianto MUOS.

I tempi dello studio sono stati strettamente connessi ai tempi di raccolta di tutte le informazioni utili per poter realizzare un quadro completo della situazione ambientale e sanitaria nel territorio di Niscemi.

A collection of handwritten signatures and initials in black ink. At the top center is a large, stylized signature that appears to be 'S'. Below it, there are several other initials and signatures: 'RP' (top left), 'ML' (middle left), 'se' (middle center), 'li' (middle right), 'AP' (bottom right), 'OR' (bottom center), and 'u' (bottom center). There are also some smaller, less distinct marks and initials scattered around.

Valutazione previsionale dei livelli di esposizione ai campi elettromagnetici e dei conseguenti rischi per la salute umana connessi all'installazione del sistema MUOS.

Dipartimento di Tecnologie e Salute

1.1 Introduzione

Il MUOS consiste di un segmento spaziale, consistente in una costellazione di satelliti geosincroni (le cui orbite intorno alla Terra hanno cioè durata pari al giorno siderale), e di segmenti di terra che includono quattro stazioni per il controllo dei satelliti e per la loro connessione con le reti di comunicazione terrestri. Per la realizzazione di una di queste stazioni di controllo è stata scelta la Stazione di Trasmissione Radio della Marina statunitense (NRTF), della base aeronavale di Sigonella, ospitata all'interno di una base militare italiana situata a pochi km di distanza dal centro abitato del comune di Niscemi (CL).

Il progetto consiste nell'installazione di tre antenne MUOS trasmettenti in banda Ka¹ (di cui una di riserva) e due antenne UHF². Le antenne MUOS (terminali di terra) sono riflettori parabolici circolari di 18,4 m di diametro che trasmettono a frequenze comprese tra 30 e 31 GHz. Le trasmettenti UHF sono di tipo elicoidale e trasmettono tra 240 e 315 MHz, quindi in realtà a cavallo tra la banda VHF³ e la banda UHF.

Il presente capitolo contiene una descrizione della metodologia impiegata ed i risultati ottenuti relativamente alla valutazione previsionale dell'impatto dell'installazione del sistema MUOS in termini di potenziali livelli di esposizione ai campi elettromagnetici e dei conseguenti possibili rischi per la salute umana, in considerazione dell'impatto ambientale generato dalle emissioni elettromagnetiche delle antenne già operative presso la stazione di trasmissioni radio NRTF di Niscemi che è stato valutato dall'ISPRA (vedi relazione allegata).

1.2 Il parere dell'ISS del 2009

L'ISS, nell'ambito delle sue attività di consulenza per il Ministero della Salute, è già stato interessato alla problematica del MUOS di Niscemi nel 2009, in relazione ad un'interrogazione parlamentare in cui venivano sollevate le stesse problematiche attualmente in discussione. Nella risposta dell'ISS erano già contenuti alcuni dei concetti fondamentali che sono alla base della presente relazione, si ritiene pertanto utile premetterne una sua esposizione.

Non essendo all'epoca in possesso di informazioni più specifiche, l'ISS si è basato per la sua risposta sulla base di informazioni reperite in rete o su organi di stampa.

Secondo quanto riportato da alcuni organi di informazione, come sito per l'installazione di una stazione di terra per il sistema MUOS era stata scelta in un primo momento la base aerea di Sigonella (Catania), ma l'amministrazione statunitense avrebbe ritenuto opportuno trovare un nuovo sito, individuato nella stazione per le telecomunicazioni di Niscemi, a seguito di uno studio effettuato dalle società Analytical Graphics, Inc. (AGI) e MAXIM Systems, secondo le

¹ La banda Ka corrisponde alla regione dello spettro elettromagnetico compresa tra 26,5 e 40 GHz.

² Ultra High Frequencies: 300 MHz – 3 GHz.

³ Very High Frequencies: 30 - 300 MHz.

A collection of handwritten signatures and initials in black ink, including 'L', 'M2', 'AP', and others, scattered across the bottom of the page.

risultanze del quale la radiazione elettromagnetica emessa potrebbe innescare la detonazione di esplosivi dislocati sugli aerei presenti presso la base di Sigonella. L'ISS non aveva ritenuto di poter fondare le sue valutazioni in via esclusiva su quanto riportato da organi di stampa, tuttavia la circostanza su esposta sembrava confermata, almeno parzialmente, da una presentazione reperibile sul sito web della società AGI (1). In detta presentazione non erano contenuti i dettagli delle valutazioni effettuate, ma appariva comunque evidente che la problematica esaminata era effettivamente quella dei possibili rischi di innesco di detonazioni nella base di Sigonella a causa della radiazione elettromagnetica che avrebbero emesso le antenne per il sistema MUOS, se installate in quel sito; nella diapositiva dedicata ai risultati si accennava inoltre ad una decisione finale di trovare un nuovo sito per la stazione di terra del sistema MUOS.

Anche se in assenza di altre più dettagliate informazioni sulla particolare installazione in esame, e nonostante il fatto che le antenne dedicate alle comunicazioni satellitari siano fortemente direzionali (e quindi emettano la maggior parte dell'energia elettromagnetica in ristretti fasci diretti verso l'alto), l'ISS aveva ritenuto plausibile che i lobi secondari di radiazione potessero dare luogo ad esposizioni a livello del suolo non trascurabili. La possibilità di innesco di detonatori a causa di intensi campi elettromagnetici è reale, tanto è vero che la normativa nazionale in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (decreto legislativo 81/2008), nel Titolo VIII, capo IV, dedicato alla protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a campi elettromagnetici, all'art. 209 ("Identificazione dell'esposizione e valutazione dei rischi") prevede esplicitamente che, nell'ambito della valutazione dei rischi, il datore di lavoro debba considerare, tra l'altro, la possibilità di "innesco di dispositivi elettro-esplosivi (detonatori)". L'ISS aveva quindi ritenuto fondamentale che la possibilità di rischi di tale natura venisse effettivamente considerata e valutata, e che la scelta di installare il sistema MUOS presso la base di Niscemi e non a Sigonella fosse funzionale all'eliminazione di detti rischi. Si faceva inoltre notare, nel parere dell'ISS, l'importanza di un'accurata caratterizzazione dei fasci di radiazione elettromagnetica emessi dalle antenne con elevata direzionalità anche al fine di evitare eventuali rischi dovuti a problemi di compatibilità elettromagnetica, ad esempio con aeromobili che intercettino detti fasci⁴.

L'ISS rappresentava quindi la necessità di un'attenta valutazione delle esposizioni ai campi elettromagnetici anche ai fini della protezione della salute di individui potenzialmente esposti all'interno della base (ancorché di natura extra-territoriale, e quindi di competenza dell'amministrazione USA⁵), o nell'area circostante la base che ricade sotto la sovranità dello Stato italiano.

In riferimento ai rischi per la salute connessi alle esposizioni ai campi elettromagnetici ad alta frequenza, quali quelli utilizzati per le comunicazioni satellitari, l'ISS faceva presente che gli unici effetti avversi alla salute accertati scientificamente erano (come lo sono tuttora) quelli acuti dovuti al riscaldamento dei tessuti biologici costituenti il corpo umano indotto da esposizioni relativamente elevate, per proteggere dai quali sono state emanate a livello internazionale normative di protezione recepite in parte dallo Stato italiano che si è dotato in realtà di una normativa di protezione più restrittiva di quanto raccomandato, per esempio, dall'Unione Europea, in quanto non prende in considerazione solo gli effetti accertati a breve termine, ma anche quelli ancora ipotetici a lungo termine.

⁴ Relativamente a questa problematica, che è al di fuori dell'ambito della presente relazione a carattere strettamente scientifico-sanitario, la Regione Siciliana ha richiesto all'ENAV S.p.A. di fornire le proprie valutazioni.

⁵ Così sembrava all'epoca sulla base delle scarse informazioni disponibili. In realtà la stazione trasmittente è all'interno di una base militare italiana.



La normativa italiana prevede infatti un sistema di protezione basato su limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità: i limiti di esposizione sono finalizzati alla prevenzione degli effetti accertati e non devono essere mai superati; i valori di attenzione non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine; gli obiettivi di qualità sono essenzialmente i valori di campo stabiliti ai fini di una progressiva minimizzazione delle esposizioni.

Il parere dell'ISS si concludeva esprimendo l'opportunità di controlli in relazione ai livelli di esposizione ai campi elettromagnetici per la popolazione residente nell'area circostante la base di Niscemi, sia prima dell'installazione, sulla base dei dati di progetto mediante simulazioni teoriche, sia dopo l'entrata in funzione del sistema, anche per mezzo di misure sperimentali. Scopo di tali controlli è la verifica del rispetto dei limiti di esposizione, nonché dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, previsti dalla normativa nazionale⁶. Si segnalava tuttavia che questi controlli sarebbero stati di competenza delle strutture locali, quali l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sicilia di cui già risultava l'interessamento alla problematica in questione.

1.3 Obiettivi

Obiettivo principale della presente analisi è la valutazione dei rischi per la salute della popolazione interessata alle emissioni elettromagnetiche delle antenne di cui è prevista l'installazione presso la stazione NRTF di Niscemi, anche in considerazione della compresenza di antenne di diversa tipologia già operanti presso la stessa stazione.

I possibili rischi per la salute connessi alle esposizioni ai campi elettromagnetici sono relativi ai seguenti effetti:

- 1) effetti a breve termine;
- 2) effetti a lungo termine;
- 3) interferenze elettromagnetiche sui dispositivi medici.

Come sarà meglio descritto nel seguito, per quanto riguarda gli effetti a lungo termine dei campi elettromagnetici non è possibile una valutazione quantitativa del rischio, tuttavia, in considerazione del fatto che in Italia è stata adottata una normativa di protezione ispirata al principio di precauzione, come già evidenziato nel parere dell'ISS del 2009 (cfr. par. 1.2), ulteriore obiettivo della presente analisi è fornire dati utili per una valutazione previsionale del rispetto della normativa nazionale.

1.4 Rischi per la salute connessi alle esposizioni ai campi elettromagnetici

Prima di descrivere la metodologia impiegata, si ritiene necessario premettere alcune considerazioni relative alle differenti tipologie di rischio esaminate.

1.4.1 Effetti a breve termine dei campi elettromagnetici

Gli effetti a breve termine sono gli unici effetti sanitari diretti⁷ dei campi elettromagnetici scientificamente accertati. Alle frequenze utilizzate dalle suddette antenne, che ricadono nell'intervallo 10 MHz – 300 GHz, gli effetti a breve termine sono connessi al riscaldamento dei tessuti biologici che costituiscono il corpo umano (effetti termici). Gli effetti termici,

⁶ Al momento della stesura del parere, l'ISS non era a conoscenza del fatto che era pre-esistente una stazione trasmittente nello stesso sito individuato per la costruzione della stazione di terra per il MUOS, altrimenti sarebbe stato esplicitato che i controlli avrebbero dovuto riguardare l'esposizione complessiva dovuta alle antenne già operative e a quelle di futura installazione.

⁷ Cioè dovuti ad un'interazione diretta dei campi elettromagnetici con i tessuti biologici costituenti il corpo umano.

connessi ad esposizioni anche di breve durata a livelli elevati di campo elettromagnetico, sono “a soglia”, esistono cioè dei valori minimi che determinate grandezze fisiche (le grandezze dosimetriche) devono superare affinché si verifichi l’effetto. Ciò è fondamentale ai fini operativi protezionistici perché è possibile stabilire, a partire dai valori soglia e introducendo opportuni fattori di sicurezza, dei limiti di esposizione (o “restrizioni di base”) il cui rispetto garantisce l’assenza di tali effetti.

Diverse agenzie ed enti, nazionali ed internazionali, hanno elaborato normative o raccomandazioni per la protezione della salute umana dai campi elettromagnetici, ma in questa relazione si farà particolare riferimento alle linee guida dell’*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP), una commissione internazionale indipendente di esperti riconosciuta ufficialmente dall’Organizzazione Mondiale della Sanità come organo consultivo nel campo delle radiazioni non ionizzanti. Tali linee guida costituiscono delle raccomandazioni ai governi nazionali per l’adozione di limiti di esposizione, per la protezione del pubblico e dei lavoratori, e sono basate esclusivamente su una valutazione dettagliata delle evidenze scientifiche disponibili, senza considerare aspetti sociali ed economici. Un criterio fondamentale adottato nello sviluppo di queste linee guida è che solamente gli effetti ragionevolmente accertati sulla base dei risultati coerenti di diversi studi di alta qualità possono costituire la base per la definizione di limiti di esposizione.

Le raccomandazioni dell’ICNIRP sono state fatte proprie da numerosi paesi che le hanno adottate come proprie norme nazionali. In particolare, l’Unione Europea ha emanato nel 1999 una raccomandazione agli Stati membri (2) affinché adottassero un quadro comune di norme per la protezione del pubblico, basate appunto sulle linee guida dell’ICNIRP. A questa ha fatto seguito nel 2004 una direttiva per la protezione dei lavoratori (3), anch’essa basata sulle stesse raccomandazioni.

Il sistema di protezione sviluppato dall’ICNIRP è complesso, per poter essere adattato alla grande varietà di condizioni di esposizione cui si può essere soggetti a causa delle molteplici sorgenti esistenti. Esso prevede le cosiddette “restrizioni di base”, cioè i veri e propri limiti di esposizione espressi in termini di grandezze fisiche biologicamente efficaci, direttamente associate agli effetti biologici (grandezze “dosimetriche”). A seconda della frequenza, le grandezze utilizzate per specificare questi limiti sono la densità di corrente elettrica, il tasso di assorbimento specifico (SAR) e la densità di potenza (potenza incidente per unità di superficie del corpo, misurata in W/m^2). Di queste grandezze solo la densità di potenza può essere misurata facilmente (trattandosi della densità di potenza trasportata dall’onda elettromagnetica che si propaga nell’aria, prima di incidere sul corpo), mentre le altre sono grandezze fisiche interne al corpo esposto per le quali non è possibile una verifica diretta dei limiti di esposizione.

È stato quindi necessario individuare per altre grandezze fisiche più facilmente misurabili, quali il campo elettrico e il campo magnetico imperturbati (da misurare cioè in assenza del corpo esposto), dei “livelli di riferimento” il non superamento dei quali garantisca che le restrizioni di base sono rispettate. I livelli di riferimento derivano dai limiti di base sulla base di tecniche dosimetriche sperimentali o teoriche, con le quali si mettono in relazione le grandezze esterne al corpo (grandezze “radiometriche”), non perturbate dalla presenza del corpo stesso, e quelle interne al corpo.

I rischi connessi agli effetti a breve termine, pertanto, possono essere valutati confrontando i livelli di esposizione con i limiti di esposizione, o più semplicemente con i livelli di riferimento, previsti dalle linee guida dell’ICNIRP ed in particolare, per quanto riguarda le frequenze di interesse per il sistema MUOS, quelle pubblicate nel 1998 (4).

[Handwritten signatures and initials: S, JE, MZ, GM, li, RP, AP, and a large signature on the right.]

Le restrizioni di base per quanto riguarda gli effetti termici sono generalmente espresse in termini di SAR (*Specific Absorption Rate*, tasso di assorbimento specifico, misurato in W/kg), grandezza fisica che ai fini protezionistici è ritenuta la più appropriata per quantificare l'assorbimento di energia elettromagnetica, corrispondente alla potenza elettromagnetica assorbita (e convertita in calore) nell'unità di massa. Oltre i 10 GHz, però, la grandezza più significativa per gli effetti termici diviene la potenza trasportata dall'onda elettromagnetica incidente sull'unità di superficie corporea esposta (densità di potenza, W/m²), ciò perché a queste frequenze l'assorbimento di energia elettromagnetica avviene solo nei tessuti superficiali. Le restrizioni di base dell'ICNIRP, espresse in termini di SAR o di densità di potenza, alle frequenze di interesse sono indicate in Tabella 1.1.

Tabella 1.1. Restrizioni di base ICNIRP alle frequenze di interesse per il sistema MUOS

Frequenza	Lavoratori	Popolazione generale
240-315 MHz (antenne UHF)	0,4 W/kg	0,08 W/kg
30-31 GHz (antenne MUOS)	50 W/m ²	10 W/m ²

I livelli di riferimento dell'ICNIRP, espressi in termini di densità di potenza, alle frequenze di interesse sono riportati in Tabella 1.2.

Tabella 1.2. Livelli di riferimento ICNIRP alle frequenze di interesse per il sistema MUOS

Frequenza	Lavoratori	Popolazione generale
240-315 MHz (antenne UHF)	10 W/m ²	2 W/m ²
30-31 GHz (antenne MUOS)	50 W/m ²	10 W/m ²

Nella presente analisi ci si limiterà a confrontare i livelli di esposizione dovuti alle antenne UHF e alle antenne MUOS con i pertinenti livelli di riferimento raccomandati dall'ICNIRP, modalità di valutazione del rischio più cautelativa di quella consistente nella verifica diretta del rispetto delle restrizioni di base (si sottolinea comunque che alle frequenze delle antenne MUOS i livelli di riferimento coincidono con le restrizioni di base).

1.4.2 Effetti a lungo termine dei campi elettromagnetici

A differenza del caso degli effetti a breve termine, la cui esistenza è certa, e i cui meccanismi sono talmente ben compresi da permettere un sistema di protezione della salute umana sul quale esiste un vasto consenso nella comunità scientifica internazionale, per quanto riguarda gli effetti sanitari a lungo termine dei campi elettromagnetici, nonostante essi siano stati estensivamente indagati negli ultimi decenni sia con studi epidemiologici sull'uomo, sia con studi sperimentali *in vivo* su animali da laboratorio e *in vitro* su cellule è possibile affermare che: 1) tali effetti non sono stati accertati dalla ricerca scientifica; 2) i possibili meccanismi di interazione tra campi e sistemi biologici alla base di questi effetti sono ancora ignoti, essendo state identificate tutt'al più delle ipotesi di lavoro per la ricerca scientifica; 3) la loro natura stessa è indeterminata, spaziando da un aumentato rischio di contrarre diverse patologie tumorali a un possibile ruolo nell'induzione di patologie non tumorali di varia natura.

Nel 2011, l'*International Agency for Research on Cancer* (IARC) ha valutato il potenziale rischio cancerogeno associato all'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza, classificando i campi elettromagnetici a radiofrequenza come "possibilmente cancerogeni per l'uomo", inserendoli così nel Gruppo 2B del sistema di classificazione della stessa IARC. Tale classificazione, basata essenzialmente sui risultati di alcuni studi condotti sugli

Handwritten notes and signatures at the bottom of the page, including the number 5 and the initials AP.

utilizzatori di telefoni cellulari per indagare l'esistenza di associazioni con i tumori intracranici, ha confermato l'assenza di un'evidenza coerente di cancerogenicità dei campi elettromagnetici a radiofrequenza⁸ che, se esistente, avrebbe potuto invece condurre la IARC ad una loro allocazione nei Gruppi 2A ("probabilmente cancerogeni per l'uomo") o 1 ("cancerogeni per l'uomo") (5).

Una completa ed accurata descrizione dello stato delle conoscenze scientifiche sugli effetti a lungo termine dei campi elettromagnetici a radiofrequenza è al di fuori dello scopo di questa relazione, che è finalizzata, per quanto riguarda tale tipo di effetti, unicamente ad una valutazione previsionale del rispetto della normativa nazionale ispirata al principio di precauzione.

È invece opportuno sottolineare che la ricerca scientifica non ha identificato chiare relazioni quantitative tra l'esposizione ai campi elettromagnetici e il "possibile" rischio cancerogeno per l'uomo. Non sono stati infatti identificati né soglie di effetto né qualche cosa di analogo ai coefficienti di rischio delle radiazioni ionizzanti (cancerogeni certi), e ciò impedisce una vera e propria valutazione quantitativa del rischio di effetti a lungo termine possibilmente connessi alle esposizioni ai campi elettromagnetici.

È invece possibile, previa valutazione delle esposizioni, la verifica del rispetto della normativa italiana sulla protezione della salute nei confronti dei campi elettromagnetici, che si descrive brevemente di seguito.

Nonostante il fatto che l'Organizzazione Mondiale della Sanità, o altre organizzazioni scientifiche protezionistiche come l'ICNIRP, non abbiano mai raccomandato misure di cautela nei confronti dei rischi connessi agli ipotetici effetti a lungo termine dei campi elettromagnetici, l'Italia si è dotata di un quadro normativo ispirato al principio di precauzione.

La legge 22 febbraio 2001, n.36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" prevede, per la tutela della salute dei lavoratori e della popolazione dagli effetti dell'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, nonché per la minimizzazione dell'intensità e degli effetti dei predetti campi, un sistema di protezione basato su limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità.

Il limite di esposizione è definito come il valore di campo che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori ai fini della tutela della salute da effetti acuti. Il valore di attenzione è definito come il valore di campo che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine. Gli obiettivi di qualità sono i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili indicati dalle leggi regionali, nonché i valori di campo, definiti dallo Stato, ai fini della progressiva minimizzazione delle esposizioni.

I valori numerici dei predetti limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità, per quanto attiene i campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz, come è il caso delle previste antenne satellitari del sistema MUOS, sono stati fissati per la popolazione con il decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri dell'8 luglio 2003, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 28 agosto 2003, n. 199.

⁸ Secondo la IARC, l'evidenza proveniente dagli studi epidemiologici è "limitata", il che significa, nella terminologia della stessa IARC, che è stata osservata un'associazione positiva tra esposizione e tumori per la quale una interpretazione causale viene ritenuta credibile, ma caso, distorsioni e confondimento non possono essere esclusi con ragionevole certezza.

[Handwritten signatures and initials: J, PP, SE, MZ, GN, R, U, S, AP, 6]

Il limite di esposizione è pari a 1 W/m^2 tra 3 MHz e 3 GHz, intervallo che comprende le frequenze delle antenne UHF, e 4 W/m^2 per le frequenze comprese tra 3 e 300 GHz, come nel caso delle antenne MUOS.

Il valore di attenzione, coincidente con l'obiettivo di qualità, è pari ad una densità di potenza di $0,1 \text{ W/m}^2$, corrispondente ad un campo elettrico di 6 V/m, sull'intero intervallo di frequenza 100 kHz – 300 GHz.

Il valore numerico del valore di attenzione/obiettivo di qualità non ha una base scientifica (come anche indicato dalla sua costanza su tutto l'intervallo di frequenza 100 kHz – 300 GHz, che non tiene conto in alcun modo delle diverse modalità di accoppiamento dei campi elettromagnetici con il corpo umano al variare della frequenza), in quanto non deriva da nessun valore soglia di effetto, o da considerazioni di accettabilità del rischio per effetti senza soglia, non essendo state identificate, come già accennato, né soglie per gli effetti a lungo termine, né relazioni esposizione-risposta.

Tale valore numerico è stato invece ottenuto dividendo per dieci il limite di esposizione per gli effetti a breve termine (espresso in termini di densità di potenza) previsto dalla stessa normativa nell'intervallo di frequenza 3 MHz- 3 GHz, in cui esso assume il suo valore minimo di 1 W/m^2 . Si tratta di una scelta a suo tempo basata su considerazioni tecniche (in particolare la garanzia della qualità dei servizi), politiche e sociali, in applicazione del principio di precauzione. Si ritiene tuttavia opportuno sottolineare che il valore di attenzione previsto dalla già citata Legge Quadro 2001/36 “costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine”, ed un suo eventuale superamento non implica l'esistenza di un rischio per la salute, così come, d'altra parte, il suo rispetto non garantisce l'assoluta assenza di un rischio, per quanto ipotetico.

1.4.3 Interferenze elettromagnetiche sui dispositivi medici

Oltre ai rischi diretti per la salute già trattati, devono essere valutati i rischi indiretti connessi ad interazioni dei campi elettromagnetici con dispositivi elettronici utilizzati in campo medicale i cui eventuali malfunzionamenti possono costituire un pericolo per la salute umana.

Nel rapporto finale dell'indagine sugli effetti ambientali elettromagnetici connessi all'installazione delle antenne MUOS e UHF presso il sito NRTF di Niscemi (6), eseguita dallo *Space and Naval Warfare Systems Center* della Marina degli Stati Uniti (SPAWAR), viene trattata la problematica della compatibilità elettromagnetica (EMC), dove per EMC si intende la capacità di apparecchiature e sistemi di funzionare come previsto senza essere influenzati da interferenze elettromagnetiche (EMI) dovute a sorgenti elettromagnetiche, nonché senza essere causa di EMI in altre apparecchiature elettriche o elettroniche.

Nel rapporto viene esplicitato che dispositivi medici elettronici come pacemaker cardiaci, defibrillatori, protesi acustiche, sedie a rotelle ed apparecchiature ospedaliere, possono essere suscettibili alle EMI. Tuttavia, erroneamente, si afferma che non sono stati definiti standard di immunità rispetto alle EMI per quanto riguarda le apparecchiature mediche⁹, e di conseguenza l'analisi non dava nessuna speciale considerazione a queste apparecchiature mediche, delegando ogni azione di tutela “*if there are concerns about the possibility of this type of EMI*” al personale ospedaliero di sicurezza che deve essere reso consapevole di tali rischi, o al personale (probabilmente si tratta del personale della base) portatore di dispositivi medici impiantabili o indossabili che deve chiedere informazioni specifiche sulla suscettibilità alle EMI ai produttori dei dispositivi stessi.

⁹ Punto 2.2.3 del citato rapporto della SPAWAR.

HC RP



In realtà, standard relativi all'immunità elettromagnetica dei dispositivi medici esistono, e sono alla base della metodologia di valutazione dei rischi qui descritta.

I dispositivi medici, per essere commercializzati nell'Unione Europea, devono soddisfare i requisiti essenziali previsti dalla Direttiva 93/42/CEE del Consiglio delle Comunità Europee del 14 giugno 1993 concernente i dispositivi medici. Tali requisiti essenziali sono considerati soddisfatti se il prodotto è conforme alle norme armonizzate pertinenti¹⁰.

Le norme armonizzate sono norme tecniche indirizzate ai produttori che, fra l'altro, prescrivono i livelli di immunità elettromagnetica dei dispositivi medici. L'analisi dei rischi qui presentata consiste nel confronto dei livelli di campo emesso dalle antenne con i requisiti di immunità elettromagnetica previsti dalle norme tecniche.

In questa analisi vengono prese in considerazione due categorie di dispositivi medici che possono essere particolarmente critiche, soprattutto quando sono di supporto vitale: 1) gli apparecchi elettromedicali e 2) i dispositivi medici impiantabili attivi.

Apparecchi elettromedicali

La norma tecnica di riferimento è la CEI EN 60601-1-2 "Apparecchi elettromedicali. Parte 1: Prescrizioni generali per la sicurezza fondamentale e prestazioni essenziali - Norma collaterale: Compatibilità elettromagnetica - Prescrizioni e prove" che prescrive al punto 6.2.3.1 livelli di immunità rispetto alle EMI differenziati sulla base del fatto che gli apparecchi elettromedicali siano o meno di sostentamento delle funzioni vitali.

Per gli apparecchi non di sostentamento delle funzioni vitali è prevista un'immunità nei confronti delle EMI fino a livelli di campo elettrico pari a 3 V/m su un intervallo di frequenza compreso fra gli 80 MHz ed i 2,5 GHz. Quando invece gli apparecchi sono di supporto delle funzioni vitali è previsto un maggior livello di immunità elettromagnetica, fino a livelli di campo elettrico pari a 10 V/m sempre su un intervallo di frequenza compreso fra gli 80 MHz ed i 2,5 GHz.

Le apparecchiature elettromedicali sono normalmente presenti in strutture sanitarie alle quali è affidata la gestione dei rischi di malfunzionamenti connessi alle interferenze elettromagnetiche che possono essere dovute alle più svariate sorgenti presenti nelle strutture stesse (si pensi al caso dei telefoni cellulari, il cui utilizzo è interdetto in determinate aree). Per una corretta gestione dei rischi, tuttavia, è necessario che il personale sanitario sia a conoscenza dei possibili campi elettromagnetici generati da sorgenti esterne. La presente analisi, relativa ai campi emessi dalle antenne UHF, farà pertanto riferimento anche ai livelli di campo elettrico 3 V/m e 10 V/m. Per quanto riguarda i campi elettromagnetici emessi dalle antenne MUOS, oscillanti alle frequenze 30-31 GHz e quindi al di fuori dell'intervallo di frequenza in cui l'immunità alle EMI è assicurata dal rispetto della normativa tecnica, si ritiene opportuno che, ove sia prevedibile che i livelli di campo elettromagnetico si discostino dai normali livelli di fondo (indicativamente dell'ordine di grandezza delle frazioni di volt/metro), la struttura sanitaria venga informata della possibile modifica significativa dell'ambiente elettromagnetico, al fine di poter verificare il corretto funzionamento delle apparecchiature elettromedicali già installate non appena le antenne vengano rese operative,

¹⁰ Tali norme armonizzate non sono comunque obbligatorie per i produttori: la conformità alle norme armonizzate costituisce infatti un mezzo per soddisfare i requisiti essenziali della Direttiva di interesse, ma non viene esclusa la possibilità per i produttori di utilizzare differenti metodologie per verificare che i requisiti della Direttiva (questi sì obbligatori) sono soddisfatti.



nonché per effettuare in futuro gli opportuni collaudi di eventuali apparecchiature ancora da acquisire.

Dispositivi medici impiantabili attivi (DMIA)

A differenza delle apparecchiature elettromedicali, i DMIA non sono localizzati all'interno di ambienti controllati come le strutture sanitarie, ma essendo impiantati nel corpo dei pazienti possono trovarsi dovunque ci sia un accesso incontrollato del pubblico, come per esempio nelle vicinanze della stazione di trasmissioni NRTF di Niscemi.

Le problematiche principali riguardano i dispositivi di supporto vitale, quali i pacemaker e i defibrillatori. Questi, avendo dei circuiti elettronici deputati alla misura dei potenziali cardiaci, ed essendo il loro funzionamento dipendente dai risultati di queste misure, possono essere suscettibili a malfunzionamenti da EMI.

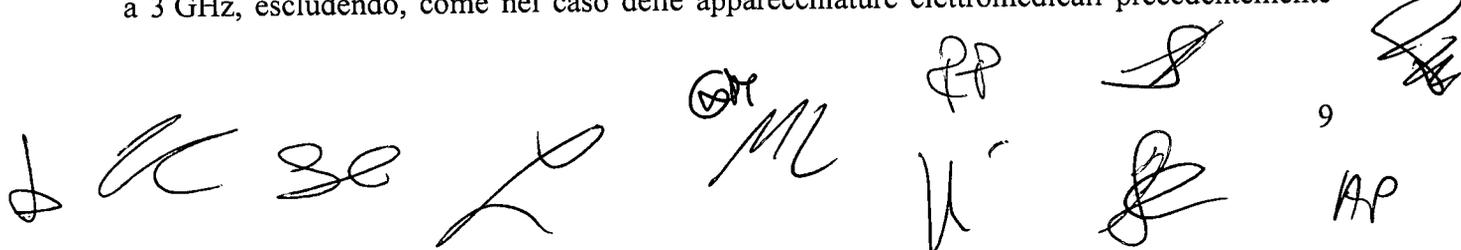
I DMIA devono soddisfare ai requisiti della Direttiva 90/385/CEE del 20 giugno 1990, per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati Membri relative ai dispositivi medici impiantabili attivi. Tra tali requisiti è previsto che i DMIA devono essere progettati e fabbricati in modo da eliminare o ridurre al minimo per quanto possibile i rischi connessi con condizioni ambientali ragionevolmente prevedibili, tra cui quelli connessi con i campi magnetici e le influenze elettriche esterne.

La norma CEI UNI EN 45502-1 (febbraio 2000, Dispositivi medici impiantabili attivi. Parte 1: Requisiti generali per la sicurezza, la marcatura e le informazioni fornite dal fabbricante) è la norma armonizzata il cui rispetto assicura, a sua volta, quello dei requisiti essenziali della Direttiva 90/385/CEE.

La norma particolare CEI EN 45502-2-1 (aprile 2005, Dispositivi medici impiantabili attivi. Parte 2-1: Requisiti particolari per dispositivi medici impiantabili attivi destinati al trattamento della bradi-aritmia (stimolatori cardiaci)) è la norma armonizzata particolare per i pacemaker, mentre l'analoga norma particolare per i defibrillatori cardiaci impiantati è la EN 45502-2-2 (novembre 2008, *Active implantable medical devices -- Part 2-2: Particular requirements for active implantable medical devices intended to treat tachyarrhythmia (includes implantable defibrillators)*), non ancora tradotta in italiano dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).

Le norme particolari fanno riferimento al fatto che l'esposizione umana consentita a campi elettromagnetici è limitata da una serie di linee guida e raccomandazioni nazionali e internazionali emanate da enti quali l'ICNIRP, la Commissione Europea, il CENELEC, l'ANSI e l'IEC. Le prescrizioni delle norme particolari, che tengono conto di fonti ambientali note di campi elettromagnetici, si basano in parte sui livelli di riferimento per i campi elettromagnetici della già citata Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz (1999/519/CE), ma considerando che la raccomandazione europea può permettere livelli di campo elettromagnetico che superano i livelli di riferimento, nel caso in cui siano superate le restrizioni di base, alcune prescrizioni sono finalizzate a prevenire incompatibilità con campi magnetici superiori (anche di 20 volte) ai livelli di riferimento della 1999/519/CE (coincidenti con i livelli di riferimento dell'ICNIRP).

Le prove di immunità alle EMI, tuttavia, si estendono sull'intervallo di frequenza da 16,6 Hz a 3 GHz, escludendo, come nel caso delle apparecchiature elettromedicali precedentemente



discusse, le frequenze delle antenne MUOS. Si pone quindi il problema dei possibili rischi da EMI dovuti alle emissioni di quest'ultime antenne.

In realtà, come è spiegato per esempio nella norma tecnica CEI EN 50527-2-1 (gennaio 2013, Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi. Parte 1: Valutazione specifica per lavoratori con stimolatore cardiaco (pacemaker)) le frequenze superiori a 3 GHz non sono considerate per motivazioni contenute nel documento ANSI/AAMI PC69 del 2007 (*Active implantable medical device. Electromagnetic compatibility. EMC test protocols for implantable cardiac pacemakers and implantable cardioverter defibrillators*) e che vengono qui riassunte.

I campi elettromagnetici alle frequenze superiori a 3 GHz sono nella maggior parte dei casi dei fasci direzionati che non causano elevate esposizioni del pubblico. Le applicazioni tipiche includono i radar e i collegamenti per comunicazione a microonde che non danno luogo ad esposizioni al fascio principale di radiazione. Le esposizioni dei portatori di DMIA a queste sorgenti di microonde sono tipicamente dovute a lobi laterali del diagramma di radiazione a più basse intensità, e a campi scatterati.

L'insieme dei circuiti dei DMIA è altamente schermato dall'involucro metallico nei confronti degli effetti dei campi a microonde. La principale modalità EMI è dovuta all'energia elettromagnetica accoppiata ai fili elettrici (elettrocateri) che collegano il dispositivo al cuore. Tuttavia, la quantità di energia accoppiata ai cateteri diminuisce all'aumentare della frequenza nell'intervallo delle microonde a causa della maggiore attenuazione del campo nei tessuti del corpo sovrastanti. L'energia elettromagnetica accoppiata che raggiunge il terminale del dispositivo è ulteriormente attenuata dalle caratteristiche di controllo nei confronti delle EMI che tipicamente devono essere realizzate nel dispositivo allo scopo di soddisfare ai requisiti di immunità previsti per le frequenze inferiori.

Da quanto precede si evince che il rispetto dei limiti di esposizione previsti dall'ICNIRP garantisce ragionevolmente dalle possibili EMI sui dispositivi medici impiantabili attivi.

1.5 Metodi

1.5.1 Criteri generali

Nella valutazione previsionale dei livelli di esposizione ai campi elettromagnetici generati dalle antenne UHF e MUOS si è adottato il criterio del "caso peggiore" in relazione sia ai dati di ingresso che ai metodi di calcolo utilizzati:

- 1) per quanto riguarda i dati di ingresso per i quali non esiste un unico valore, in quanto dipendenti dalle reali condizioni operative delle antenne, è stato utilizzato il massimo valore dichiarato di questi ultimi;
- 2) quando si è reso necessario sono stati utilizzati metodi di calcolo semplificati che forniscono in uscita una sovrastima dei reali livelli di esposizione. I risultati di tali metodi sono sicuramente validi quando non implicano il superamento di soglie di rischio o comunque di livelli massimi previsti dalle normative. In caso contrario, può essere necessario adottare metodologie più complesse che forniscono risultati più precisi.

1.5.2 Dati utilizzati

Fonte dei dati

Come da accordi intercorsi al momento del suo affidamento all'ISS, in questo studio dovevano essere utilizzati i dati forniti dall'Ambasciata USA tramite il Ministero della Difesa. Tuttavia, durante le discussioni con gli esperti nominati dalla Regione Siciliana, è emerso come alcuni di questi dati fossero difforni rispetto a quanto contenuto nella documentazione



allegata al progetto di installazione del sistema MUOS depositato presso il comune di Niscemi.

Ci si riferisce in particolare al valore della potenza massima dichiarata per le antenne MUOS nel già citato rapporto della SPAWAR, del quale si è constatato esistere due versioni dallo stesso titolo e riportanti la stessa data, la prima fornita all'ISS dall'Ambasciata USA, la seconda, allegata al progetto, successivamente inviata all'ISS dagli esperti della Regione Siciliana.

Nella versione già in possesso dell'ISS il valore di potenza dichiarato è coerentemente in tutto il documento pari a 138,04 W.

Nella versione allegata al progetto, invece, si è utilizzato implicitamente (è necessario effettuare qualche calcolo per ricavare il valore effettivamente utilizzato) lo stesso valore 138,04 W per ottenere i risultati riportati nella tabella dell'*Executive Summary*, mentre in quella che dovrebbe essere la stessa tabella riportata nella sezione *Results and recommendations* sono riportati valori numerici diversi ottenuti, questa volta esplicitamente, sulla base di un valore di potenza pari a 1600 W, senza nessuna spiegazione di questa differenza. Questa discrepanza interna al rapporto allegato al progetto potrebbe essere facilmente frutto di un errore nella stesura del rapporto stesso, in quanto il valore di 1600 W potrebbe essere stato desunto da un analogo rapporto, sempre della SPAWAR, relativo però alla stazione di terra costruita in Virginia.

Deve essere tuttavia considerato che il valore di 138,04 W è apparso sospetto a questo Istituto sia per il numero insolitamente alto di cifre significative riportato (cinque), sia perché queste cifre significative erano le stesse del guadagno dichiarato ($71,4 \text{ dBi} = 1,3804 \times 10^7$). Sono stati pertanto chiesti chiarimenti all'Ambasciata USA, che ha precisato che il valore di potenza da considerare è 200 W.

A causa comunque di questa indeterminatezza su uno dei parametri più importanti per la valutazione delle esposizioni ai campi elettromagnetici, la potenza di emissione, si è ritenuto opportuno assumere nelle presenti valutazioni il valore più elevato di 1600 W, anche se molto probabilmente il valore più realistico è l'ultimo dichiarato di 200 W.

Più in generale, in presenza di valori diversi dello stesso parametro, sono stati considerati i valori dichiarati sulla base dei quali si possono stimare le esposizioni più elevate.

Antenne UHF

I dati relativi alle antenne UHF utilizzati nella presente analisi sono i seguenti:

Frequenza di trasmissione: 240 - 315 MHz.

Potenza di trasmissione (caso peggiore): 200 W¹¹.

Lunghezza dell'antenna: 4 m.

Massimo guadagno d'antenna (G): 16 dBi.

Apertura del fascio d'antenna:

(1) orizzontale (piano H): 33°;

(2) verticale (piano E): 30°.

Sono possibili 5 diverse direzioni di puntamento per le 2 antenne UHF (il sistema opera su 2 di queste 5 direzioni alla volta), definite dalle coppie angolo azimutale, elevazione: (231°; +32,1°); (223,7°; +36,8°); (157,5°; +44,2°); (111,5°; +17,3°); (108,8°; +14,7°).

Sono stati forniti anche due diagrammi di radiazione sul piano E e sul piano H da cui si desume che i valori di guadagno all'interno del fascio principale di radiazione si mantengono più elevati dei lobi secondari entro angoli compresi tra circa $\pm 30^\circ$ rispetto alla direzione

¹¹ Nel rapporto della SPAWAR è riportato il valore di potenza 105 W. Dati forniti all'ISS dall'Ambasciata USA indicano il valore massimo di 200 W che è stato quindi utilizzato nella presente analisi.

principale di emissione. Ciò implica, essendo possibili angoli di elevazione rispetto al terreno inferiori a 30°, che non sia immediato che le esposizioni massime a livello del terreno siano dovute solo ai lobi laterali (come riportato invece nel citato rapporto della SPAWAR, nel quale si considera il lobo laterale a 105° cui corrisponde un guadagno inferiore di 8,2 dB rispetto al massimo guadagno d'antenna).

Antenne MUOS

I dati relativi alle antenne MUOS utilizzati nella presente analisi sono i seguenti:

Frequenza di trasmissione: 31 GHz.

Potenza di trasmissione (caso peggiore): 1600 W.

Diametro del riflettore parabolico (d): 18,4 m.

Massimo guadagno d'antenna (G): 71,4 dBi.

Apertura del fascio d'antenna orizzontale/verticale: 0,04°.

Angoli azimutali e di elevazione: (223,7°; +36,8°); (108,8°; +14,7°)

Sono state anche forniti dei diagrammi di radiazione da cui si desume che per angoli di almeno 1° rispetto all'asse delle parabole, il guadagno fuori-asse è almeno 40 dB inferiore al guadagno massimo.

1.5.3 Valutazione delle esposizioni

Per antenne estese rispetto alla lunghezza d'onda, quali sono sia le antenne UHF sia le antenne MUOS, è necessario valutare la distanza oltre la quale inizia la regione di "campo lontano" (o regione di Fraunhofer), solo nella quale è possibile calcolare la densità di potenza, a partire dalla conoscenza del diagramma di radiazione (cioè del guadagno di antenna in ogni direzione di emissione $G(\theta, \varphi)$) e della potenza in antenna P , grazie alla formula:

$$S = \frac{G(\theta, \varphi) \times P}{4\pi r^2} \quad (1)$$

Tale distanza dipende dalla lunghezza d'onda e dalle dimensioni della sorgente secondo relazioni dipendenti dal tipo di sorgente che saranno discusse nella sezione "Risultati" per le due tipologie di antenna esaminate.

Valutazioni nella regione di "campo vicino" non sono state effettuate per le antenne UHF, infatti, come sarà mostrato nella sezione "Risultati", l'estensione di tale regione è così limitata (poche decine di metri) da renderla irrilevante ai fini di una valutazione delle esposizioni della popolazione.

Nel caso delle antenne MUOS è invece particolarmente importante esaminare la regione di campo vicino, nella quale non sono direttamente applicabili le informazioni contenute nei diagrammi di radiazione delle antenne, né ha molto senso il concetto stesso di guadagno di antenna (o, più precisamente, il guadagno di antenna in zona di campo radiativo vicino varia anche con la distanza, a differenza di ciò che avviene nella regione di campo lontano di Fraunhofer).

La caratteristica più evidente di queste antenne è rappresentata dalle grandi dimensioni dei riflettori parabolici, i quali hanno lo scopo di focalizzare la radiazione elettromagnetica proveniente da un'antenna ad apertura (*feeder*) disposta nel fuoco della parabola in un'unica direzione, creando così un fascio caratterizzato da una grande direttività, proporzionale al quadrato del rapporto tra il diametro della parabola (18,4 m) e la lunghezza d'onda ($\lambda = 0,97$ cm).

Più precisamente, la massima direttività D per un'antenna a riflettore parabolico, ottenuta per un'illuminazione uniforme del riflettore parabolico, è data dalla seguente relazione:

[Handwritten signatures and initials: J, K, Se, MZ, RP, L, S, G, U, AF]

$$D = \frac{4\pi A}{\lambda^2} \quad (2)$$

dove A è l'area dell'apertura dell'antenna parabolica, che per un diametro di 18,4 m è pari a 265,9 m²: nel caso delle antenne MUOS tale massima direttività è pertanto pari a 3,57x10⁷, o 75,5 dBi se espressa in decibel.

Il guadagno effettivo (valore dichiarato: 71,4 dBi) è inferiore alla direttività sia per via del fatto che l'efficienza dell'apertura nel concentrare la radiazione emessa nel fascio principale di radiazione dipende dalle caratteristiche di illuminazione del riflettore parabolico, sia perché una parte della potenza emessa dal *feeder* non è raccolta dal riflettore. Nella fattispecie, l'efficienza complessiva η dell'antenna è pari a 0,39, valore che si ottiene dividendo il guadagno dichiarato per la direttività massima qui calcolata.

Più grandi sono le dimensioni della parabola, più concentrata in una direzione specifica è la potenza elettromagnetica che viene irradiata verso satelliti in orbita geostazionaria che si trovano ad altezze dell'ordine dei 36000 km sopra la superficie terrestre, e ciò permette di limitare la potenza di emissione che altrimenti dovrebbe essere estremamente elevata.

Inoltre, le grandi dimensioni della parabola limitano anche la densità di potenza (dell'ordine di grandezza del rapporto tra la relativamente piccola potenza e la grande superficie dell'apertura della parabola) direttamente di fronte al riflettore parabolico, e quindi i massimi valori di campo elettromagnetico che possono essere riscontrati nelle vicinanze dell'antenna.

Un calcolo esatto della distribuzione del campo elettromagnetico generato dalle antenne paraboliche MUOS nella regione di campo vicino richiederebbe l'utilizzo di codici numerici i cui dati di ingresso consistono in una serie di parametri che caratterizzano la struttura radiante, le caratteristiche di uniformità di illuminazione del riflettore parabolico da parte del *feeder*, le caratteristiche del terreno e la presenza di superfici riflettenti nelle vicinanze dell'antenna ecc. Nel tempo limitato assegnato all'ISS (inizialmente erano previsti poco più di due mesi) per svolgere le presenti valutazioni non è stato possibile procedere all'acquisizione né dei codici di calcolo, né dei dati dettagliati necessari, per cui si è valutata la possibilità di ricorrere a procedure di calcolo semplificate sulla base di un'analisi della letteratura. A seguito di questa analisi si è ritenuto che tali procedure potessero dare indicazioni affidabili nell'ottica del "caso peggiore" in accordo con i criteri generali di valutazione delle esposizioni descritti nel paragrafo 1.5.1.

Alcune utili informazioni circa le caratteristiche del campo vicino di un'antenna a riflettore parabolico, sono contenute nella norma tecnica CEI 211-10 "Guida alla realizzazione di una Stazione Radio Base per rispettare i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici in alta frequenza" che, pur non essendo relativa al caso specifico delle antenne satellitari, contiene informazioni relative a sorgenti analoghe (pur se di dimensioni notevolmente più ridotte), quali i ponti radio spesso utilizzati per i collegamenti tra stazioni radio base per la telefonia cellulare. Brevemente, nella regione di campo radiativo vicino praticamente tutta l'energia elettromagnetica riflessa dalla parabola è confinata all'interno di un cilindro con base l'antenna stessa. Sulla superficie del cilindro (ad una distanza dall'asse pari al raggio dell'antenna) si ha un'attenuazione di circa 10 dB, mentre esternamente l'energia decresce "bruscamente" (7).

Informazioni più dettagliate sono contenute in (8-10). Le indicazioni quantitative desumibili dalle diverse fonti, in cui sono state effettuate approssimazioni differenti, possono essere leggermente differenti, come sarà esplicitato nella sezione seguente.

The bottom of the page contains several handwritten signatures and initials. From left to right, they include: a signature that appears to be 'Jh', a signature 'se', a signature 'L', a signature 'M2', a signature 'EM', a signature 'li', a signature 'S', a signature 'Ar', and a signature 'AP'. There is also a small number '13' near the signature 'S'.

1.6 Risultati

1.6.1 Implicazioni dei risultati delle misure sperimentali condotte dall'ISPRA

Dall'analisi della relazione tecnica dell'ISPRA, relativa ai risultati dell'indagine ambientale sui campi elettromagnetici effettuata dal 17 al 26 giugno 2013, è possibile desumere alcune indicazioni per una valutazione dell'impatto combinato dei campi elettromagnetici generati dalle antenne per il sistema MUOS ancora da installare e di quelli generati dalle antenne già operative.

Si premette che le modalità di svolgimento dell'indagine ambientale dell'ISPRA incorporano assunzioni di "caso peggiore" che si vanno a sommare alle analoghe assunzioni utilizzate nella presente analisi, come per esempio ipotizzare la trasmissione contemporanea di tutte le 20 antenne in alta frequenza, nonostante il fatto che tale ipotesi non sia tecnicamente realizzabile, essendo 8 il massimo numero di antenne che possono essere utilizzate contemporaneamente.

Nella fase preparatoria della campagna di misurazione sono stati individuati 9 siti di misura potenzialmente critici, per via della loro ubicazione in termini di distanza e direzione rispetto alle antenne presenti nella stazione NRTF. Per ognuno di questi siti di misura, è stato misurato in banda larga il valore del campo elettrico di fondo E_{fondo} quando le antenne erano tutte spente, risultato essere sempre inferiore alla sensibilità strumentale di 0,3 V/m (Tabella 1.3). È stato inoltre ottenuto, sulla base di misure in banda stretta effettuate in differenti configurazioni di emissione delle antenne, il valore del campo elettrico complessivo E_{HF} nell'ipotesi di una trasmissione contemporanea da parte di tutte le antenne ad alta frequenza (Tabella 1.3). È stato anche misurato il livello di campo elettrico di un'antenna a 46 kHz che, pur dando luogo ai livelli di esposizione superiori, non è soggetta ai valori di attenzione, previsti dalla normativa nazionale solo per le antenne fisse per le telecomunicazioni e radiotelevisive di frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz.

Questi dati, che indicano che in nessun caso le emissioni elettromagnetiche superano i limiti di legge della normativa nazionale, possono essere utilizzati per valutare la possibilità che le nuove antenne, sommando il loro contributo ai livelli di esposizione dovuti alle antenne ad alta frequenza attualmente attive, possano dare luogo a superamenti del valore di attenzione.

Inoltre, essendo tra i vari siti individuati presente un ospedale, è possibile verificare se il contributo complessivo delle nuove e delle vecchie antenne possa superare i livelli di immunità per le apparecchiature elettromedicali, in questo caso considerando anche il contributo dell'antenna a bassa frequenza.

Sulla base dei dati forniti dall'ISPRA è stato calcolato il livello di campo complessivo E_{tot} alle frequenze superiori a 100 kHz per le quali si applica il valore di attenzione, sommando quadraticamente il livello di fondo E_{fondo} (assunto cautelativamente uguale alla sensibilità dello strumento, 0,3 V/m) e il campo ad alta frequenza complessivo E_{HF} , ottenendo valori compresi tra 0,3 e 1 V/m (Tabella 1.3).

Il massimo contributo E_{max} che può essere generato in ogni punto di misura dalle antenne MUOS e UHF senza che venga superato il valore di attenzione è stato ricavato con la seguente formula:

$$E_{\text{max}} = \sqrt{6^2 - E_{\text{tot}}^2}$$

dove i valori di campo elettrico sono espressi in V/m. Questo valore è nella totalità dei casi molto prossimo allo stesso valore di attenzione, assumendo il valore minimo di 5,91 V/m in

MZ AP



Li

14  AP

un'azienda agricola (sito 7) posta a circa 270 m dall'antenna HF più vicina (Tabella 1.3): ciò significa che ai fini pratici un possibile superamento del valore di attenzione sarebbe possibile solo se dovuto quasi esclusivamente alle antenne del sistema MUOS, e quindi che ai fini della verifica del rispetto della normativa nazionale il contributo di tali antenne può essere considerato indipendentemente dal contributo delle antenne già esistenti.

Tabella 1.3. Campo elettrico ad alta frequenza (E_{tot}) ottenuto dai valori misurati dall'ISPRA (E_{fondo} , E_{HF}), e massimo valore E_{max} emesso da parte delle antenne del sistema MUOS compatibile con il valore di attenzione.

Sito	E_{fondo} (V/m)	E_{HF} (V/m)	E_{tot} (V/m)	E_{max} (V/m)
1	< 0,3	0,216	0,370	5,989
2	< 0,3	0,181	0,350	5,990
3	< 0,3	0,165	0,342	5,990
4	< 0,3	0,168	0,344	5,990
5	< 0,3	0,176	0,348	5,990
6	< 0,3	0,210	0,366	5,989
7	< 0,3	0,964	1,009	5,914
8	< 0,3	0,292	0,419	5,985
9	< 0,3	0,268	0,402	5,986

Il sito 6 di Tabella 1.3 corrisponde ad un ospedale, per cui si possono effettuare calcoli analoghi ai precedenti assumendo 3 V/m come valore da non superare per evitare interferenze con dispositivi elettromedicali non di sostentamento delle funzioni vitali (i meno immuni alle interferenze). In questo caso deve essere considerata la misura del campo elettrico alla frequenza di 46 kHz, che in questo sito è pari a 0,283 V/m (vedi relazione ISPRA). Il campo totale così rideterminato è pari a $E_{tot} = 0,463$ V/m.

Il massimo contributo E_{max} che può essere generato in ogni punto di misura dalle antenne del sistema MUOS senza che venga superata la soglia dei 3 V/m è dato dalla seguente formula:

$$E_{max} = \sqrt{3^2 - E_{tot}^2}$$

dove i valori di campo elettrico sono espressi in V/m. Per il sito 6, $E_{max} = 2,96$ V/m. Anche in questo caso il valore determinato è così prossimo alla soglia di riferimento che sono ancora valide le precedenti considerazioni circa il contributo indipendente delle antenne del sistema MUOS rispetto alle antenne attualmente in funzione.

1.6.2 Antenne UHF

Essendo le antenne UHF estese rispetto alla lunghezza d'onda λ (compresa, in funzione della frequenza di trasmissione, tra 95 cm e 1,25 m), è necessario calcolare la distanza alla quale inizia il campo lontano (regione di Fraunhofer), pari a $2d^2/\lambda$, dove d è la massima dimensione dell'antenna: tale distanza è compresa, al variare della frequenza, tra 25,6 e 33,6 m.

Nella regione di campo lontano è possibile calcolare la densità di potenza grazie alla formula (1). Nella direzione di massimo irraggiamento, $G = 10^{16/10} = 39,81$, per cui, sostituendo il valore così calcolato, e $P = 200$ W, nella relazione (1), si ottiene che la densità di potenza alla distanza r , espressa in W/m^2 , è pari a $633,6/r^2$, dove r è espresso in metri.

Handwritten signatures and initials at the bottom of the page: *fer*, *se*, *LP*, *ML*, *RP*, *AM*, *li*, *NP*, and a circled *AM*.

Alla frequenza di 240 MHz, la regione di Fraunhofer comincia a 25,6 m di distanza dall'antenna. A tale distanza la densità di potenza è pari a $0,97 \text{ W/m}^2$.

Analogamente si può calcolare la densità di potenza alla distanza di 33,6 m, dove comincia la regione di Fraunhofer quando l'antenna UHF è alimentata a 315 MHz: $S = 0,56 \text{ W/m}^2$.

Considerando punti posti a distanze da entrambe le antenne UHF superiori a 33,6 m, anche non conoscendo quale sia l'effettiva frequenza di trasmissione, tali punti sono certamente nel "campo lontano" di entrambe le antenne. Oltre i 33,6 m il contributo alla densità di potenza dovuto ad ognuna delle due antenne è inferiore a $0,56 \text{ W/m}^2$, per cui la densità di potenza complessiva sarà, in questi punti, inferiore a $2 \times 0,56 = 1,12 \text{ W/m}^2$, valore quest'ultimo calcolato ipotizzando il "caso peggiore" di esposizioni ai fasci principali nella direzione di massimo irraggiamento di entrambe le antenne: essendo la densità di potenza inferiore al livello di riferimento ICNIRP per la popolazione generale (2 W/m^2) è possibile escludere che a distanze superiori a 34 m da entrambe le antenne UHF possano verificarsi gli effetti a breve termine dei campi elettromagnetici connessi al riscaldamento dei tessuti. Inoltre, a tali distanze, i DMIA, se costruiti ai sensi della normativa di riferimento, possono considerarsi sicuri.

È possibile determinare le distanze (sicuramente in regione di Fraunhofer) alle quali la densità di potenza, dovuta ai contributi di entrambe le antenne UHF, scende al di sotto del limite di esposizione e del valore di attenzione previsti dalla normativa italiana, procedendo direttamente alla determinazione delle distanze corrispondenti al 50% del limite di esposizione e del valore di attenzione: utilizzando la formula $r = \sqrt{633,6/S}$, con S pari a $0,5 \text{ W/m}^2$ e $0,05 \text{ W/m}^2$, tali distanze sono pari a 36 m e 113 m. Anche queste distanze sono sovrastimate per via delle semplificazioni utilizzate che si configurano come "caso peggiore" (considerare entrambe le sorgenti alla stessa distanza, e assumere nei calcoli il massimo guadagno di antenna). È da notare che i luoghi adibiti a permanenze prolungate più vicini (come l'azienda agricola, sito 7 della relazione ISPRA) si trovano a circa 1 km dal sito di installazione delle antenne per il sistema MUOS, per cui i valori di attenzione possono essere considerati sempre rispettati.

Per quanto riguarda le possibili interferenze sugli apparecchi elettromedicali, è possibile determinare le distanze alle quali il campo elettrico, generato da entrambe le antenne nelle condizioni di "caso peggiore" di cui sopra, si riduce al di sotto dei livelli di immunità per le apparecchiature con funzioni di supporto vitale (10 V/m , corrispondenti a $0,265 \text{ W/m}^2$ complessivamente, $0,133 \text{ W/m}^2$ per singola antenna) e per le altre apparecchiature (3 V/m , corrispondenti a $0,0239 \text{ W/m}^2$ complessivamente, $0,0119 \text{ W/m}^2$ per singola antenna): tali distanze sono rispettivamente pari a 69 m e 230 m. L'ospedale più vicino alla NRTF (sito 6 della relazione ISPRA) si trova ad una distanza di circa 4 km dalla posizione in cui verranno installate le antenne, per cui nessuna interferenza è prevedibile con le apparecchiature elettromedicali in esso presenti.

Handwritten signatures and initials scattered at the bottom of the page, including "AP", "M2", "RP", "L", "R", "AP", and "AP".

Tabella 1.4. Densità di potenza massima in diverse posizioni identificate dalla distanza minima d_{\min} da entrambe le antenne UHF.

d_{\min} (m)	Densità di potenza	Note
34	1,12 W/m ²	No effetti noti dei campi elettromagnetici. No interferenze sui DMIA.
36	1 W/m ²	Rispetto del limite di esposizione previsto dalla normativa nazionale.
69	0,265 W/m ² (10 V/m)	No interferenze su apparecchiature elettromedicali di supporto delle funzioni vitali.
113	0,1 W/m ²	Rispetto del valore di attenzione.
230	0,0239 W/m ² (3 V/m)	No interferenze su apparecchiature elettromedicali non di supporto delle funzioni vitali.

1.6.3 Antenne MUOS

Valutazioni in "campo lontano"

Come riportato in un rapporto dell'*Environmental Protection Agency* degli Stati Uniti (8), per le antenne a riflettore parabolico la distanza dove comincia il campo lontano è data dalla seguente relazione:

$$R_{ff} = 0,6 \frac{d^2}{\lambda} \quad (3)$$

Nel caso delle antenne MUOS, pertanto, la distanza oltre la quale ha senso utilizzare il guadagno d'antenna, nonché i diagrammi di radiazione, ai fini della valutazione della densità di potenza emessa, è quindi $R_{ff} = 21,0$ km. Le valutazioni riportate nel rapporto della SPAWAR che si riferiscono a distanze inferiori, in particolare dove si indica una distanza di 123,1 m al di sopra della quale sarebbe rispettato il valore di attenzione previsto dalla normativa italiana, non sono pertanto affidabili¹².

Alla distanza di 21,0 km da ogni singola antenna, la densità di potenza in-asse (sul fascio principale di radiazione) è pari a 4 W/m², e a distanze superiori decresce con il quadrato della distanza. Per direzioni su angoli a più di 1° fuori asse, considerando un guadagno 40 dB inferiore al guadagno massimo, la densità di potenza a 21,0 km è $4 \cdot 10^{-4}$ W/m², per poi decrescere con il quadrato della distanza. In campo lontano, quindi, i limiti di esposizione per la popolazione generale raccomandati dall'ICNIRP (10 W/m²) sono rispettati in ogni caso (così come è praticamente rispettato il limite di esposizione previsto dalla normativa italiana, 4 W/m²), mentre il valore di attenzione previsto dalla normativa italiana (0,1 W/m²) potrebbe essere superato solo per esposizioni al fascio principale, possibili solo ad altezze superiori a $21,0 \text{ km} \times \sin(14,7^\circ) = 5,3 \text{ km}$ alle quali il valore di attenzione, che fa riferimento ad edifici o aree in cui sono previste permanenze prolungate, non è applicabile.

¹² Oltre a non esserlo a causa del valore di potenza dichiarato (138,04 W).

Handwritten signatures and initials at the bottom of the page, including a large signature on the left, several smaller ones in the middle, and initials 'AP' and '17' on the right.

Valutazioni in "campo vicino"

Le caratteristiche del campo di radiazione sull'asse di un'antenna parabolica in campo vicino sono descritte nel citato rapporto dell'*Environmental Protection Agency* degli Stati Uniti. In breve, lungo l'asse della parabola, la densità di potenza oscilla nella regione di Fresnel in funzione della distanza, fino alla distanza:

$$R_{nf} = 0,25 \frac{d^2}{\lambda} \quad (4)$$

Oltre questa distanza, nella regione intermedia tra R_{nf} e R_{ff} , la densità di potenza decresce inversamente alla distanza, per poi, a distanze superiori a R_{ff} , decrescere, come già discusso, inversamente al quadrato della distanza.

Il massimo valore della densità di potenza S_{nf} generata dall'antenna parabolica si riscontra sull'asse della parabola in regione di Fresnel, quindi a distanze inferiori, nel caso delle antenne MUOS, a $R_{nf} = 8,7$ km:

$$S_{nf} = \frac{16\eta P}{\pi d^2} = 9,3 \frac{W}{m^2} \quad (5)$$

Utilizzando le differenti modalità di calcolo riportate nella norma CEI 211-10, si determina che il massimo valore della densità di potenza sull'asse della parabola è pari a $15,0$ W/m^2 . La differenza con la (5) potrebbe essere in parte spiegabile con l'assunzione nella norma CEI-211-10 di un'efficienza η dell'antenna fissa e pari a $0,75$, invece di $0,39$ come determinato in precedenza: assumendo infatti $\eta = 0,75$ nella (5), si ottiene $18,1$ W/m^2 , più prossimo ai 15 W/m^2 . A tale differenza possono tuttavia concorrere le diverse approssimazioni effettuate nelle diverse modalità di calcolo.

Il valore riportato in (5) è il massimo valore di densità di potenza cui potrebbe essere esposta una persona che si trovasse nel fascio principale di radiazione. Tale valore è inferiore al limite di esposizione raccomandato dall'ICNIRP per la popolazione generale (10 W/m^2), ma anche assumendo che la massima densità di potenza sia di circa $15-20$ W/m^2 , si fa presente che il mero superamento del limite di esposizione raccomandato dall'ICNIRP per la popolazione generale non è sufficiente ad indurre un reale danno alla salute: i limiti di esposizione, infatti, sono stati ottenuti dall'ICNIRP introducendo un fattore di sicurezza almeno pari a 50 rispetto alle soglie di effetti di non particolare gravità compatibili con un aumento della temperatura corporea di circa $1^\circ C$, osservati per esempio come disturbi comportamentali in animali da laboratorio.

La valutazione del rischio connesso ad un irraggiamento accidentale di persone, dovuto ad un puntamento indesiderato delle antenne paraboliche sul piano orizzontale o comunque verso posizioni accessibili alla popolazione¹³, deve tenere conto sia della probabilità di accadimento di tale evento, sia della gravità del danno conseguente. Pur in assenza di informazioni specifiche circa i sistemi di controllo che impediscano il puntamento al di sotto di angoli minimi di elevazione e/o che impediscano l'emissione di radiazione elettromagnetica in tali circostanze, si ritiene che la probabilità di accadimento dell'evento sia ragionevolmente molto bassa. Tuttavia, per i motivi precedentemente discussi, il danno conseguente a tale irraggiamento accidentale è trascurabile, per cui tale rischio per la popolazione può essere giudicato a sua volta del tutto trascurabile.

¹³ A causa per esempio di un malfunzionamento dei sistemi di puntamento, o per un evento naturale che non è possibile escludere in una zona sismica come quella del comune di Niscemi.

Si riporta comunque anche il valore di massima densità di potenza cui potrebbe essere esposta una persona (ipoteticamente appartenente al personale della stazione NRTF) che venisse a trovarsi accidentalmente direttamente di fronte alla superficie dell'antenna (prima dell'inizio della zona di Fresnel). Tale densità di potenza è data dalla seguente relazione (9):

$$S_{\text{superficie}} = \frac{4P}{A} = 24 \frac{W}{m^2} \quad (6)$$

Trattandosi di esposizioni occupazionali, il limite di esposizione pertinente (50 W/m²) è rispettato, per cui non sono prevedibili rischi per la salute connessi a tale tipo di esposizione accidentale. Si ritiene invece necessaria una valutazione specifica del rischio nei lavoratori portatori di DMIA nell'eventualità di una loro possibile esposizione.

Per quanto riguarda la densità di potenza irradiata in campo vicino ma fuori asse, bisogna tenere presente che, come riportato nel citato rapporto dell'EPA, nonché nella norma CEI 211-10, il fascio di radiazione è collimato così che la maggior parte della potenza in campo vicino è contenuta in una regione avente un diametro approssimativamente pari a quello del riflettore parabolico.

Una valutazione esatta della densità di potenza che comunque può in qualche modo "sfuggire" da questa regione non è semplice e non è stata possibile per questa analisi. Tuttavia, sulla base delle indicazioni di letteratura, può essere quanto meno assunto, per valutazioni fuori-asse in campo vicino, che se i punti di interesse sono ad una distanza dal centro del fascio principale pari ad almeno un diametro dell'antenna (cioè all'esterno di una regione di spazio cilindrica avente come base un cerchio di diametro doppio di quello dei riflettori parabolici e come altezza l'estensione della zona di campo vicino), la densità di potenza in tali punti è inferiore di almeno un fattore 100 al valore che sarebbe calcolato per la distanza equivalente sul fascio principale (9). Considerando il valore massimo calcolato precedentemente sul fascio principale (9,3 W/m²), ciò significa che, in tali punti, la densità di potenza risulterà molto probabilmente inferiore al valore di attenzione di 0,1 W/m² previsto dalla normativa nazionale. Da quanto riportato in letteratura (10) sembra altamente plausibile che per distanze dal fascio principale di almeno due diametri dell'antenna (all'esterno del cilindro la cui base ha un diametro quadruplo di quello del riflettore parabolico) i livelli effettivi di densità di potenza siano ancora più bassi, essendo riportate attenuazioni dell'ordine dei 40 dB (corrispondenti ad un fattore di riduzione pari a 10⁻⁴), che darebbero luogo a livelli di densità di potenza inferiori a circa 10⁻³ W/m², due ordini di grandezza al di sotto del valore di attenzione.

Si sottolinea che, a causa dell'elevazione minima di 14,7° prevista per le antenne MUOS, gli edifici e le aree adibiti a permanenze prolungate, dove si applicano i valori di attenzione, sono al di fuori di entrambe le regioni di spazio cilindriche così identificate, essendo l'altezza dal suolo (più precisamente, l'altezza rispetto alla quota del centro dell'antenna) del cilindro di diametro quadruplo rispetto a quello delle parabole superiore a 14 m (corrispondente all'incirca all'altezza di un edificio di 4 piani) già a distanze sul piano orizzontale superiori a 200 m¹⁴.

Per quanto riguarda le apparecchiature elettromedicali e i DMIA, nonostante il fatto che tali dispositivi non vengano testati rispetto alle interferenze dovute a segnali di frequenza superiore a 3 GHz e senza considerare le motivazioni per cui non si ritiene necessario effettuare queste prove di compatibilità elettromagnetica come descritto nella sezione 1.4.3, le

¹⁴ La distanza orizzontale r , corrispondente ad un'altezza h del cilindro con base di raggio $2D$, è determinata in base alla relazione $r \cdot \operatorname{tg}(\alpha) = h + 2D / \cos(\alpha)$, dove α è l'angolo di elevazione.

antenne MUOS non dovrebbero porre particolari problemi in quanto i livelli di campo elettrico, al di fuori delle regioni cilindriche di cui sopra, sono inferiori a 0,6 V/m (10^{-3} W/m²), compatibili con i normali livelli di fondo elettromagnetico

Tabella 1.5. Valori della densità di potenza emessa dalle antenne MUOS in diverse posizioni per una potenza di 1600 W.

Posizione	Densità di potenza	Note
Di fronte all'apertura della parabola	24 W/m ²	No effetti noti dei campi elettromagnetici nei lavoratori (l'accesso alla popolazione generale dovrebbe essere escluso). Valutazione specifica del rischio necessaria per lavoratori portatori di DMIA con potenziale esposizione.
Massimo valore in-asse in regione di Fresnel	9,3 W/m ²	No effetti noti dei campi elettromagnetici nella popolazione. No interferenze sui DMIA
Massimo valore in campo vicino a 18,4 m di distanza laterale dal fascio	0,093 W/m ²	Rispetto del valore di attenzione (0,1 W/m ²).
Massimo valore in campo vicino a 36,8 m di distanza laterale dal fascio	10^{-3} W/m ²	Due ordini di grandezza al di sotto del valore di attenzione. Nessun problema particolare per apparecchiature elettromedicali.

1.7 Conclusioni

I risultati delle misure sperimentali effettuate dall'ISPRA indicano che tutti i limiti previsti dalla legislazione italiana in materia di protezione della salute umana dai campi elettromagnetici sono attualmente rispettati in larga misura. Di conseguenza, l'impatto delle antenne di cui è prevista l'installazione presso la stazione NRTF può essere considerato separatamente da quello delle antenne attualmente in funzione.

La presente analisi, effettuata in alcuni casi sulla base di assunzioni semplificate ma sempre di "caso peggiore", e sulla base dei dati forniti a questo Istituto dall'Ambasciata USA tramite il Ministero della Difesa italiano, integrati da altri dati più cautelativi (particolarmente rilevante è stato l'aver considerato nelle presenti valutazioni una potenza di 1600 W emessa dalle antenne MUOS, a fronte di una potenza massima di trasmissione dichiarata di 200 W), permette di raggiungere le seguenti conclusioni in merito alle emissioni elettromagnetiche, nonché ai possibili rischi per la salute umana, delle due tipologie di antenna di cui è prevista l'installazione presso la stazione di trasmissioni radio NRTF di Niscemi.

Le grandi dimensioni delle antenne MUOS, che possono giocare un importante ruolo nella percezione dei rischi per la salute da parte della popolazione, hanno l'effetto di rendere particolarmente estesa la regione di campo vicino. Se ciò da un lato rende complessa una valutazione precisa dei livelli di campo elettromagnetico, dall'altro lato ha la conseguenza che i cilindri coassiali con le parabole, con base di diametro quadruplo rispetto alle aperture delle

A collection of handwritten signatures and initials in black ink, including 'se', 'L', 'M', 'RP', 'GR', 'u', '20', and 'IAP'.

parabole stesse, nei quali è confinata la massima parte dell'energia elettromagnetica, e al di fuori dei quali i livelli di campo elettromagnetico sono almeno due ordini di grandezza inferiori al valore di attenzione previsto dalla normativa italiana, si estendono almeno per una ventina di km, dopo di che, quando il fascio di radiazione comincia a divergere, le distanze sono tali che le esposizioni ai lobi secondari della radiazione emessa, che potrebbero coinvolgere la popolazione, sono trascurabili.

Non sono prevedibili rischi dovuti agli effetti noti dei campi elettromagnetici, e anche nell'ipotesi poco probabile di un puntamento delle antenne paraboliche a livello del terreno, o comunque nella direzione di persone che potrebbero essere esposte al fascio principale, si ritiene che tali rischi possano essere considerati del tutto trascurabili.

Per quanto riguarda le possibili interferenze su apparecchiature elettromedicali, non sono prevedibili particolari problemi connessi alla messa in funzione delle antenne MUOS in quanto i livelli di campo elettrico, nei luoghi dove è possibile la presenza di tali apparecchiature, sono inferiori a 0,6 V/m, compatibili quindi con i normali livelli di campo elettromagnetico di fondo. I bassi livelli emessi dalle antenne MUOS, unitamente alle considerazioni precedentemente svolte circa la scarsa capacità dei campi elettromagnetici a frequenze superiori a 3 GHz di interferire con il funzionamento di pacemaker e defibrillatori cardiaci impiantati, non indicano infine la possibilità di malfunzionamenti di tali dispositivi.

Per le antenne UHF è sicuramente più semplice calcolare i livelli di esposizione, essendo di interesse la sola regione di campo lontano, e si è verificato che; 1) a poche decine di metri di distanza possono essere esclusi effetti a breve termine ed interferenze con i DMIA; 2) i limiti più restrittivi previsti dalla normativa nazionale sono rispettati già a un centinaio di metri di distanza; 3) a poco più di 200 m non si prevedono rischi di interferenze con apparecchiature elettromedicali.

La natura puramente teorica delle valutazioni qui riportate impone comunque la necessità di verifiche sperimentali successive alla messa in funzione delle antenne del sistema MUOS, qualora quest'ultime vengano effettivamente installate.

BIBLIOGRAFIA

- 1) http://www.agi.com/downloads/events/2006-agi-user-exchange/Radiation_Hazard_Ordnance_MAXIM2.pdf
- 2) Raccomandazione del Consiglio del 12 luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz (1999/519/CE).
- 3) Direttiva 2004/40/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (diciottesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE).
- 4) International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Phys 74(4): 494-522; 1998.
- 5) <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>
- 6) Electromagnetic Environmental Effects (E³) Site Approval Review Final Report for the installation of the Mobile User Objective System (MUOS) and Ultra High Frequency

(UHF) helical transmitters at the U.S. Naval Radio Transmitter Facility (NRTF), Niscemi, Sicily. E³ Task Number E06022, febbraio 2006. Space and Naval Warfare Systems Center. Charleston, South Carolina.

- 7) Norma CEI 211-10: 2002. "Guida alla realizzazione di una Stazione Radio Base per rispettare i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici in alta frequenza."
- 8) Hankin, N., "The Radiofrequency Radiation Environment: Environmental Exposure Levels and RF Radiation Emitting Sources," U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. 20460. Report No. EPA 520/1-85-014, July 1986.
- 9) Federal Communications Commission Office of Engineering & Technology. "Evaluating Compliance with FCC Guidelines for Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields". OET Bulletin 65, edition 97-01, August 1997
- 10) Lewis, R.L.; Newell, A.C., "Efficient and accurate method for calculating and representing power density in the near zone of microwave antennas", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol.36, no.6, pp.890-901, 1988.

Lu

Lu

Lu

Lu

MZ

RP

RP

U

22

AP

Lu

Lu

Lu

Lu



Handwritten symbols and letters scattered on the page:

- Top right: ~~S~~
- Middle right: R, A
- Center: ki
- Bottom right: ~~AP~~, AP
- Bottom center: SC
- Bottom left: R, de
- Bottom center: CC, ML
- Bottom right: or, RP

Analisi dell'impatto della raffineria di Gela sul territorio del Comune di Niscemi

Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria

2.1 Introduzione

L'analisi del potenziale impatto della raffineria ENI di Gela sul territorio di Niscemi è stata condotta tramite la valutazione dei dati di qualità dell'aria (QA) registrati dalla rete di monitoraggio residente nell'area e dalla simulazione della dispersione e ricaduta al suolo delle emissioni atmosferiche convogliate della raffineria.

Il comune di Niscemi confina con quello di Gela ed approssimativamente l'area urbanizzata di Niscemi dista 14 km dalla raffineria. Il sistema di monitoraggio della QA è costituito da un insieme di stazioni distribuite sul territorio di cui 7 a Gela e 2 a Niscemi. La tabella 2.1 identifica le stazioni di QA ed i parametri registrati in continuo, trasmessi all'Istituto per gli anni 2010-2011-2012. La figura 2.1 mostra l'area in studio e la posizione delle stazioni QA sul territorio.

Tabella 2.1: stazioni di monitoraggio della QA

Stazioni	Parametri
N. 5 Via Venezia-Via Niscemi Gela	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀
N. 6 Via Minerbio Macchitella-Gela	SO ₂ , CO
N. 7 Agip Mineraria SP 82 Gela	SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀
N. 8 Agip Pozzo 57 SP 82 Gela	SO ₂
N. 9 Cimitero Farello Gela	SO ₂ , NO ₂
N.10 Liceo Scientifico Niscemi	SO ₂
N.11 Via Mario Gori Niscemi	CO, NO ₂ , PM ₁₀
N.12 C.V.E.-Ospedale Gela	CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , C ₆ H ₆
N..13 Via delle Ande Gela	Meteo (DV, VV, Pioggia; UMR, rad.solare)

2.2 Valutazione della qualità dell'aria

Al fine di valutare l'impatto della raffineria sono state analizzate, per prime, le concentrazioni di SO₂, quale inquinante tracciante delle emissioni atmosferiche della raffineria.

La tabella 2.2 illustra la distribuzione delle medie giornaliere di SO₂ che mostrano una situazione all'interno della norma. Le medie giornaliere sono ampiamente al di sotto di 125 µg/m³ e superate solo nella stazione 7 nel 2011 e 2012 ma in numero inferiore alle 3 volte consentite dalla normativa di riferimento (D. Lgs 155/2010). Il limite del valore orario di SO₂ (350 µg/m³ da non superare più di 24 volte anno) è superato 4 e 30 volte nella stazione 7 nel 2010 e nel 2011 rispettivamente. I superamenti del 2011 eccedono quelli consentiti dalla normativa succitata. La stazione 8 supera il limite orario 1 sola volta nel 2010. La figura 2.2 illustra l'andamento orario giornaliero dell'SO₂ nelle diverse stazioni per i 3 anni di dati acquisiti dall'ARPA Sicilia, dove si riconferma che le stazioni che registrano i valori più elevati sono le due collocate in prossimità della raffineria, sul territorio di Gela. La linea rossa identifica l'andamento della stazione di Niscemi.



Handwritten signatures and initials at the bottom of the page, including 'fer', 'J', 'se', 'MZ', 'RP', 'le', and 'AP'.

Sono state inoltre analizzate le concentrazioni di PM₁₀ misurate dalle stazioni QA (tabella 2.3). Per la stazione di Niscemi si evidenzia una situazione particolare non riscontrabile nelle stazioni di Gela. Infatti, la stazione N.11 nel 2010 e 2012 supera il limite del valore medio annuale (40 µg/m³), mentre il numero di superamenti del valore limite giornaliero (50 µg/m³ da non superare più di 35 volte l'anno) è superato in tutti gli anni analizzati.

L'analisi degli ossidi di azoto (tabella 2.4), mostra che nella stazione di Niscemi il valore limite annuale (40 µg/m³) è superato in tutti e 3 gli anni considerati e nel 2012 si sono verificati 7 superamenti del limite orario (200 µg/m³ da non superare più di 18 volte l'anno). Per questo inquinante la figura 2.3 illustra a titolo di esempio, l'andamento medio giornaliero per il 2011 evidenziando un andamento bimodale, solitamente riconducibile alle attività antropiche giornaliere ed al traffico. Anche le stazioni N.5 e N.12 di Gela mostrano valori simili a quelli della stazione di Niscemi sia nei valori medi annuali (superiori a 40 µg/m³) sia nell'andamento giornaliero. Le altre due stazioni N.7 e N.9 di Gela mostrano diversamente medie annuali basse variabili tra circa 5-10 µg/m³ ed un andamento giornaliero diverso. Le due stazioni N.5 e N.12 sono collocate come quella di Niscemi in zone di traffico, diversamente dalle stazioni N.7 e N.9.

2.3 Simulazioni di dispersione e ricaduta al suolo

Parallelamente alla valutazione della qualità dell'aria sono state condotte le simulazioni di dispersione e ricaduta delle emissioni in atmosfera degli inquinanti della raffineria per verificare l'interessamento del territorio di Niscemi. A tal fine sono state simulate solo le emissioni dagli alti camini che hanno potenzialmente la capacità di disperdersi a distanza interessando l'area in studio. La tabella 2.5 elenca le emissioni convogliate con le caratteristiche geometriche di ciascuna sorgente. Le simulazioni non hanno potuto includere le emissioni delle torce, essendo queste dispositivi di emergenza non simulabili con valori continui di emissione.

La Regione Siciliana ha fornito, inoltre, i dati di orografia dell'area in studio. I dati, su richiesta, sono stati forniti dal Servizio Sistemi Informativi Territoriali e Cartografia dell'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana. Tali informazioni sono state introdotte nel modello di simulazione al fine di produrre stime più accurate di concentrazione al suolo degli inquinanti atmosferici emessi dalla raffineria di Gela. L'area, infatti, presenta un'orografia complessa spostandosi dalla costa verso l'interno dove è collocato il comune di Niscemi con quote del terreno che crescono fino ad arrivare ad oltre 300 metri nella zona di interesse. Le simulazioni sono state condotte su un'area di circa 18 km per 13 km, suddivisa in un grigliato di 150 per 100 recettori, distanti tra loro 120 m per 130 m. A questa griglia regolare sono stati aggiunti due recettori specifici collocati in corrispondenza delle due stazioni N.10 e N.11 di Niscemi.

Le simulazioni hanno riguardato le emissioni degli ossidi di azoto e zolfo dai camini sulla base dei dati, trasmessi dall'Arpa Sicilia, relativamente alle risultanze degli autocontrolli ai camini della raffineria nel 2012.

Le simulazioni hanno considerato la meteorologia di circa 3 anni, dal 2010 al 2012, come registrati dalla stazione N.13 collocata nel comune di Gela. La distribuzione di frequenza dei venti nel periodo è mostrata in figura 2.4. I risultati delle simulazioni per SO₂ sono illustrate nelle figure 2.5-2.6-2.7 e per NO₂ nelle figure 2.8-2.9-2.10.

I risultati mostrano per Niscemi, in riferimento alle ricadute massime giornaliere e medie nel periodo analizzato, un buon accordo con i dati misurati delle stazioni di monitoraggio. La stazione N.10 di Niscemi che misura l'SO₂ mostra come valori massimi giornalieri nei 3 anni considerati concentrazioni variabili tra 5-8 µg/m³, confrontabili con i valori 9-10 µg/m³ calcolati dal modello. Per le ricadute medie del periodo il modello calcola su Niscemi valori di 0.8 µg/m³, anche questi in accordo con i valori variabili tra 0.81-1.81 µg/m³ misurato nella stazione. Non vi è invece accordo tra il dato massimo ad 1 ora calcolato dal modello (150-200 µg/m³) rispetto a quello misurato nella

2

stazione variabile tra 12-35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tali differenze possono essere dovute alla variabilità emissiva delle sorgenti, non introdotta nel modello, ed alla variabilità meteorologica. Tali parametri hanno un peso quando si osservano valori su brevi periodi quali l'ora mentre riducono il loro peso su medie più lunghe come quelle giornaliere o annuali.

Per l' NO_2 il confronto tra dato misurato e stimato dal modello è più complesso, poiché questo inquinante ha, diversamente dal biossido di zolfo sorgenti di emissione rilevanti diverse da quella industriale. Tuttavia, sulla base dei precedenti risultati ottenuti per il tracciante SO_2 , possiamo considerare che i valori massimi giornalieri e medi annuali dell' NO_2 stimati dal modello rappresentino una buona stima del contributo della Raffineria alle concentrazioni misurate a Niscemi. Le ricadute massime giornaliere calcolate sono circa 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre quelle medie di periodo sono circa 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Effettuando un confronto con i valori misurati e riportati nella tabella 2.4, ne consegue che per questo inquinante il contributo della Raffineria sia trascurabile.

Infine sono state analizzate le concentrazioni di SO_2 misurate nella stazione N.10 di Niscemi in funzione della direzione di provenienza del vento, misurata contemporaneamente. L'analisi, illustrata nella figura 2.11, evidenzia che concentrazioni significativamente più elevate, anche se sempre inferiori ai valori limite, si riscontrano in corrispondenza dei settori di vento sud e sud-ovest (settori 8-12) ovvero quando i venti trasportano verso Niscemi i fumi emessi dalla raffineria.

2.4 Conclusioni

Le analisi condotte valutando sia le misure delle stazioni di monitoraggio sia le potenziali ricadute delle emissioni al camino della raffineria di Gela, suggeriscono che il territorio di Niscemi è interessato dai fumi industriali. Per i macroinquinanti analizzati, si può ragionevolmente supporre che le concentrazioni di SO_2 misurate siano per la maggior parte dovute alle emissioni della Raffineria, anche se si mantengono sempre al di sotto dei valori limiti dati dalla normativa. L' NO_2 e PM_{10} mostrano, diversamente, valori che si pongono oltre i limiti della normativa ed il contributo industriale è di più difficile valutazione, essendo questi inquinanti emessi da sorgenti diverse quali il traffico. La stazione che registra questi due inquinanti è, infatti, collocata in una strada ad elevato traffico. Facendo riferimento alle simulazioni, per l' NO_2 , il contributo industriale sembrerebbe molto basso.

Per il PM_{10} vale un discorso analogo a quello dell' NO_2 . Per questo inquinante le simulazioni di dispersione e ricaduta non sono state effettuate poiché le emissioni industriali sono espresse per particolato sospeso totale e non per lo specifico PM_{10} , non consentendo quindi né un confronto con le misure al suolo effettuate dalle stazioni di monitoraggio né una stima del contributo industriale. Tuttavia, per il PM_{10} , oltre i valori di concentrazione, sarebbe importante effettuare la caratterizzazione chimica in termini di microinquinanti, in particolare di diossine, IPA e metalli pesanti, contenuti nella frazione inalabile di particolato sospeso. Tali inquinanti, che per loro caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche sono particolarmente pericolose per la salute umana sia per esposizione inalatoria sia per ingestiva (diossine), dovrebbero essere valutate tramite campagne di misura *ad hoc* sia sul particolato sospeso sia su quello sedimentabile. La caratterizzazione del particolato potrebbe, inoltre, fornire informazioni utili per comprendere il contributo industriale, poiché per alcuni microinquinanti l'emissione di origine industriale è caratteristica e predominante.

Infine, nella base NRTF verranno predisposti due gruppi elettrogeni da 1MW ciascuno. Tali dispositivi lavoreranno in emergenza e quindi non rappresentano una fonte di emissione continua di inquinanti atmosferici, Questi impianti rientrano nell'art.272 del D.Lgs 152/2006 (Impianti e attività in deroga) e sono elencati nella parte I dell'Allegato IV alla parte quinta del D.Lgs 152/2006. "....
L'elenco si riferisce a impianti e ad attività le cui emissioni sono scarsamente rilevanti agli effetti dell'inquinamento atmosferico. Si applicano esclusivamente i valori limite di emissione e le prescrizioni specificamente previsti, per tali impianti e attività, dai piani e programmi o dalle

normative di cui all'articolo 271, commi 3 e 4". Ovvero, per questi impianti, "La normativa delle regioni e delle province autonome in materia di valori limite e di prescrizioni per le emissioni in atmosfera degli impianti e delle attività deve tenere conto, ove esistenti, dei piani e programmi di qualità dell'aria previsti dalla vigente normativa." Si ritiene quindi che tali gruppi dovranno essere approvati dagli organi competenti locali con le prescrizioni relative alle normative vigenti sul proprio territorio.

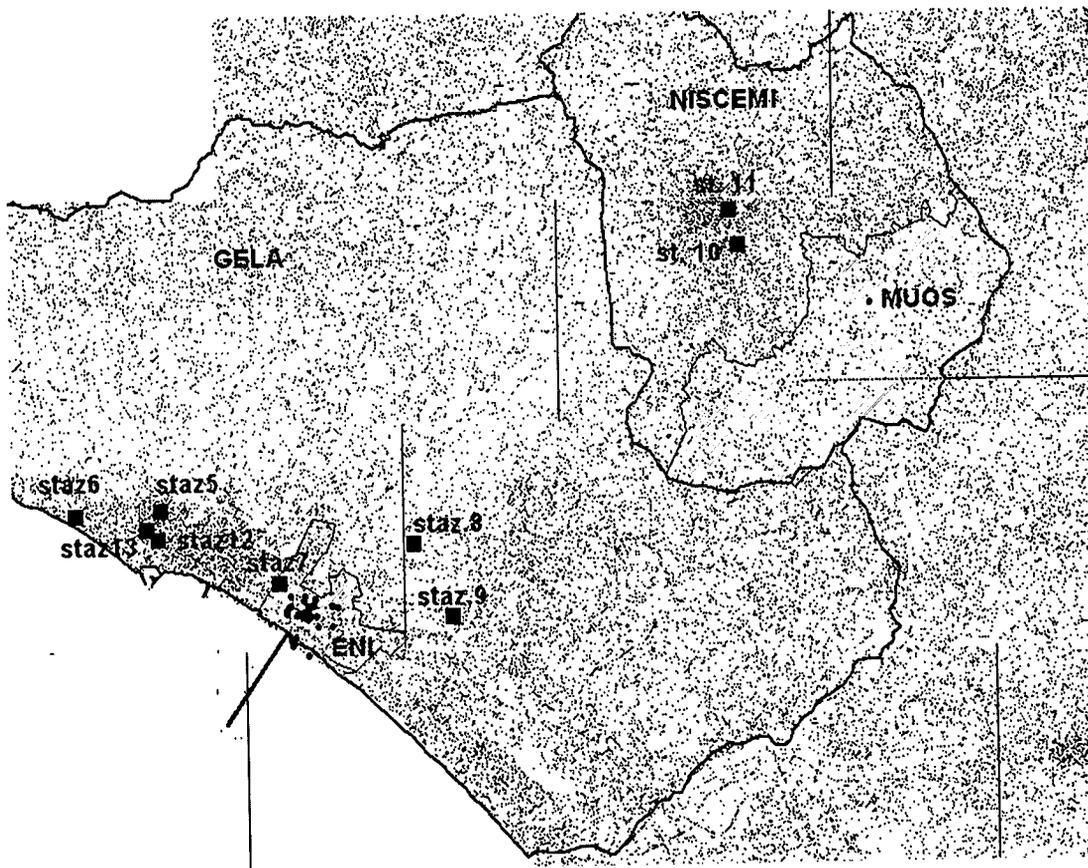


Figura 2.1: area in studio

Handwritten signatures and initials are present below the caption. On the right side, there is a large signature and the initials "AP". At the bottom right, there is a signature and the number "4" above the initials "AP".

Tabella 2.2: distribuzione delle medie giornaliere in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di SO_2 nelle stazioni di monitoraggio QA

2010	media	sd	25	50°	75	95	min	max
N.5	1.86	1.57	0.70	1.44	2.51	5.01	0.00	11.91
N.6	0.44	0.47	0.22	0.33	0.50	0.97	0.08	4.37
N.7	5.89	10.86	0.35	1.20	6.24	29.59	0.05	71.41
N.8	3.00	2.56	1.48	2.47	3.87	6.69	0.00	25.82
N.9	1.88	3.81	0.49	0.77	1.22	7.57	0.07	29.92
N.10	1.12	1.06	0.40	0.80	1.52	3.26	0.00	8.13
2011	media	sd	25	50°	75	95	min	max
N.5	1.88	1.43	0.86	1.48	2.49	4.80	0.10	8.96
N.6	0.32	0.24	0.14	0.25	0.43	0.77	0.01	1.36
N.7	10.51	19.67	0.59	2.21	12.03	44.19	0.07	187.25
N.8	2.97	2.59	1.38	2.43	3.73	7.43	0.00	21.09
N.9	1.81	3.63	0.52	0.94	1.62	6.05	0.07	48.40
N.10	0.81	0.70	0.35	0.65	1.06	1.92	0.01	5.25
2012	media	sd	25	50°	75	95	min	max
N.5	1.78	1.35	0.86	1.59	2.32	3.82	0.06	10.73
N.6	1.10	1.80	0.27	0.78	1.40	2.58	0.03	20.29
N.7	6.76	16.98	0.73	1.72	6.01	26.14	0.00	201.19
N.8	5.49	5.74	1.92	3.69	6.60	16.99	0.01	37.72
N.9	2.80	4.85	0.53	0.99	2.32	12.75	0.00	26.76
N.10	0.93	2.21	0.35	0.67	1.06	1.91	0.04	6.30

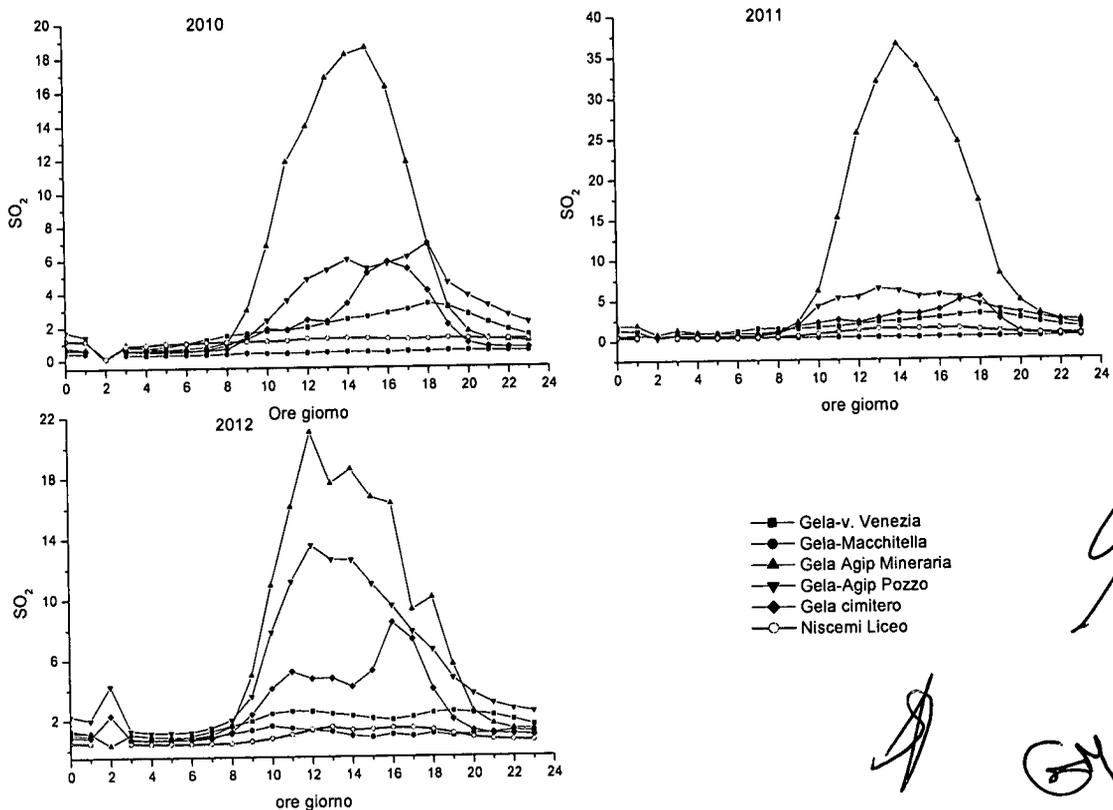


Figura 2.2: andamento orario delle concentrazioni di SO_2 nelle stazioni di monitoraggio QA

[Handwritten signature]

Tabella 2.3: distribuzione delle concentrazioni giornaliere di PM₁₀ (µg/m³) nelle stazioni di monitoraggio QA e numero di superamenti annuali del limite giornaliero

2010		Media	Sd	25°	50°	75°	95°	min	max	N sup
N.5	Gela	37.34	21.65	26.6	32.8	40.4	71.5	6.9	198.5	33
N.7	Gela	29.18	21.85	18	26	33	62	2	199	26
N.11	Niscemi	40.58	18.22	28.5	36.2	47.4	71.9	5.2	143.7	66
N.12	Gela	35.61	23.57	25	30.8	38.3	74.1	6.2	248.4	39
2011		Media	Sd	25°	50°	75°	95°	min	max	N sup
N.5	Gela	30.33	11.43	24.1	29.2	35.6	48.7	5.6	114.1	15
N.7	Gela	24.6	15.6	16.1	22.3	29.9	45	4	199.4	9
N.11	Niscemi	36.24	14.94	27.3	33.7	42.7	64.6	6.3	114.7	52
N.12	Gela	30.66	12.54	23.6	28.25	34.8	54	7.5	114.2	19
2012		Media	Sd	25°	50°	75°	95°	min	max	N sup
N.5	Gela	30.76	10.78	24	29	36	47	1	88	15
N.7	Gela	24.43	12.71	18	22	29	44	2	116	8
N.11	Niscemi	46.13	31.43	31	38	49	112	8	199	78
N.12	Gela	27.23	10.92	20	26	32	45	0	86	8

Tabella 2.4: distribuzione delle concentrazioni di NO₂ µg/m³ nella stazione di Niscemi e numero di superamenti annuali del limite orario

NO ₂	Media	sd	25°	50°	75°	95°	Min	Max	N. sup 1h
2012	59.63	32.68	35.00	57.00	80.00	116.00	0	347.0	7
2011	56.69	31.95	32.80	53.80	76.20	115.70	1.4	194.7	-
2010	55.17	30.13	32.90	52.10	74.10	109.30	1.7	197.4	-

A collection of handwritten signatures and initials in black ink, including 'Jen', 'CC', 'SE', 'MC', 'GP', 'RP', and others, some with a small number '6' above them.

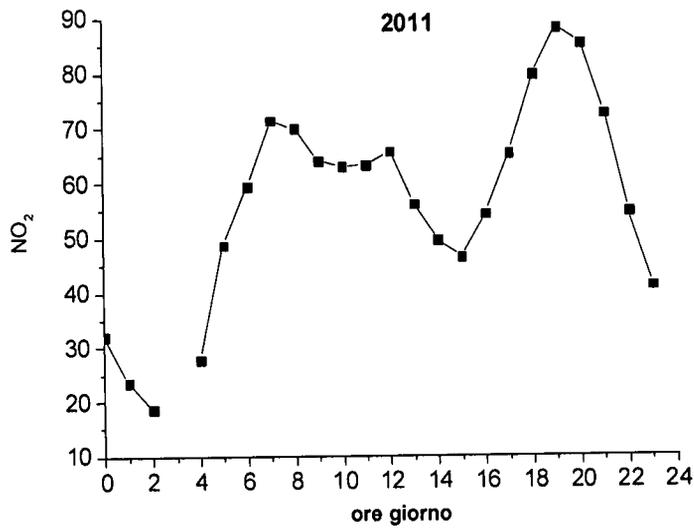


Figura 2.3: andamento giornaliero del NO₂ registrato nella stazione di Niscemi

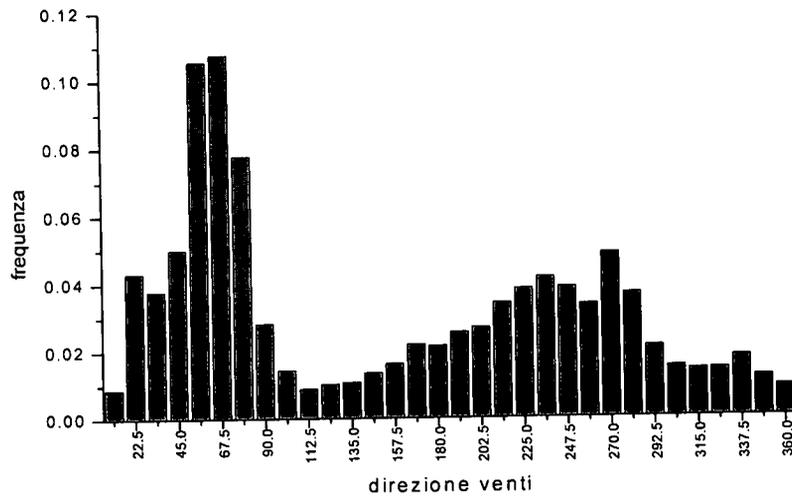


Figura 2.4: distribuzione di frequenza delle direzioni dei venti registrati dalla stazione meteorologica di Gela.

di *B* *se* *M2* *RP* *AP* *7 AP*

Tabella 2.5: elenco delle sorgenti convogliate della raffineria.

SIGLA	ATTIVITA'	ALTEZZA DAL	AREA SEZ.
E1	Topping 1 - Forno 300-F1	68.50	3.15
E2	Topping 2 - Forno 302-F1	60.00	2.86
E3	SNOx - Camino	150.00	50.65
E4	FCC - CO Boiler	84.60	3.79
E5	Vacuum - Forno 330-F1	65.40	2.14
E6	Vacuum - Forno 330-F1	65.40	2.14
E7	Coking 1 - Forno 303-F1/F2/F3	68.50	3.80
E8	Unifining BTX - Forno 306-F1	34.00	0.69
E9	Platforming BTX - Forno 306-F2	35.00	1.00
E10	Unifining Motor Fuel - Forno 305-F101	35.00	0.53
E11	Platforming Motor Fuel - Forno 305-F102	40.00	1.12
E12	Desolfurazione Flussanti - Forno 308-F1	13.90	1.82
E13	Desolfurazione Gasoli - Forno 307 - F101	29.00	2.43
E14	Platfining - Forno F2/F1	33.00	2.78
E15	Alchilazione - Forno 317-F1	41.00	4.29
E16	Claus - Termocombustore B2	78.60	3.10
E17	Texaco - Colonna V-303A	42.50	0.12
E18	Texaco - Colonna V-303B	42.50	0.12
E19	Acido Solforico - Colonna C6	42.00	1.13
E20	Acido Solforico - Camino K1	14.00	0.16
E21	CTE - CAMINO 1	150.00	10.18
	CTE - CAMINO 2	150.00	10.18
	CTE - CAMINO 3	150.00	10.18
	CTE - CAMINO 4	150.00	13.85
E22	Coking 2 - Forno F-301	64.00	2.58
E23	LCN - Forno F-201	44.00	1.88
E24	Cabina verniciatura Imbottigliamento GPL	6.00	0.19
E25	Ingresso forno essiccamento	6.00	0.19
E26	Uscita forno essiccamento	6.00	0.19
E27	Candela Deposito interno Carburanti	8.00	0.07
E28	TAF - Camino "espulsione aria"	9.00	N.D.
E29	TAF - Camino "espulsione"	10.00	N.D.
E30	TAS-Sistema espulsione azoto deodorizzato	4.00	0.02
E31	TAS-Sistema espulsione azoto	4.00	0.02
C1	Emissioni non routinarie derivanti dalle	16.00	
T1	Torcia di sicurezza "B"	62.00	n.d.
T2	Torcia di sicurezza "C"	62.00	n.d.
T3	Torce di sicurezza "D e D1" - I due sistemi	152.00	n.d.
T4	Torcia di sicurezza "TK-101" Impianto	11.20	n.d.

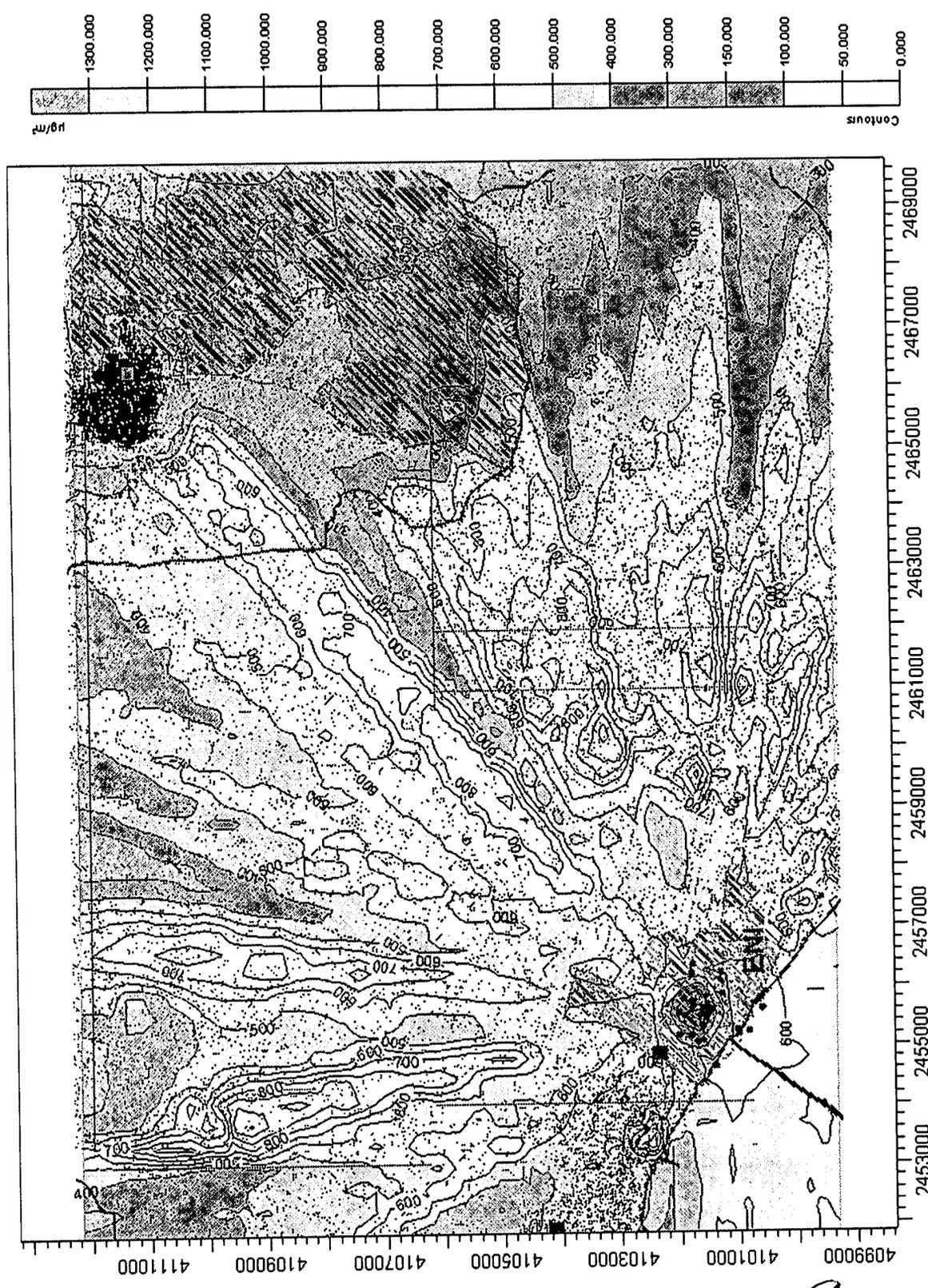


Figura 2.5: Ricadute massime orarie di SO₂

RP *se* *ML* *li* *A* *AP*
Q

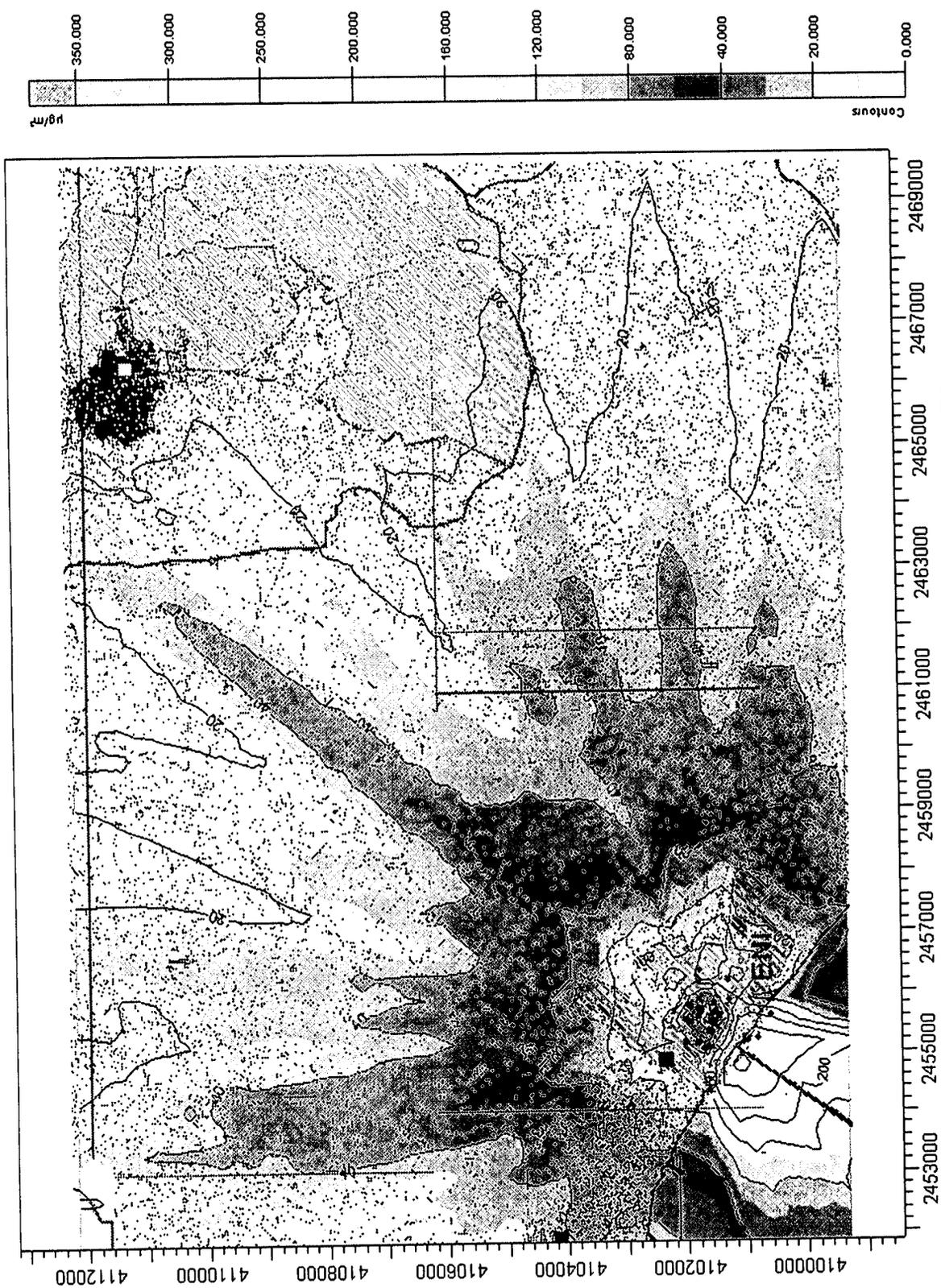


Figura 2.6: Ricadute massime giornaliere di SO₂

Handwritten signatures and initials:
 SP, RP, L, Li, M, A, AP

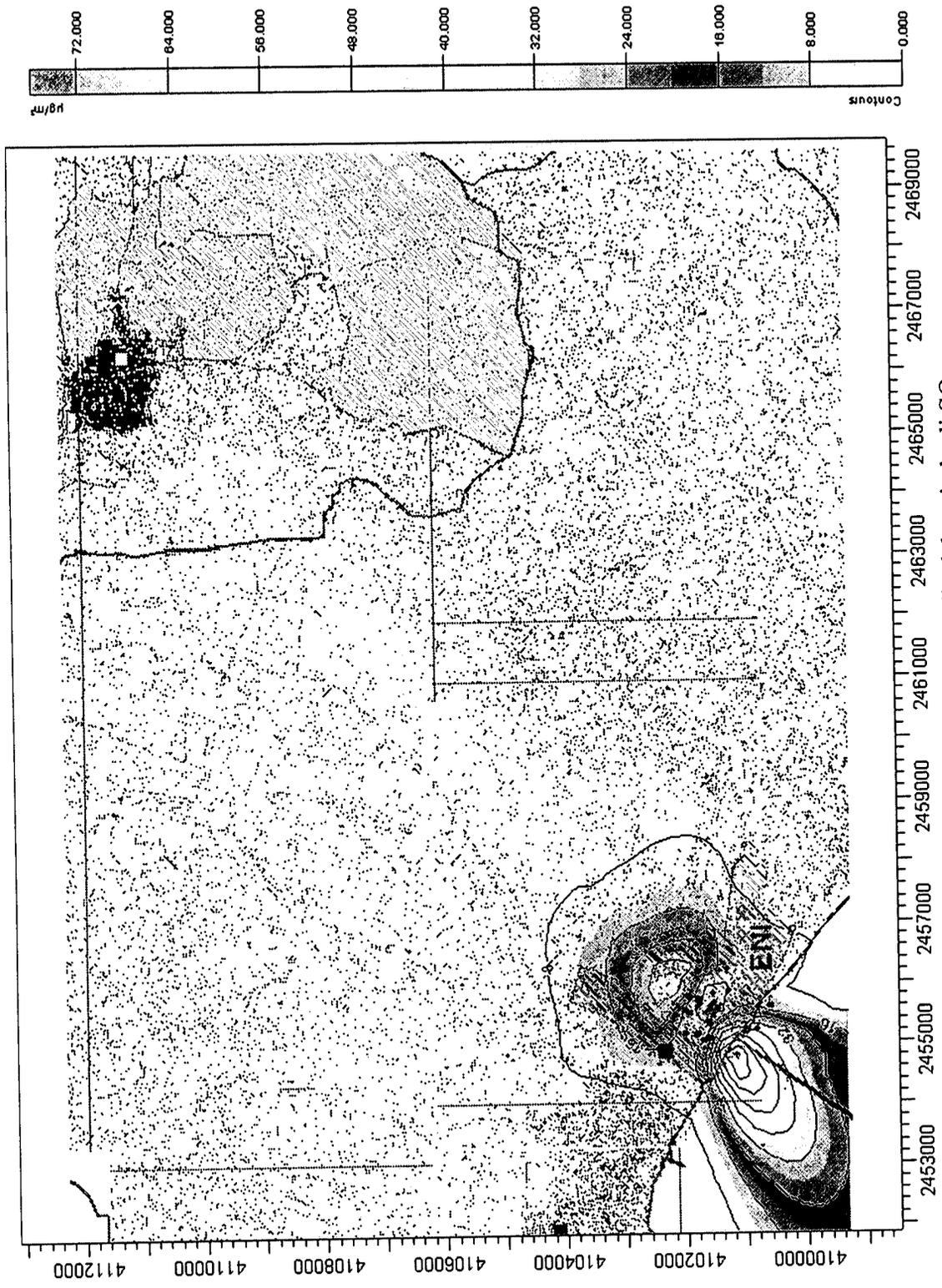


Figura 2.7: Ricadute medie del periodo di SO₂

Handwritten signatures and initials:
 L
 RP
 L
 MZ
 S
 AP
 G

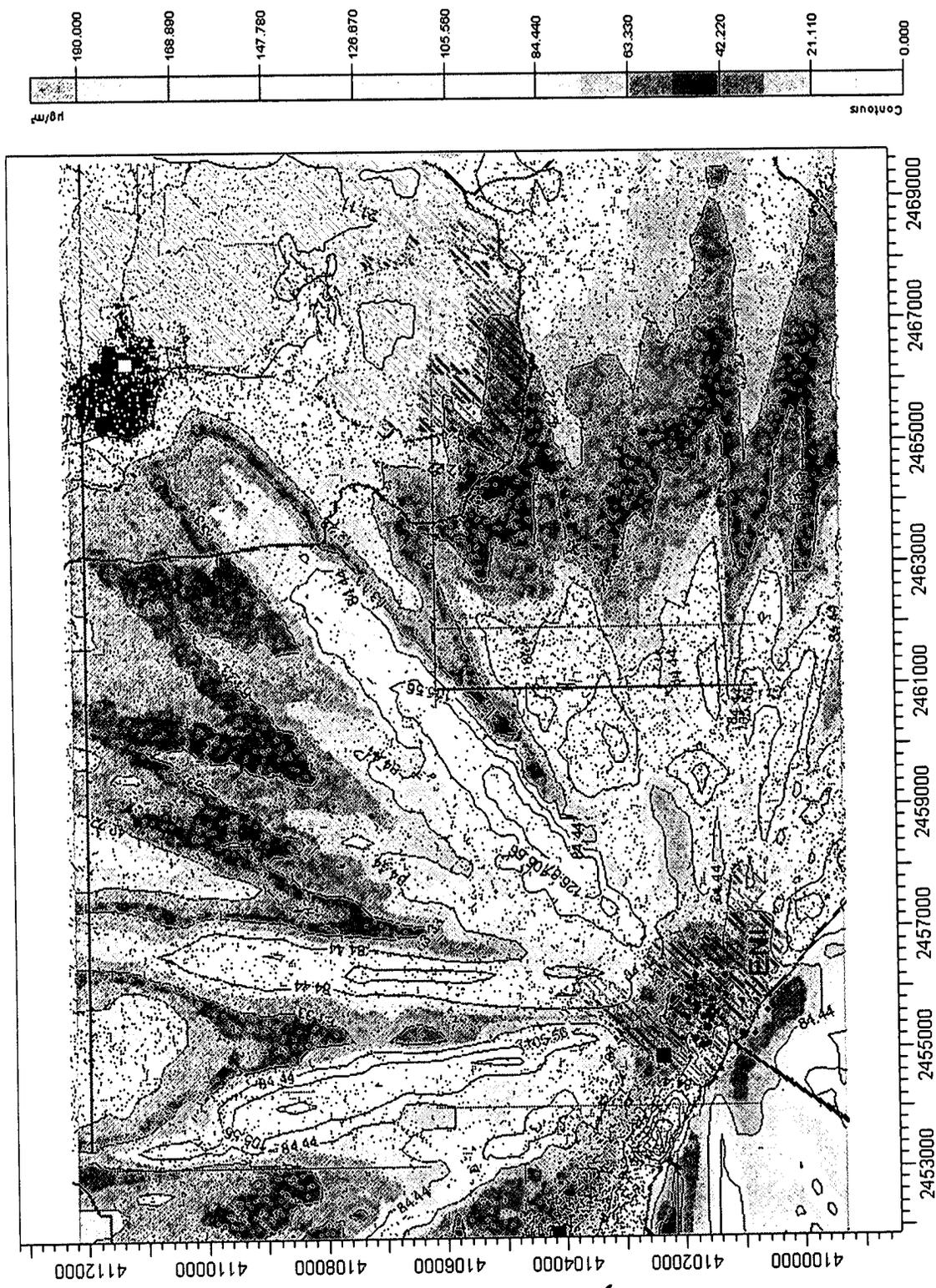


Figura 2.8: Ricadute massime orarie NO₂

Handwritten signatures and initials:
 Jh
 U
 Z
 u-rr
 M
 G
 AP
 G
 J

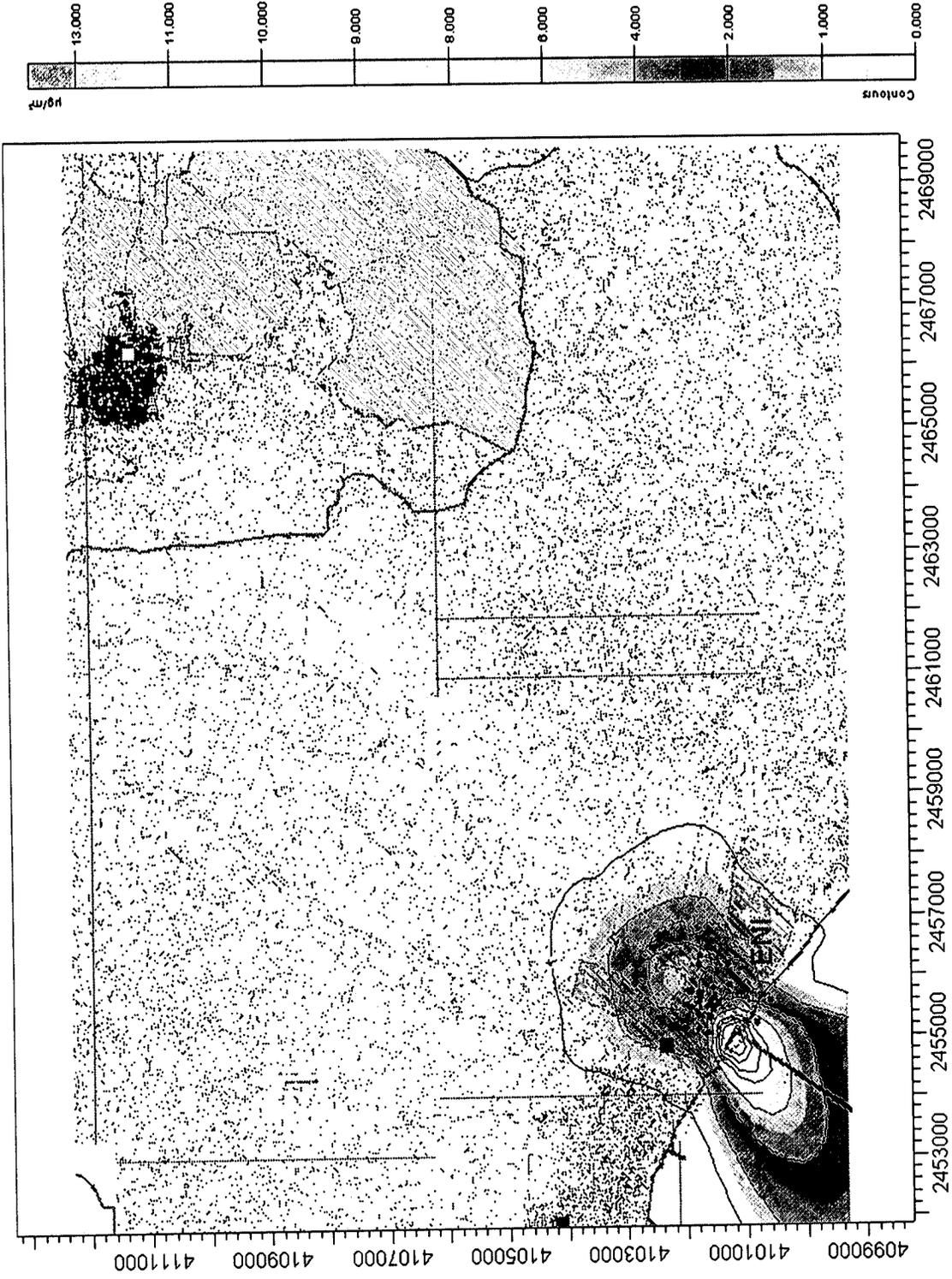


Figura 2.10: Ricadute medie periodo NO₂

de
u
L
MZ
RP
u
AP

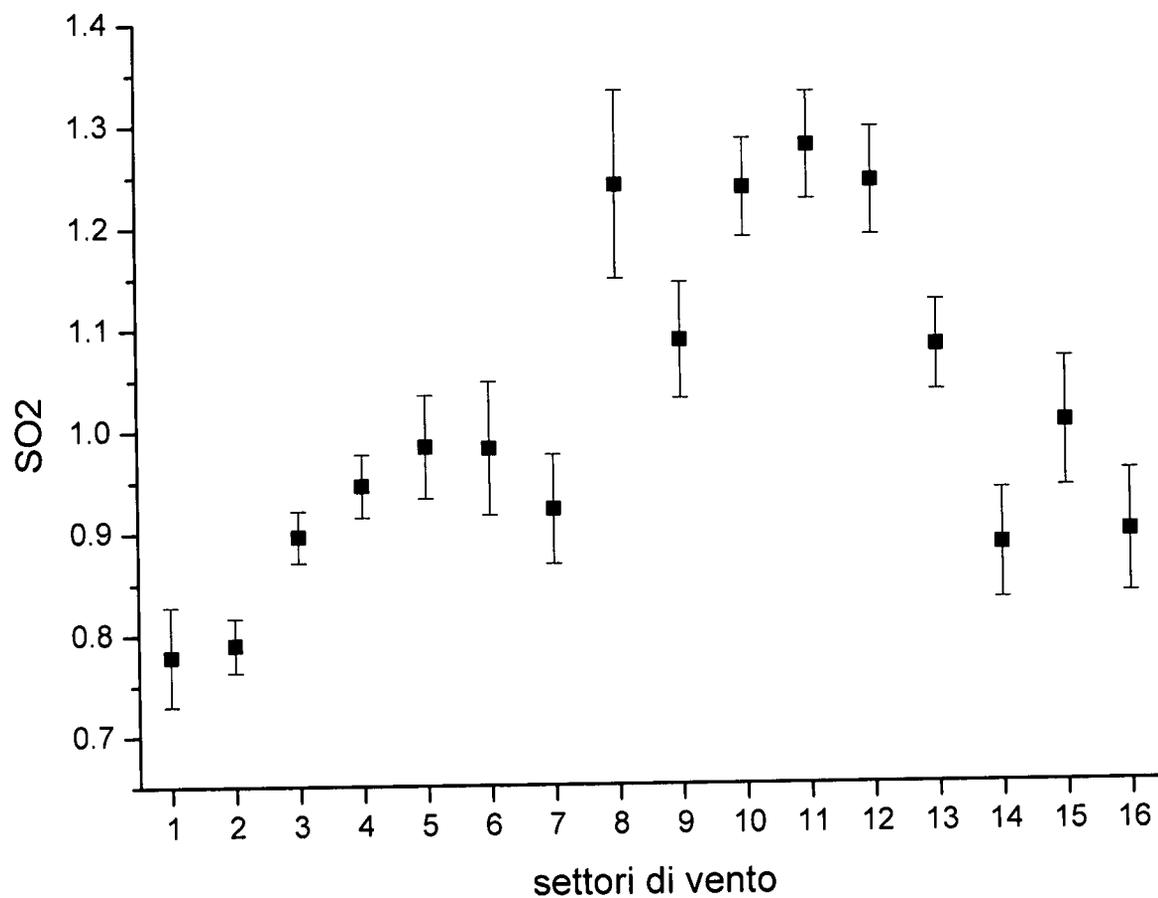


Figura 2.11: concentrazione media SO₂ per settore di provenienza del vento ed errore standard

f
 L
 RP
 M7
 li
 AP
 15
 AP

Elenco dei dati trasmessi dagli enti locali (ARPA, Regione)

Benzene Staz. 12 2012	O3 Staz. 12 2012	SO2_staz_6_2010
Benzene stazione 12 2011	O3 stazione 5 2011	SO2_staz_7_2010
benzene_staz_12_2010	O3_staz_5_2010	so2_staz_10_2010
CO Staa. 6 2012	O3_staz_12_2010	Temp. Staz.13 2012
CO Staz.5 2012	Ozono stazione 12 2011	Temperatura Staz. 13 2011
CO Staz.11 2012	Pioggia Staz.13 2012	Temperatura_Staz._13 2010
CO Staz. 12 2012	Pioggia Staz. 13 2011	Umidità relativa Staz. 13 2011
CO Stazione 5 2011	Pioggia_Staz. 13_ 2010	Umidità Relativa_Staz. 13_2010
CO stazione 6 2011	PM10 stazione 5 2011	
CO stazione n. 11 2011	PM10 Staz.11 2012	
CO stazione n. 12 2011	PM10 Staz.12 2012	
CO_staz_5_2010	PM10 Staz. 5 2012	
CO_staz_6_2010	PM10 Staz. 7 2012	
CO_staz_11_2010	PM10 stazione 7 2011	
CO_staz_12_2010	PM10 stazione 11 2011	
COORDINATE STAZIONI DI RILEVAMENTO	PM10 stazione 12 2011	
Direzione del vento Staz.13 2011	PM10_staz.7_2010	
Direzione del vento_Staz.13_ 2010	PM10_staz_5_2010	
DV Staz.13 2012	PM10_staz_11_2010	
NMHC Staz.5 2012	PM10_staz_12_2010	
NMHC Staz. 12 2012	Press. Staz.13 2012	
NMHC stazione 5 2011	Pressione Staz. 13 2011	
NMHC stazione 12 2011	Pressione Stazione 13 anno 2010	
NMHC_staz_5_2010	Radiazione solare Staz. 13 2011	
NMHC_staz_12_2010	Radiazione Solare_Staz._13_2010	
NO2 staz. 5 2011	RS Staz.13 2012	
NO2 Staz. 5 2012	SO2 Staz. 6 2012	
NO2 Staz. 7 2012	SO2 stazione 6 2011	
NO2 Staz. 9 2012	SO2 Staz.5 2012	
NO2 staz. 11 2011	SO2 Staz. 7 2012	
NO2 Staz. 11 2012	SO2 Staz. 8 2012	
NO2 Staz. 12 2012	SO2 Staz. 9 2012	
NO2 stazione 7 2011	SO2 Staz. 10 2012	
NO2 stazione 9 2011	SO2 Stazione 5 2011	
NO2 stazione 12 2011	SO2 stazione 8 2011	
NO2_staz_5_2010	SO2 stazione 9 2011	
NO2_staz_9_2010	SO2 stazione 10 2011	
no2_staz_7_2010	SO2_staz_5_2010	
NO2_staz_11_2010	SO2_staz_8_2010	
NO2_staz_12_2010	SO2_staz_9_2010	
O3 Staz. 5 2012	SO2_Staz. 7_ 2011	

Tipo: Foglio di lavoro di Microsoft Office Excel
 Autore: Provincia CL
 Dimensione: 153 KB
 Data ultima modifica: 22/05/2013 8.28

13 2010
2011

I file denominati ATAxix_MDT rappresentano le informazioni orografiche del territorio, (forniti da: Servizio Sistemi Informativi Territoriali e Cartografia dell'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana); i file excel sono i dati delle stazioni di monitoraggio degli inquinanti forniti da ARPA Sicilia.



Profilo di Salute della Popolazione residente nel Comune Di Niscemi: analisi dei dati correnti di mortalità ed ospedalizzazione con una contestualizzazione demografica

Centro di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute

3.1 Introduzione

Nell'ambito del Gruppo di Lavoro "MUOS Niscemi" l'attività assegnata al CNESPS, in particolare all'Ufficio di Statistica dell'Istituto Superiore di Sanità che in esso è collocato, è quella di "redigere un profilo di salute della popolazione residente interessata, utilizzando le fonti informative disponibili, quali le schede di dimissione ospedaliera (SDO) ed i dati di mortalità".

Il metodo seguito è quello adottato dall'ISS per analisi epidemiologico-statistiche su aree sottoposte a pressione ambientale: si analizzano i dati correnti disponibili, mediante il calcolo degli appropriati indici statistici, corretti per età e condizione socio-economica. Per descrivere il profilo di salute della popolazione di interesse sono stati utilizzati gli indicatori riconosciuti come più "robusti" disponibili, ossia i dati sui decessi delle persone residenti a Niscemi (indipendentemente dal luogo di decesso) e i dati relativi ai residenti a Niscemi per i quali è stato registrato un ricovero in ospedale (in qualsiasi area Italiana). Sono stati utilizzati i dati ufficiali forniti rispettivamente dall'ISTAT e dal Ministero della Salute.

Il profilo di salute, contestualizzato con una caratterizzazione demografica, prende in considerazione, per mortalità ed ospedalizzazione i grandi gruppi di patologie: malattie infettive, tumori maligni, sistema nervoso, sistema circolatorio, sistema respiratorio, sistema digestivo, sistema urinario. All'interno delle malattie infettive, dei tumori maligni, delle malattie neurologiche, circolatorie e respiratorie è stata svolta un'analisi di dettaglio su varie cause.

Le frequenze di decessi e ricoveri per cause specifiche osservate nel Comune di Niscemi sono state confrontate con quelle dell'intera Regione Sicilia con opportune tecniche statistiche che tengono conto della composizione per età e condizione socio-economica delle popolazioni esaminate.

In tal modo sono stati evidenziati "eccessi" e "difetti" di mortalità e ospedalizzazione rispetto all'intera Regione di appartenenza. Tali differenze sono espresse dal valore dell'indice SMR o SHR che è maggiore di 100 in presenza di un "eccesso" e inferiore a 100 in presenza di un "difetto". Per ogni valore puntuale del SMR (per la mortalità) e del SHR (per le ospedalizzazioni) sono stati calcolati gli intervalli di confidenza (IC) al 90% che indicano l'ambito di variabilità attribuita alla stima puntuale.

Per ciascuna delle fonti sono stati analizzati, separatamente per genere, i dati più recenti disponibili: per la mortalità, riferiti al periodo incluso tra gli anni 2003 e 2009 (esclusi 2004-2005 non resi disponibili dall'ISTAT), per i ricoveri ospedalieri per il periodo 2005-2010.

Tutti i dettagli sulla metodologia, compresa l'articolazione delle 56 cause di morte e 46 di ricovero, sono contenuti nell'Appendice Tecnica.

3.2 Contesto demografico

Il comune di Niscemi (Provincia di Caltanissetta) ha una popolazione residente, all'ultimo Censimento della popolazione svolto nel 2011, di 27.975 persone, di cui 13.810 uomini e 14.165 donne.

Nell'arco temporale in esame (un quinquennio) sono deceduti 586 uomini e 529 donne, a fronte della nascita di 828 maschi e 780 femmine, presentando quindi un "saldo positivo" della popolazione. Il *sex ratio* (indice demografico che rapporta i nati vivi di genere maschile a quello relativo al genere femminile) medio degli ultimi 10 anni (2002-2011) risulta essere pari a 106,1, indicando una prevalenza di nati maschi in linea con il dato atteso. Il *sex ratio* viene in genere

utilizzato come indicatore di salute riproduttiva; in condizioni di particolare pressione ambientale è stata descritta una diminuzione del valore del "sex ratio", con uno svantaggio per il genere maschile.

Analizzando la struttura per età della popolazione, descritta mediante l'utilizzo grafico delle "piramidi dell'età" (Figure 3.1 e 3.2) si evidenzia come la popolazione del Comune di Niscemi abbia una struttura più giovane rispetto al riferimento regionale.

Fig. 3.1 Distribuzione percentuale per età e genere della popolazione residente nel Comune di Niscemi

Popolazione residente nel Comune di Niscemi, Censimento 2011

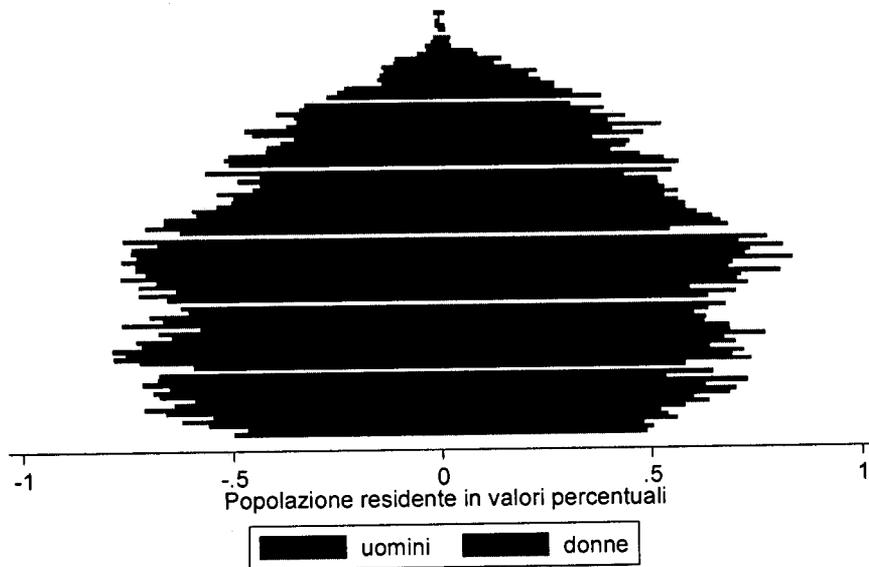
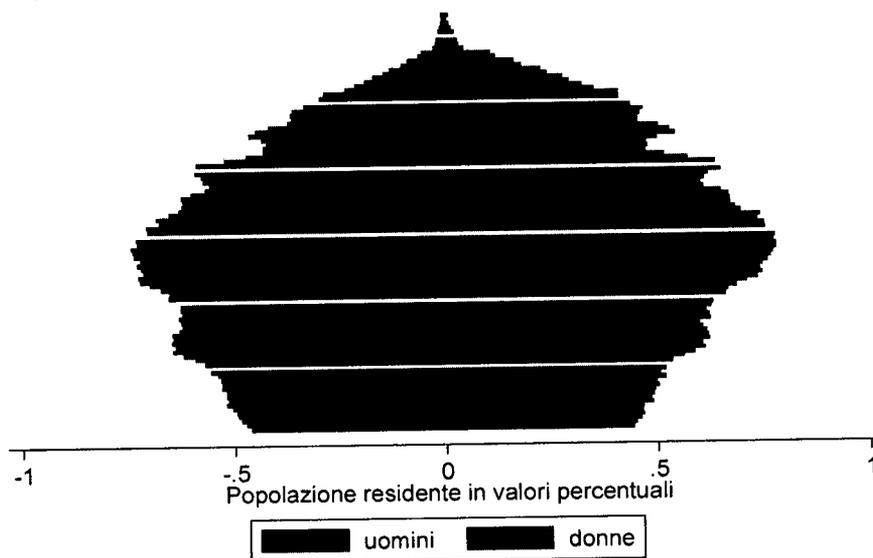


Fig. 3.2 Distribuzione percentuale per età e genere della popolazione della Regione Sicilia

Popolazione residente nella Regione Sicilia, Censimento 2011



[Handwritten mark]

[Handwritten mark]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten initials]

[Handwritten signature]

[Handwritten mark]

3.3 Risultati

3.3.1 Sintesi dei risultati della mortalità per causa (PERIODO 2003-2009)

Sono state esaminate 56 cause di morte (vedere Appendice tecnica per l'elenco completo). Non si evidenziano differenze significative nella mortalità generale (tutte le cause, tutte le età) rispetto al riferimento regionale in entrambi i generi (tabella 3.1)

Analizzando il genere maschile, emergono eccessi significativi per: mieloma multiplo (7 casi SMR 250), malattie infettive e parassitarie (SMR 215), in particolare per epatite virale (7 casi, SMR 257) e per malattie cerebrovascolari (SMR 130). Vi sono invece alcuni deficit significativi di mortalità per le seguenti cause: diabete mellito, infarto miocardico acuto, malattie dell'apparato genito-urinario (in particolare insufficienza renale acuta e cronica).

Relativamente al genere femminile le cause che presentano un eccesso significativo sono: le malattie infettive e parassitarie (SMR 196), le malattie cerebrovascolari (SMR 122) e la cirrosi e altre malattie croniche del fegato (SMR 219).

Si ha invece un deficit significativo di mortalità per infarto miocardico acuto.

3.3.2 Analisi dei ricoverati secondo la diagnosi principale (periodo 2005-2010)

Sono state esaminate le schede di dimissione ospedaliera in regime ordinario e di day-hospital relative a 46 patologie (vedere Appendice tecnica per l'elenco completo) indicate come diagnosi principale (sono state escluse le cause violente e le complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) (Tabella 3.2). Nella Tabella 3.2 non sono citate quelle cause per cui non risultano ricoveri.

L'analisi fa emergere, in entrambi i generi, un eccesso significativo di residenti ricoverati rispetto al riferimento regionale: SHR 147 per gli uomini e SHR 157 per le donne.

In entrambi i generi si osservano eccessi significativi di ospedalizzazione per tumori maligni primitivi del fegato (SHR 342 uomini, SHR 278 donne), mieloma multiplo (SHR 190 uomini, SHR 187 donne), malattie infettive e parassitarie (SHR 247 per gli uomini e 268 per le donne), malattie del sistema nervoso centrale (SHR 114 negli uomini e SHR 115 nelle donne), malattie del sistema circolatorio (SHR 131 uomini, SHR 160 donne) e tra queste ultime : malattie cardiache, malattie ischemiche del cuore, malattie cerebrovascolari.

Inoltre si evidenziano eccessi per malattie dell'apparato respiratorio (SHR 186 uomini, SHR 189 donne) complessivamente e in particolare le infezioni delle alte vie respiratorie.

Sempre in eccesso le malattie dell'apparato digerente (SHR 199 uomini, SHR 230 donne) ed in particolare per cirrosi e altre malattie croniche del fegato (SHR 217 uomini, SHR 240 donne), malattie dell'apparato urinario (SHR 176 uomini, SHR 210 donne).

In più per il genere maschile si evidenziano eccessi significativi per i tumori maligni nel loro complesso (SHR 111), tra cui il tumore del polmone (SHR 132) e i tumori maligni delle ossa e della cartilagine (SHR 246); inoltre si registra un eccesso malattie polmonari cronico ostruttive (SHR 183).

Invece per il genere femminile si registra un eccesso per tumori maligni del sistema linfoematopoietico (SHR 131).

Risulta significativamente inferiore al riferimento regionale l'ospedalizzazione per asma in entrambi i generi e negli uomini per nefrite/nefrosi e per tumore del pancreas e dell'encefalo ed altre non specificate parti del sistema nervoso.

de ce A li

MZ BR RP

3.4 Confronto con il profilo di salute del sin di Gela (comune di Gela)

Il comune di Niscemi, insieme a quelli di Butera e Gela costituisce una delle "Aree ad alto rischio di crisi ambientale" definite dalla normativa della Regione Siciliana: l'area denominata "Gela".

Il profilo di mortalità che si osserva nella popolazione di Niscemi è in alcuni aspetti simile a quello della popolazione di Gela (dati prodotti nell'ambito del Progetto CCM dell'ISS "Sorveglianza epidemiologica di popolazioni residenti in siti contaminati, in corso di pubblicazione): si osservano infatti eccessi significativi in entrambi i comuni per malattie cerebrovascolari in entrambi i generi e mortalità dovuta a mieloma multiplo solo per gli uomini. Non viene osservato per il Comune di Niscemi l'eccesso di mortalità maschile per il complesso dei tumori, che risulta invece significativo a Gela, né l'eccesso di mortalità per malattie circolatorie significativo solo tra le donne di Gela. Gela, infine, presenta altri rischi di mortalità non evidenziati a Niscemi: tra le donne, diabete mellito e tra gli uomini demenze.

Per contro, a Niscemi si osservano rischi di mortalità per malattie infettive significative in entrambi i generi. Per quanto riguarda il ricorso alle ospedalizzazioni, i due siti condividono eccessi significativi per varie patologie, quali: mieloma multiplo (solo negli uomini a Gela), malattie del sistema circolatorio, malattie del sistema nervoso centrale, malattie respiratorie ed urinarie. Per quanto riguarda i ricoverati per il complesso dei tumori maligno si ha un eccesso significativo tra gli uomini a Niscemi ed in entrambi i generi a Gela.

3.5 Confronto con altri studi

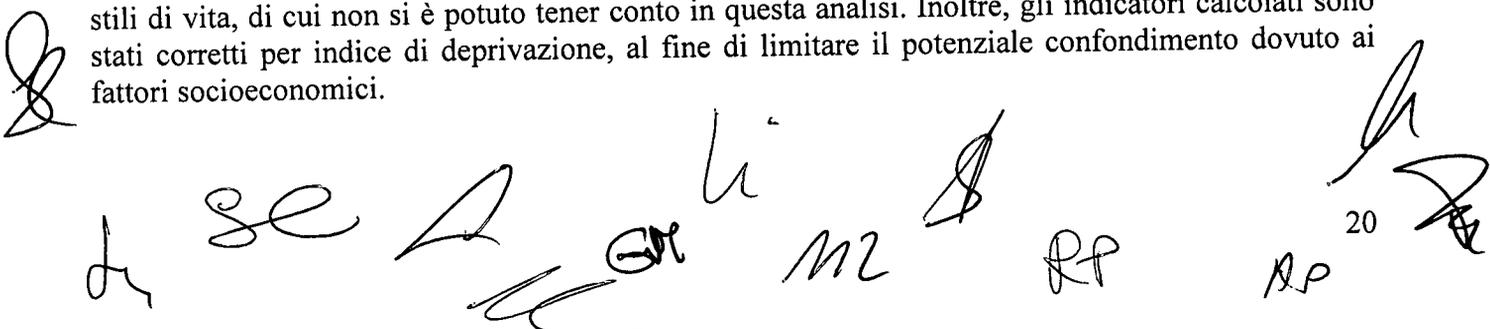
Nel Gennaio 2013 è stato pubblicato un Supplemento monografico del Notiziario dell'Osservatorio Epidemiologico della Regione Siciliana (a cura di: Ministero della Salute, Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale, Regione Lazio ed Assistenza Tecnica Epidemiologica Sicilia) dal titolo "Stato di Salute della popolazione residente nelle aree a rischio ambientale e nei siti di interesse nazionale per le bonifiche della Sicilia".

I dati analizzati nel Rapporto suddetto si riferiscono agli stessi fenomeni da noi descritti (mortalità ed ospedalizzazione) ma le fonti sono locali e gli intervalli temporali sono più ampi: per la mortalità la fonte è il RENCAM della Regione Siciliana (2004-2011) e per le ospedalizzazioni le SDO della Regione Siciliana (2007-2011); i metodi non sono esattamente gli stessi rispetto a quelli da noi usati, ed inoltre i risultati riportati per il Comune di Niscemi sono relativi ad un numero ristretto di cause di mortalità. Ciò posto, tuttavia, il quadro epidemiologico della popolazione di Niscemi che emerge nei due studi può dirsi analogo.

3.6 Conclusioni

Il profilo di salute della popolazione del comune di Niscemi, basato sull'analisi sia della mortalità che delle ospedalizzazioni per le cause selezionate, di cui molte strettamente connesse a documentate fonti di esposizione ambientale ^(1,2), presenta, in confronto con la situazione regionale, un quadro critico degno di attenzione, che per molteplici aspetti risulta sovrapponibile a quello della popolazione del Comune di Gela.

La scelta di utilizzare la Regione come popolazione di riferimento oltre a fornire una stabilità dei tassi anche per patologie molto rare, ha permesso un confronto con una popolazione più simile di altre (es. intera popolazione italiana) per quanto riguarda i fattori di rischio quali quelli legati agli stili di vita, di cui non si è potuto tener conto in questa analisi. Inoltre, gli indicatori calcolati sono stati corretti per indice di deprivazione, al fine di limitare il potenziale confondimento dovuto ai fattori socioeconomici.

A collection of handwritten signatures and initials in black ink, including a large stylized signature on the left, several smaller initials like 'se', 'A', 'li', 'M2', 'RP', and 'AP', and a date '20' followed by a signature on the right.

Il quadro della mortalità a Niscemi è sostanzialmente sovrapponibile con quello regionale, ma presenta alcuni segnali di criticità: malattie infettive/parassitarie e malattie cerebrovascolari per entrambi i generi, epatite virale e mieloma multiplo per gli uomini e cirrosi/altre malattie croniche del fegato per le donne.

Nel comune di Niscemi risulta invece più frequente, rispetto all'intera regione, il ricorso al ricovero ospedaliero. Una lettura integrata della mortalità e dell'ospedalizzazione evidenzia alcuni problematiche di salute da considerare. Per quanto riguarda la patologia tumorale, meritevole di attenzione è l'eccesso significativo sia di mortalità che di ospedalizzazione per mieloma multiplo tra gli uomini e per la sola ospedalizzazione tra le donne. Rispetto al dato regionale, emergono per la popolazione residente a Niscemi (sia uomini che donne) eccessi significativi per le malattie infettive/parassitarie e le malattie cerebrovascolari. Risultano inoltre eccessi significativi per patologie epatiche: negli uomini, si ha un eccesso significativo di mortalità per epatite virale e di ospedalizzazione per cirrosi/altre malattie croniche del fegato e per tumori maligni primitivi del fegato; mentre per le donne vi sono eccessi significativi per cirrosi/altre malattie croniche del fegato (sia per la mortalità che per i ricoveri) e per il tumore maligno del fegato (solo nei ricoveri).

L'aver trovato nel comune di Niscemi alcune patologie in eccesso in entrambi i generi, non indica la presenza di rilevanti rischi prettamente occupazionali, ma piuttosto sembra indicare la presenza di esposizioni di varia natura. Inoltre, va posta attenzione alla frequenza, sia in termini di mortalità che di ricoveri ospedalieri, per malattie infettive, da considerare patologie evitabili con adeguate misure di prevenzione. Infine è da considerare che l'eccesso di mieloma multiplo potrebbe essere correlabile ad esposizioni in ambito agricolo.

In merito all'esposizione a campi elettromagnetici e al profilo di salute, è da sottolineare che nella letteratura internazionale⁽³⁾ non esistono studi che abbiano fornito evidenze sufficienti per pronunciarsi in modo positivo o negativo sugli effetti sulla salute dei campi elettromagnetici ai livelli tipici delle esposizioni ambientali, ed in particolare che non esistono studi epidemiologici su installazioni come quelle previste a Niscemi.

Alla luce delle precedenti considerazioni, risulta opportuno realizzare un sistema di sorveglianza epidemiologica dello stato di salute delle persone residenti a Niscemi, che preveda l'utilizzo di ulteriori fonti informative oltre a quelle ufficiali della mortalità e dei ricoveri ospedalieri, come il registro Tumori della Provincia di Caltanissetta di recente attivazione, al fine di poter rilevare eventuali variazioni di frequenza di patologie e di fornire dati tempestivi alla popolazione residente.

Infine, la presenza nella popolazione di Niscemi di una componente per età giovanile più accentuata che nell'intera Regione richiede particolare attenzione e cautela, in linea anche con la Dichiarazione finale della V Conferenza ministeriale europea su Ambiente e Salute (*Children's Environment and Health Action Plan for Europe – CEHAP*); secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità^(4,5): "c'è una evidenza diretta che i bambini sono più suscettibili degli adulti ad almeno alcuni cancerogeni, incluse alcune sostanze chimiche e varie forme di radiazioni".

Handwritten signatures and initials at the bottom of the page, including 'se', 'L', 'G', 'h', 'RP', 'ML', 'GP', and 'AP'.

Tabella 3.1. Mortalità per causa dei residenti nel comune di Niscemi: valori assoluti e SMR (IC90%), 2003-2009*, Uomini e Donne, tutte le età

Causa	Uomini		Donne	
	Osservati	SMR ID (IC90%)	Osservati	SMR ID (IC90%)
MORTALITÀ GENERALE	586	103 (96-110)	529	101 (94-109)
Malattie infettive e parassitarie	13	215 (127-342)	9	196 (102-341)
Tubercolosi	1	287 (15-1360)	.	.
Epatite virale	7	257 (120-482)	2	108 (19-338)
Tutti i Tumori	179	110 (97-125)	105	98 (82-115)
Tumore maligno dell'esofago	4	245 (84-561)	1	213 (11-1012)
Tumore maligno dello stomaco	5	61 (24-128)	5	93 (37-196)
Tumore maligno del colon-retto	17	102 (65-152)	18	138 (89-204)
Tumore maligno del fegato e dei dotti biliari intraepatici	16	148 (93-224)	8	126 (63-228)
Tumore maligno del pancreas	5	69 (27-145)	5	70 (28-148)
Tumore maligno della laringe	3	115 (31-296)	.	.
Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone	47	117 (91-150)	5	62 (25-131)
Mesotelioma della pleura	.	.	.	.
Melanoma della pelle	1	75 (4-357)	1	121 (6-576)
Tumore maligno del tessuto connettivo e di altri tessuti molli	2	343 (61-1079)	.	.
Tumore maligno della mammella (F)	.	.	22	117 (79-167)
Tumore maligno della cervice uterina (F)	.	.	4	69 (23-157)
Tumore maligno dell'ovaio e di altro e non specificato organo genitale femminile (F)	.	.	2	42 (7-132)
Tumore maligno della prostata (M)	14	87 (53-136)	.	.
Tumore maligno del testicolo (M)	.	.	.	.
Tumore maligno del rene, dell'uretere e di altro e non specificato organo dell'apparato urinario	3	95 (26-246)	.	.
Tumore maligno della vescica	11	122 (68-201)	.	.
Tumore del sistema nervoso centrale	2	59 (10-185)	5	192 (75-403)
Tumore maligno del tessuto linfatico, ematopoietico e tessuti correlati	17	124 (79-185)	11	117 (66-194)
Morbo di Hodgkin	.	.	.	.
Linfomi non Hodgkin	3	78 (21-202)	5	196 (77-412)
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	7	250 (117-469)	4	167 (57-383)
Leucemie	7	108 (51-204)	2	50 (9-159)
Leucemia linfoide (acuta e cronica)	.	.	.	.
Leucemia mieloide (acuta e cronica)	4	138 (47-316)	1	57 (3-272)

continua

Handwritten signatures and initials scattered across the bottom of the page, including a large 'L' on the left, 'K', 'SC', 'P', 'RP', 'u', 'M2', 'GR', 'AR' with a '22' above it, and a large '9' on the right.

segue Tabella 3.1. Mortalità per causa dei residenti nel comune di Niscemi: valori assoluti e SMR (IC90%), 2003-2009*, Uomini e Donne, tutte le età

Causa	Uomini		Donne	
	Osservati	SMR ID (IC90%)	Osservati	SMR ID (IC90%)
Diabete Mellito insulino-dipendente	14	56 (34-87)	28	80 (57-109)
Demenze	7	62 (29-116)	17	95 (61-142)
Malattia del motoneurone	1	100 (5-475)	.	.
Morbo di Parkinson	2	51 (9-162)	1	31 (2-149)
Sclerosi multipla	.	.	.	.
Epilessia	.	.	.	.
Polineuropatia non specificata	.	.	.	.
Malattie del sistema circolatorio	248	111 (99-123)	259	104 (94-115)
Malattia ipertensiva	25	92 (64-129)	34	81 (60-108)
Cardiopatie ischemiche	67	93 (75-114)	50	91 (71-115)
Infarto miocardico	20	60 (40-87)	12	57 (33-93)
Malattie cerebrovascolari	92	130 (109-155)	111	122 (104-143)
Malattie sistema respiratorio	36	77 (58-102)	18	76 (49-113)
Malattie respiratorie acute	2	44 (8-139)	4	109 (37-250)
Malattie respiratorie croniche	26	80 (56-111)	7	56 (26-105)
Asma	.	.	2	276 (49-868)
Pneumoconiosi	.	.	.	.
Malattie dell'apparato digerente	16	74 (46-113)	24	133 (92-187)
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	8	68 (34-122)	17	219 (140-329)
Malattie dell'apparato genitourinario	4	35 (12-81)	10	107 (58-181)
Nefrosi	.	.	.	.
Insufficienza renale	3	31 (8-80)	9	104 (54-181)
Alcune condizioni morbose che hanno origine nel periodo perinatale	2	85 (15-267)	2	99 (18-310)
Malformazioni e deformazioni congenite, anomalie cromosomiche	2	104 (19-329)	3	165 (45-427)
Sintomi, segni e risultati anormali di esami clinici e di laboratorio, non classificati altrove	16	136 (85-207)	16	110 (69-167)
Cause esterne	35	127 (94-168)	22	126 (85-180)

*(esclusi 2004-2005 non resi disponibili dall'ISTAT)

Tabella 3.2. Ricoverati (per diagnosi principale) tra i residenti nel comune di Niscemi: valori assoluti e SHR (IC90%), 2005-2010, Uomini e Donne, tutte le età

Causa	Uomini		Donne	
	Osservati	SHR ID (IC90%)	Osservati	SHR ID (IC90%)
Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio)	8988	147 (144-149)	9790	157 (155-160)
Malattie infettive e parassitarie	735	247 (233-263)	657	268 (251-285)
Tutti i tumori maligni	541	111 (103-119)	413	106 (98-115)
Tumori maligni dell'esofago	5	193 (76-407)	1	127 (7-604)
Tumori maligni dello stomaco	15	110 (68-169)	7	79 (37-149)
Tumori maligni del colon, del retto, della giunzione rettosigmoidea e dell'ano	48	93 (72-118)	45	108 (83-138)
Tumori maligni primitivi del fegato	51	342 (267-432)	19	278 (182-408)
Tumori maligni del pancreas	5	46 (18-97)	10	105 (57-178)
Tumori maligni della laringe	10	108 (59-184)	.	.
Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni	77	137 (113-166)	10	79 (43-135)
Tumori maligni della pleura	2	84 (15-265)	1	106 (5-503)
Tumori maligni delle ossa e delle cartilagini articolari	6	246 (107-485)	1	48 (2-229)
Tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli	5	122 (48-256)	4	119 (41-272)
Melanoma maligno della cute	4	65 (22-150)	4	76 (26-174)
Altri tumori maligni della cute	75	104 (85-126)	41	104 (79-135)
Tumori maligni della mammella della donna (F)	.	.	81	90 (74-108)
Tumori maligni dell'utero (F)	.	.	31	117 (85-158)
Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini (F)	.	.	16	105 (66-159)
Tumori maligni della prostata (M)	63	100 (81-124)	.	.
Tumori maligni del testicolo (M)	6	110 (48-216)	.	.
Tumori maligni della vescica	73	103 (84-125)	20	143 (95-208)
Tumori maligni del rene e di altri non specificati organi urinari	10	68 (37-116)	7	100 (47-188)
Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso	5	49 (19-103)	14	159 (96-249)
Tumori maligni dell'encefalo	5	55 (21-115)	7	94 (44-177)
Tumori maligni della ghiandola tiroidea	3	46 (13-119)	26	118 (83-164)
Tumori maligni del tessuto linfatico ed emopoietico	58	118 (94-147)	50	131 (102-166)
Linfomi non Hodgkin	20	97 (65-142)	21	136 (91-197)
Malattia di Hodgkin	3	63 (17-162)	6	150 (65-295)
Mieloma multiplo e neoplasie immunoproliferative	16	190 (119-288)	13	187 (111-298)
Leucemie	20	105 (70-153)	12	85 (49-137)
Malattie ereditarie e degenerative e altri disturbi del sistema nervoso centrale	175	114 (100-129)	204	115 (102-129)
Malattie del sistema circolatorio	1799	131 (126-137)	1790	160 (154-167)
Malattie cardiache	1165	137 (131-144)	1223	189 (180-198)
Malattie ischemiche del cuore	543	138 (129-149)	371	200 (183-218)
Malattie ischemiche acute (Infarto miocardio, altre forme acute e subacute di cardiopatia ischemica)	319	120 (109-131)	194	156 (138-176)
Insufficienza cardiaca (scompenso cardiaco)	187	111 (98-125)	211	132 (117-148)
Malattie cerebrovascolari	458	137 (127-148)	454	141 (130-152)
Malattie dell'apparato respiratorio	1859	186 (179-193)	1404	189 (181-197)
Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza	1138	292 (278-306)	987	321 (305-339)
Malattie polmonari cronico ostruttive	289	183 (165-202)	80	87 (72-105)
Asma	35	56 (41-74)	32	62 (45-83)
Pneumoconiosi	.	.	.	.
Malattie dell'apparato digerente	2558	199 (193-206)	2537	230 (223-238)
Malattia epatica cronica e cirrosi	242	217 (194-241)	180	240 (211-271)
Malattie dell'apparato urinario	746	176 (165-187)	692	210 (197-224)
Nefrite, sindrome nefrosica, e nefrosi	103	86 (73-102)	98	107 (90-127)

APPENDICE TECNICA

Mortalità

Fonte dei dati: La base di dati utilizzata per lo studio della mortalità è quella comprendente le indagini sulle cause di morte e le popolazioni comunali fornite dall'ISTAT ed elaborate dall' Ufficio di statistica dell'Istituto Superiore di Sanità

La scelta delle cause è stata svolta seguendo il protocollo del Progetto SENTIERI – Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio di Inquinamento ^(1,2). Le cause di morte sono codificate secondo la Decima Revisione della Classificazione Internazionale della Cause di Morte (ICD-10), vigente in Italia a partire dalla mortalità del 2003⁽⁶⁾. Le cause esaminate sono le seguenti:

Causa di morte	ICD-10
MORTALITÀ GENERALE	A00-T98
Malattie infettive e parassitarie	A00- B99
Tubercolosi	A15-A19,B90
Epatite virale	B15 -B19
Tutti i Tumori	C00-D48
Tumore dell'esofago	C15
Tumore dello stomaco	C16
Tumore del colon-retto	C18-C21
Tumore primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici	C22
Tumore del pancreas	C25
Tumore della laringe	C32
Tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	C33-C34
Mesotelioma della pleura (X)	C450
Tumore del connettivo e di altri tessuti molli	C49
Melanoma della pelle	C43
Tumore della mammella (F)	C50
Tumore dell'utero (F)	C53-C55
Tumore dell'ovaio e degli altri annessi uterini (F)	C56-C57
Tumore della prostata (M)	C61
Tumore del testicolo (M)	C62
Tumore della vescica	C67
Tumore del rene e di altri non specificati organi urinari	C64,C66,C68
Tumore del sistema nervoso centrale	C70-C72,D33
Tumore del sistema linfoematopoietico totale	C81-C96
Linfomi non Hodgkin	C82-C85
Malattia di Hodgkin	C81
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	C88,C90
Leucemie	C91-C95

continua

A collection of handwritten signatures and initials in black ink, including 'R', 'M', 'L', 'U', 'ML', 'RP', 'GP', 'NA', and a large signature on the right with the number '25' next to it.

segue

Causa di morte	ICD-10
Leucemia linfoide (acuta e cronica)	C91
Leucemia mieloide (acuta e cronica)	C92
Diabete Mellito	E10-E14
Demenze	F00-F01,F020-F023,F03,G30,G310
Morbo di Parkinson	G20-G22
Malattia dei neuroni motori	G122
Sclerosi multipla	G35
Epilessia	G40-G41
Neuropatie tossiche e infiammatorie non specificate	G629
Malattie del sistema circolatorio	I00-I99
Malattia ipertensiva	I10-I15
Malattie ischemiche del cuore	I20-I25
Infarto miocardico acuto	I21-I22
Malattie cerebrovascolari	I60-I69
Malattie apparato respiratorio	J00-J99
Malattie respiratorie acute	J00-J06,J10-J18,J20-J22
Malattie polmonari croniche	J41-J44,J47
Asma	J45-J46
Pneumoconiosi	J60-J64
Malattie dell'apparato digerente	K00-K93
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	K70,K73-K74
Malattie dell'apparato genitourinario	N00-N99
Nefrosi	N00-N07
Insufficienza renale acuta e cronica	N17-N19
Alcune condizioni morbose di origine perinatale	P00-P96
Malformazioni congenite	Q00-Q99
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	R00-R99
Traumatismi e avvelenamenti	V01-Y89

Indice statistico calcolato: SMR

SMR è l'acronimo utilizzato nella letteratura scientifica per *Standardized Mortality Ratio* (rapporto standardizzato di mortalità).

Tale indice compara il numero di decessi osservati in una certa popolazione (ad es. i residenti in un Comune) con il numero di decessi attesi in essa, secondo la distribuzione di mortalità di una popolazione di riferimento (ad es. i residenti nella Regione in cui si trova il Comune).

L'aggettivo *standardizzato* si riferisce al fatto che si tiene conto delle diverse distribuzioni per età, in modo che esse non influenzino i risultati.

L'SMR esprime dunque, in percentuale, l'eccesso o il difetto di mortalità della popolazione in studio rapportata a quella di riferimento, al netto delle influenze esercitate dalla diversa composizione per età. Il valore 100 esprime il valore medio della popolazione scelta come

riferimento: valori di SMR inferiori a 100 rappresentano un difetto di mortalità, quelli superiori rappresentano eccessi.

Per una più completa trattazione statistica, un singolo valore (in questo caso l'SMR) viene corredato da un intervallo di valori (detto **Intervallo di Confidenza**, in sigla IC); valori dell'IC al 90% di confidenza indicano che vi è una probabilità del 90% che l'intervallo stimato includa la vera caratteristica della popolazione. In altre parole, esso esprime il livello di precisione dell'indicatore stimato. Se il numero di osservati è minore di 100 ci si avvale del modello di Poisson; per osservazioni pari o superiori a 100 casi è stata impiegata l'approssimazione di Byar.

Per una rapida lettura dei dati, si ricordi che gli SMR i cui intervalli di confidenza contengono il valore 100 sono da considerare non significativi.

Ricoveri

Fonte dei dati

Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO) disponibili presso l'Ufficio di Statistica dell'ISS, fornite dal Ministero della Salute

La scelta delle cause. Poiché lo scopo è quello di studiare i ricoveri per patologie che possono risentire dei fattori di inquinamento ambientale, in primo luogo l'analisi riguarda le cause cosiddette naturali (cioè sono escluse le cause violente); sono stati inoltre esclusi i parti (con le loro conseguenze). Sono stati esaminati grandi gruppi di patologie: malattie infettive, tumori maligni, sistema nervoso, sistema circolatorio, sistema respiratorio, sistema digestivo, sistema urinario. All'interno dei tumori maligni, delle malattie circolatorie e respiratorie è stata svolta un'analisi di dettaglio su varie cause.

Le cause di ricovero sono codificate secondo la "Classificazione delle Malattie, Traumatismi, Interventi Chirurgici e Procedure Diagnostiche e Terapeutiche", versione Italiana della *International Classification of Diseases – 9th Revision – Clinical Modification* (ICD-9-CM) ⁽⁷⁾.

Le cause di ricovero esaminate sono le seguenti:

Cause	ICD-9-CM
Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio)	001-629,677-799
Malattie infettive e parassitarie	001-139
Tutti i tumori maligni	140-208
Tumori maligni dell'esofago	150
Tumori maligni dello stomaco	151
Tumori maligni del colon, del retto, della giunzione rettosigmoidea e dell'ano	153-154
Tumori maligni primitivi del fegato	155.0
Tumori maligni del pancreas	157
Tumori maligni della laringe	161
Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni	162
Tumori maligni della pleura	163
Tumori maligni delle ossa e delle cartilagini articolari	170
Tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli	171
Melanoma maligno della cute	172

continua

segue

Cause	ICD - 9 - CM
Altri tumori maligni della cute	173
Tumori maligni della mammella della donna (F)	174
Tumori maligni dell'utero (F)	179-180, 182
Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini (F)	183
Tumori maligni della prostata (M)	185
Tumori maligni del testicolo (M)	186
Tumori maligni della vescica	188
Tumori maligni del rene e di altri non specificati organi urinari	189
Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso	191-192
Tumori maligni dell'encefalo	191
Tumori maligni della ghiandola tiroidea	193
Tumori maligni del tessuto linfatico ed emopoietico	200-208
Linfomi non Hodgkin	200, 202
Malattia di Hodgkin	201
Mieloma multiplo	203
Leucemie	204-208
Malattie del sistema nervoso centrale	330-349
Malattie del sistema circolatorio	390-459
Malattie cardiache	390-429
Malattie ischemiche del cuore	410-414
Malattie ischemiche acute (Infarto miocardio, altre forme acute e subacute di cardiopatia ischemica)	410-411
Scompenso cardiaco	428
Malattie cerebrovascolari	430-438
Malattie dell'apparato respiratorio	460-519
Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza	460-466, 480-487
Malattie polmonari cronico ostruttive	490-492, 494, 496
Asma	493
Pneumoconiosi	500-505
Malattie dell'apparato digerente	520-579
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	571
Malattie dell'apparato urinario	580-599
Nefrite, sindrome nefrosica, e nefrosi	580-589

Metodo seguito

Analisi dei ricoverati: per descrivere l'ospedalizzazione che riguarda una popolazione, l'analisi viene svolta sulle persone ricoverate (e non sui ricoveri), di cui si descrive il primo ricovero avvenuto nel periodo di tempo esaminato.

Tipo di ricovero: l'analisi riguarda l'insieme dei ricoveri ordinari e in *day hospital*, di tipo acuto; escludendo cioè i ricoveri nelle lungo-degenze e nelle riabilitazioni, strutture che non sono attinenti alle cause che stiamo analizzando.

Diagnosi: ciascuna SDO riporta una "diagnosi principale" e fino a cinque "diagnosi secondarie"; si è deciso di esaminare solo la diagnosi principale, optando per la cosiddetta "scelta conservativa"

che potrebbe portare ad una sottostima dei casi, ma che minimizza i falsi positivi; infatti, studi italiani, che hanno comparato le cartelle cliniche con le SDO al fine di studiarne l'accuratezza e la completezza, hanno dimostrato la soddisfacente accuratezza con cui si compila la diagnosi principale rispetto alle altre diagnosi secondarie la cui registrazione si presenta lacunosa; inoltre studi italiani e internazionali dimostrano che le misure basate solo sulla diagnosi principale sono più specifiche (meno falsi positivi), mentre le misure che prendono in considerazione tutte le diagnosi sono più sensibili (meno falsi negativi).

Indici statistici calcolati: sono stati calcolati per genere, il numero assoluto di ricoverati ed il rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR, Standardized Hospitalisation Rate) rispetto alla situazione regionale, corredato dall'intervallo di confidenza al 90%. La definizione dell'SHR è analoga a quella dell'SMR già descritto.

L'analisi delle SDO fornisce certamente un utile contributo alla conoscenza dello stato di salute di una popolazione, occorre tuttavia tenere conto del fatto che tale fonte nasce per esigenze amministrative e non epidemiologiche; inoltre, l'evento ospedalizzazione non presenta le stesse caratteristiche di unicità e precisione di classificazione rispetto alla mortalità.

Interessanti considerazioni sull'uso delle SDO negli studi su salute ambiente sono contenuti in lavori nazionali ed internazionali ⁽⁸⁻¹²⁾.

Aggiustamento per indice di deprivazione

Tutti i rapporti standardizzati calcolati in questo lavoro sono stati aggiustati per indice di deprivazione. L'indice di deprivazione (ID) ⁽¹³⁾ è una misura composita di area, che esprime la deprivazione a livello di popolazione; tali indici sono stati prodotti inizialmente in Gran Bretagna per descrivere e studiare le differenze di salute tra aree diverse ⁽¹⁴⁻¹⁶⁾ ed ora vengono usati correntemente nelle analisi epidemiologiche per tenere conto delle condizioni socio-economiche delle popolazioni in studio. L'indice di deprivazione qui utilizzato, calcolato a livello comunale a partire dai dati del Censimento generale della popolazione Italiana del 2001, si basa su cinque condizioni che concorrono a descrivere il concetto multidimensionale della deprivazione sociale e materiale: basso livello di istruzione, disoccupazione, mancato possesso dell'abitazione, famiglia monogenitoriale e alta densità abitativa. L'indice è la somma di indicatori standardizzati categorizzati in quintili di popolazione ⁽¹⁷⁾.

9

BIBLIOGRAFIA

1) Pirastu et al. Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento (Sentieri) Valutazione della evidenza epidemiologica. *Epidemiol Prev* 2010;34(5-6) Suppl 3

2) Pirastu et al. Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento (Sentieri). Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4.)

3) IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Non-Ionizing Radiation, part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields. Volume 102. Lyon, France, 2013.

4) World Health Organization. *Environmental Health Criteria 237*. Principles for evaluating health risks in children associated with exposure to chemicals. Geneva, World Health Organization, 2007.

5) World Health Organization. Summary of Principles for Evaluating Health Risks in Children Associated with Exposure to Chemicals. Geneva, World Health Organization, 2011.

6) OMS. Classificazione statistica internazionale delle malattie e dei problemi sanitari correlati. Decima revisione. Ministero della Sanità, Vol. 1-3, 2001

Handwritten signatures and initials at the bottom of the page, including a large signature on the left and various initials like 'RP', 'SM', 'AP', and 'F' on the right.

- 7) Classificazione delle malattie, dei traumatismi, degli eventi chirurgici e delle procedure diagnostiche e terapeutiche. Versione italiana della ICD-9-CM. Ministero della Salute. 2004
- 8) Biggeri et al. Ambiente e salute nelle aree a rischio della Sardegna. *Epidemiol. Prev.* 2006; 30(1) Suppl 1
- 9) Brook et al. American Heart Association Scientific Statement on Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease. *Circulation* 2010; 121: 2331-2378
- 10) Fano et al. Stato di salute delle popolazione residente nelle aree ad elevato rischio ambientale e nei siti di interesse nazionale della Sicilia. *Notiziario dell'Osservatorio Epidemiologico della Sicilia.* Luglio 2005
- 11) Pasetto R, De Santis M, Minelli G, Pirastu R, Sampaolo L. Small-area approach to study mortality trends and morbidity in communities influenced by the presence of petrochemical plants. Health, work and social responsibility. International Occupational Hygiene Association Conference. Rome, 28 Sept - 2 Oct 2010. Pag 69.
- 12) Pirastu R, Pasetto R. Review of epidemiological evidence on health effects of residence near petrochemical plants. In: Mudu P, Terracini B, Martuzzi M (eds). *Human health in areas with industrial contamination.* WHO Regional Office for Europe, Copenhagen. 2011.
- 13) Cadum E, Costa G, Biggeri A, Martuzzi M. Deprivation and mortality :a deprivation index suitable for geographical analysis of inequalities. *Epidemiol Prev* 1999; 23: 175-87.
- 14) Jarman B. Identification of underprivileged areas. *BrMed J (Clin Res Ed)* 1983; 286; 1705-709.
- 15) Whitehead M. *The health divide.* Pelican Books, London 1988.
- 16) Carstairs V. Socio-economic factors at area level and their relationship with health. In: Elliott P, Wakefield JC, Best NG, Briggs DJ (eds). *Spatial epidemiology. Methods and applications.* Oxford University Press, New York 2000.
- 17) Caranci N, Grisotto L, Pacelli B, Spadea T, Costa G. L'indice di deprivazione italiano a livello di sezione di censimento: definizione, descrizione e associazione con la mortalità. *Epidemiol Prev* 2010; 34:167-176.

Handwritten initials and signatures in the right margin, including a large stylized 'G' and other illegible marks.

Handwritten initials and signatures at the bottom of the page, including 'RP', 'MI', 'GSP', 'AP', and '30 AP'.

Conclusioni

Relativamente alla valutazione dell'impatto sanitario dell'installazione del sistema MUOS presso la stazione di trasmissioni radio NRTF di Niscemi, sono stati valutati i livelli di campo elettromagnetico che le nuove antenne aggiungerebbero ai livelli preesistenti generati dalle antenne attualmente attive presso la stessa stazione.

Sulla base dei risultati dell'indagine ambientale eseguita dall'ISPRA, si ritiene che l'impatto delle antenne del sistema MUOS possa essere considerato separatamente da quello delle antenne attualmente in funzione, le quali rispettano in larga misura tutti i limiti di legge.

Le valutazioni delle esposizioni connesse alle antenne MUOS e UHF sono state effettuate sulla base dei dati forniti all'ISS dall'Ambasciata USA, integrati con altri dati più cautelativi contenuti in altra documentazione pertinente.

Le grandi dimensioni delle antenne MUOS, che possono giocare un importante ruolo nella percezione dei rischi per la salute da parte della popolazione, hanno l'effetto di estendere la regione di campo vicino a praticamente tutta l'area di interesse per la valutazione delle esposizioni ai campi elettromagnetici. Nella regione di campo vicino una valutazione precisa dei livelli di campo elettromagnetico è particolarmente complessa, e richiede l'utilizzo di codici di calcolo e di dati dettagliati sulle sorgenti che non è stato possibile reperire nel tempo limitato assegnato all'ISS. Si è pertanto proceduto, come è di uso corrente in radioprotezione (al di là di quanto possano prevedere norme tecniche citate nella legislazione italiana in materia di procedure autorizzative che esulano dal compito assegnato all'ISS), ad utilizzare, sulla base di un'analisi della letteratura scientifica e tecnica, procedure di calcolo semplificate che dessero indicazioni affidabili secondo il criterio del "caso peggiore": se il risultato di queste procedure semplificate è inferiore a determinati livelli (limiti di esposizione, soglie per gli effetti, valori di attenzione...) non è necessario ricorrere a procedure più complesse.

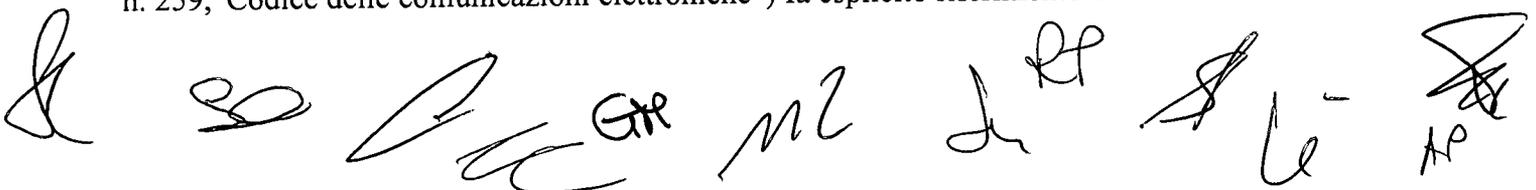
Sulla base di queste valutazioni, si è raggiunta la conclusione che, nella regione di campo vicino, al di fuori di cilindri coassiali con le antenne paraboliche, con base di diametro quadruplo rispetto alle aperture delle parabole stesse, i livelli di campo elettromagnetico sono almeno due ordini di grandezza inferiori al valore di attenzione previsto dalla normativa italiana come misura di cautela nei confronti degli ancora non accertati effetti a lungo termine dei campi elettromagnetici.

Non sono inoltre prevedibili rischi dovuti agli effetti noti dei campi elettromagnetici, e anche nell'ipotesi poco probabile di un puntamento delle antenne paraboliche a livello del terreno, o comunque nella direzione di persone che potrebbero essere esposte al fascio principale, si ritiene che tali rischi possano essere considerati trascurabili.

Per quanto riguarda le possibili interferenze su apparecchiature elettromedicali e dispositivi medici impiantabili attivi, non sono prevedibili particolari problemi connessi alla messa in funzione delle antenne MUOS.

Per le antenne UHF, per le quali è più semplice calcolare i livelli di esposizione essendo di interesse la sola regione di campo lontano, si è verificato che : 1) a poche decine di metri di distanza possono essere esclusi effetti a breve termine ed interferenze con i DMIA; 2) i limiti più restrittivi previsti dalla normativa nazionale sono rispettati già a un centinaio di metri di distanza; 3) a poco più di 200 m non si prevedono rischi di interferenze con apparecchiature elettromedicali.

La natura puramente teorica delle valutazioni qui riportate impone comunque la necessità di verifiche sperimentali successive alla messa in funzione delle antenne del sistema MUOS, qualora quest'ultime vengano effettivamente installate. A tal proposito, si sottolinea che, ai fini del procedimento autorizzativo di tali installazioni, la normativa vigente (D.Lgs. 1 agosto 2003, n. 259, "Codice delle comunicazioni elettroniche") fa esplicito riferimento alle indicazioni contenute



A series of handwritten signatures and initials are located at the bottom of the page. From left to right, they include: a stylized signature, the initials 'GR', 'MZ', 'LRF', a signature that appears to be 'S. Li', and a signature that appears to be 'AP'.

nelle norme tecniche CEI 211-10 e CEI 211-7. Questo Istituto resta a disposizione per eventuali approfondimenti in tal senso.

La valutazione del potenziale impatto della Raffineria di Gela, condotta con l'applicazione di modelli di dispersione e ricaduta al suolo degli inquinanti atmosferici emessi dai camini della raffineria, suggerisce che il territorio di Niscemi è interessato dai fumi industriali. Parallelamente, l'analisi dei dati di inquinamento registrati dalle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria di Niscemi mostra una situazione di inquinamento atmosferico non trascurabile, con particolare riferimento agli ossidi di azoto ed al particolato.

Nello specifico, per i macroinquinanti analizzati, si può ragionevolmente supporre che le concentrazioni di SO₂ registrate a Niscemi siano per la maggior parte dovute alle emissioni della Raffineria, anche se le concentrazioni si mantengono sempre al di sotto dei valori limiti dati dalla normativa. Infatti le concentrazioni stimate ed osservate sono in buon accordo tra loro. Diversamente, le concentrazioni misurate di NO₂ e PM₁₀ mostrano valori che si pongono oltre i limiti della normativa. In questi casi il contributo industriale è di più difficile valutazione, poiché tali inquinanti hanno sorgenti di emissione importanti oltre a quella industriale. Tuttavia, le simulazioni suggeriscono un contributo industriale marginale per questi due inquinanti, rispetto ai valori misurati.

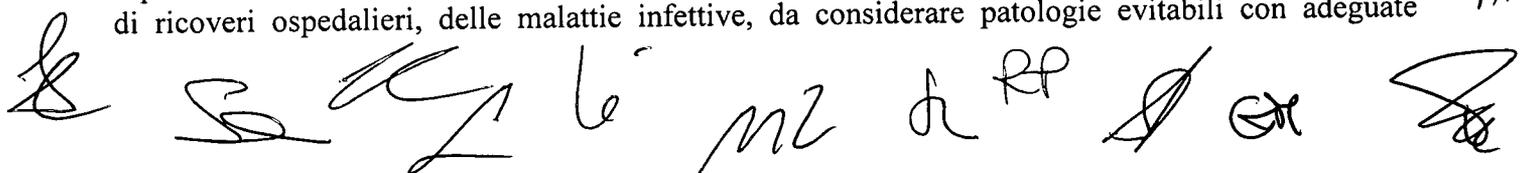
In tale contesto, un aspetto conoscitivo importante potrebbe essere la caratterizzazione di microinquinanti (diossine, IPA, metalli pesanti) contenuti nel particolato. Infatti, alcuni microinquinanti sono principalmente di origine industriale e la conoscenza del loro contenuto nel particolato potrebbe fornire elementi utili alla identificazione delle sorgenti di emissione.

In riferimento alle emissioni dei gruppi elettrogeni da 1MW, previsti nella base NRTF a seguito della installazione del sistema MUOS, questi dispositivi lavoreranno in emergenza e quindi non rappresentano una fonte di emissione continua di inquinamento atmosferico. Si ribadisce che le competenti autorità locali dovranno fornire le necessarie autorizzazioni e prescrizioni in merito alla loro realizzazione.

Il profilo di salute della popolazione del comune di Niscemi, basato su una articolata analisi di mortalità ed ospedalizzazione, presenta, in confronto con la situazione regionale, un quadro critico degno di attenzione, che per molti aspetti risulta sovrapponibile a quello della popolazione del Comune di Gela, con cui, come detto precedentemente, condivide l'esposizione a fumi industriali. Nella mortalità emergono eccessi significativi per mieloma multiplo ed epatite virale negli uomini, per cirrosi/altre malattie croniche del fegato nelle donne e per malattie infettive e cerebrovascolari in entrambi i generi.

Per quanto riguarda le ospedalizzazioni, nel comune di Niscemi risulta un eccesso di persone ricoverate per il complesso delle diagnosi esaminate e nello specifico per molte di esse: in entrambi i generi per tumori maligni primitivi del fegato, mieloma multiplo, malattie infettive, malattie del sistema nervoso centrale e del sistema circolatorio (tra queste: malattie cardiache, malattie ischemiche del cuore, malattie cerebrovascolari); inoltre, si evidenziano eccessi di persone ricoverate per malattie dell'apparato respiratorio complessivamente e in particolare, le infezioni delle alte vie respiratorie, per le malattie dell'apparato digerente ed in particolare per cirrosi e altre malattie croniche del fegato e malattie dell'apparato urinario; in più, negli uomini si evidenziano eccessi significativi per i tumori maligni nel loro complesso (e tra di essi il tumore del polmone e i tumori maligni delle ossa e della cartilagine) e per malattie polmonari cronico ostruttive; infine, per il genere femminile si registra un eccesso di ricoverate per tumori maligni del sistema linfematopoietico.

La presenza di eccessi per alcune patologie che si osserva a Niscemi in entrambi i generi, non indica la presenza di rilevanti rischi prettamente occupazionali, ma piuttosto sembra indicare la presenza di esposizioni di varia natura. Inoltre, va posta attenzione alla frequenza, sia in termini di mortalità che di ricoveri ospedalieri, delle malattie infettive, da considerare patologie evitabili con adeguate



misure di prevenzione. Infine è da considerare che l'eccesso di mieloma multiplo potrebbe essere correlabile ad esposizioni in ambito agricolo su cui le strutture sanitarie locali potrebbero indagare.

In merito all'esposizione a campi elettromagnetici e al profilo di salute, è da sottolineare che nella letteratura internazionale non esistono studi che abbiano fornito evidenze sufficienti per pronunciarsi in modo positivo o negativo sugli effetti sulla salute dei campi elettromagnetici ai livelli tipici delle esposizioni ambientali, ed in particolare che non esistono studi epidemiologici su installazioni come quelle previste a Niscemi.

La presenza nella popolazione di Niscemi di una componente giovanile più accentuata che nell'intera Regione richiede particolare attenzione e cautela, in linea con la Dichiarazione finale della V Conferenza ministeriale europea su Ambiente e Salute (*Children's Environment and Health Action Plan for Europe - CEHAP*); secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità "c'è una evidenza diretta che i bambini sono più suscettibili degli adulti ad almeno alcuni cancerogeni, incluse alcune sostanze chimiche e varie forme di radiazioni".

Alla luce delle precedenti considerazioni, risulta opportuno realizzare un sistema di sorveglianza epidemiologica dello stato di salute delle persone residenti a Niscemi, che preveda l'utilizzo di ulteriori fonti informative oltre a quelle ufficiali della mortalità e dei ricoveri ospedalieri, come il registro Tumori della Provincia di Caltanissetta di recente attivazione, al fine di poter rilevare eventuali variazioni di frequenza di patologie e di fornire dati tempestivi alla popolazione residente.

se

\$ G
ML
Z
R

u

S
u
Je
GR
RP
AP