

Inquinamento elettromagnetico e radioattività ambientale

Monica Angelucci, Orietta Baglioni, Roberto Crea, Patrizia Di Stefano, Manuela Lucarini, Paola Sabatini

La normativa ambientale degli ultimi anni si basa essenzialmente su un approccio di tipo prevenzionistico nella tutela dell'ambiente mettendo in risalto gli aspetti di pianificazione, di integrazione degli strumenti di gestione dell'ambiente e del territorio. Questo appare ancora più evidente nelle normative di riferimento delle forme di inquinamento ambientale di natura cosiddetta "fisica" tra i quali le radiazioni non ionizzanti e le ionizzanti. L'evoluzione normativa a livello regionale, nazionale e internazionale ha seguito tempi e strade differenti e conseguentemente l'attività di controllo ambientale effettuato di ARPA, ha seguito approcci diversi richiedendo una trattazione, anche se sintetica, comunque differenziata tra le diverse componenti che costituiscono gli Agenti Fisici.

Radiazioni non ionizzanti

Si definiscono radiazioni non ionizzanti (NIR) quelle radiazioni che per la loro energia non sono in grado di produrre la ionizzazione degli atomi e delle molecole, appartengono a questa categoria tutte quelle radiazioni prodotte da impianti per radiotelecomunicazione e dal sistema di produzione, distribuzione e di utilizzo finale dell'energia elettrica. L'uso sempre crescente delle nuove tecnologie ha portato negli ultimi decenni ad un aumento sul territorio nazionale della presenza di sorgenti di campo elettrico, campo magnetico e campo elettromagnetico rendendo sempre di maggiore attualità la problematica dell'esposizione alle radiazioni non ionizzanti.

L'Agenzia regionale di protezione ambientale ha tra i suoi compiti il controllo e la vigilanza sugli effetti di impianti emettitori di radiazioni non ionizzanti che attua con valutazioni preventive e misurazioni, volte a determinare i livelli di esposizione alle varie tipologie di sorgenti, sulla base delle caratteristiche tecniche delle stesse e anche il supporto tecnico strumentale alle amministrazioni locali.

L'attività dell'Agenzia ha avuto inizio con la Deliberazione della Giunta Regionale n. 588/00, nella quale sono indicati i compiti principali di ARPA in merito all'elettromagnetismo, attività che vede coinvolti i due Dipartimenti provinciali di Perugia e Terni.

Nel primi mesi di attività, l'Agenzia ha potuto usufruire del supporto tecnico - strumentale fornito dal Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università degli Studi di Perugia, supporto che ha permesso di svolgere le principali attività di controllo e vigilanza dell'Agenzia. Nel contempo, l'Agenzia si è dotata di parte della strumentazione necessaria acquistando strumenti per misure di campo elettrico e magnetico a basse e alta frequenze ed in particolare due sistemi di misura a banda larga (o palmari) ed un sistema di misura a banda stretta (analizzatore di spettro completo di antenne). La strumentazione per misure di campo è stata completata anche con sistemi GPS/GIS e misuratore di alta precisione a raggio laser con l'obiettivo di avere un'attrezzatura polivalente che permetta di coprire le esigenze di ARPA Umbria sia sotto il profilo topografico che per la misura delle distanze in modo semplice, immediato, ma con elevata precisione.

Oltre alla dotazione strumentale, l'Agenzia si è provvista di sistemi di calcolo per le valutazioni preventive sui livelli di campo elettromagnetico atteso in seguito alla realizzazione di impianti sorgenti di NIR. L'acquisizione di strumenti di misure e di sistemi di calcolo è stato un passo impegnativo sia dal punto di vista economico che di tempo, ma necessario al fine di rendere l'Agenzia in grado di svolgere i suoi compiti istituzionali in autonomia e con un ottimo livello di qualità. Per meglio evidenziare l'attività svolta sono riportati nelle pagine seguenti alcuni grafici riassuntivi. I grafici mostrano l'attività svolta,

Figura 1 – Pareri Previsionali su Impianti RF (radiotelevisivi, stazioni radio base per telefonia mobile)

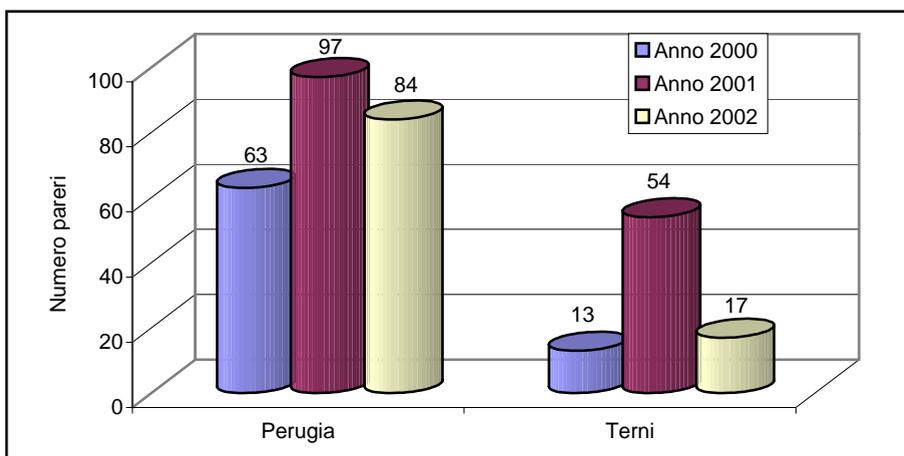


Figura 2 – Controlli di misura strumentali nei pressi di impianti trasmissivi RF (radiotelevisivi, stazioni radio base per telefonia mobile)

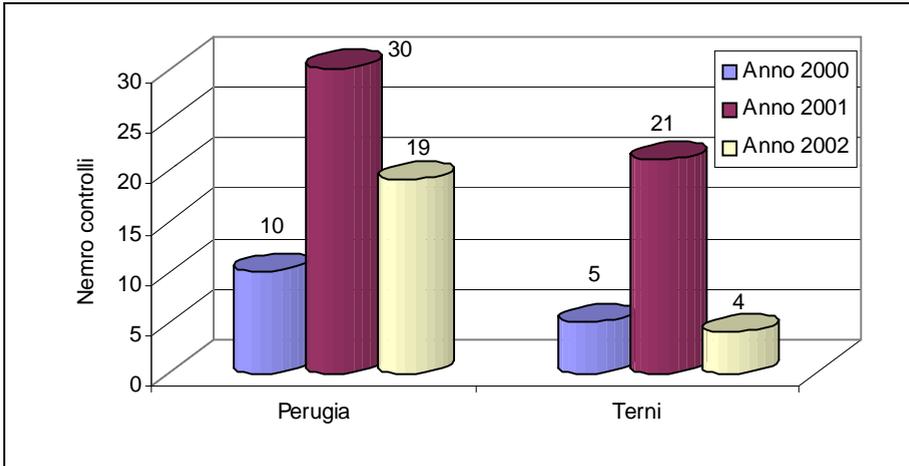


Figura 3 – Pareri previsionali su sorgenti ELF (linee elettriche, cabine)

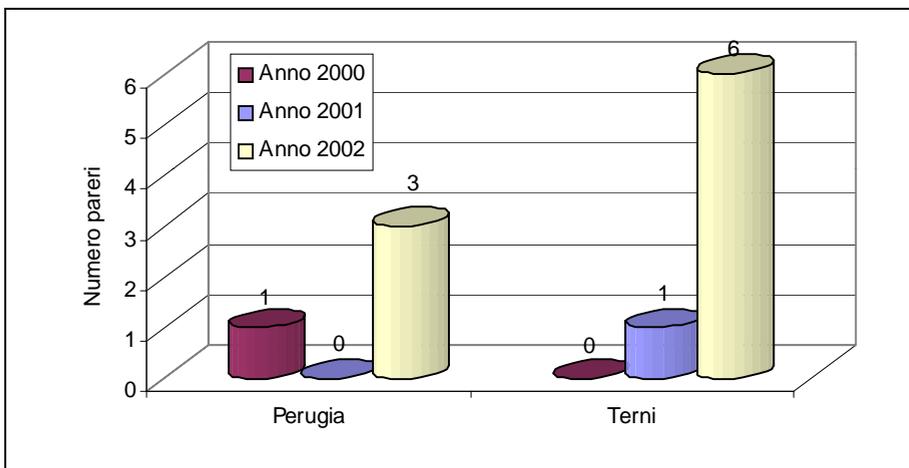
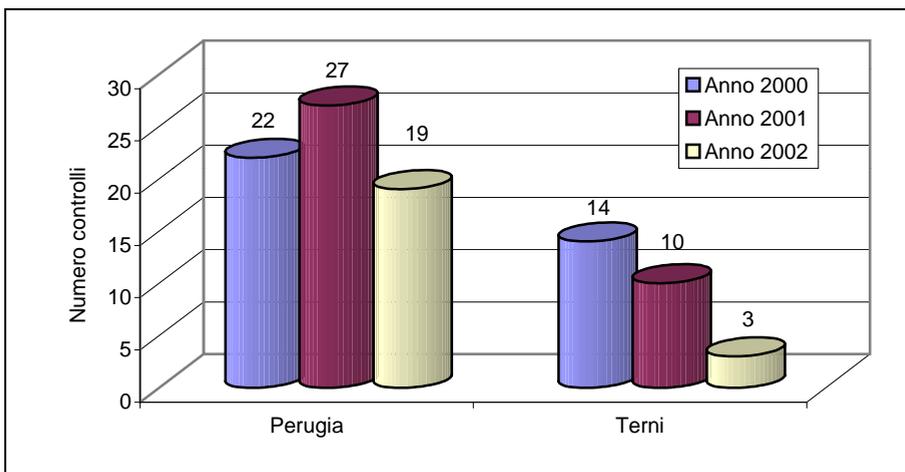
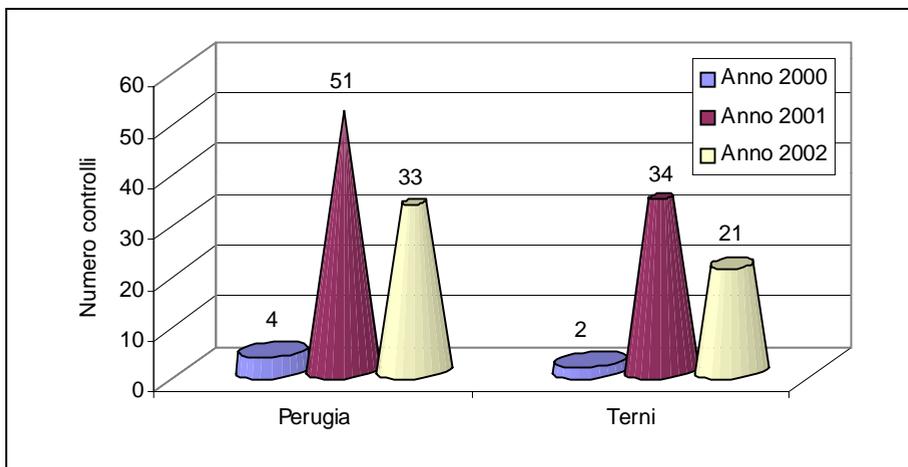


Figura 4 – Controlli di misura strumentali nei pressi di impianti ELF (linee elettriche, cabine)



sia come controlli strumentali che valutazioni teoriche, differenziata tra le diverse sorgenti di NIR: basse frequenze o ELF (linee elettriche, cabine di trasformazione) ed alte frequenze o RF (impianti radiotelevisivi, stazioni radio base per la telefonia mobile). Occorre sottolineare nella lettura dei dati che le cifre relative all'anno 2000 si riferiscono alla sola seconda metà dell'anno, data di inizio attività dell'Agenzia, mentre i dati 2002 sono parziali.

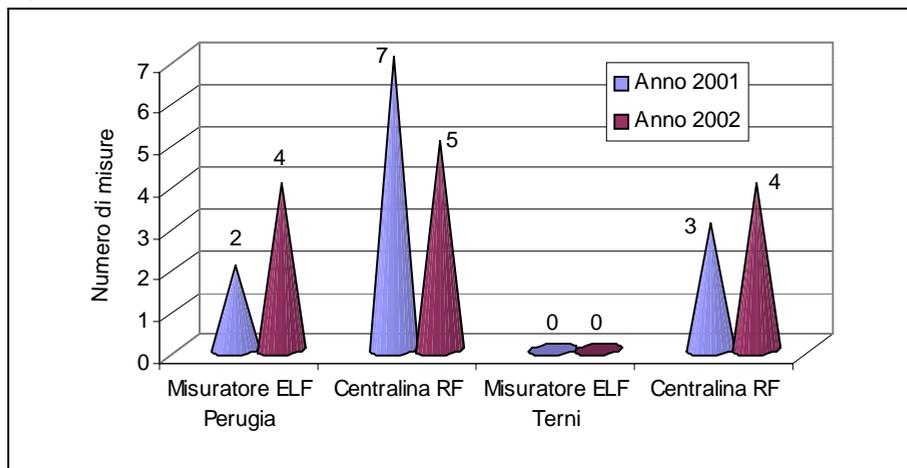
Figura 5 – Controlli post operam di impianti RF



Oltre ai normali controlli su impianti esistenti, sulla base della normativa regionale (DGR 964/00) i gestori degli impianti effettuano controlli con misure e calcoli sugli impianti di nuova realizzazione. Questi controlli strumentali vengono, generalmente, effettuati alla presenza di personale dell’Agenzia. L’ARPA, inoltre, effettua un controllo sulla rispondenza alla normativa regionale e nazionale relazione di post attivazione.

Data la natura delle sorgenti controllate, si è ritenuto opportuno, allo scopo di migliorare l’attività di controllo e vigilanza in prossimità di sorgenti NIR, oltre alle misurazioni puntuali, di acquisire e mettere in opera sistemi di monitoraggio in continuo. I sistemi di monitoraggio sono costituiti da due misuratori in continuo di campo magnetico prodotto da sorgenti ELF e da due centraline di monitoraggio di campo elettrico prodotti da sorgenti RF. I dati si riferiscono ai soli anni 2001 e 2002 (parziale) in quanto tali sistemi sono

Figura 6 – Misure con sistemi in continuo

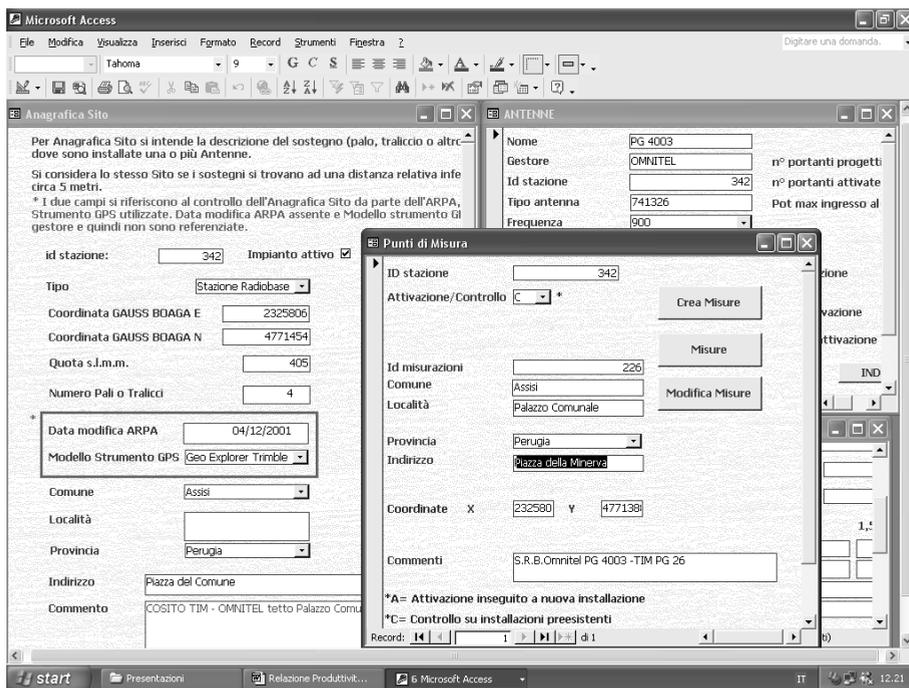


stati acquisiti dall’Agenzia solo alla fine dello scorso anno dopo un breve periodo di verifica della strumentazione confrontando sistemi prodotti da diverse ditte.

Nel febbraio 2001 è stata pubblicata la L. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”, la norma tra l’altro sottolinea la necessità di realizzare il catasto nazionale delle sorgenti fisse dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici demandando alle regioni il compito di realizzare, in coordinamento con il catasto nazionale, i catasti regionali. In Umbria, la realizzazione del catasto ha anticipato i dettami della legge regionale con la realizzazione di un primo catasto da parte

del servizio SITER delle direzione Politiche territoriali ambiente e infrastrutture della regione. L'Agenzia a partire dalle informazioni fornite dalla Regione ha costruito un catasto informatizzato realizzando un data base SQL Server 2000 interfaccia Microsoft Access 2000. Il data base è studiato per inserire sia dati relativi a sorgenti ad alta frequenza (telefonia mobile, radiotelevisione, ecc) che a bassa frequenza (linee elettriche, cabine di trasformazione, ecc). La struttura è pensata in modo tale che i due sistemi di sorgenti le cui caratteristiche sia tecniche che di emissioni sono differenti siano, pur all'interno dello stesso catasto, del tutto separate.

Figura 7 – Catasto sorgenti NIR. Esempio di maschere di inserimento e consultazione dati



La struttura parte dalla definizione del sito. Questo è inteso come il luogo stabilito dall'identificazione di tutte le caratteristiche geografiche (provincia, comune, località, indirizzo, quota sul livello del mare, coordinate) ove sorgono uno o più impianti. Dal sito sono poi identificabili gli impianti presenti con specificate tutte le caratteristiche tecniche

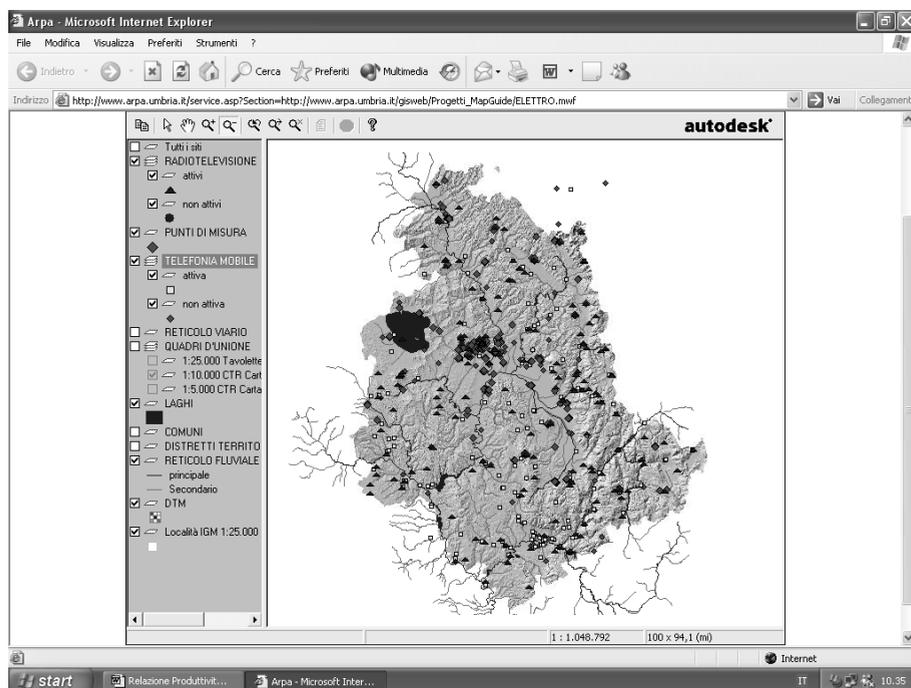
dei sistemi radianti (antenne, linee elettriche, ecc). Sempre dal sito è possibile accedere alle misure di controllo e vigilanza effettuate dall'Agenzia anche esse georeferenziate. L'integrazione delle problematiche elettromagnetiche in un sistema informativo congiuntamente alla georeferenziazione delle sorgenti, consente una visione della distribuzione globale in relazione ad aree adibite alla permanenza quotidiana, e permette la predizione, con buona accuratezza, ed il monitoraggio delle caratteristiche espositive.

La georeferenziazione è una parte essenziale della costruzione del data base del catasto delle sorgenti NIR.

Per la visualizzazione e la consultazione è stato costruito all'interno del Sistema informativo territoriale dell'Agenzia un sistema distribuito che permette agli utenti interessati di esaminare in ogni momento la situazione del catasto delle sorgenti.

La grande sensibilità delle istituzioni e soprattutto del pubblico sull'argomento elettromagnetismo ha spronato l'Agenzia ad approfondire tale tematica non solo perfezionan-

Figura 8 – L'Umbria ed il catasto georeferenziate



do l'attività di routine, ma anche dando inizio a diversi Progetti Speciali. Questi progetti avviati a partire dagli ultimi mesi dell'anno 2001 prevedono il loro completamento in fasi successive sino al 2003.

- *Progetto Riduzione Inquinamento Elettromagnetico (RIE)*: in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Elettronica e dell'Informazione (DIEI) dell'Università di Perugia, ha lo scopo di sviluppare modelli di calcolo previsionale che permettano di giungere a stime numeriche accurate, atte a valutare preventivamente sia l'impatto elettromagnetico prodotto dagli impianti di telefonia mobile di futura installazione sia quello generato dagli impianti già esistenti. Inoltre, tramite tale strumento di predizione, si realizzerà un sistema in grado di dimensionare ottimizzandoli, attraverso la riduzione dei campi elettromagnetici emessi, gli impianti stessi ed, al contempo, di posizionarli secondo una corretta pianificazione del territorio. Il sistema, che opera su piattaforma GIS (Sistema Informativo Geografico), permette una immediata visualizzazione del territorio e, negli sviluppi futuri, offrirà anche una diretta interfaccia con il simulatore. Il progetto vede coinvolti 3 comuni del territorio regionale: Foligno, Orvieto, Todi.
- *Progetto Sorgenti Elettromagnetiche Valutazione Inquinamento e Catasto (SEVIC)*: il progetto per la valutazione teorica di impatto elettromagnetico e catasto delle sorgenti, interessa il comune di Terni e consiste nella georeferenziazione delle sorgenti ELF e RF sul territorio comunale, la definizione di mappe di rischio, tramite valutazioni teoriche dei livelli di campo attraverso simulazioni modellistiche, l'esecuzione di rilievi puntuali nei siti critici selezionati in base al punto precedente nonché in prossimità di siti sensibili, il supporto tecnico all'Amministrazione comunale nel predisporre gli strumenti e la diffusione dell'informazione e campagne di educazione nei riguardi della cittadinanza.
- *Progetto Fondazione Ugo Bordoni (FUB)*: in seguito ad un Protocollo di Intesa con la Fondazione Ugo Bordoni, si è dato il via ad una sperimentazione relativa al monitoraggio dei campi elettromagnetici generati dagli impianti a radiofrequenza in parte del territorio regionale, ciò a seguito del Decreto del Ministro delle Comunicazioni 4 maggio 2001, con il quale è stato affidato alla Fondazione Ugo Bordoni la realizzazione del progetto di una rete di monitoraggio dei livelli di campo elettromagnetico sul territorio nazionale. La sperimentazione prevede misure con i sistemi di monitoraggio in continuo e loro integrazione attraverso misure con strumentazione portatile con l'ausilio di mezzo mobile. Inoltre, utilizzando sistemi di calcolo previsionale, potrà essere eseguita una mappa tematica dei valori di campo elettrico in

una zona sufficientemente ampia intorno ai luoghi prescelti per la sperimentazione.

Anche tale mappa potrà essere verificata attraverso misure con mezzo mobile.

Nell'ambito dell'attività istituzionale, ma anche dei rapporti di collaborazione ed interazione tra ARPA Umbria, le altre Agenzie regionali e l'ANPA, l'Agenzia ha effettuato, a partire da luglio 2000, all'interno di un progetto ANPA, la mappatura degli spazi dedicati all'infanzia ubicati in prossimità delle linee elettriche ad alta tensione. Il Censimento ha un duplice scopo: rilevare le tratte delle linee elettriche ad alta tensione situate in prossimità di tali spazi ed eseguire le misurazioni necessarie per verificarne la conformità alle normative vigenti.

Tabella 1 – Specifiche tecniche del censimento

<p>Linea elettrica ad alta tensione</p> <p>60 kV 120 kV 132 kV, 220 kV, 380 kV</p> <p>Per distanza minima si intende:</p> <p>inferiori a 60 m per linee da 60 kV a 132 kV</p> <p>inferiore a 150 m per linee da 220 kV a 380 kV</p>	<p>Spazi dedicati all'infanzia</p> <ul style="list-style-type: none"> - asili nidi - scuole materne, elementari e medie inferiori - parchi giochi ed attrezzature sportive
---	---

A questa attività vanno aggiunti le numerose occasioni di partecipazione del personale dell'Agenzia ad incontri con cittadini, scuole, amministrazioni allo scopo di presentare l'attività dell'Agenzia ma soprattutto per contribuire a fare informazione ed educazione su una tematica di grande interesse pubblico.

Radiazioni Ionizzanti

Si definiscono radiazioni ionizzanti quelle radiazioni che per la loro energia sono in grado di produrre la ionizzazione di atomi e molecole. Appartengono a questa categoria tutte quelle radiazioni prodotte sia da macchine radiogene (ad uso diagnostico o terapeutico) sia da sostanze radioattive di origine naturale o artificiale.

Tabella 2 – Risultati del censimento

Comuni della regione che hanno risposto al censimento e <u>non presentano</u> nel loro territorio spazi dedicati all'infanzia nei pressi di linee ad alta tensione		
PROVINCIA DI PERUGIA		
Assisi	Cerreto di Spoleto	Costacciaro
Bastia Umbra	Giano dell'Umbria	Gubbio
Cannara	Gualdo Cattaneo	Fossato di Vico
Collazzone	Monteleone di Spoleto	Lisciano Niccone
Deruta	Norcia	Monte Santa Maria Tiberina
Magione	Preci	Montone
Massa Martana	Poggiodomo	Pietralunga
Piegaro	Trevi	San Giustino
San Venanzo	Scheggino	Scheggia e Pascelupo
Todi	Spello	Sigillo
Campello sul Clitunno	Santa Anatolia di Narco	Umbertide
Castel Ritaldi	Citerna	
PROVINCIA DI TERNI		
San Venanzo	Castelgiorgio	Montegabbione
Amelia	Castelviscardo	Orvieto
Allerona	Fabro	Parrano
Baschi	Ficulle	

L'incidente alla centrale nucleare di Chernobyl nell'aprile del 1996, evidenziando la carenza di un monitoraggio sistematico e puntuale della radioattività ambientale sul territorio nazionale, indusse il Ministero della Sanità a realizzare una Rete nazionale di sorveglianza, delegando alle regioni (Circolare Ministeriale n. 2 del 3/2/87), il compito del rilevamento della radioattività ambientale. Tutte le regioni pertanto individuarono, sul proprio territorio, una struttura tecnico operativa che andasse a costituire il punto regionale di riferimento della Rete, il cui coordinamento fu affidato all'allora ENEA/DISP (successivamente ANPA ed ora APAT) con il supporto tecnico-scientifico dell'Istituto superiore di sanità. Nascevano così i Centri regionali di riferimento per il controllo della radioattività ambientale (CRR). In Umbria il CRR è stato realizzato dalla Regione Umbria in convenzione con l'Università degli Studi di Perugia (Servizio di Fisica Sanitaria). Con l'istituzione di ARPA Umbria, essendo il rilevamento della radioattività ambientale di fatto entrato tra le attività istituzionali dell'Agenzia, quest'ultima è subentrata nella convenzione alla Regione Umbria sino al 31/12/01, data in cui detto Centro è stato definitivamente trasferito all'interno della struttura del laboratorio ARPA del Dipartimento provinciale di Perugia .

L'attività svolta è in linea, pur nel rispetto della propria autonomia agenziale di programmazione, con quanto promosso e concordato in seno alle Reti nazionali le quali, nel corso degli anni, hanno promulgato una serie di rapporti, curati dalla divisione Radioattività Ambientale dell'ANPA contenenti linee di indirizzo per i laboratori di riferimento. In detti rapporti, attualmente in fase di ulteriore revisione da parte del Centro tematico nazionale per gli Agenti Fisici, sono indicate le matrici da campionare con le relative modalità e frequenze, i radionuclidi da indagare e le minime attività rivelabili a cui tendere allo scopo del raggiungimento di adeguati livelli di accuratezza di misura. Tutto ciò al fine di armonizzare il più possibile l'attività svolta dai laboratori e di consentire loro la produzione di dati uniformi da trasmettere all'ANPA, alla quale spetta l'analisi e la diffusione dei dati come pure la trasmissione di questi alla Commissione Europea, fornendo così il quadro nazionale dell'impatto radiologico che le sorgenti di radiazione di qualsiasi origine determinano sulla popolazione e sull'ambiente.

Alcuni dei metodi di prova applicati alla misura della radioattività ambientale in particolari matrici sono stati inseriti da ARPA Umbria nella richiesta formale di accreditamento del laboratorio da parte del SINAL, il Sistema nazionale di accreditamento dei laboratori.

Ciò premesso viene riportato di seguito l'attività svolta dal settore Radiazioni Ionizzanti della sezione Fisica di ARPA Umbria dall' 1/7/00 al 30/09/02.

Particolato Atmosferico

La radiocontaminazione dell'atmosfera è il primo segnale di deposizione nell'ambiente di radionuclidi artificiali e pertanto un sistema di aspirazione automatico campiona giornalmente filtri di raccolta di particolato atmosferico. Tale attività è eseguita routinariamente a Perugia (postazione Policlinico Monteluca) mentre in maniera non ancora sistematica a Terni. Misure di particolato atmosferico provenienti dalla postazione di Monte Terminillo dall' Aeronautica Militare, stazione "storica" della Rete di sorveglianza aria, sono state condotte sino al 31/12/2001.

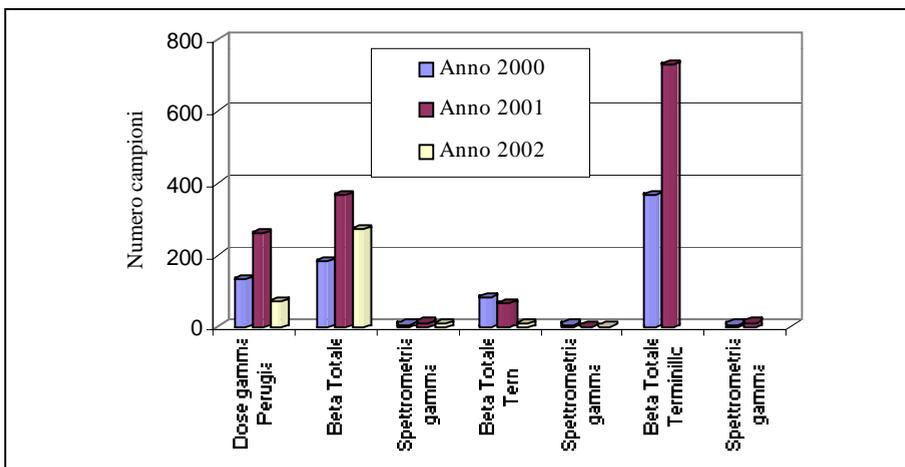
Su ogni filtro campionato vengono eseguite misure di beta-totale, mentre su di un pacchetto costituito da 30 filtri vengono eseguite misure mensili di spettrometria gamma.

È inoltre monitorato in continuo, sempre presso la postazione del Policlinico Monteluca, il valore della dose gamma in aria con 5 rilievi settimanali, ridotti a 2 dal 31/1/02.

Deposizione al suolo

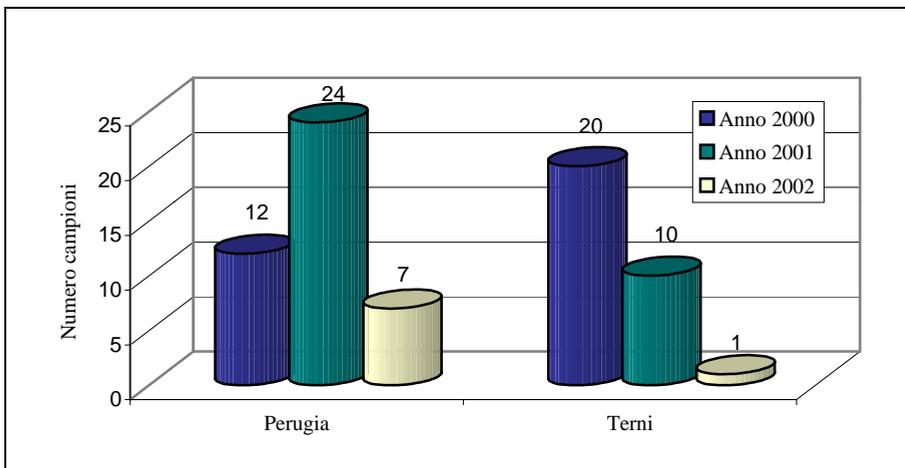
La misura della deposizione permette di determinare eventuali ricadute di radionuclidi

Figura 9 – Numero campioni per misure di radioattività in particolato atmosferico



artificiali a livello al suolo. La raccolta separata delle fasi liquida e solida viene effettuata mensilmente nella postazione di Monteluca a Perugia, mentre le postazioni di Terni sono monitorate in seguito a campagne puntuali. Misure di spettrometria gamma sulle singole fasi sono state condotte sino al 31/12/01, mentre dal 2002 la misura è eseguita sulla deposizione totale.

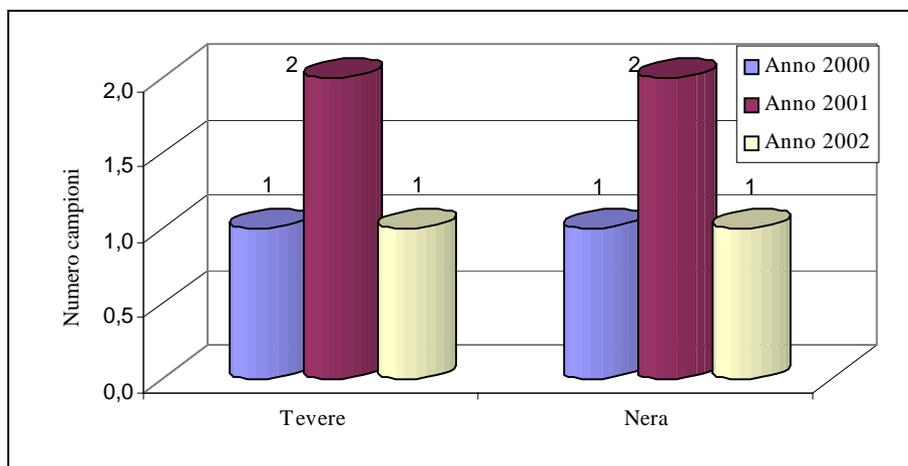
Figura 10 – Numero campioni per misure di radioattività in deposizione al suolo



Acque superficiali

Nell'ambito delle Reti nazionali di sorveglianza della radioattività ambientale, la misura del Detrito minerale organico sedimentabile (DMOS) è risultata preferibile a quella dei sedimenti in quanto tale matrice si è rivelata un buon indicatore di situazioni di contaminazione radioattiva cronica di fiumi potenzialmente interessati da scarichi contaminati. La misura sistematica della concentrazione di radionuclidi nei corsi d'acqua è importante per valutare sia la situazione degli stessi che il rischio che ne può derivare (ad es. a seguito di uso irriguo) ai vari comparti ad essi legati. Il campionamento è quadrimestrale, legato comunque a situazioni metereologiche che non comportino eventi di secca o di piena. I fiumi selezionati per il monitoraggio del DMOS, il Tevere ed il Nera, sono quelli di maggior interesse sia per la loro posizione che per il consistente utilizzo delle loro acque ad uso irriguo. Il DMOS prelevato è sottoposto in laboratorio a misure di spettrometria gamma.

Figura 11 – Numero campioni per misure di radioattività su acque superficiali (DMOS)



Suolo e muschi

I muschi sono ottimi bioindicatori per il monitoraggio della radioattività ambientale, in quanto bioaccumulatori della radioattività depositata al suolo ed anche perché di facile e rapido campionamento rispetto a quest'ultimo. In concomitanza con il campionamento biennale di briofite nelle 5 stazioni di monitoraggio, selezionate sul territorio regionale in base a particolari caratteristiche del substrato ed alla indisturbabilità del luogo, in ogni stazione è stato effettuato, oltre ai 15 prelievi di muschio ed alle 10 carote di suolo previsti,

anche un campionamento di suolo con sagoma, allo scopo di valutare la contaminazione nei vari profili di terreno. Una misura di spettrometria gamma è stata eseguita su un campione composito di muschio (costituito da 15 subcampioni), su un campione composito di suolo (costituito da 10 carote) e su ogni singolo strato di terreno prelevato con sagoma. Durante le fasi di prelievo in ogni postazione è stata inoltre eseguita una misura di spettrometria gamma in campo.

Tabella 3 – Località e numero campioni misure di radioattività nel suolo

	Suolo	Briofita	γ in campo
San Giovanni del Pantano, loc. Antognolla (Perugia)	8	1	1
loc. La Fravolosa (Scheggia)	5	1	1
loc. Fonte dell'Acqua Santa (Sant'Anatolia di Narco)	8	1	1
loc. Ponte Cornale (Allerona)	8	1	1
loc. Pianezza (Calvi dell'Umbria)	6	1	1

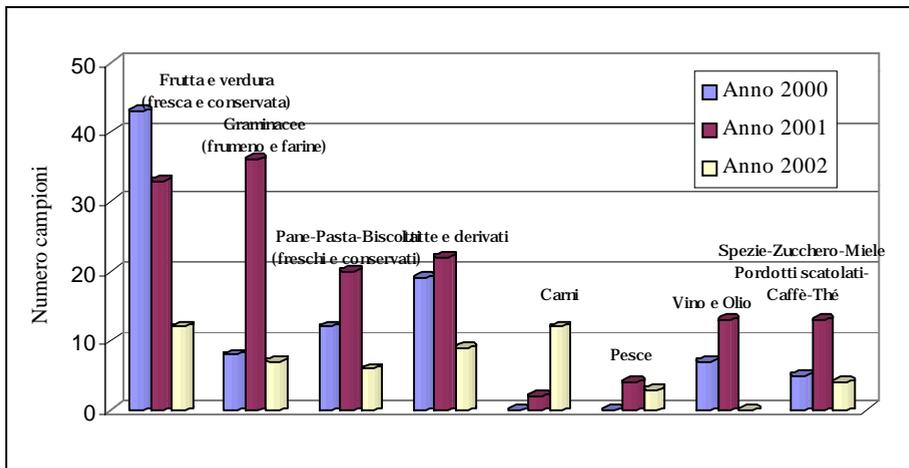
Alimenti

Le misure su campioni di alimenti costituenti la dieta alimentare sono effettuate in ottemperanza a quanto previsto dal “Programma regionale coordinato per il controllo ufficiale dei prodotti alimentari” (DGR n.901/00 e successive modifiche e integrazioni) il quale tiene conto di quanto raccomandato a livello europeo per la valutazione della dose media da ingestione alla popolazione. Gli alimenti campionati sono di tipo lavorato e non, freschi e conservati, di uso comune nell'alimentazione italiana ma anche tipici della produzione regionale. Essi sono prelevati ufficialmente da personale delle ASL o del Comando Carabinieri Sanità su tutto il territorio regionale e recapitati presso il laboratorio ARPA del Dipartimento provinciale di Perugia, dove sono sottoposti a misure di spettrometria gamma.

Conclusioni

L'attività di ARPA Umbria in materia di inquinamento da radiazioni ionizzanti e non ionizzanti prevede uno sviluppo, per gli anni futuri, su diversi fronti. Prima di tutto occorre sottolineare che ARPA Umbria, insieme ad ARPA Emilia Romagna ed APPA Bolzano, è per il triennio 2002-2004 co-leader del Centro tematico nazionale per gli Agenti Fisici,

Figura 12 – Numero campioni per misure di radioattività su alimenti



questo comporterà un impegno dell'agenzia per tutta l'attività di ricerca, analisi e valutazione dei dati ambientali scopo dei centri tematici, in primis la collaborazione alla stesura dell'Annuario dei dati Ambientali di prossima pubblicazione da parte dell'ANPA (ora APAT), ma anche un salto in avanti per quanto riguarda la conoscenza e l'aggiornamento su tutti gli aspetti degli inquinanti di tipo fisico.

Inoltre, oltre al miglioramento e potenziamento dell'attività routinaria di controllo e vigilanza, sono previste il completamento dei Progetti Speciali avviati a partire dalla fine dell'anno 2001, ma anche l'avvio di nuovi Progetti Speciali che hanno lo scopo di approfondire le conoscenze su tematiche ambientali che, pur non essendo predominanti dell'attività di routine dell'Agenzia, rappresentano tasselli significativi per una approfondita conoscenza dello stato dell'ambiente. Infine sono previste tutte quelle azioni necessarie per il continuo aggiornamento tecnologico e metodologico sulle procedure di misura e/o di valutazioni, come ad esempio la sopra citata revisione delle linee di indirizzo per i laboratori di riferimento (CRR) e le conseguenti modifiche su matrici da campionare e radionuclidi da indagare per i controlli di radioattività ambientale o come l'aggiornamento di strumentazione e metodi di misura per le nuove tecnologie impiegate nella telecomunicazione (UMTS).