Progetto MIUR/CNR-ENEA
"Salvaguardia dell'uomo e dell'ambiente dalle emissioni elettromagnetiche"

Linea 2

Misura dei livelli di campo EM nell'ambiente

coordinatore: Marco Bini
CNR-IFAC, Firenze

Progetti della Linea 2

I. Rete di monitoraggio dei campi EM presenti sul territorio

II. Apparati per misure di corrente tra corpo umano e terra (pedane)

La maggior parte delle UO (12 su 13) e delle risorse sono concentrate sul punto (I), che rappresenta l'obiettivo più impegnativo della Linea.

UO della Linea 2

13 Unità Operative (UO)

- 4 in Istituti CNR
- 1 UO Universitaria (Politecnico di Torino)
- 2 ARPA (Piemonte e Toscana)
- 2 in Enti di Ricerca Pubblici (IENGF, FUB)
- 4 Aziende:

  (Teseo, PMM, CRF, Lab. Fondazione Marconi)

Architettura della rete di monitoraggio

Rete di monitoraggio - Obiettivi

- Tenere sotto controllo più zone o impianti, contemporaneamente e per periodi prolungati, verificando il rispetto dei limiti o segnalando eventuali trasgressioni, con identificazione di chi ha provocato il superamento;
- Dotare le stazioni di misura di selettività in frequenza, caratteristica non presente nei sistemi attualmente disponibili;

... Rete di monitoraggio - Obiettivi

- Permettere la raccolta di grandi quantità di dati stratificati in frequenza, quali possono richiesti da indagini statistiche ed, in particolare, epidemio-logiche
- Offrire risposte convincenti alle richieste di informazione e di tutela avanzate dalla popolazione, che non si sente sufficientemente garantita da accertamenti sporadici e che può, grazie alla rete, accedere direttamente alle informazioni;

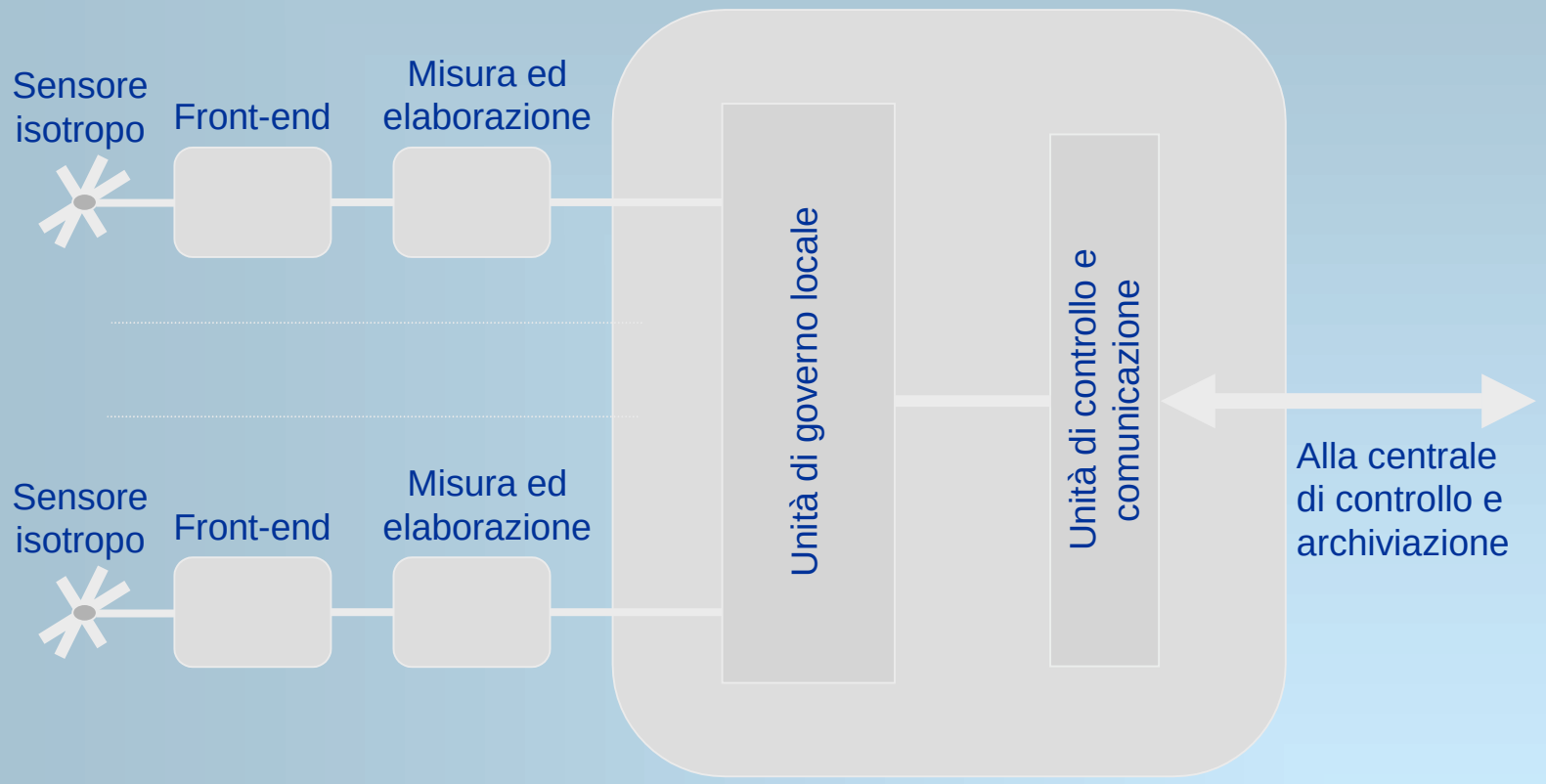
Bande di frequenza

Nome	Banda	Larghezza del canale	Quantità misurata
ELF	da 50 a 600 Hz;	~ 1Hz	val. eff. di *B*
Radio OM	500 kHz – 2 MHz;	10 kHz	val. eff. di *E* (ed *H*)
Radio OC	2 MHz – 30 MHz	10 kHz	val. eff. di *E*
Radioamatori	1830 kHz – 29.7 MHz	3 kHz/10 kHz	val. eff. di *E*
Radio FM	87.5 – 108 MHz	200 kHz	val. eff. di *E*

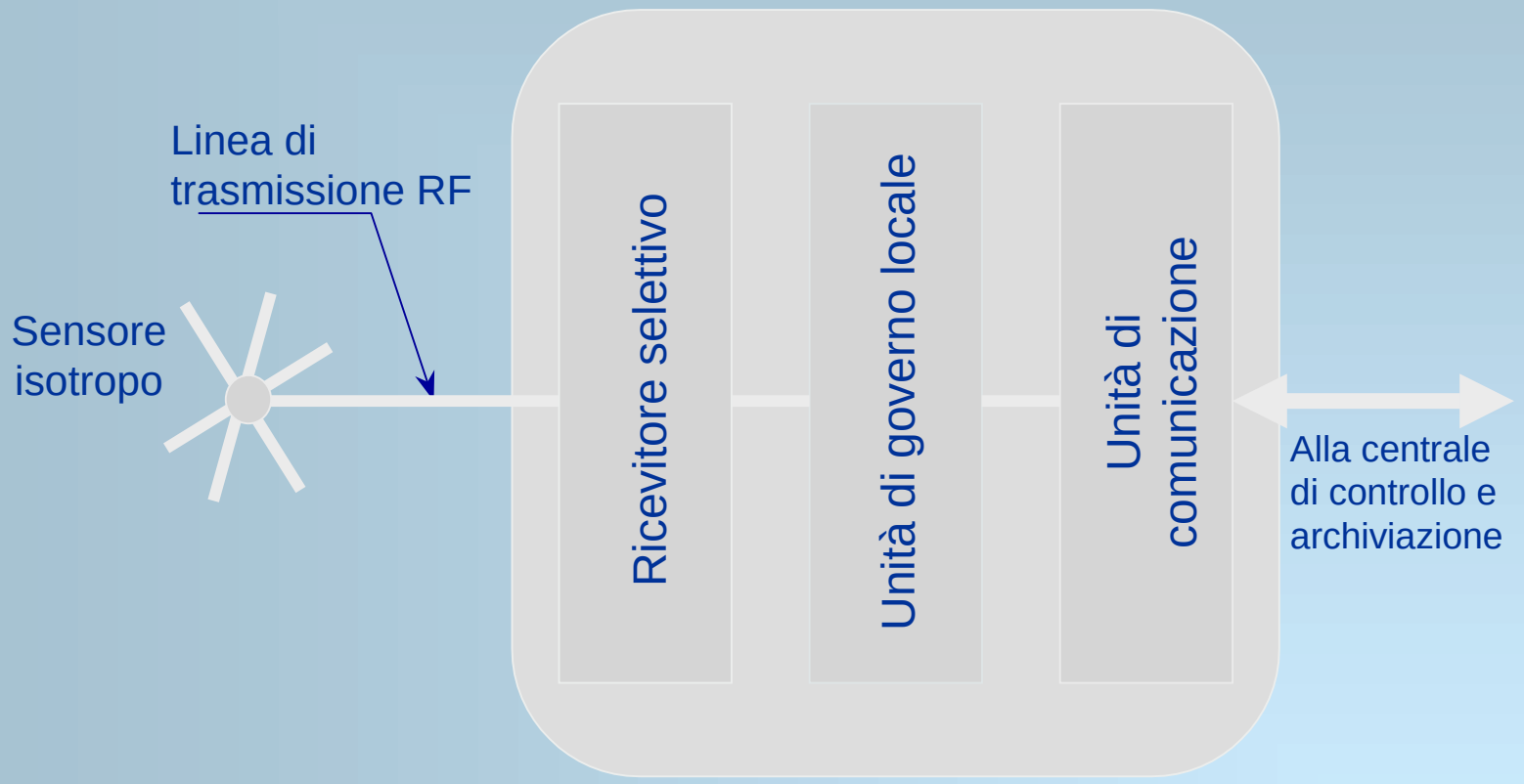
... Bande di frequenza

Radioamatori	**144 – 146 MHz 430 – 436 MHz**	**10 kHz/16kz**	**val. eff. di *E***
TV VHF e UHF	**150 – 230 MHz; 470 – 854 MHz;**	**8 MHZ**	**val. eff. di *E***
Radioamatori	**1240 – 1298 MHz**	**3kHz/25kHz /8MHz**	**val. eff. di *E***
Staz. Radio Base TACS	**925 – 960 MHz**	**25 kHz**	**val. eff. di *E***
Staz. Radio Base DCS (GSM 1800)	**925 – 960 MHz 1835 – 1880 MHz**	**200 kHz**	**val. eff. di *E***
Staz. Radio Base UMTS	**1885 – 2025 MHz**	**5 MHz**	**val. eff. di *E***

Stazione periferica selettiva multibanda



... Stazione periferica selettiva multibanda



Specifiche tecniche della stazione di misura

➢ Sensibilità, accuratezza, isotropia

- ELF
  - range dinamico: 0.01μT - 100μT;
  - accuratezza: ±25%, per valori di *B* compresi fra 100nT e 100μT
- RF e MO
  - 0.1 - 100 V / m (overload 500 V / m) ;
  - accuratezza ±25%, per valori di *E* compresi fra 3 V / m e 20 V / m

Questi requisiti debbono valere per *misure isotrope* e, a maggior ragione per misure lungo un *singolo asse*.

➢ Caratteristiche dell'acquisizione dei dati

- *Frequenza di campionamento* variabile con continuità nell'intervallo: 10s - 360s;
- *Data, ora* e *valore istantaneo* del segnale relativo a ciascun asse e modulo del (vettore) risultante in valore quadratico medio (rms);
- *Data, ora* e *valore medio* (*media mobile*) del risultante (rms) su prefissato periodo *T* (*T* = 6 min.);
- *Data, ora* e *valore massimo* del risultante o della sua media su 6 min., su periodo prestabilito (es., 1h, 1g, e/o la durata dell'intera missione);
- *Data, ora* e valore di *parametri ambientali* (temperatura, umidità, condizioni meteo e parametri di funzionamento della stazione (alimentazione)

Immunità alle interferenze

- Protezione da interferenze esterne ed “endogene”, in particolare per i moduli in cui è presente il segnale non rivelato a basso livello;
- Si prevede di spegnere il trasmettitore e il sistema di alimentazione autonoma , durante le fasi di misura;

Alimentazione

- Alimentazione a rete e autonoma, con possibilità di funzionamento per missioni della durata fino ad 1 mese;

- Protezione dagli agenti atmosferici e atti vandalici

  - Protezione da polvere e pioggia mediante uso di “radome” o dispositivo equivalente (specifiche IP65), dall’aspetto poco appariscente e non facilmente violabile;

- Trasportabilità

  - La stazione deve essere compatta e leggera, priva di spigoli vivi e dotata di maniglie; forma e peso debbono essere tali da non richiedere un mezzo appositamente attrezzato per il trasporto

Funzioni del software di gestione

- Gestione della misura
  - Predisposizione del tipo di misura:
    selezione della frequenza, scelta della sequenza e cadenza delle misure;
  - attivazione e cessazione dei cicli di misura
  - estrazione dell'*indicatore di esposizione*
  - elaborazioni statistiche: medie, rilevazione del massimo ...

➢ Test del (buon) funzionamento della stazione

- Vengono effettuati in *esecuzione periodica automatica* (a intervalli di tempo prestabiliti) oppure in situazioni giudicate *critiche* dal sistema medesimo; i risultati dei test vengono registrati localmente;
- Eventuali *malfunzionamenti* debbono essere prontamente *segnalati alla centrale* (se possibile);
- Esiste la possibilità di eseguire i test *a comando*, da parte di un *operatore locale* o da parte della centrale di controllo (con procedura automatica o occasionale);

➢ Gestione dei dati acquisiti

- immagazzinati localmente;
- procedure automatiche per il trasferimento alla *centrale*;
- procedure per la copia locale su PC portatile;

Tutti i protocolli e i codici relativi al set dei comandi, alle verifiche di controllo e alla trasmissione dei dati debbono essere documentati e resi “pubblici”. Debbono poter essere modificati senza difficoltà, per eventuali esigenze future.

Centrale di archiviazione e controllo

- È la struttura a cui arrivano i dati da ogni stazione periferica e da cui partono le istruzioni per il controllo delle stazioni;
- I dati vengono elaborati ed archiviati. Inoltre, essi vengono resi disponibili sia localmente sia ad utenti remoti, come:
  - centri decisionali;
  - gestori di progetti di ricerca ;
  - cittadini (via Internet);

... Centrale di archiviazione e controllo

- Apparecchiature *hardware*

- *Apparecchiature informatiche*, per il trattamento dei dati (hard disk, scheda grafica ecc.);
- *Apparecchiature telematiche*:

  a. Per la connessione alle stazioni di misura remote;

  b. Per l'accesso ai dati da parte di soggetti esterni;

... Centrale di archiviazione e controllo

- Procedure per la gestione della centrale

(i) Dialogo con le stazioni remote

Si adotta una configurazione client-server con protocollo applicativo basato su stack TCP-IP per le sue doti di capacità di trasmissione, robustezza, affidabilità, universalità ed economicità;

... Centrale di archiviazione e controllo

(ii) Procedure per l'interfaccia con l'operatore

- Rappresentazione grafica georeferenziata di tutte le stazioni remote;
- Possibilità di evidenziazione delle stazioni di misura allarmate;
- Possibilità di selezionare, mediante un semplice dispositivo di puntamento, una specifica stazione e di leggere i valori di campo e altre informazioni ad essa relative, nonché inviare comandi per test e verifiche

... Centrale di archiviazione e controllo

(iii) Procedure per la gestione dell'archivio dati (*acquisizione*, *memorizzazione*, *pubblicazione*)

- *Acquisizione* di tutti i dati di tutti i dati misurati dalle stazioni collegate, a tempi prestabiliti o con interrogazione diretta per misure in "tempo reale";
- *Memorizzazione* in data base *recenti* e *storici*, organizzati in archivi giornalieri, settimanali e mensili;

Strutturazione dell'archivio in *tabelle* (*apparati*, *siti*, *movimenti*, *tipi di misura*, *rilevamenti*);

Interfacciabili con programmi commerciali (es. Access, Excel); back up periodici, ad es. su CD;

... Centrale di archiviazione e controllo

(iii) Procedure per la gestione dell'archivio dati (continua)

- Verifica dell'*integrità* dei dati (*validazione*): coincidenza delle misure con cause di disturbo (perturbazioni meteo, interferenza con i sistemi di trasmissione della stazione);
- *Elaborazione*: procedure di *analisi statistica* (medie, valori di picco); suddivisione secondo la frequenza; individuazione delle sorgenti che danno il maggior contributo;
- Strumenti per la *presentazione* e la *fruizione*: grafici 2D e 3D;
- *Portale* per la diffusione dei dati attraverso Internet e/o Intranet;

... Centrale di archiviazione e controllo

(iv) Procedure per l'accesso ai dati

Sono individuate varie categorie di *utenti*

(1) Utenti che possono accedere a tutti i dati, sia "grezzi" che elaborati: responsabili della centrale; organizzazioni o enti responsabili della salute pubblica o dell'ambiente (ASL, ARPA);

(2) Altre organizzazioni pubbliche: es. ispettorati territoriali del Ministero delle Comunicazioni;

(3) Utenti *privati*: es. operatori o gestori di impianti; soggetti coinvolti in problematiche di protezione dai CEM;

(4) *Altri*: es. la popolazione, in genere

... Centrale di archiviazione e controllo

(iv) Procedure per l'accesso ai dati (continua)

Gli utenti a più alta *gerarchia* possono accedere a tutti i dati, mentre quelli a gerarchia più bassa hanno accesso ad un sottoinsieme più ristretto.

Il *portale Web* è dotato di filtri per selezionare e abilitare le varie categorie di utenti.

Al portale Web si arriva per via *Intranet* (di cui molti enti, come Arpa e Asl sono dotati) o *Internet*;

Per *Internet* è previsto l'uso di procedure di sicurezza differenziate per le varie categorie di utenti;

Si utilizzeranno tecniche di firewall e/o proxy per la protezione dei dati

Modularità del sistema

A livello di: (1) rete, (2) configurazione, (3) sviluppo

Modularità a livello di rete

Possibilità di rimuovere dalla rete stazioni periferiche o di inserirne di nuove, senza altra procedura che quella della disinstallazione o installazione fisica del collegamento e una semplice riconfigurazione del software

Modularità di configurazione

A livello della stazione periferica, deve essere possibile *aggiungere* o *rimuovere canali di misura* con procedure semplici, che richiedano unicamente l'eventuale installazione di nuovo hardware e la riconfigurazione del software per il controllo dei componenti della stazione;

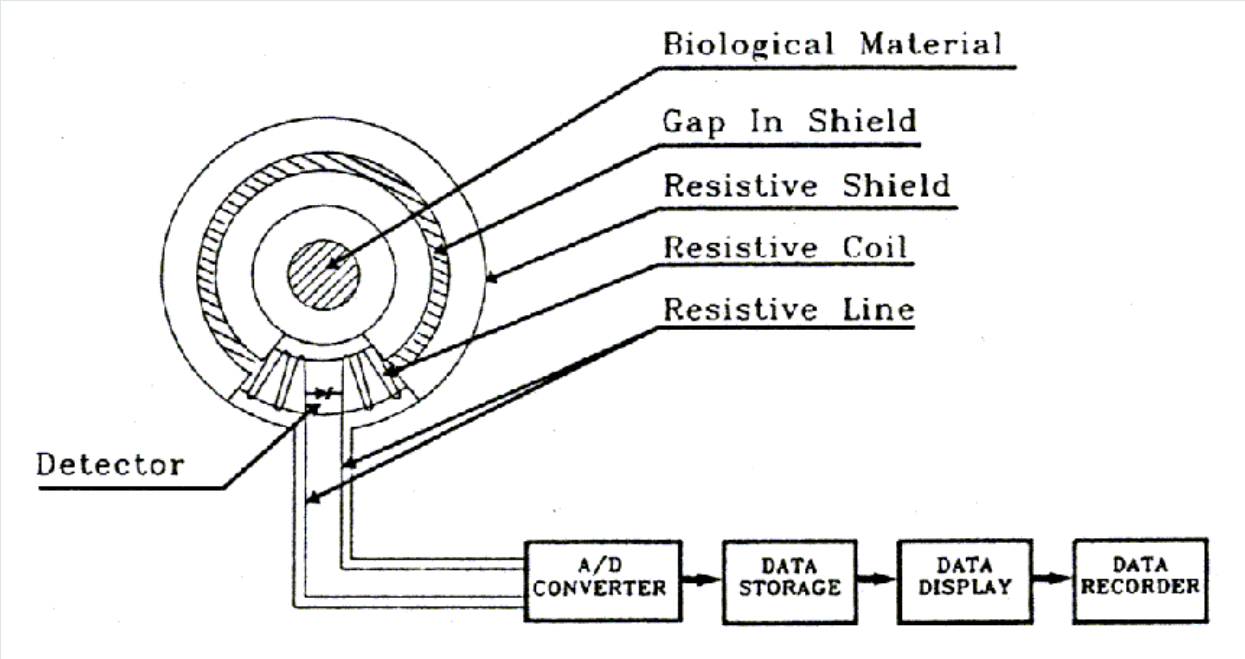
Modularità di sviluppo

Possibilità di *attivare nuovi canali* per misure in bande delle quali non si avverte al presente la necessità ma che possono diventare interessanti in futuro a seguito dell'entrata in funzione di nuove sorgenti di campo EM.
L'adozione di interfacce hardware e software *standard* è il modo in cui questa esigenza può essere soddisfatta.

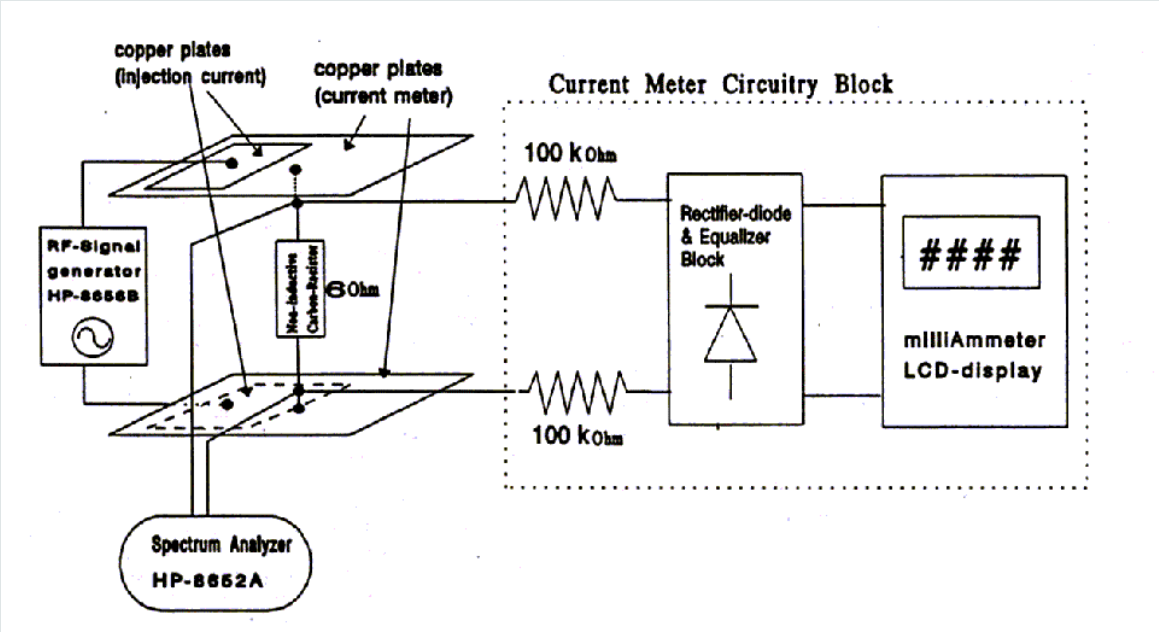
Misura di correnti fra corpo umano e terra

La misura delle correnti che fluiscono verso terra attraverso gli arti inferiori di un soggetto esposto ai campi EM è di grande interesse protezionistico, perché fornisce un'indicazione sulla corrente indotta nei tessuti e sul *SAR* (Specific Absorption Rate).

Misuratore clamp-on



Misuratore stand-on (pedana)



Dalla letteratura

- La maggior parte dei dati è riferita ad esposizione in ambienti di lavoro, per f = 100kHz-50MHz;
- Pochi dati per esposizioni ambientali da impianti per telecomunicazione;
- Risultati fortemente dipendenti dalle condizioni di esposizione (caratteristiche del soggetto esposto);
- Necessità di protocolli di standardizzazione per tener conto dei fattori che influenzano la misura: caratteristiche del soggetto, condizioni del contatto con il suolo, uniformità del campo incidente;

Risultati

- Realizzato un prototipo di misuratore del tipo stand-on
- Il prototipo è dotato di un connettore per collegarlo ad uno *spettro analizzatore* ed effettuare misure della corrente verso terra in funzione della frequenza;