Zeitschrift: Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica = Swiss review of architecture, engineering and urban planning

Herausgeber: Società Svizzera Ingegneri e Architetti

Band: - (2002)

Heft: 5

Artikel: Rilevamenti delle onde elettromagnetiche sugli impianti di telefonia mobile nel Cantone Ticino : metodologia e risultati

Autor: Salvadé, Andrea / Bernasconi, Giovanni

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-132464

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Rilevamenti delle onde elettromagnetiche sugli impianti di telefonia mobile nel Cantone Ticino: metodologia e risultati

Andrea Salvadè, SUPSI-DIE
Giovanni Bernasconi, DT-UPR

1. Introduzione

Di norma la verifica della conformità degli impianti della telefonia mobile alle disposizioni dell'Ordinanza federale sulla protezione da radiazioni non ionizzanti (ORNI), entrata in vigore il 1. febbraio 2000, avviene su base teorica, attraverso formulari di calcolo standard elaborati dall'Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio. Questi formulari sono compilati dagli operatori della telefonia mobile.

Il Dipartimento del territorio (DT), competente per l'applicazione dell'ORNI, ha subito ritenuto necessario ed indispensabile procedere a dei controlli attraverso misurazioni in loco. In effetti, nel marzo del 2000 è stato conferito un mandato alla Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI), quale ente «super partes» e partner tecnico del DT per il controllo e la misurazione delle immissioni degli impianti per la telefonia mobile.

Le competenze tecniche e scientifiche della SUPSI garantiscono dei controlli attendibili e oggettivi, che permettono al DT di procedere alle valutazioni ed alle decisioni che gli competono con cognizione di causa.

2. L'Ordinanza federale sulla protezione da radiazioni non ionizzanti

La ORNI si prefigge due scopi:

- proteggere gli esseri umani dagli effetti dannosi o molesti delle radiazioni non ionizzanti;
- limitare al massimo possibile, conformemente al principio della prevenzione, le emissioni di radiazioni non ionizzanti che potrebbero rivelarsi dannosi o molesti per le persone.

Essa si applica a tutti gli impianti fissi suscettibili di emettere radiazioni non ionizzanti nel campo di frequenza da 0 a 300 GHz. Tra questi gli elettrodotti, le cabine di trasformazione dell'energia elettrica, le antenne per la diffusione dei segnali Radio/TV e gli impianti per la telefonia mobile.

Per radiazioni non ionizzanti s'intendono tutte quelle radiazioni che non hanno sufficiente energia per modificare gli elementi base della materia e della vita (atomi, molecole). Con il termine «radiazioni ionizzanti» si designano invece particelle e onde elettromagnetiche di grande energia, associate al fenomeno della radioattività (ad esempio i raggi X).

La protezione dagli effetti dannosi o molesti scientificamente accertati è raggiunta rispettando i valori limite d'immissione (VLI). Questi devono essere rispettati in qualsiasi luogo.

L'ORNI ha ripreso tali valori da quelli limite di riferimento pubblicati nell'aprile 1998 dalla Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP) che valgono per la popolazione in generale. Essi sono stati riconosciuti dall'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) ed adottati in pratica da tutti gli stati europei ad eccezione dell'Italia proprio per quanto riguarda gli impianti della telefonia mobile.

Per determinare tali valori, la Commissione si è basata essenzialmente su effetti biologici che hanno potuto essere riprodotti più volte sperimentalmente. Essa non ha considerato gli effetti per la salute che non possono essere dedotti in modo inequivocabile, i risultati isolati oppure non ripetibili, nonché analisi di tipo epidemiologico.

I valori limite dell'ICNIRP consentono quindi con certezza di evitare lesioni comprovate. Per contro, essi non sono in grado di soddisfare i criteri più ampi della Legge federale sulla protezione dell'ambiente (LPAmb). La LPAmb esige, infatti, che i valori limite d'immissione siano stabiliti non soltanto secondo lo stato della scienza, ma anche secondo lo stato dell'esperienza. Si devono inoltre prendere in considerazione non solo gli effetti sulla popolazione in genere, ma anche quelli su categorie di persone più sensibili, quali bambini, ammalati, anziani e gestanti. I VLI dovranno essere modificati nel caso in cui questi dovessero rivelarsi non sufficientemente restrittivi.

Allo scopo di ridurre al minimo il rischio, l'ORNI esige delle limitazioni preventive delle emissioni da ogni impianto. Le misure di riduzione delle emissioni che sono possibili dal profilo pratico, devono essere effettivamente adottate.

Per applicare questo principio, l'ORNI definisce i cosiddetti Valori limite dell'impianto (VLImp), che dipendono dalla frequenza delle radiazioni.
Il loro valore è, a seconda dell'impianto, da 10 a 100 volte inferiore ai VLI. Mentre questi ultimi devono essere rispettati in qualsiasi luogo, i VLImp devono essere rispettati unicamente nei luoghi sensibili, in altre parole nei luoghi dove delle persone soggiornano regolarmente.
Per gli impianti della telefonia mobile, i VLImp sono 10 volte inferiori ai VLI.

Tipo d'impianto	VLImp Campo elettrico E	VLI Campo elettrico E
Impianti a 900 MHz	4 V/m	41 V/m
Impianti misti 900-1800 MHz	5 V/m	Non definito
Impianti a partire da 1800 MHz	6 V/m	58 V/m

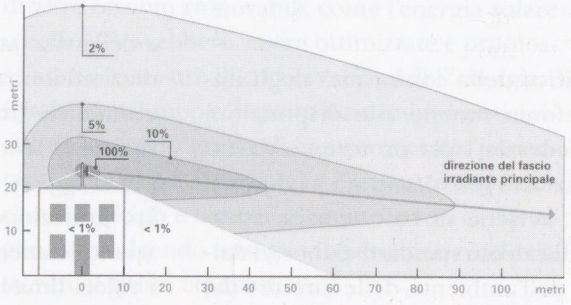
Tab. 1 – Valori limite dell'impianto VLImp. E valori limite d'immisione VLI per la telefonia mobile

3. Situazione degli impianti di telefonia mobile in Ticino

Con l'entrata in vigore, all'inizio del 1998, della nuova Legge federale sulle telecomunicazioni (LTC II), la Confederazione ha introdotto un regime di concessioni per i servizi di telecomunicazione, mobile e fissa, basato sulla libera concorrenza. Conseguentemente, nel 1998, sono state rilasciate le concessioni alle ditte Sunrise e Orange, che si sono così aggiunte a Swisscom nell'offerta di servizi di telefonia mobile. L'allestimento di nuove reti di telecomunicazione ha determinato l'installazione di numerose antenne.
La diffusione di questi impianti ha posto in risalto problematiche sia di natura ambientale (in relazione alle immissioni di RNI), sia di gestione del territorio (a causa del numero elevato d'impianti, del tipo di zone nelle quali sono sorti, generalmente densamente popolate, e dell'impatto paesaggistico).
Lo scopo della telefonia mobile è quello di permettere la comunicazione da qualsiasi luogo. Per questo essa utilizza una rete a nido d'ape formata dalle cosiddette celle.

3.1 Nozioni di base

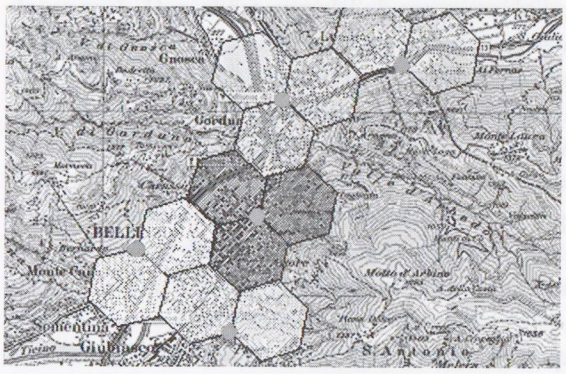
Una stazione di base emette su 360 gradi grazie a tre antenne, ognuna delle quali emette su un settore di ca. 120 gradi. Un'antenna per la telefonia mobile emette sul piano orizzontale su un settore (o con un angolo d'apertura) di ca. 120° concentrando la potenza d'emissione al centro del settore, nella cosiddetta direzione principale d'emissione, come rappresentato nella figura 1.
Più ci si sposta da questa direzione e meno potenza è emessa dall'antenna. Analogamente sul piano verticale: in questo caso l'antenna emette su un settore di ca. 12° e ad uno spostamento anche di pochi gradi dalla direzione principale corrisponde un notevole abbassamento della potenza d'emissione.



1 – Immissioni di RNI di un'antenna a 900 MHz

Nell'esempio l'antenna è posta su un palazzo, indicato in basso a sinistra. L'emissione principale avviene verso destra nella direzione indicata dalla freccia. Il VLI è superato solo in un piccolo spazio vicino all'antenna. Esso è invece rispettato al di fuori della zona indicata con il 100%. Al di fuori della zona indicata con il 10% è rispettato anche il VLImp. La distanza oltre la quale i Valori limite dell'impianto (tab. 1) sono rispettati dipende dalla potenza d'emissione e dalla posizione rispetto alla direzione principale d'antenna. Per un'antenna con le caratteristiche indicate ed una potenza d'emissione di 1000 Watt (potenza più alta rispetto a quella normalmente in uso) tale distanza può arrivare a 50 metri nella direzione principale d'antenna e può diminuire anche drasticamente al di fuori di essa, come indicato nella figura. Nei locali sotto un'antenna installata come nell'esempio raffigurato, il VLImp è rispettato se il tetto è in cemento armato, in quanto quest'ultimo attenua l'intensità d'immissione di ca. un fattore 30. In presenza di solette non massicce, non si considera nessuna attenuazione. L'intensità dell'immissione dipende in questo caso dalla distanza tra l'antenna ed il locale sensibile sottostante più esposto. In pratica i problemi maggiori si presentano quando una costruzione si trova vicino all'antenna e nella direzione principale d'irradiamento. In questo caso è possibile che il VLImp non sia rispettato. Le soluzioni sono l'innalzamento dell'antenna, oppure la diminuzione della potenza d'emissione, oppure il cambiamento dell'orientamento della direzione principale d'irradiamento.

Ad ogni cella corrisponde una stazione di base alla quale sono collegati via radio tutti i telefoni mobili presenti nell'area coperta dalla cella. Una stazione base è di norma composta da più antenne in modo da emettere a 360° sul piano orizzontale (fig. 2). Per questo, come si nota nella figura, sono indicate due o tre celle (per ognuna è installata un'antenna) per ogni stazione di base, contrassegnate con i punti rossi.
Poiché la capacità di un'antenna è limitata come numero di telefonate in contemporanea, il numero e la grandezza della cella dipende dalla stima dei possibili utenti nell'area considerata.



2 – Copertura delle antenne della telefonia mobile

Dove la densità di telefoni mobili è bassa le celle sono poche e possono avere un diametro che varia tra 1 km e 4 km; nel centro di una città o in prossimità di grandi arterie stradali sono più numerose e hanno un diametro di 300-400 m.

3.2 Dati di catasto

Nell'aprile 2002 sul territorio ticinese vi erano circa. 270 stazioni base, concentrate lungo le vie di comunicazione (autostrada e strade principali) e nelle zone più popolate. La densità delle antenne nel Sottoceneri è nettamente più alta rispetto al Sopraceneri con concentrazione più alta a Lugano. Da verifiche puntuali risulta che esse possono provocare immissioni superiori ai VLImp in un raggio fino a 50 metri a dipendenza della potenza d'emissione (vedi fig. 1). Tutti i nuovi impianti per i quali sono state rilasciate le licenze di costruzione dopo l'entrata in vigore dell'ORNI sono conformi. Gli impianti antecedenti l'entrata in vigore dell'ORNI potrebbero invece causare immissioni superiori ai VLImp.

4. Misurazioni di controllo delle immissioni

4.1 Strategia di controllo

Come indicato, le valutazioni sulla conformità degli impianti con i disposti dell'ORNI avvengono su base teorica, attraverso dei calcoli allestiti secondo un formulario ufficiale dell'Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio. Per garantire l'effettivo rispetto dell'ORNI risulta evidente la necessità di verificare quanto autorizzato attraverso dei controlli e delle misurazioni in loco precise ed affidabili. Gli obiettivi che si vogliono raggiungere sono i seguenti:

- verificare innanzi tutto l'attendibilità dei calcoli nonché dei dati tecnici e costruttivi forniti dagli operatori;
- evidenziare eventuali superamenti;
- rassicurare la popolazione della conformità degli impianti all'ORNI, sia dal profilo teorico sia da quello pratico.

Si sono inoltre definiti i seguenti indirizzi operativi:

- Monitoraggio delle immissioni su tutto il territorio (nello spazio), proporzionalmente al numero di antenne.
- Monitoraggio nel tempo delle immissioni, vale a dire un impianto può essere misurato più volte.
- Prioritariamente sono controllate:
  1. le antenne con valori teorici vicini ai VLImp stabiliti dell'ORNI;
  2. le antenne situate nelle vicinanze degli edifici particolarmente sensibili (scuole, asili, ospedali ecc.);
  3. le antenne situate in zone densamente popolate.
- Su richiesta motivata da parte dei comuni.

4.2 Metodologia

Nel marzo 2000, come già indicato in precedenza, alla Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI), già attiva nel campo dell'alta frequenza con diversi progetti industriali, è stato conferito un mandato per il rilevamento e la valutazione delle emissioni date dalle antenne GSM situate sul territori. Allo scopo è stato quindi varato un progetto incentrato sullo studio scientifico del comportamento delle onde elettromagnetiche nell'etere e sull'elaborazione di un protocollo di misura affidabile e ripetibile nel tempo.
Da luglio 2000 è iniziata la campagna di misura delle installazioni di telefonia mobile mediante l'esecuzione, secondo specifica richiesta del Cantone, di rilevamenti mirati atti alla verifica delle prescrizioni ORNI che prevedono dei valori limite di 4 fino a 6 V/m (vedi tab. 1) a dipendenza delle frequenze utilizzate.

Ogni rilevamento d'installazione svolto dal laboratorio SUPSI prevede:

- Misure differenziate in tutti i luoghi ritenuti sensibili per tutti gli stabili adiacenti all'antenna interessati. Le compagnie di telefonia mobile non sono al corrente dell'azione di rilevamento.
- Per i diversi locali d'ogni appartamento è effettuato un rilevamento su più punti di misura.
- Si prevede la detezione del valore massimo riscontrato all'interno d'ogni locale.

Durante la misura e l'elaborazione dei dati riportati in uno specifico rapporto si tiene conto dei valori massimi rilevati in ogni locale: a questi è aggiunta l'incertezza di misura. Quest'ultima viene computata tenendo conto dell'errore massimo dato dalla precisione dagli strumenti di misura e dall'errore intrinseco alla misura stessa. Ogni domanda di costruzione per installazioni della telefonia mobile deve essere corredata da uno specifico formulario dati sul sito elaborato dall'Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio. Sul formulario le compagnie dichiarano la potenza massima d'esercizio e, mediante uno specifico metodo di calcolo, verificano l'adempienza delle normative ORNI nel caso di massima potenza ERP. La maggior parte delle installazioni vengono però utilizzate da parte delle compagnie di telefonia mobile con una potenza ERP minore di quella massima omologata per l'impianto. Pertanto l'elaborazione dei dati rilevati durante la misura non si limita alla verifica dei valori di campo elettrico istantanei secondo ORNI ma, oltre al valore massimo riscontrato al momento della misura, viene calcolata una proiezione del valore del campo elettrico massimo nel caso in cui l'installazione dovesse essere attivata a potenza massima.

Su un campionario di 40 antenne scelte, perché col calcolo avvicinano maggiormente i limiti previsti dall'ORNI, sono stati riscontrati tre impianti risultati non conformi all'ORNI al momento del rilevamento. Due ulteriori impianti risulterebbero fuori norma se utilizzati alla massima potenza autorizzata.

Regione	N° di antenne misurate	%	Antenne non conformi all'ORNI Al rilevamento N°	%	Alla potenza massima N°	%
Bellinzonese	7	17				
Locarnese	5	12	1	20	1	20
Luganese	21	51	2	10	4	19
Mendrisiotto	5	15				
Valli	2	5				
TOTALE	**40**	100	**3**	7	**5**	15

5. Conclusioni e prossime attività

Da quanto rilevato, le misurazioni di controllo sono molto importanti, in particolare per gli impianti con i valori teorici d'immissione vicino ai VLImp: è possibile infatti verificare la presenza di piccoli errori di posa o di rilevamento delle quote e delle altezze, che possono influenzare in modo sostanziale l'immissione effettiva. Per quanto riguarda i dati delle potenze installate, essi sono sempre stati conformi a quanto dichiarato. Occorre ancora sottolineare che le misurazioni, come detto, si riferiscono sempre al valore massimo misurabile in un dato luogo, riportato alla potenza massima autorizzata. Al valore così ottenuto si aggiunge l'errore intrinseco dell'apparecchio di misura. Pertanto il risultato corrisponde al caso peggiore riscontrabile. Va inoltre rilevato che gli impianti misurati sono da considerarsi i più critici, poiché già con valori teorici d'immissione vicini ai valori limite e pertanto con una maggior probabilità di superamento dello stesso.

Detto questo, i superamenti registrati non sono mai stati di grande entità ed attualmente, dopo parziale risanamento delle installazioni, un solo impianto non rispetta i valori limite stabiliti dall'ORNI. Di conseguenza la situazione è sicuramente da considerarsi buona e rassicurante per la popolazione. A fronte di ciò si può inoltre affermare che l'applicazione dell'ORNI, non pregiudica lo sviluppo della telefonia mobile.

Per finire, si conferma per il prossimo futuro la continuazione dei rilevamenti su installazioni GSM con la medesima strategia vincente finora applicata. Parallelamente si è iniziato alla SUPSI uno studio sulla telefonia mobile di 3a generazione (UMTS): questo permetterà una pronta attività di monitoraggio appena saranno installate le prime stazioni UMTS.

Abbreviazioni

OMS	Organizzazione mondiale della sanità
ICNIRP	Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti
DATEC	Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e della comunicazione
UFAFP	Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio
DT	Dipartimento del territorio
UPR	Ufficio prevenzione rumori
SUPSI	Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana
ORNI	Ordinanza federale sulla protezione da radiazioni non ionizzanti
VLI	Valori limite d'immissione
VLImp	Valori limite dell'impianto
RNI	Radiazioni non ionizzanti