



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

collana ambiente

Campi elettromagnetici a bassa frequenza: elettrودotti e cabine elettriche

SCHEDA
INFORMATIVA

12



Regione Toscana

novembre 2011

Aggiornamento 2017



© ARPAT 2011



Campi elettromagnetici a bassa frequenza: elettrodotti e cabine elettriche

Novembre 2011

Aggiornamento 2017

12

Per suggerimenti e informazioni:
A.F. Comunicazione e informazione
ARPAT via N.Porpora, 22 - 50144 Firenze
tel 055.32061 fax 055.3206324

A cura di *A.F. Comunicazione e informazione - ARPAT*

Testi *Nicola Colonna - ARPAT, Dipartimento provinciale di Pisa*

Con la collaborazione di *Commissione Regionale Agenti Fisici
Gaetano Licitra, Andrea Poggi - ARPAT, Direzione
tecnica*

Si ringrazia *Nicola Zoppetti - IFAC-CNR, per la figura a pagina 11*

Coordinamento editoriale *Silvia Angiolucci - ARPAT, Direzione generale*

Redazione *Silvia Angiolucci, Gabriele Rossi - ARPAT,
Direzione generale*

Foto e figure *Nicola Colonna - ARPAT, Dipartimento provinciale di Pisa*

Progetto e realizzazione grafica *Noè, Firenze*

Stampa *Grafiche Cappelli s.r.l., Osmannoro - Sesto F.no (FI),
novembre 2011*

Aggiornamento *2017 - pag. 4*

Descrizione e tipologia delle sorgenti

2

Caratteristiche tecniche degli elettrodotti

6

Grandezze fisiche in prossimità degli elettrodotti

7

Livelli di induzione magnetica in prossimità degli elettrodotti

8

Normativa sui campi elettromagnetici a bassa frequenza

10

Linee interrate

15

Compiti di ARPAT, attività specialistiche e informazione al cittadino

16

Normativa vigente sui campi elettromagnetici alla frequenza di 50 hz

17

Introduzione

In questa pubblicazione si affronta il tema dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici a bassa frequenza (50 Hz, frequenza di rete), quelli cioè generati dalle linee e dalle cabine elettriche, che svolgono la funzione di trasporto e di distribuzione dell'energia. L'esposizione ai campi elettromagnetici è regolamentata nella normativa italiana dalla L. 36/2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", dal decreto applicativo D.P.C.M. 08.07.2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" e dai due D.M. 29.05.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" e "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica".

La stessa normativa affida alle ARPA il compito del controllo per verificare il rispetto dei limiti.

Grandezza	Unità di misura	Simbolo
Tensione (differenza di potenziale elettrico)	Volt	V (1kV = 1000 Volt)
Frequenza	Hertz	Hz
Intensità di corrente	Ampère	A
Campo elettrico	Volt su metro	V/m
Induzione magnetica	microTesla	μT ($1\mu\text{T} = 10^{-6} \text{T}$)

Limite di esposizione: livello di induzione magnetica che non deve essere mai superato in nessun punto dello **spazio = 100 μT** .

Valore di attenzione (da applicare nelle situazioni esistenti): livello di induzione magnetica che non deve essere superato nei luoghi adibiti a permanenza prolungata della popolazione superiore alle **4 ore giornaliere = 10 μT** .

Obiettivo di qualità (da applicare alle nuove realizzazioni): livello di induzione magnetica che non deve essere superato nei luoghi adibiti a permanenza prolungata della popolazione superiore alle **4 ore giornaliere = 3 μT** .

DESCRIZIONE E TIPOLOGIA DELLE SORGENTI

LINEE ELETTRICHE E CABINE DI TRASFORMAZIONE

Le **linee elettriche** si dividono in 3 grandi classi:

- **alta tensione** (380 kV, 220 kV e 132 kV)
- **media tensione** (15 kV)
- **bassa tensione** (380 V e 220 V).

Le sorgenti di campi elettromagnetici a 50 Hz di maggior interesse per l'esposizione della popolazione sono le linee aeree di alta tensione.

Le **cabine di trasformazione**, nelle quali la tensione viene *trasformata* da alta a media, o da media a bassa, si dividono in 3 tipologie:

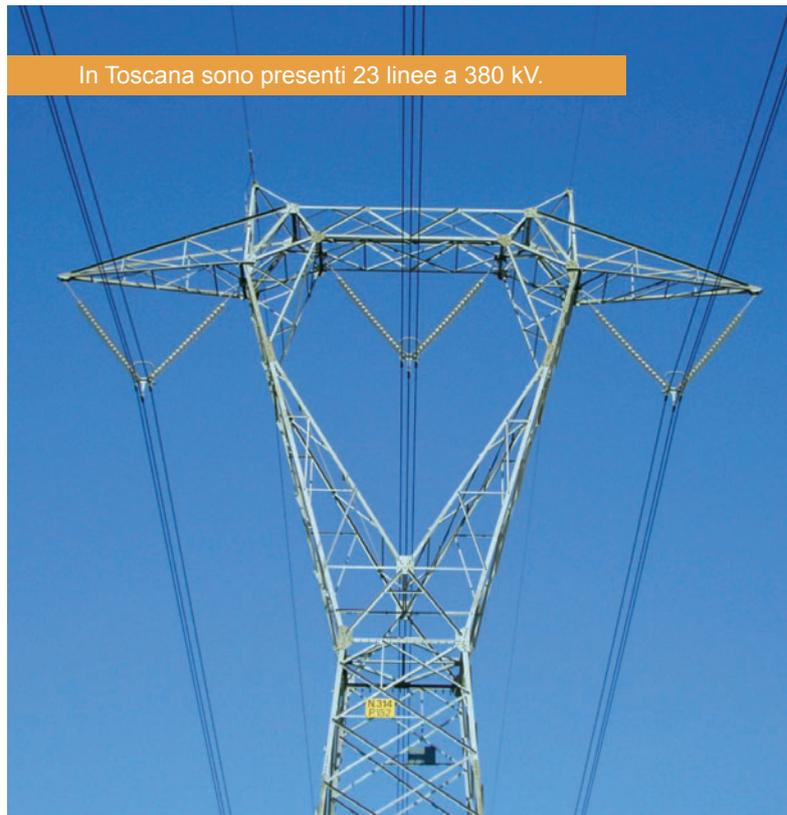
- **stazioni di trasformazione** (a cui afferiscono le linee a 380 kV e a 220 kV e dove la tensione viene ridotta a 132 kV)
- **cabine primarie di trasformazione** (riduzione di tensione da 132 kV a 15 kV)
- **cabine secondarie di trasformazione** (riduzione di tensione da 15 kV a 380 V e a 220 V).

LINEE AD ALTA TENSIONE E ALTISSIMA TENSIONE

Le **linee a 380 kV** (altissima tensione, gestite in realtà a 400 kV) rappresentano le infrastrutture più importanti per il **trasporto a grandi distanze dell'energia elettrica prodotta dalle centrali**. Questo tipo di elettrodotti, che si riconosce facilmente per la tipica forma a "delta rovesciato" (vedi foto accanto), è individuabile anche dalla numerazione a tre cifre, che inizia con il numero 3 (ad esempio: linea n. 301, linea n. 312, linea n. 314, ecc.), riportata tipicamente sulla targa apposta sul sostegno.

Linea a 380 kV in terna semplice con testa del sostegno a "delta rovesciato".

In Toscana sono presenti 23 linee a 380 kV.



Linea a 220 kV in terna semplice con testa del sostegno a "delta rovesciato".



Le linee a 220 kV, prima della costruzione (anni '80) delle linee a 380 kV, **rappresentavano lo standard per il trasporto a grandi distanze dell'energia elettrica**. Le linee a 220 kV possono avere sia la forma a "delta rovesciato", che quella tipica a "pino" (vedi foto accanto) ed hanno una numerazione a tre cifre che inizia con il numero 2 (ad esempio: linea n. 256, linea n. 257, linea n. 263, ecc.).

Le linee a 132 kV sono le più diffuse e presenti sul territorio poiché svolgono la **funzione di distribuzione dell'energia a distanze più brevi**, collegando tra loro le cabine primarie di trasformazione. Le linee a 132 kV hanno la forma tipica a "pino" (vedi foto sotto) ed hanno una numerazione a tre cifre (ad esempio: linea n. 051, linea n. 430, linea n. 510, linea n. 830, ecc.).

Linea a 220 kV in terna semplice con testa del sostegno a "pino".



Allo stato attuale in Toscana sono presenti sul territorio 7 linee a 220 kV e in generale vi è la tendenza a trasformare tali elettrodotti o in linee a 380 kV (potenziamento) o in linee a 132 kV (declassamento).

Le linee a 132 kV possono essere sia aeree che interrate.

Linea a 132 kV in terna semplice con testa del sostegno a "pino".



Linea a 132 kV in doppia terna.



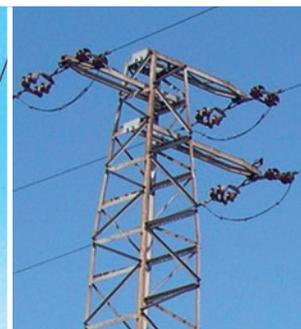
In Toscana attualmente sono presenti sul territorio:
384 linee di Terna Rete Italia S.p.A.
15 stazioni di trasformazione e 27 sottostazioni elettriche di Terna Rete Italia S.p.A.
131 cabine primarie di e-distribuzione S.p.A.

Tutte le linee ad alta e altissima tensione sono di proprietà di Terna Rete Italia S.p.A. (sostegni con la targa "ENEL", vedi seconda foto da sinistra e sostegni con la targa "FS", vedi prima foto da sinistra). Le linee a 132 kV di Terna Rete Italia S.p.A. tipicamente svolgono la funzione di fornitura dell'energia alle stazioni ferroviarie e collegano tra loro le Sottostazioni Elettriche (S.S.E.).

LINEE A MEDIA TENSIONE

L'energia che arriva nelle cabine primarie mediante le linee ad alta tensione viene ridistribuita capillarmente sul territorio attraverso le linee di media tensione, che collegano sia le cabine primarie con quelle secondarie (MT/BT), che le cabine secondarie tra loro.

Le linee MT sono di proprietà di e-distribuzione S.p.A. e non sono numerate. Le linee a 15 kV aeree sono installate su pali di cemento, su sostegni tubolari e su sostegni troncopiramidali (tralicci) e si distinguono facilmente dalle linee di alta tensione perché gli elementi che compongono le catene di isolamento sono al massimo tre.



Targa con la dicitura "FS" presente sui sostegni delle linee di RFI SpA che riporta la tensione nominale, la disposizione delle fasi, il tipo di testa e il numero progressivo del sostegno.

Le linee a 15 kV possono avere 3 configurazioni:

- aerea con conduttori nudi, cioè senza la guaina isolante (la più diffusa),
- aerea in cavo cordato, cioè con la guaina isolante,
- interrata

Le linee in media tensione sono percorse da correnti di bassa intensità e le distanze tra i 3 conduttori sono ridotte. Per questo i campi elettromagnetici a bassa frequenza prodotti sono modesti e diventano trascurabile a pochissimi metri dalla linea

LINEE DI BASSA TENSIONE (BT)

Le linee BT partono dalle cabine secondarie di trasformazione (MT/BT) o dalle cassette di distribuzione e portano l'energia nei luoghi di vita (220 V) e di lavoro (220 V e 380 V).

Le linee BT sono di proprietà di e-distribuzione S.p.A. Esse non rappresentano una sorgente significativa di campi elettromagnetici a bassa frequenza.

CABINE DI TRASFORMAZIONE (MT/BT)

In particolare le stazioni e le cabine primarie sono impianti recintati e non accessibili al pubblico e strutturati in modo tale che i livelli di induzione magnetica, generati dagli apparati, siano molto contenuti e trascurabili all'esterno della recinzione.

Le cabine secondarie di trasformazione (MT/BT), sono di due tipi: a "torretta" (standard del passato) e a "box" (standard attuale); al loro interno le sorgenti sono: il trasformatore, i cavi di media tensione, i quadri di bassa tensione e i cavi di bassa tensione. Progressivamente nel tempo le linee MT in ambito urbano sono state interrate, pertanto vi sono cabine MT/BT a torretta che non hanno più i conduttori aerei esterni, ma vengono rifornite da cavidotti interrati. Le stazioni di trasformazione sono di proprietà di Terna Rete Italia S.p.A. Le cabine primarie e quelle secondarie di trasformazione sono di proprietà di e-distribuzione SpA.

Le stazioni e le cabine primarie di trasformazione costituiscono con i propri apparati delle sorgenti di campi elettromagnetici a bassa frequenza il cui impatto è spazialmente confinato e, quindi, non rilevanti per l'esposizione della popolazione. Le cabine secondarie di trasformazione (MT/BT) sono sorgenti che determinano una limitata esposizione della popolazione all'induzione magnetica a bassa frequenza.

Le cabine di trasformazione MT/BT producono livelli di induzione magnetica significativi solo a contatto con le pareti esterne. Tali livelli tuttavia si attenuano rapidamente con la distanza dalla struttura e diventano trascurabili già a 2 m dalle pareti esterne della cabina.

Cabina di trasformazione MT/BT a "torretta" con la consegna alta (linee a 15 kV aeree).



Cabina di trasformazione MT/BT a "box" (linee a 15 kV in ingresso e linee BT in uscita interrate).



CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI ELETTRODOTTI

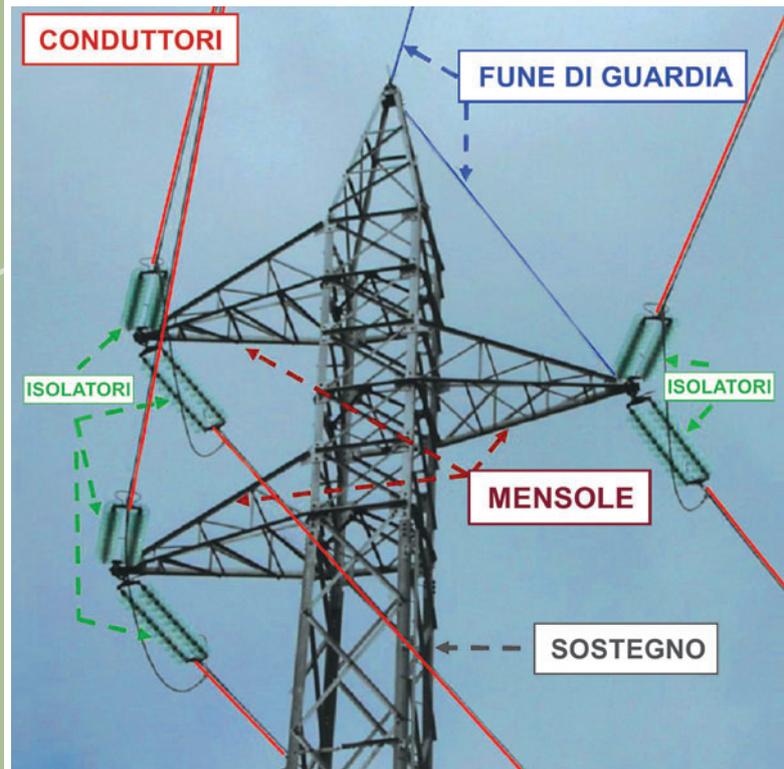
Le linee di alta tensione sono schematicamente composte da quattro elementi:

- **sostegno** metallico tipicamente di forma piramidale (traliccio), che ha semplicemente la funzione meccanica di tenere sollevati da terra i conduttori ed è elettricamente messo a terra;
- **isolatori**, dispositivi di vetro e/o ceramica che tengono meccanicamente agganciati i conduttori alle mensole (sbracci laterali del sostegno) e servono da isolamento elettrico, evitando il contatto diretto tra i conduttori e il sostegno;
- **3 conduttori**, percorsi dalla corrente. Tra loro hanno una tensione (differenza di potenziale elettrico) pari a quella nominale della linea (ad esempio 132 kV);
- **fune di guardia**, un conduttore metallico sottile (che non viene percorso dalla corrente) che collega le sommità dei sostegni ed ha la funzione di evitare che i fulmini possano scaricarsi sulla punta metallica dei sostegni stessi.

La differenza di potenziale elettrico presente tra due punti corrisponde all'energia necessaria per spostare una carica elettrica unitaria da un punto all'altro.

Come per un corso d'acqua la differenza di quota (differenza di potenziale gravitazionale) favorisce lo scorrimento verso il basso, così per i sistemi elettrici la grande differenza di potenziale elettrico tra conduttori e terra favorisce il trasporto di corrente elettrica (e quindi di energia) attraverso il territorio.

I 3 CONDUTTORI RAPPRESENTANO LA SORGENTE DELL'INDUZIONE MAGNETICA



GRANDEZZE FISICHE IN PROSSIMITÀ DEGLI ELETTRODOTTI

Nello spazio intorno a un elettrodotto ci sono:

- **un campo elettrico** – in fisica denominato (E) - con la frequenza di 50 Hz, generato dalla tensione dei conduttori rispetto a terra.
- **un campo di induzione magnetica** – in fisica denominato (B), sempre a 50 Hz, generato dalle correnti che scorrono nei 3 conduttori.

Il campo elettrico e il campo di induzione magnetica si propagano in tutte le direzioni, ma hanno una diversa distribuzione nello spazio:

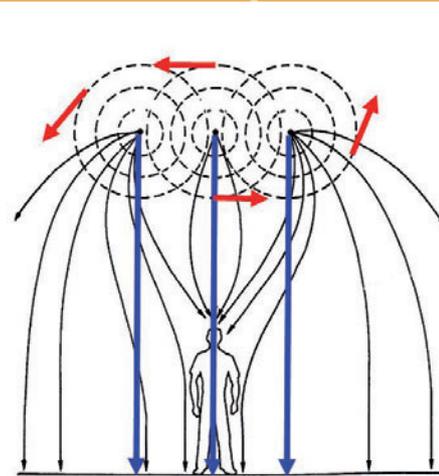
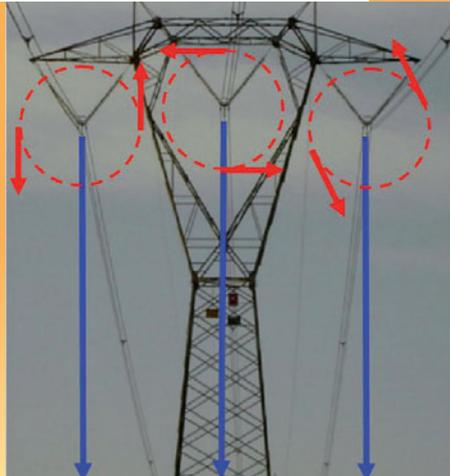
- il campo elettrico sotto i conduttori della linea è verticale e molto intenso (vedi frecce blu nelle figure);
- il campo di induzione magnetica si propaga per cerchi concentrici che hanno il centro nei conduttori, attenuandosi di intensità all'aumentare della distanza dai conduttori stessi (vedi frecce rosse nelle figure).

Sostanziale **differenza** tra le due grandezze fisiche presenti intorno a un elettrodotto:

- **il campo elettrico alla frequenza di 50 Hz viene schermato dalle strutture degli edifici** ed è, quindi, fortemente ridotto o inesistente all'interno dei luoghi di vita (abitazioni, scuole, uffici ecc.);
- **al contrario le stesse strutture sono perfettamente trasparenti rispetto all'induzione magnetica a 50 Hz che, quindi, è imperturbata e presente all'interno dei luoghi di vita.**

Per tale fenomeno fisico la normativa vigente (D.P.C.M. 08.07.2003 e D.M. 29.05.2008 sulle tecniche di misura) pone l'attenzione in particolar modo sulla regolamentazione dei livelli dell'induzione magnetica nei luoghi dove le persone permangono stabilmente.

Il campo di induzione magnetica varia nel tempo al variare dell'intensità della corrente che scorre nei conduttori della linea. Infatti il consumo di energia elettrica varia tra il giorno e la notte, tra l'estate e l'inverno e di anno in anno.



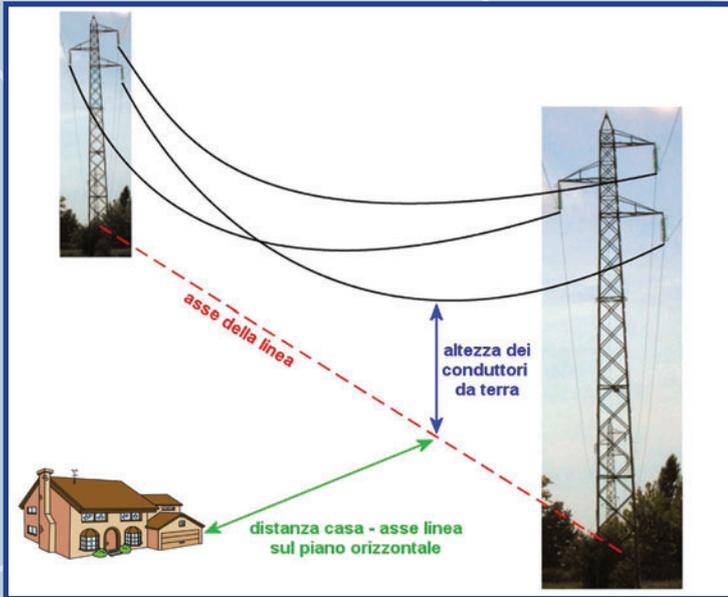
Distribuzione spaziale del campo elettrico E (in blu) e del campo di induzione magnetica B (in rosso) intorno ai conduttori di una linea ad alta tensione

LIVELLI DI INDUZIONE MAGNETICA IN PROSSIMITÀ DEGLI ELETTRODOTTI

Se ci troviamo vicino a un elettrodotto i parametri che concorrono a **determinare il livello di induzione magnetica** in un punto ben preciso sono:

- l'**intensità della corrente** circolante nella linea e
- la **distanza tra il punto prescelto e i conduttori della linea**.

La corrente circolante nella linea (che varia nel tempo) viene costantemente misurata dal gestore, a cui ARPAT può richiedere i dati di tali misurazioni.



Rappresentazione schematica in prospettiva della distanza e dell'altezza utili per la determinazione del livello di induzione magnetica presente all'interno di un edificio.



L'INDUZIONE MAGNETICA VARIA CON LA DISTANZA

Nella figura sotto è riportato un esempio di come l'induzione magnetica, a parità di corrente, varia con la distanza dalla linea. Immaginiamo di trovarci a 50 m da una linea elettrica (nella figura = a -50) e di avvicinarci progressivamente alla linea (nella figura = a 0) per poi allontanarci di nuovo verso la parte opposta (nella figura = 50) muniti di uno strumento di misura.

Alla partenza (-50) e all'arrivo (50) misureremo valori molto contenuti (meno di $0.20 \mu\text{T}$), mentre in corrispondenza del punto 0 (sotto i conduttori della linea) i valori più elevati.

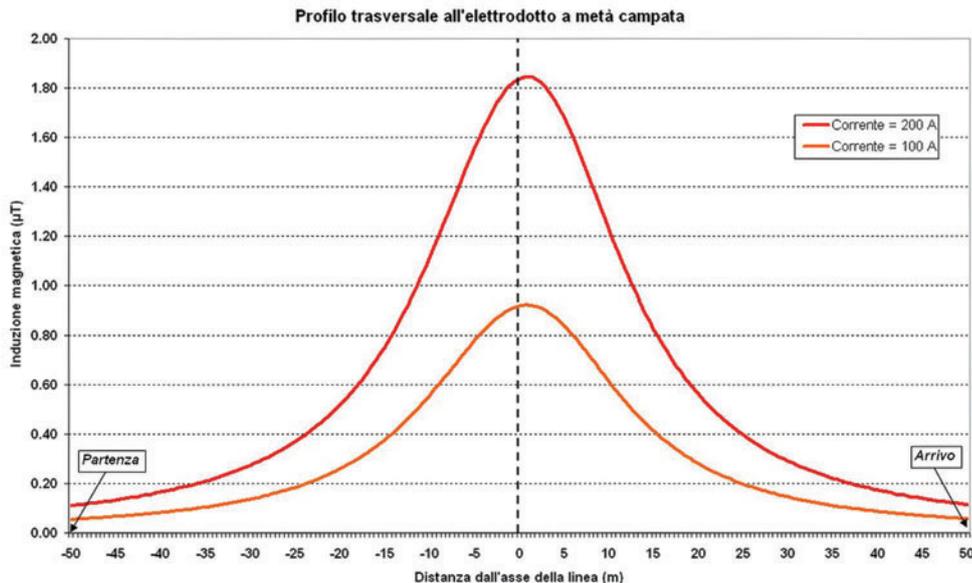
Linea a 132 kV con campata lunga 230 m e altezza minima dei conduttori da terra pari a 12 m. Andamento, a 1.5 m di altezza da terra, dell'induzione magnetica al variare della distanza dall'asse della linea, calcolato per due correnti.

Le unità di misura utilizzate per le grandezze sono:

- microtesla (μT) per l'induzione magnetica;
- ampère (A) per l'intensità di corrente;
- metro (m) per le distanze.

CAMPATA = porzione di linea elettrica compresa tra due sostegni consecutivi.

ASSE DELLA LINEA = nella rappresentazione cartografica le linee elettriche sono disegnate come dei quadrati (proiezione a terra dei sostegni) collegati tra loro da una linea retta. L'asse della linea è il segmento che congiunge due sostegni consecutivi.



NORMATIVA SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI A BASSA FREQUENZA

La Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici n. 36 del 2001 ha introdotto il concetto di esposizione a lungo termine della popolazione ai campi elettromagnetici, distinguendo, quindi, tra:

- esposizione di breve durata a **livelli elevati**;
- esposizione molto prolungata nel tempo a **livelli più contenuti**.

Nel primo caso è stato definito il limite di esposizione (fissato a 100 μT dal D.P.C.M. 08.07.2003): è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione.

Nel secondo caso, poiché tale esposizione prolungata ai campi elettromagnetici potrebbe essere associata a rischi per la salute, il legislatore, in applicazione del principio di precauzione, ha ritenuto opportuno definire un livello di induzione magnetica più basso, compatibile con l'esposizione a lungo termine: il valore di attenzione, fissato a 10 μT dal D.P.C.M. 08.07.2003.

Cautelativamente è stata inoltre definita una regolamentazione più stringente per le nuove opere da realizzare, introducendo la differenza tra l'esistente (eventualmente da risanare) e il nuovo, che dovrà caratterizzarsi per un'esposizione della popolazione più contenuta (obiettivo di qualità: 3 μT). I limiti definiti dalla Legge Quadro sono stati fissati dal D.P.C.M.08.07.2003. Con la L. 36/01, per gli elettrodotti esistenti, è stato introdotto anche il criterio del risanamento a carico del gestore nel caso di superamento del valore di attenzione.

Il D.P.C.M. 08/07/2003 inoltre ha abrogato le distanze tra edifici e linee elettriche previste dal **D.P.C.M. 23/04/1992**, sostituendo il vincolo del rispetto della distanza con il rispetto dell'obiettivo di qualità: livelli previsti di induzione magnetica inferiori a **3 μT** .

DISTANZE TRA EDIFICI E LINEE ELETTRICHE

Per una corretta descrizione della situazione attuale in termini di esposizione della popolazione all'induzione magnetica a 50 Hz è necessario precisare che fino al 1992 era possibile costruire molto vicino alle linee elettriche esistenti, in quanto erano richiesti dal gestore pochi metri di distanza tra l'edificio in progetto e il conduttore della linea elettrica ad esso più vicino.

In seguito, con il **D.P.C.M. 23/04/1992** queste distanze sono state aumentate e portate a:

- **10 m per le linee a 132 kV**
- **18 m per le linee a 220 kV**
- **28 m per le linee a 380 kV**

I controlli delle ARPA per la verifica del rispetto dei limiti di legge si effettuano con misure su almeno 24 ore consecutive, calcolando la mediana* dei valori di induzione magnetica misurati e confrontando tale mediana con il valore di attenzione (per le linee esistenti) e con l'obiettivo di qualità per le nuove linee appena realizzate.

* in un elenco di numeri ordinati in modo crescente la mediana rappresenta il valore al centro dell'elenco

L'intento della norma all'epoca non era comunque quello di tutelare la popolazione dall'esposizione a lungo termine all'induzione magnetica, ma solo di prevenire il pericolo di folgorazione (sicurezza). In questo scenario, quindi, per molti anni vi è stata un'intensa edificazione del territorio che è andata progressivamente avvicinandosi agli elettrodotti già esistenti. Le stesse regole sulle distanze valevano anche per le nuove linee elettriche da costruire rispetto agli edifici esistenti.

Una volta stabilito, con la L. 36 del 2001, che bisogna tener conto dell'esposizione a lungo termine della popolazione, diviene di fondamentale importanza una regolamentazione più stringente sull'edificazione in prossimità delle linee elettriche, come previsto dall'Art. 4 comma 1, punto h di tale legge e dai decreti che ne discendono (D.P.C.M. 08.07.2003 e D.M. 29.05.2008).

FASCE DI RISPETTO PER LE LINEE AD ALTA TENSIONE

Un concetto importante per la prevenzione dell'esposizione della popolazione all'induzione magnetica è quello della **fascia di rispetto per gli elettrodotti**: all'interno di una porzione di territorio intorno alla linea, caratterizzata da valori di induzione magnetica superiori rispetto all'obiettivo di qualità, *non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, cioè ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore*. Tale concetto si applica sia ai nuovi edifici rispetto alle linee esistenti, sia ai nuovi elettrodotti rispetto alle strutture esistenti (vedi D.M. 29.05.2008).

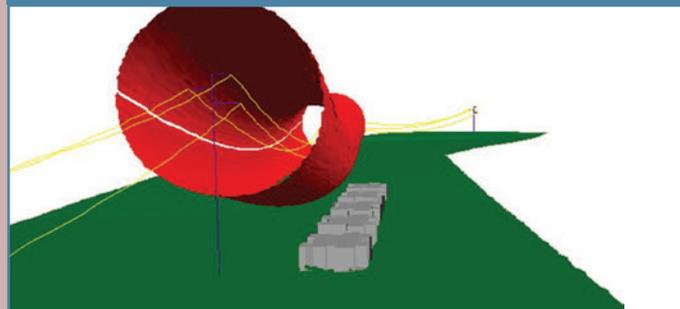
La presenza di un elettrodotto, quindi, comporta un vincolo al territorio. Non c'è un divieto assoluto a costruire, ma è discriminante la destinazione d'uso dell'immobile in progetto. Sono compatibili ad esempio con la fascia di rispetto di un elettrodotto: parcheggi, magazzini, depositi, locali tecnici, la maggior parte delle attività agricole ecc.

COS'È UNA FASCIA DI RISPETTO

Dal punto di vista tecnico la **fascia di rispetto** di un elettrodotto è costituita dal **volume cilindrico intorno ai conduttori in cui è superato l'obiettivo di qualità di 3 μ T** (vedi Figura sotto).

Il volume cilindrico intorno ai conduttori della linea, se proiettato a terra, diventa una fascia di territorio (a sinistra e a destra del tracciato) di larghezza costante.

La fascia di rispetto non è la stessa per tutte le linee. Linee simili possono avere fasce di rispetto diverse, proprio a seconda della tipologia dei conduttori installati. Pertanto la normativa prevede che sia il gestore/proprietario (che ne conosce in dettaglio le caratteristiche tecniche) a calcolare la fascia di rispetto di ogni singola linea elettrica.



Esempio per una linea a 132 kV del volume cilindrico intorno ai conduttori che rappresenta il vincolo da rispettare per i nuovi edifici in progetto (in grigio). All'interno del cilindro viene superato il valore di 3 μ T (obiettivo di qualità) mentre all'esterno, dove si riscontra un valore inferiore, è possibile costruire.

Il D.P.C.M. 08.07.2003 stabilisce che è compito del gestore dell'elettrodotto comunicare l'estensione della fascia di rispetto e, nel successivo D.M. 29.05.2008, non solo viene descritta la metodologia da seguire per il calcolo della fascia, ma vengono anche esplicitati i due livelli di approfondimento: **la distanza di prima approssimazione (Dpa)** e **il calcolo esatto della fascia di rispetto**.

• La **Dpa** deve essere utilizzata dai Comuni per la pianificazione urbanistica e, quindi, per regolamentare la futura edificazione in prossimità delle linee elettriche. Su richiesta dei cittadini interessati e dei Comuni il gestore (Terna Rete Italia S.p.A.) comunica la **Dpa** in formato numerico (ad esempio: 22 m) o cartografico.

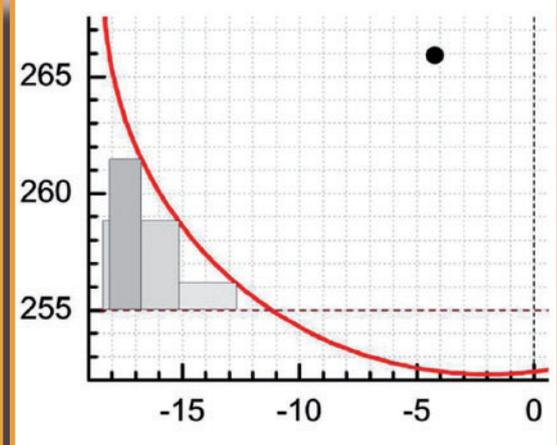
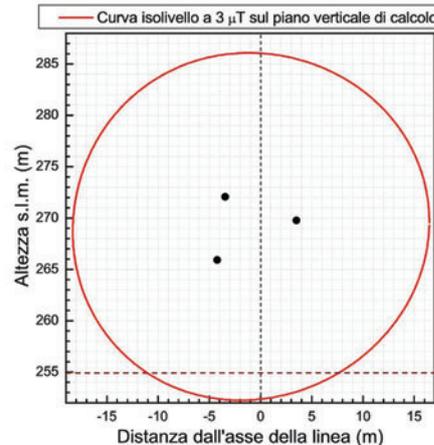
• **Il calcolo esatto della fascia di rispetto** invece deve essere utilizzato dai Comuni esclusivamente nei casi in cui un edificio in progetto venga a trovarsi, sul piano orizzontale, a distanza inferiore rispetto alla **Dpa** comunicata dal gestore. In tali specifiche situazioni il Comune, durante la fase di rilascio della singola autorizzazione a costruire, richiede al gestore della linea il calcolo esatto della fascia di rispetto su una o più sezioni verticali passanti per l'edificio in progetto (vedi Figure sotto).

Se la **Dpa** di una linea è pari a 22 m, questo vuol dire che la larghezza complessiva della fascia di rispetto deve essere pari a 44 m, 22 a sinistra e 22 a destra della linea.

Esempio di calcolo della fascia di rispetto (in rosso) per una linea elettrica. In grigio esempi di edifici compatibili (per altezza e distanza) con il rispetto della fascia stessa e, quindi, edificabili.

In pratica:

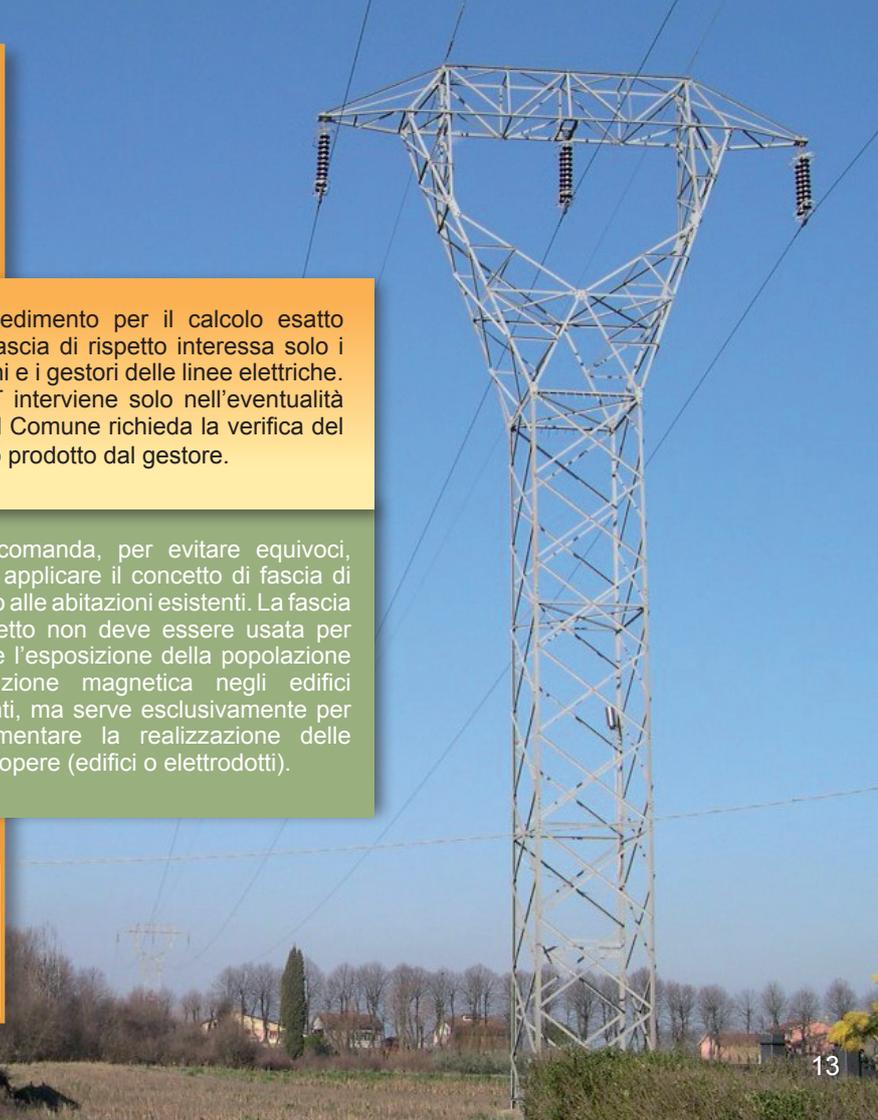
- più i conduttori sono alti rispetto al terreno e più con una nuova costruzione ci si può avvicinare all'asse della linea elettrica
- essendo la fascia di rispetto rappresentata da un cerchio, l'altezza degli edifici edificabili in prossimità della linea elettrica può variare in funzione della distanza dal centro del cerchio.





Il procedimento per il calcolo esatto della fascia di rispetto interessa solo i Comuni e i gestori delle linee elettriche. ARPAT interviene solo nell'eventualità in cui il Comune richieda la verifica del calcolo prodotto dal gestore.

Si raccomanda, per evitare equivoci, di non applicare il concetto di fascia di rispetto alle abitazioni esistenti. La fascia di rispetto non deve essere usata per stimare l'esposizione della popolazione all'induzione magnetica negli edifici esistenti, ma serve esclusivamente per regolamentare la realizzazione delle nuove opere (edifici o elettrodotti).



FASCE DI RISPETTO PER LE LINEE A MEDIA TENSIONE E PER LE CABINE MT/BT

Quanto detto sulle fasce di rispetto per le linee ad alta tensione (AT) vale esattamente anche per le linee a media tensione (MT), di proprietà di e-distribuzione S.p.A. La distanza di prima approssimazione (**Dpa**) delle linee aeree di media tensione varia tra 4 m e 10 m.

La differenza sostanziale tra le linee AT e quelle MT è che una linea ad **alta tensione** rappresenta per il territorio un **vincolo non rimovibile**, in quanto il suo tracciato non è modificabile per problemi legati agli elevatissimi costi di intervento.

Il vincolo determinato da una linea a **media tensione** è invece da considerarsi **rimovibile**, in quanto essa può essere (su richiesta e a carico del richiedente) sia spostata che modificata nella sua configurazione. In fatti una linea MT aerea con conduttori nudi può essere trasformata in cavo cordato ad elica (vedi Foto sullo sfondo) e con tale configurazione la fascia di rispetto viene ad aver un raggio inferiore ad 1 m.

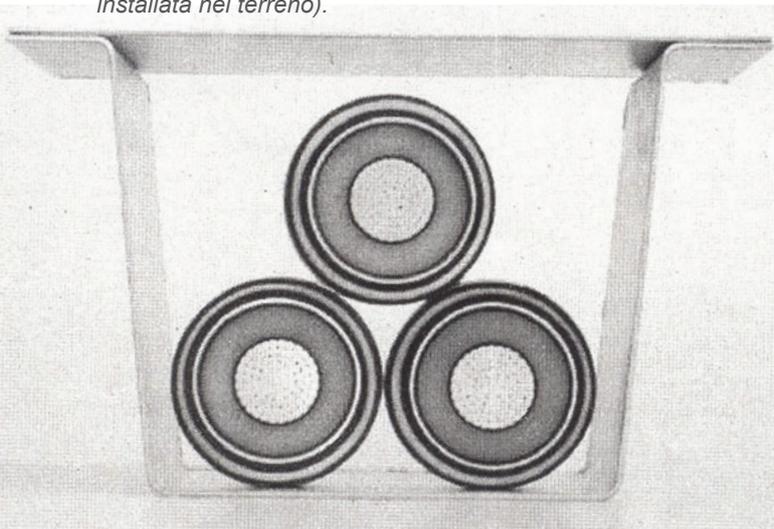


Per le cabine MT/BT standard la distanza di prima approssimazione da rispettare intorno alla cabina stessa è al massimo pari a 2.5 m. in tutte le direzioni dello spazio (vedi figura accanto). Possono fare eccezione ed avere una Dpa maggiore le cabine MT/BT utente e/o cliente, dotate di trasformatore di taglia superiore a quella standard.

LINEE INTERRATE

Le linee elettriche a 132 kV e a 15 kV non sono solo aeree esterne, ma possono essere anche **interrate**. I conduttori cioè, invece di essere nudi, vengono rivestiti da una guaina isolante e possono essere collocati molto vicini tra loro all'interno del terreno, a circa 1 m di profondità. Non è né la presenza del terreno, né quella della guaina isolante a schermare l'induzione magnetica, ma, come già esposto, il fatto che i 3 conduttori siano tra loro molto ravvicinati **fa diminuire significativamente l'induzione magnetica generata** (vedi anche pagine dedicate a "Grandezze fisiche in prossimità degli elettrodotti").

Esempio di linea ad alta tensione (132 kV) interrata, posata "a trifoglio" all'interno di un canalina schermante (che viene installata nel terreno).



Per i gestori non vi è nessun obbligo di legge sull'interramento delle linee aeree esistenti.

Allo stato attuale, poiché i costi di realizzazione di una linea interrata negli ultimi anni sono diminuiti significativamente, i gestori stessi propongono tale soluzione progettuale per le nuove linee da realizzare per i tratti che attraversano il tessuto urbano.

La **Dpa** delle linee a 132 kV interrate, con posa a trifoglio, è pari a 3.1 m, mentre la **Dpa** di una linea aerea simile è di 22 m.



COMPITI DI ARPAT, ATTIVITÀ SPECIALISTICHE E INFORMAZIONE AL CITTADINO

Oltre al compito istituzionale di fornire il supporto tecnico agli Enti Locali, la normativa vigente affida ad **ARPAT** il compito dei controlli, che, attraverso misure puntuali e monitoraggi in continuo, certificano il rispetto negli ambienti di vita del valore di attenzione (per le situazioni esistenti) e dell'obiettivo di qualità (per le nuove realizzazioni). I cittadini toscani, residenti in prossimità degli elettrodotti o delle cabine elettriche, possono richiedere tali controlli mediante esposto scritto al proprio Comune di appartenenza, che provvederà a far attivare il Settore Agenti Fisici di ARPAT territorialmente competente.

ARPAT ha realizzato e popolato, in collaborazione con l'IFAC-CNR di Firenze, il Catasto Regionale degli Elettrodotti della Regione Toscana (C.E.R.T.), un data base strutturato in modo da poter gestire i tracciati georeferenziati e le informazioni tecniche e geometriche sui sostegni delle linee ad alta tensione, presenti sul territorio regionale (vedi ARPAT news n. 149 del 2005). Insieme al Catasto l'IFAC-CNR di Firenze ha realizzato per ARPAT il codice di calcolo previsionale PLEIA-EMF ver. 1.6, che consente di modellizzare in 3D le linee ad alta tensione e il loro impatto elettromagnetico sul territorio circostante. Tale software attinge i dati di input direttamente dal Catasto in modo da consentire agli operatori una gestione snella ed efficace del calcolo previsionale. Tale modellistica viene utilizzata sia per i pareri previsionali sulle nuove linee da realizzare che per le verifiche sul calcolo esatto delle fasce di rispetto (vedi ARPAT news n. 5 del 2006). L'utilizzo di software specifici, insieme alla Cartografia Tecnica Regionale, consente di fornire ai cittadini residenti in prossimità degli elettrodotti le informazioni sulla specifica sorgente (linea AT) e sui livelli di induzione magnetica presenti presso la propria abitazione. A tale scopo è molto utile che gli interessati, nei contatti con ARPAT, forniscano, oltre al proprio indirizzo, i numeri presenti alla base del sostegno dell'elettrodotto più vicino alla propria abitazione.



NORMATIVA VIGENTE SUI CAMPI ELETTRICI ALLA FREQUENZA DI 50 HZ

Legge n. 36 del 22.02.2001: *legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici* (G.U. n. 55 del 07.03.2001).

D.P.C.M. 08.07.2003: *fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti* (G.U. n. 200 del 29.08.2003).

D.M. 29.05.2008: *approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica* (G.U. n. 153 del 02.07.2008).

D.M. 29.05.2008: *approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti* (G.U. n. 160 del 05.07.2008).



**Nella
stessa
collana:**

1. Polveri atmosferiche, *marzo 2004*
2. Le acque minerali naturali, *settembre 2004*
3. Amianto, *marzo 2005*
4. VIA - Valutazione di Impatto Ambientale, *novembre 2006*
5. Radon, *marzo 2007*
6. Qualità dell'aria: pollini e licheni, *novembre 2007*
7. Acque potabili, *dicembre 2008*
8. Le processionarie del pino e della quercia. Indicazioni operative e precauzioni da adottare, *dicembre 2008*
9. Impianti di telecomunicazione in città, *dicembre 2009*
10. I grandi vertebrati marini, *novembre 2010*
11. Il monitoraggio marino-costiero: il Poseidon, *maggio 2011*
12. Campi elettromagnetici a bassa frequenza: elettrodotti e cabine elettriche, *novembre 2011*
13. Inquinamento acustico, *dicembre 2012*
14. Polveri atmosferiche, *dicembre 2012*
15. Microinquinanti organici, *settembre 2013*
16. AIA - Autorizzazione Integrata Ambientale, *dicembre 2013*
17. Stabilimenti a rischio di incidente rilevante, *dicembre 2014*
18. Monitoraggio della qualità delle acque dolci superficiali, *giugno 2015*
19. La balneazione, *luglio 2015*
20. La biodiversità, *giugno 2016*
21. Bonifiche, *marzo 2017*

Per collegarsi alla pagina Web delle Schede informative ARPAT



Numero verde:
800 800400
www.arpato.toscana.it
<https://twitter.com/arpato.toscana>

Per trasmissione di documenti con valore legale di invio:

arpato.protocollo@postacert.toscana.it

Centralino unico per tutti i Dipartimenti ARPAT della Toscana:
tel. 055.32061
fax 055.3206324

Direzione generale via N. Porpora, 22 50144 Firenze

Per informazioni e segnalazioni ambientali:
urp@arpato.toscana.it

ARPAT
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana