

# Livelli di campo elettrico e magnetico a 50 Hz e valutazione dell'esposizione nelle scuole materne, elementari, medie e asili nido della Valle d'Aosta

Bottura, V.; Cappio Borlino, M.; Cerise, L.; Imperial, E.; Operti, C.; Agnesod, G.  
ARPA Valle d'Aosta, loc. Grande Charrière 44, 11020 Saint-Christophe (AO), v.bottura@arpa.vda.it

## Riassunto

In collaborazione con l'ASL della Valle d'Aosta, l'ARPA Valle d'Aosta ha condotto nell'arco di due anni, tra il 2002 ed il 2004, una campagna di misure dei livelli di campo elettrico e magnetico generati alla frequenza di rete di 50 Hz in tutte le scuole materne, elementari, medie, pubbliche e private, e asili nido della Valle d'Aosta. In base ai dati ottenuti dai rilievi, si è valutata l'esposizione dei bambini durante la loro permanenza a scuola.

In totale sono state visitate **218** scuole, situate in **154** edifici, ospitanti circa **12000** bambini, pari al 10% circa della popolazione regionale.

Il metodo di lavoro seguito è qui riportato:

- Misure interne ed esterne agli edifici scolastici in tutti gli spazi accessibili ai bambini
- Compilazione di una Scheda Tecnica per ogni scuola.
- Redazione di una Nota Tecnica nel caso di individuazione di possibili punti di esposizione indebita

L'indagine svolta ha permesso di:

- 1) Conoscere i livelli di campo magnetico a 50 Hz in tutte le aule e i locali di tutte le scuole della Valle d'Aosta, per fascia di età fino a 14 anni.
- 2) Indicare interventi di riduzione o eliminazione di situazioni di esposizione potenziale indebita a campo magnetico a 50 Hz.
- 3) Valutare l'esposizione a campo magnetico a 50 Hz della popolazione infantile della Valle d'Aosta in ambiente scolastico, dove i bambini permangono per molte ore al giorno.

Si evidenzia, dall'analisi dei dati, che per il 94.5 % dei bambini il livello medio di campo magnetico a 50 Hz in ambiente scolastico è inferiore a 0.20  $\mu$ T, per il 99.4 % è inferiore a 0.50  $\mu$ T e che in nessuna scuola della Valle d'Aosta esso raggiunge 3  $\mu$ T.

## A) CAMPAGNA DI MISURA NELLE SCUOLE DELLA VALLE D'AOSTA

In adempimento ad un accordo di programma tra l'ASL della Valle d'Aosta e l'ARPA Valle d'Aosta, è stata condotta una campagna di misure dei livelli di campo elettrico e magnetico generati alla frequenza di rete di 50 Hz in tutte le scuole materne, elementari, medie, pubbliche e private, e asili nido della Valle d'Aosta. In base ai dati ottenuti dai rilievi, si è valutata l'esposizione dei bambini durante la loro permanenza a scuola.

I rilievi di campo elettromagnetico sono stati effettuati in tutti gli edifici scolastici sul territorio della Valle d'Aosta, aperti e utilizzati nel periodo della campagna.

Nella seguente tabella 1 è indicato il numero delle scuole visitate e il numero di bambini e di docenti coinvolti nelle misurazioni, suddivisi per tipologia di scuola:

Tabella 1 – Numero di scuole visitate e numero di bambini e docenti coinvolti

<b>Tipo di scuola</b>	<b>N° di scuole visitate</b>	<b>N° di bambini</b>	<b>N° di docenti</b>
<b>Asilo nido</b>	<b>11</b>	<b>406</b>	<b>99</b>
<b>Garderie</b>	<b>12</b>	<b>224</b>	<b>39</b>
<b>Materna</b>	<b>91</b>	<b>3240</b>	<b>449</b>
<b>Elementare</b>	<b>83</b>	<b>4971</b>	<b>671</b>
<b>Media</b>	<b>21</b>	<b>3177</b>	<b>601</b>

In totale sono state visitate **218** scuole, situate in **154** edifici, ospitanti circa **12000** bambini, pari al 10% circa della popolazione regionale.

## B) STRUMENTAZIONE DI MISURA

La strumentazione utilizzata per l'indagine sull'esposizione al campo magnetico ed elettrico generato dalla corrente di rete di 50 Hz nelle scuole della Valle d'Aosta è la seguente:

- Misuratore di campo elettrico e magnetico ENERTECH Consultants. mod. EMDEXII
- Sistema LINDA
- Sistema E-PROBE
- Misuratore di campo elettrico e magnetico ENERTECH Consultants. mod. EMDEX LITE

## **C) METODI DI MISURA**

### **1) PROTOCOLLO BASE PER MISURE INTERNE**

Il metodo di misura utilizzato nella presente indagine per quanto riguarda le misure interne di campo magnetico, è quello consigliato dalla norma CEI 211-6, data di pubblicazione 2001-01: misura puntuale al centro stanza e nei quattro angoli in ogni locale in cui vi sia accesso e permanenza di persone, ad un'altezza dal suolo compresa tra 1 e 1.5 m

Ogni locale accessibile ai bambini sia per uso didattico che ricreativo (aule, aule speciali, palestra, ecc.) è stato oggetto delle rilevazioni eseguite come sopra descritto. Inoltre, anche in locali non di lunga permanenza (bagni, spogliatoi, magazzini, ecc.) si sono eseguiti i controlli con misura del campo nel centro stanza. Sono stati oggetto di intervento anche i locali in cui non vi è accesso ai bambini, ma al personale non docente, come cucine, locali bidelli, ecc.

### **2) PRESENZA DI SORGENTI ALL'INTERNO DEI LOCALI**

Sono state effettuate misure in tutti i punti interni accessibili, nelle vicinanze di sorgenti di campo (quadro elettrico, centrale termica, centrale elettrica, scatola di derivazione dell'impianto elettrico, ecc.). Le misure in questi casi, sono state eseguite a tre diverse distanze dalla sorgente: 10 cm, 50 cm e 100 cm. Nel caso in cui, a 1 m di distanza dalla sorgente si fosse rilevata ancora la presenza del campo generato, si è cercata la distanza alla quale il contributo divenisse trascurabile.

Nell'eseguire tali controlli si deve tenere ben conto del fatto che il campo magnetico non viene schermato dai muri, per cui oltre a controllare il valore del campo nella stanza in cui è posta la sorgente, è necessario effettuare misure anche dall'altra parte della parete divisoria.

### **3) ELETTRODOTTI IN PROSSIMITÀ DELL'EDIFICIO SCOLASTICO**

Nel caso di presenza di un elettrodotto vicino ad un edificio scolastico, oltre alle misure interne di campo magnetico eseguite come sopra descritto, si sono effettuate misure sia di campo magnetico che di campo elettrico lungo percorsi esterni definiti sul posto a seconda della disposizione dell'elettrodotto rispetto all'edificio. Di norma si è sempre eseguita una misura di entrambi i campi generati dall'elettrodotto lungo il perimetro dell'edificio ed una misura lungo una sezione perpendicolare alle linee.

### **4) MISURE PROLUNGATE NEL TEMPO**

In tutte le scuole in prossimità di elettrodotti e in tutte le situazioni in cui si è riscontrata una variabilità temporale del campo magnetico, si sono eseguite misure prolungate nel tempo, posizionando la sonda in punti opportuni per 24 ore o una settimana a seconda del tipo di sorgente in esame.

## **D) SORGENTI DI CAMPO RISCONTRATE**

### **1) ELETTRODOTTI AEREI AD ALTA E MEDIA TENSIONE**

Gli elettrodotti ad alta e media tensione sono le sorgenti più visibili e delle quali l'opinione pubblica avverte maggiormente l'impatto. Gli elettrodotti sono soggetti a normative che ne regolano l'installazione rispetto agli edifici circostanti e ne limitano i livelli di campo generati sul territorio.

### **2) LINEE DI DISTRIBUZIONE A BASSA TENSIONE, AEREE O INTERRATE**

Le linee a bassa tensione per la distribuzione dell'energia negli insediamenti abitativi, siano esse linee aeree, quindi visibili, o interrate, di cui non si nota la presenza, sono invece una sorgente di campo che desta meno attenzione.

### **3) APPARECCHIATURE ALIMENTATE A ENERGIA ELETTRICA**

Le apparecchiature alimentate ad energia elettrica, sempre più utilizzate in ambito domestico, vengono spesso trascurate dall'opinione pubblica come possibili fonti di campo magnetico. Esse, invece, generano, nell'intorno del loro punto di alimentazione elettrica, un campo magnetico che in alcuni casi può essere anche particolarmente elevato (qualche decina di  $\mu T$ ). Tale campo però decresce molto velocemente allontanandosi dalla sorgente: a circa 50 cm dalla sorgente la riduzione di campo è tipicamente del 90%, e ad 1 m di distanza in genere non se ne risente più l'effetto. Ciò significa che tali fonti di campo magnetico devono essere valutate nella loro specifica collocazione all'interno dei locali. In alcune particolari situazioni possono portare ad un'esposizione puntuale molto elevata.

Vengono nel seguito descritte le apparecchiature sorgenti di campo magnetico a 50 Hz più frequentemente utilizzate negli ambienti scolastici visitati.

#### *a) Radio registratori*

I radio registratori sono apparecchi di uso comune in tutte le scuole. In molte scuole materne ed asili nido, essi vengono utilizzati nei locali dormitorio per facilitare il sonno dei bambini. In questi casi, spesso le radio sono poste in prossimità di uno o due lettini. I bambini che dormono in tali lettini si trovano ad avere la testa esposta ad un campo magnetico più alto rispetto a quello presente nel resto della stanza. Inoltre anche se le radio si spengono, ma si lascia inserita la spina nella presa, si ha comunque generazione di campo magnetico. Per ovviare a tale problema è sufficiente spostare la radio a più di 1 m dai lettini, oppure disinserire la spina dalla presa al termine dell'utilizzo.

#### *b) Termoventilatori*

Altre sorgenti di campo magnetico presenti in molte scuole sono i termoventilatori utilizzati per il riscaldamento delle aule. In locali con poco spazio a disposizione, è possibile che banchi o postazioni di lavoro e gioco fisse siano a ridosso di tali apparecchiature.

È necessario fare una distinzione tra due tipi di termoventilatori. Il modello più utilizzato è quello in cui il riscaldamento è ad acqua e vi è presente una ventola per il ricircolo dell'aria: è l'alimentazione di tale ventola che produce il campo magnetico, e i valori, pur cambiando da modello a modello, sono dello stesso ordine di grandezza delle altre apparecchiature ad alimentazione elettrica, fino a qualche decina di  $\mu\text{T}$  a contatto. L'altra tipologia di termoventilatore presente in alcuni edifici scolastici, utilizzato prevalentemente in locali privi di allacciamento all'impianto di riscaldamento generale, è totalmente elettrico, cioè anche il riscaldamento avviene con assorbimento di energia elettrica che scalda delle resistenze. Tale termoventilatore genera nel suo intorno un campo magnetico molto alto, superiore a  $100 \mu\text{T}$ , e anche se il campo decresce velocemente con la distanza, a 1 m se ne risente ancora l'influenza. L'unico modo di diminuire l'esposizione ai campi generati da questi dispositivi, è allontanare da essi le postazioni fisse, avendo l'accortezza di verificare che non vi siano postazioni fisse anche dall'altra parte della parete in cui è installato il termoventilatore perchè, come già più volte osservato, il campo magnetico non viene schermato dai muri.

#### *c) Computer e attrezzature informatiche*

Oggi, in tutte le scuole di qualsiasi grado, sono presenti aule dedicate all'uso dei computer e delle apparecchiature informatiche. Se non è possibile adibire un'aula a tale scopo, i computer vengono collocati ed utilizzati nelle aule per la normale didattica. Come tutti i dispositivi alimentati ad energia elettrica, i computer e le apparecchiature informatiche generano un campo magnetico a 50 Hz nell'intorno della loro alimentazione elettrica. L'alimentazione elettrica si trova generalmente in posizione laterale o posteriore rispetto alla postazione di lavoro; la distanza quindi dell'operatore dalla fonte di campo è sufficiente per ridurre quasi completamente un'eventuale esposizione indebita. In un'aula, però, in cui siano contemporaneamente in funzione molte postazioni di lavoro, oppure quando tali postazioni sono installate all'interno delle normali aule didattiche, è necessario avere l'accortezza di valutare la disposizione dei banchi rispetto alle apparecchiature stesse. Si deve cercare di evitare che le postazioni di lavoro siano a diretto contatto con la parte laterale o posteriore delle attrezzature della postazione di lavoro contigua.

#### *d) Impianto elettrico interno*

In questa campagna di misura si è anche riscontrato che i percorsi e le modalità di posa dei cavi dell'impianto elettrico per la distribuzione dell'energia negli edifici, e i punti di installazione dei quadri elettrici, sono molto importanti nella generazione di zone di maggior esposizione al campo magnetico. Infatti una posa dei cavi troppo superficiale o un loro accumulo nelle scatole di derivazione, producono vere e proprie fasce o zone localizzate, lungo i pavimenti o i muri, in cui l'esposizione aumenta rispetto al resto dell'edificio; ciò avviene anche quando i quadri elettrici sono installati in punti vicini a postazioni di lavoro. Se non fosse possibile allontanare le postazioni di lavoro, si dovrebbe provvedere ad una ristrutturazione dell'impianto.

In molti casi, i cavi elettrici responsabili di un aumento di campo magnetico localizzato all'interno di un'aula sono quelli di alimentazione dei tubi al neon dell'impianto di illuminazione artificiale: spesso a luci spente i valori di campo si abbassano notevolmente.

### **E) VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE IN AMBIENTE SCOLASTICO DELLA POPOLAZIONE INFANTILE DA 0 A 14 ANNI IN VALLE D'AOSTA**

In base alle misure interne agli edifici scolastici, alle misure esterne nel caso di presenza di elettrodotti in prossimità delle scuole e delle misure in continuo, si è valutata per ogni scuola l'esposizione al campo magnetico dei bambini.

Essendo il campo magnetico una grandezza variabile sia nello spazio che nel tempo, si pone il problema di attribuire un valore di esposizione ai soggetti interessati. A tal fine si è proceduto individuando 8 classi di esposizione tenendo conto della frequenza dei livelli rilevati nel corso della campagna; per questo motivo l'ampiezza degli intervalli scelti non è costante. Si è inoltre considerato il livello di 3  $\mu\text{T}$  in quanto è il valore di riferimento più restrittivo (obiettivo di qualità) contenuto nella vigente normativa, anche se tale limite ha valore per le sole situazioni di progetto in prossimità ad elettrodotti.

#### 1) MODALITÀ DI VALUTAZIONE

Nel caso in cui i valori rilevati in un'aula non fossero compresi tutti in un'unica classe di misura, si è considerato come valore rappresentativo dell'aula la mediana. Questa operazione è stata effettuata per tutte le aule di una scuola, pervenendo all'attribuzione di ogni aula della scuola ad una classe di esposizione. Nei casi particolari in cui la variazione di livello di campo all'interno dell'aula fosse riconducibile a presenza di sorgenti in grado di influenzare i livelli di una parte considerevole dello spazio dell'aula, si è suddiviso ulteriormente lo spazio utile in unità inferiori rispetto all'aula.

I punti di misura con livelli di campo particolarmente elevati a contatto di apparecchiature elettriche non sono stati considerati in questa fase, perchè non rappresentativi di situazioni di esposizione continuativa

Nel caso in cui la variabilità all'interno delle aule è di tipo temporale, si è valutato il valore medio del campo magnetico misurato nell'arco di una giornata o di una settimana, nelle ore di frequenza scolastica: i bambini sono stati inseriti nella classe di esposizione entro la quale ricadeva tale valore di campo.

La descrizione dettagliata di tutte le situazioni rilevate con livelli di campo magnetico che risentono della presenza di sorgenti specifiche è contenuta, con riferimento ai singoli edifici scolastici, in Note Tecniche redatte durante la campagna e inviate agli organi competenti.

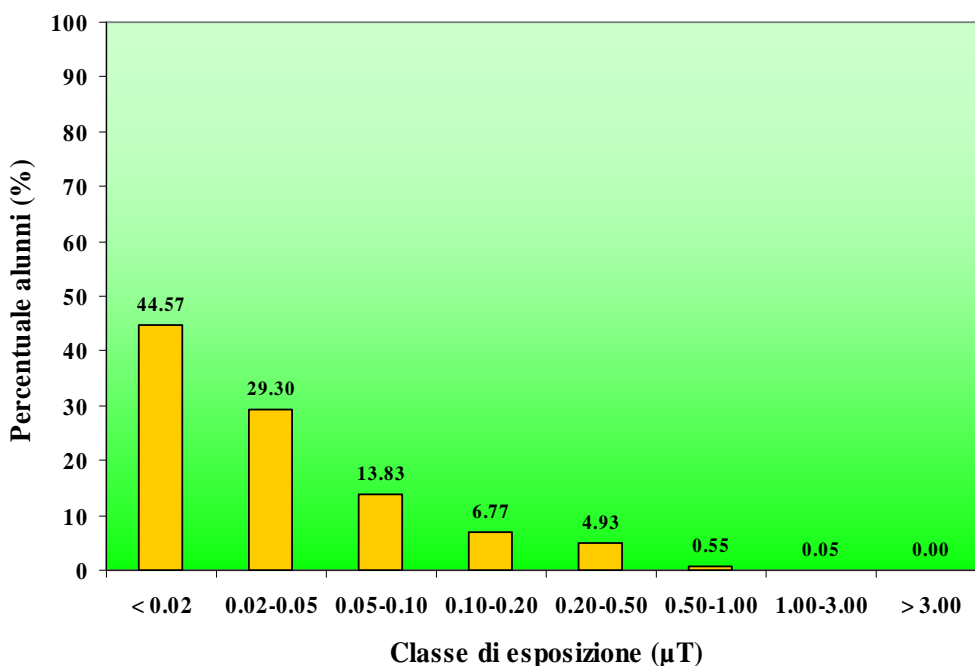
#### 2) ESPOSIZIONE IN AMBIENTE SCOLASTICO DELLA POPOLAZIONE INFANTILE A LIVELLI DI CAMPO MAGNETICO A 50 HZ

Si è quindi suddivisa l'intera popolazione della scuola in parti proporzionali al numero di aule ricadenti nelle diverse classi di esposizione, pervenendo in questo modo ad una quantificazione del numero di bambini della scuola per ogni classe di esposizione.

Le aule speciali, tutte oggetto di rilievi secondo le procedure descritte, non sono state considerate al fine di valutare l'esposizione media dei bambini, infatti il tempo di permanenza in tali locali dei bambini, presi singolarmente, risulta inferiore rispetto alle normali aule di didattica.

I risultati della valutazione dell'esposizione della popolazione in età scolare tra 0 e 14 anni all'interno delle strutture scolastiche della Valle d'Aosta è riportata nel grafico di figura 1, in cui si mostra la distribuzione percentuale degli alunni in funzione della classe di esposizione.

Figura 1 - Percentuale totale di alunni per classe di esposizione, rispetto al totale della popolazione scolastica.



Dall'analisi del grafico di figura 1 risulta che per il 94.5 % dei bambini il livello medio di campo magnetico a 50 Hz in ambiente scolastico è inferiore a 0.20  $\mu\text{T}$ , per il 99.4 % è inferiore a 0.50  $\mu\text{T}$  e in nessuna scuola della Valle d'Aosta esso raggiunge 3  $\mu\text{T}$ .

#### F) DIPENDENZA DEI LIVELLI DI ESPOSIZIONE DA FATTORI LOCALI E/O TERRITORIALI

Una prima analisi dei dati rilevati estrapolando l'esposizione di ogni singolo tipo di scuola rispetto al totale ha evidenziato che i fattori che determinano l'esposizione sono legati a caratteristiche di tipo locale o territoriale. Sono state eseguite tre diverse valutazioni: scuole in vicinanza ad elettrodotti ad alta tensione (fig. 2), scuole con presenza riconosciuta di sorgenti locali di campo magnetico (fig. 3) e scuole e urbanizzazione del territorio (fig. 4)

In tutti e tre i casi si sono analizzati i dati delle scuole a seconda della tipologia di territorio o situazione in cui si trovavano, cioè se erano o no interessate dalla presenza di elettrodotti ad alta tensione, se nella scuola era stata individuata una sorgente di campo ben riconosciuta oppure se la scuola si trovava in un comune con più o meno di 2500 abitanti.

Figura 2.: Effetto della prossimità ad elettrodotti ad alta tensione sulla distribuzione percentuale di alunni per classe di esposizione

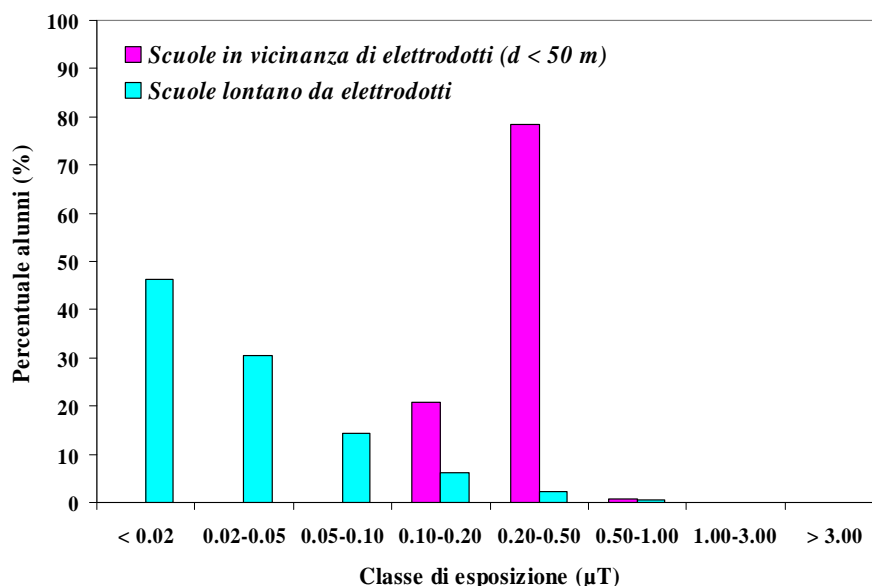


Figura 3: Effetto della presenza di sorgenti locali di campo magnetico sulla distribuzione percentuale di alunni per classe di esposizione

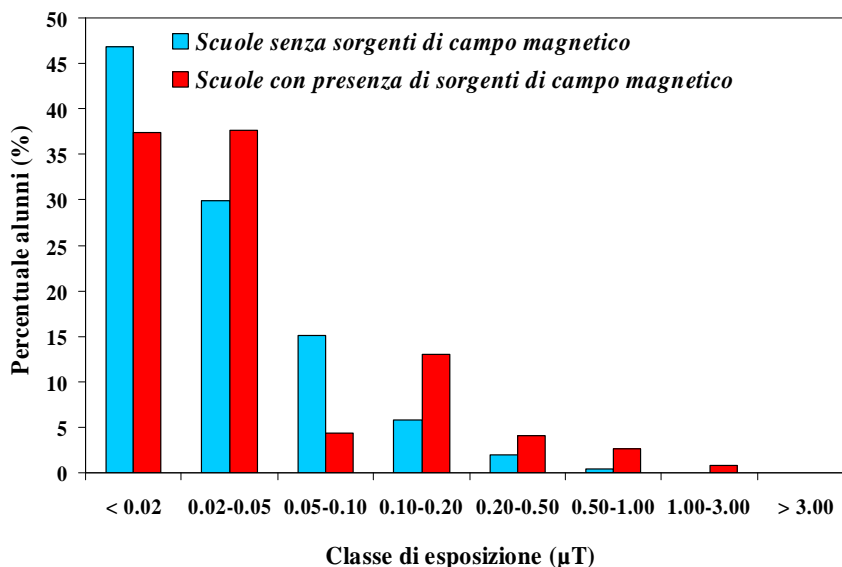
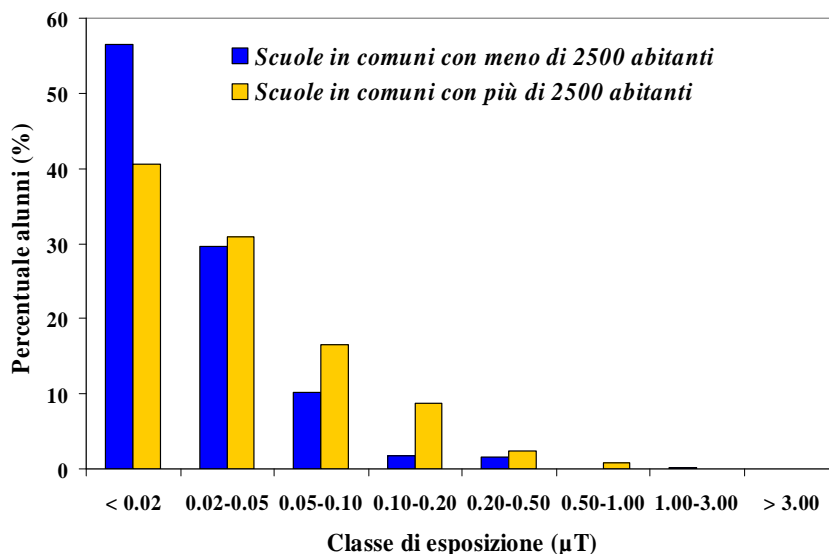


Figura 4 – Percentuale di alunni per classe di esposizione nelle scuole dei comuni con più o meno di 2500 abitanti



### G) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'indagine descritta nel presente rapporto ha permesso di conoscere i livelli di campo magnetico a 50 Hz in tutte le aule e i locali di tutte le scuole della Valle d'Aosta, per la fascia di età fino a 14 anni, quindi di valutare l'esposizione a campo magnetico a 50 Hz della popolazione infantile della Valle d'Aosta in ambiente scolastico, dove i bambini permangono per molte ore al giorno. Inoltre ha permesso di indicare interventi di riduzione o eliminazione di situazioni locali di esposizione potenziale indebita a campo magnetico a 50 Hz.

Si evidenzia che il fatto di aver eseguito i rilievi in tutti gli edifici scolastici è stato fondamentale per ottenere una conoscenza precisa della situazione e non soltanto una stima basata su misure a campione, considerate le incertezze dovute alla distribuzione dei livelli di campo magnetico in ambiente scolastico, strettamente legate al tipo delle sorgenti localmente presenti. Le informazioni di dettaglio sono contenute in Schede Tecniche redatte per ogni scuola. Esse fanno riferimento a un data base informatico costituito per la gestione delle informazioni e l'elaborazione dei dati.

Situazioni puntuali di esposizione superiore al resto dell'edificio scolastico sono state segnalate e in alcuni casi già risolte al momento dei rilievi. Nei casi più complessi si è approfondita la situazione relativa al rilevamento di valori anomali di campo magnetico all'interno degli edifici scolastici. I risultati e le analisi dei casi specifici sono contenute in Note Tecniche inviate durante la campagna ad ASL, Direzione scolastica e Comune. Sono state redatte 18 note tecniche, di cui 14 relative a scuole, su 218 visitate, due relative a locali mensa e due di carattere generale relativamente alla presenza e utilizzo di termoventilatori e radioregistratori. I casi però di locali esposizioni indebite sono stati superiori a quelli documentati nelle Note Tecniche, poichè alcuni di essi sono stati risolti già al momento dell'intervento.