

Criticità ambientali e paesistiche indotte dalle linee elettriche. Metodologia di analisi



PROVINCIA
DI LODI

Referente ricerca : **dr.ssa Lorena Passoni**
mail: lorena.passoni@provincia.lodi.it;
pec: provincia.lodi@pec.regione.lombardia.it;
tel. 0371.442336 - fax 0371.416027

PREMESSA

La necessità di sviluppare una metodica, che consenta di valutare la criticità di una linea elettrica in relazione al territorio in cui si inserisce ed alle relative componenti ambientali, nasce dalla consapevolezza che lo sfruttamento energetico, a causa della richiesta di energia elettrica per uso civile, industriale e per servizi, è in continuo aumento così come, di conseguenza, il numero di linee aeree.

La trasmissione di energia elettrica avviene infatti essenzialmente tramite queste ultime, nei confronti delle quali la popolazione, a partire dagli anni '70, ha sviluppato una maggiore sensibilità. In un primo momento sono stati evidenziati gli impatti puramente visivi e paesaggistici mentre, più recentemente, l'attenzione, anche degli esperti di settore, si è spostata sui potenziali effetti negativi alla salute, supportati da sempre più numerosi studi in campo medico.

Gli stessi amministratori hanno provveduto ad emanare una legislazione di settore (che prevede, tra l'altro, dei limiti di esposizione per la cittadinanza), che si inserisce in un più ampio quadro normativo comunitario.

Attualmente, si constata che anche le aziende produttrici sono sempre più attente ai problemi ambientali su larga scala e appoggiano programmi di ricerca finalizzati alla progettazione di linee meno impattanti. A tutto ciò ha dato largo impulso anche la valutazione di impatto ambientale (per le linee di nuova costruzione).

In questo contesto iniziano le attività per l'elaborazione della metodologia atta ad individuare ed analizzare gli impatti ambientali generati dalle linee elettriche esistenti, su tutte le principali componenti ambientali interessate.

L'approccio è quindi naturalistico, epidemiologico, paesaggistico e territoriale: vengono indagati i potenziali effetti negativi nei confronti dell'uomo (sia per ciò che concerne l'aspetto sanitario, legato all'esposizione ai campi elettromagnetici eventualmente generati per linee elettriche di determinati voltaggi, sia quello relativo al rischio di sorvolo), della fauna (in particolar modo dell'avifauna), della vegetazione (a causa dei tagli che si rendono necessari per l'inserzione delle linee e per il mantenimento delle fasce di rispetto previste dalla normativa), del paesaggio e dei beni e siti a valenza storico-documentaria.

Ciò prodotto, inoltre, è un utile strumento, che supporta gli obiettivi della normativa vigente (Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" e DPCM 8 luglio 2003 "Limiti di esposizione della popolazione a campi elettromagnetici con frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz") e che potrà consentire agli Enti decisori di evidenziare una scala di priorità per gli interventi, peraltro previsti dalle leggi di settore.

Capitolo 1 :

NOTE INFORMATIVE SUL SISTEMA ELETTRICO NAZIONALE

Il Sistema elettrico nazionale è il complesso degli impianti di produzione (centrali), delle reti di trasmissione e di distribuzione (linee elettriche), nonché dei servizi ausiliari e dei dispositivi di interconnessione e dispacciamento ubicati nel territorio nazionale.

LE CENTRALI ELETTRICHE

Le centrali elettriche possono essere di varia tipologia, a seconda della materia prima che viene sfruttata come fonte di energia (rinnovabile o no a seconda dei casi). Tra le fonti rinnovabili si possono citare quella idrica, eolica, geotermica, solare e la biomassa mentre tra quelle non rinnovabili i combustibili fossili (quali il gas naturale, il carbone ed il petrolio) o il nucleare. Il procedimento che avviene in una centrale elettrica quindi non è altro che una trasformazione di energia, che ha luogo con l'azione di una turbina a cui è collegato un alternatore, che consente la conversione in energia elettrica di quella cinetica del moto rotatorio. Le principali tipologie di centrali sono di seguito brevemente riassunte.

- **Centrale idroelettrica**, in cui viene sfruttata l'energia fornita da una massa d'acqua che defluisce da una certa quota ad una inferiore. Un impianto idroelettrico è costituito da un sistema di raccolta dell'acqua (dighe e traverse), una condotta forzata di convogliamento e adduzione dell'acqua, una turbina (che trasforma l'energia potenziale dell'acqua in energia meccanica), accoppiata ad un alternatore o generatore (che a sua volta converte in energia elettrica l'energia meccanica della turbina) e da un sistema di controllo e regolazione della portata. L'acqua, successivamente allo sfruttamento, viene restituita al corso d'acqua. La produzione energetica è "modulabile" in base alle richieste.

- **Centrale eolica**, in cui il vento fa ruotare un rotore costituito da un certo numero di pale fissate su di un mozzo, che attraverso un moltiplicatore di giri ed un albero, alimenta un generatore (aerogeneratore). Gli aerogeneratori a tre pale e ad asse orizzontale sono i più diffusi, ne esistono anche ad asse verticale. È molto importante, ai fini dell'efficienza del sistema, la scelta del sito. Basti pensare, che la valutazione della ventosità di un'area può durare anni. Oltre alle centrali eoliche "classiche" esistono installazioni *off shore*, collocate al largo delle coste. In una prospettiva di sfruttamento intensivo dell'energia eolica, tali centrali offrono indubbi vantaggi, in termini di spazi disponibili e di qualità del vento. Nonostante i molteplici aspetti positivi, le centrali eoliche presentano alcuni impatti ambientali significativi, tra i quali emergono soprattutto l'impatto visivo (l'altezza dei pali raggiunge anche i 40 m) e quello acustico (produzione di un fastidioso sibilo). Altro aspetto negativo è legato all'avifauna: gli uccelli non vedono le pale in movimento, vi collidono e vengono uccisi in gran quantità anche perché solitamente tali centrali sono posizionate in zone caratterizzate da forti venti sfruttati dall'avifauna (vie di passaggio, ecc.).

- **Centrale geotermica**, sfrutta, come dice l'etimologia stessa del termine, il "calore della terra".

L'acqua calda geotermica in alcuni casi raggiunge la superficie, ove dà luogo a sorgenti calde o *geyser* ma, nella maggior parte, rimane intrappolata nel sottosuolo originando serbatoi geotermici. Tali serbatoi vengono sfruttati tramite pozzi molto profondi (anche alcune migliaia di metri). L'acqua e/o il vapore, una volta giunti in superficie vengono impiegati nelle centrali geotermiche per la produzione di elettricità. In queste ultime il vapore o l'acqua calda azionano le turbine che producono elettricità. L'acqua viene successivamente re-iniettata in profondità tramite pozzi di reiniezione. Le centrali geotermiche sono classificate a seconda della temperatura e della pressione del serbatoio che viene sfruttato.

- **Centrale termoelettrica**, sfrutta il calore prodotto dalla combustione di combustibili fossili, in una apposita caldaia. In questi tipi di centrali, gli alternatori sono azionati da turbine messe in rotazione dal vapore prodotto dal surriscaldamento dell'acqua, che viene fatta circolare in caldaia e si trasforma in vapore. Quest'ultimo, raggiunta la turbina, si espande e cede la propria energia alle palette del rotore collegato all'alternatore. Il vapore surriscaldato raggiunge temperature superiori a 400°C, ciò permette di assicurare un rendimento termico elevato. Mentre le vecchie centrali

termoelettriche si potevano regolare (margine di circa 30%), i nuovi **impianti a ciclo combinato** (a gas + vapore) non sono regolabili. Ciò significa che questi ultimi o funzionano al 100% oppure sono fermi e la produzione, in questo caso, non può essere modulata sulla base della richiesta.

- **Centrale solare**, sfrutta l'energia solare. Essenzialmente, esistono due metodi per trasformare l'energia solare in energia elettrica: la conversione tramite celle fotovoltaiche e la captazione termica.

- **Centrale fotovoltaica**, permette la trasformazione di energia solare in energia elettrica, sfruttando un fenomeno noto come "effetto fotovoltaico", in strutture elementari dette "celle fotovoltaiche" o "celle solari", realizzate con materiali semiconduttori opportunamente trattati (es. silicio). Questi ultimi sono in grado di generare direttamente energia elettrica quando sono colpiti dai fotoni. Le celle fotovoltaiche svolgono la funzione di generatori. Per aumentare l'efficienza del sistema, più celle sono unite a costituire un modulo la cui potenza varia tra 50 e 100 Watt. Più moduli, collegati elettricamente, formano un pannello e più pannelli costituiscono una stringa. Il procedimento può continuare fino alla formazione di sottocampi e campi di una centrale elettrica.

- **Centrale a torre ed a campo di specchi**, sfrutta il fenomeno detto captazione termica. Il calore della radiazione solare viene concentrato mediante specchi (eliostati) in una caldaia, posta su di una torre, nella quale si produce il vapore, che viene sfruttato in modo simile a quanto avviene nelle centrali termoelettriche.

- **Centrale nucleare**, sfrutta la fissione nucleare. Nel reattore o *core*, in cui si trova il combustibile nucleare (pasticche di Uranio 235), ha luogo una fissione controllata. Il calore generato da questo processo viene sfruttato per generare vapore surriscaldato, che mette in rotazione una turbina a vapore. Quest'ultima è collegata all'alternatore che genera energia elettrica. Il controllo della fissione nucleare avviene tramite l'inserzione di apposite barre di controllo, che impediscono ai neutroni di bombardare altri nuclei di uranio. La produzione energetica delle centrali nucleari non è regolabile ma continua. Poiché l'energia elettrica non può essere incamerata/stoccata, i gestori di tali impianti preferiscono, nei periodi di minor richiesta (es. di notte), piuttosto che disperderla, venderla a basso costo. Un esempio, a tal proposito, è dato dalla Francia nei confronti dell'Italia.

LA RETE DI TRASMISSIONE

Una volta che l'energia elettrica è prodotta, le linee elettriche ne permettono la trasmissione e la distribuzione dalla centrale elettrica sino ad i singoli utenti. Con il termine "**trasmissione**" si intende l'attività di trasporto e trasformazione dell'energia elettrica sulla rete interconnessa ad alta tensione, ai fini della consegna ai clienti, ai distributori e ai destinatari dell'energia autoprodotta, mentre con il termine "**distribuzione**" ci si riferisce al trasporto ed alla trasformazione di energia elettrica su reti di distribuzione a media e bassa tensione, per le consegne ai clienti finali. Essenzialmente, un sistema di distribuzione e trasformazione dell'energia elettrica consta degli elementi di seguito indicati:

A linee ad alta tensione (380 kV e 220 kV), che collegano le centrali alle stazioni primarie oppure queste ultime fra loro;

B stazioni primarie, trasformano l'energia, che ricevono dalla rete di trasporto a 380 kV, a valori di tensione minori (sempre però ad alta tensione). Sono site in vicinanza di grandi utenze (città o complessi industriali);

C linee ad alta tensione (132 kV in Italia settentrionale e centrale, 150 kV nel sud Italia, 40-80 kV destinate a sparire gradualmente), trasmettono l'energia alle grandi utenze o alle cabine primarie;

D cabine primarie, trasformano l'energia dalla alta alla media tensione;

E linee a media tensione (10 kV, 15 kV, 20 kV in genere in Italia. In alcuni casi vi sono linee con tensioni intermedie es. in Piemonte la rete di Torino è a 22 kV e quella periferica a 15 kV). Alimentano le cabine secondarie o le medie utenze industriali;

F cabine secondarie, trasformano l'energia dalla media alla bassa tensione, detta anche "tensione di utilizzazione";

G linee a bassa tensione (220 V, 380 V) collegano direttamente le cabine secondarie agli utenti di pertinenza.

Per quanto riguarda la denominazione delle linee e quindi la definizione dei valori limite di tensione, che permettano di suddividere le stesse in linee ad alta, media e bassa tensione, è necessario indicare che si tratta di un aspetto un po' controverso e non ancora definito con chiarezza. Basti pensare che la normativa vigente, le norme tecniche e gli articoli scientifici fanno riferimento a classificazioni diverse e ciò è fonte, spesso, di fraintendimenti e malintesi. Per ovviare a tale inconveniente, in questo studio si è preferito adottare il cosiddetto "gergo tecnico" (il più comunemente adottato, anche fra i tecnici delle aziende di settore), che prevede la ripartizione riportata nella seguente tabella.

LINEE A BASSA TENSIONE	Tensione inferiore a 1.000 Volt
LINEE A MEDIA TENSIONE	Tensione da 1.000 a 30.000 Volt
LINEE AD ALTA TENSIONE	Tensione superiore a 30.000 Volt

Nella realtà, come già evidenziato precedentemente, le linee a bassa tensione sono essenzialmente linee trifase a 400 Volt, oppure monofase a 230 Volt (quest'ultima è quella che arriva direttamente nelle abitazioni); quelle a media tensione sono quasi tutte a 15.000 Volt, sebbene ve ne siano anche a 10.000 e 20.000 Volt. Le linee ad alta tensione sono invece solitamente a 132.000, 220.000, 380.000 Volt. Si ravvisa l'esistenza inoltre di altre tipologie di linee a 50.000 e 60.000 Volt, destinate però ad essere sostituite quanto prima. Esistono inoltre linee a 1.000.000 Volt, però solo a livello sperimentale. Altre denominazioni sono ad esempio quelle a cui fanno riferimento le norme CEI 11.8, riportate di seguito:

LINEE DI CLASSE 0 : Tensione inferiore a 50 Volt

LINEE DI CLASSE 1 : Tensione da 50 a 1.000 Volt

LINEE DI CLASSE 2 : Tensione da 1.000 a 30.000 Volt

LINEE DI CLASSE 3 : Tensione superiore a 30.000 Volt

Infine, si cita la classificazione individuata con il DPR 547/55, tutt'ora vigente.

LINEE A BASSA TENSIONE Tensione inferiore a 400 Volt

LINEE AD ALTA TENSIONE Tensione superiore a 400 Volt.

La corrente elettrica fluisce entro appositi conduttori, che possono variare sia come numero che come caratteristiche tecniche. Nella maggior parte dei casi viene preferita la corrente alternata ed il sistema trifase, sia per ragioni pratiche ed economiche, che tecniche. Tra queste vi è il vantaggio di poter variare il valore della tensione, tramite l'impiego di un trasformatore. La frequenza adottata è di 50 Hz in tutta Europa (60 Hz in America). Per poter ridurre il più possibile le perdite di energia in calore dovute al cosiddetto "effetto Joule", che si hanno quando la corrente elettrica percorre un conduttore, bisogna o diminuire la resistenza di quest'ultimo aumentandone la sezione (ma ciò comporterebbe difficoltà tecniche connesse alla dimensione eccezionale di tralicci e cavi, oltre che un'amplificazione dei disturbi ambientali di varia natura) oppure ridurre l'intensità della corrente, innalzando la tensione con il trasformatore. Questa è la ragione per cui per le lunghe distanze è preferito il trasporto di energia elettrica tramite cavi ad altissima tensione. La definizione di linea ad altissima tensione, seppur raramente adottata, prevede un valore di tensione superiore a 150 kV ma lo standard unificato europeo è di 380 kV. L'aumento delle richieste energetiche induce a sviluppare linee elettriche con tensioni sempre maggiori, fino al milione di Volt, già realizzate in Paesi quali il Canada, gli USA ed il Brasile. Gli elettrodotti si diversificano, oltre che per la tensione di esercizio, anche per la tipologia dei conduttori e dei relativi sostegni: le soluzioni tecnologiche disponibili sono molteplici ed in continua elaborazione. La finalità principale è quella di ridurre i possibili impatti negativi sull'ambiente. Attualmente vengono impiegate le seguenti tipologie:

- **linee elettriche aeree in conduttori nudi**, costituite da conduttori (uno per ogni fase), isolati fra loro solo dall'aria interposta e, di conseguenza, siti ad una distanza reciproca direttamente proporzionale alla tensione della linea;
- **linee elettriche aeree in cavo isolato**, in cui le diverse fasi sono schermate tra di loro e a loro volta risultano contenute all'interno di un ulteriore involucro protettivo esterno. Sono utilizzate per la media e la bassa tensione;

- **linee in cavo interrato**, costituite da terne trifase (in cui i tre conduttori sono tenuti separati da un isolante e racchiusi in una guaina protettiva), localizzate in appositi alloggiamenti sotterranei. Le linee elettriche aeree in conduttori nudi sono senza dubbio le più impattanti ed è per questo motivo che per le linee elettriche di nuovo impianto, a bassa o media tensione, si fa ricorso sempre più alle altre due tipologie suddette. La grossa difficoltà riguarda le linee ad alta tensione per le quali, sia per ragioni tecniche che economiche, la scelta della soluzione in cavo isolato o interrato è limitata a tratti di estensione estremamente ridotta. Essenzialmente, si usa il cavo interrato per linee ad alta tensione per consentire l'attraversamento di centri urbani, i collegamenti con le isole e, negli impianti Enel, per i tratti in ingresso nelle stazioni (nodi principali della rete), se non vi sono altre soluzioni e comunque per brevi tratti, in tutti gli altri casi si usano conduttori nudi. In alcuni casi (es. in Sardegna, regioni costiere adriatiche, ecc.), le condizioni atmosferiche ed in particolare la salinità possono essere fonte di problematiche rilevanti. Per ovviare a tale inconveniente è necessario che tutte le apparecchiature siano contenute in speciali involucri protettivi.

In linea generale, in condizioni di forte salinità si usa un isolamento in gas, essenzialmente esafluoruro di zolfo (SF₆), per le cabine di trasformazione, gli interruttori, i giunti, ecc. Una volta si usava l'isolamento in olio fluido ora si preferisce quello solido, per linee a 130 kV, 220 kV e, recentemente, anche per linee a 380 kV (in XLPE). Le linee elettriche in cavo isolato consentono di ridurre l'impatto sulla vegetazione in caso di attraversamento di aree boschive, diminuendo notevolmente l'estensione dell'area da disboscare (o area di rispetto) richiesta per garantire le condizioni di sicurezza all'impianto, ed inoltre eliminano l'impatto sull'avifauna dovuto al fenomeno dell'elettrocuzione. Da un punto di vista paesaggistico percettivo, l'impatto risulta però aumentato dalla grandezza del cavo e dal maggior numero di sostegni necessari. Le linee elettriche in cavo interrato riducono praticamente a zero tutti i possibili impatti, l'unico inconveniente è dovuto al fatto che la fascia di terreno sovrastante la linea elettrica ed in asse con la stessa va assolutamente segnalata ed è necessario garantire che risulti sgombera e che nessuno vi permanga. Ciò è dovuto al fatto che mentre il campo elettrico viene schermato dal suolo stesso, il campo magnetico no, ed è per questo che, sebbene allontanandosi dall'asse il suo valore decresca molto più rapidamente di quanto accadrebbe in un'analoga linea aerea, il suo valore nella zona di terreno in asse con la linea risulta invece più alto e quindi più critico, per ciò che concerne le possibili ricadute sulla salute umana. È necessario, inoltre, ricordare che alcune volte il tipo di substrato costituisce il maggior impedimento alla costituzione di una linea in cavo interrato. Ciò accade spesso nelle zone montuose, dove si riscontra un substrato roccioso. Sebbene i costi di produzione delle varie tipologie di linee non siano oggetto della presente metodica, si riportano alcune indicazioni molto approssimative, che si ritengono utili per comprendere meglio il bilancio costi-benefici e gli attuali orientamenti progettuali. I costi, nel caso dell'alta tensione, sono molto maggiori per una linea interrata rispetto a quelli necessari per un'analoga linea aerea. Il prezzo si aggira intorno a 775.000 euro al chilometro (anno 2004) per aree pianeggianti ed aumenta con l'aumentare della sezione. Inoltre, più il collegamento è breve, più incidono gli oneri fissi. La rete in cavo costa di più anche per quanto riguarda la manutenzione e l'esercizio.

La manutenzione di una linea elettrica può essere di due tipologie:

- ordinaria da terra (gli operatori seguono la linea camminandovi sotto). Si valuta lo stato strutturale, impiegando solitamente la tecnica "termovision", che sfrutta gli infrarossi, per rilevare eventuali punti caldi; si effettua mediamente da 1 a 4 volte all'anno.
- straordinaria (in presenza di un guasto). Consiste nella ricerca e riparazione di quest'ultimo. Nel caso di linee in cavo, i controlli sono molto più frequenti. È necessario, infatti, sorvegliare la linea per prevenire i disservizi. Ad esempio, nel caso di scavi effettuati in prossimità della linea (con macchinari, quali una benna) si provocano delle sollecitazioni alle guaine in piombo dei cavi che possono fessurarsi. Altro rischio è che la benna urti direttamente il cavo. Per quanto riguarda l'interramento di linee a media tensione, i costi sono abbastanza simili a quelli necessari per analoghe linee aeree. In realtà, però, se una linea è interrata è necessario che ci sia una doppia alimentazione cioè, in caso di guasto, deve essere possibile usare un'altra linea (impianti chiusi ad anello). Costruire anelli significa raddoppiare la lunghezza della linea e quindi anche i costi. Nel caso di linea in cavo, infatti, la ricerca di un guasto richiede molto più tempo rispetto a quello

necessario per una linea aerea, come anche le operazioni successive di scavo e ripristino, per cui è necessario che l'alimentazione della rete sia assicurata e, se il guasto comporta una interruzione, questa sia più breve possibile. Per le linee ad alta tensione aeree si usa un isolamento autoripristinante che non si può impiegare per analoghe linee in cavo. Lo strumento utilizzato per individuare un danno ad un cavo interrato è il geofono. Altro aspetto importante quando si parla di interrimento è che sono necessarie delle compensazioni elettriche in una qualsiasi linea in cavo. Perciò, anche tecnicamente, non è possibile realizzare una intera e lunghissima linea tutta in cavo, senza prevedere punti di compensazione.

CARATTERISTICHE STRUTTURALI DELLE LINEE ELETTRICHE AEREE

Nelle linee elettriche aeree i fasci di conduttori sono sostenuti, tramite isolatori, da specifici sostegni verticali, che hanno lo scopo di mantenere i conduttori lontani tra loro, dal terreno e da qualsiasi altro oggetto con cui possano interferire. Come già ricordato, i conduttori attivi, quelli cioè percorsi da corrente, sono raggruppati a tre a tre, a costituire delle terne trifase. I tre conduttori di una terna sono caratterizzati da una differenza di fase di 120° l'uno dall'altro, la differenza di potenziale ha la stessa ampiezza. Come conduttori attivi, generalmente, si impiegano corde di rame o corde bimetalliche alluminio acciaio le cui dimensioni variano in funzione della tensione della rete.

Per quanto concerne le linee a media tensione, si utilizzano solitamente corde bimetalliche alluminio- acciaio con diametro esterno di 15,85 mm e corde in rame con diametro di 10,70 mm. Se vi sono isolatori sospesi, le corde utilizzate sono in rame con diametro di 6,42 mm.

Per le linee ad alta tensione si utilizzano quelle in alluminio-acciaio con diametro di 22,8 mm o maggiore in taluni casi specifici, in relazione alla potenza della linea. Nelle linee a 380 kV si impiegano, ad esempio, solitamente conduttori multipli per fase, al fine di diminuire l'induttanza e l'effetto corona. In Italia la tipologia più comune prevede un fascio di tre conduttori con diametro di 31,5 mm.

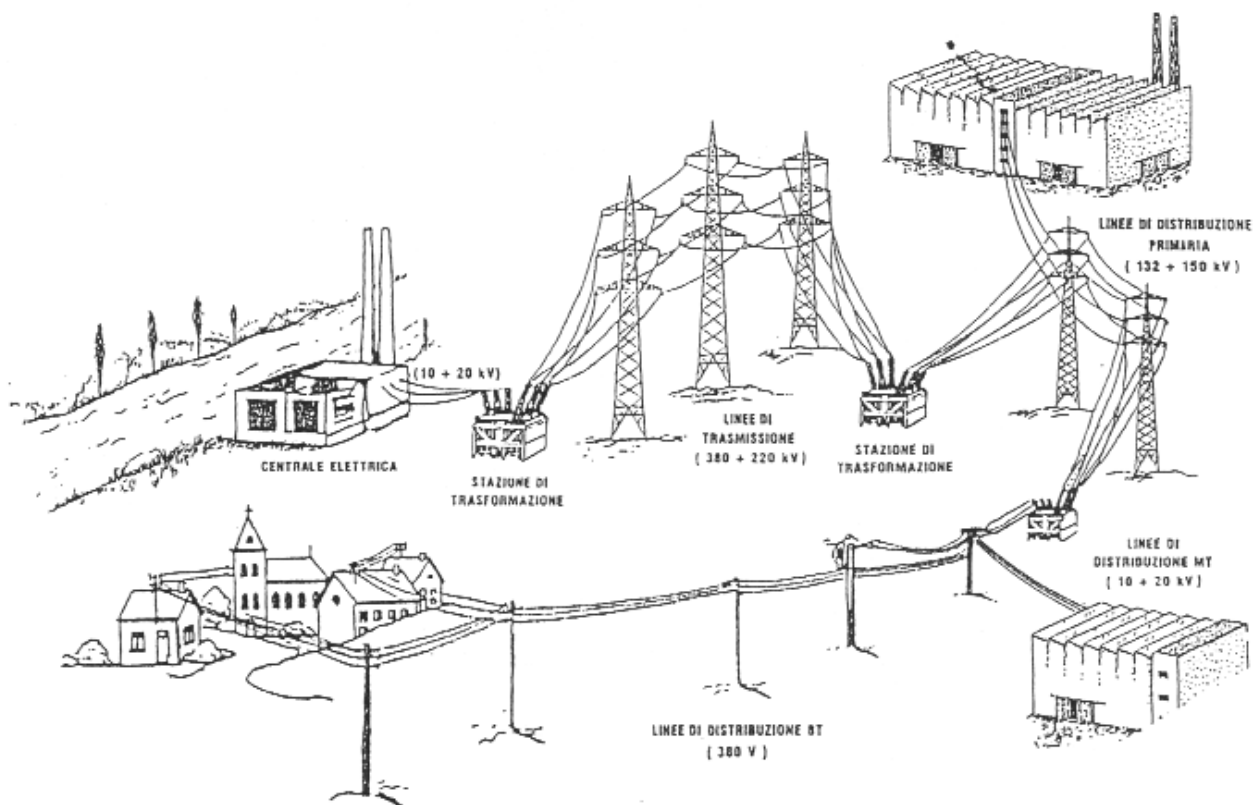


Fig. 1 : rete di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica (da inquinamento elettromagnetico – aspetti tecnici, sanitari e normativi)

Oltre ad i cavi attivi ve ne sono alcuni a potenziale nullo, solitamente in acciaio, detti **funi di guardia**, con funzioni di parafulmine (per scaricare le sovratensioni atmosferiche). Un elettrodotto può possedere una o più funi di guardia, tese tra un sostegno e l'altro e collegate a terra. Le dimensioni delle funi di guardia solitamente corrispondono a 10,5 mm di diametro per tensioni pari a 130 e 220 kV e 11,5 mm per linee a 380 kV. I **sostegni**, che hanno la funzione di tenere i conduttori lontani dal suolo, evitandone l'interazione, possono avere caratteristiche tecniche che variano molto a seconda della conformazione del terreno su cui vengono inseriti e della tensione della rete. Nel caso di linee ad alta tensione si usano soprattutto i **pali a traliccio (o tralicci)**. Questi ultimi sono costituiti da elementi meccanici (**profilati**), che si sviluppano verticalmente come montanti, e da profilati di giunzione detti **tralicci**. I profilati sono generalmente di acciaio, appositamente trattato mediante zincatura a caldo o verniciatura per resistere alla corrosione. Sia la forma che le dimensioni dei sostegni sono determinate dalla disposizione dei conduttori e dalle distanze di sicurezza fra i conduttori stessi e fra questi ed il sostegno, calcolate tenendo in considerazione la tensione nominale e l'eventuale movimento dei conduttori, così come le possibili sovratensioni. Tra le varie forme di tralicci, le più comuni sono quelle a **fusto piramidale** o a **fusto a Y** (fig. 2). Per la media e bassa tensione i sostegni più comuni sono in cemento armato o in legno, sebbene non manchino le linee a media tensione con tralicci in acciaio.

Gli **isolatori** sono progettati al fine di evitare che i sostegni ed i conduttori vengano a contatto tra loro, permettendone il collegamento meccanico e contemporaneamente l'isolamento elettrico. Ne esistono in porcellana o in vetro, **rigidi**, utilizzati soprattutto per le linee a bassa o media tensione, o **sospesi** (detti anche a catena), impiegati per l'alta tensione. Tali isolatori sono costituiti da catene di elementi, mobili intorno al punto di attacco al sostegno, il cui numero aumenta con l'aumentare della tensione della linea. In linea generale, si può dire che debbano avere essenzialmente tre caratteristiche: elevata resistività di massa e superficiale (al fine di limitare le correnti di dispersione); elevata rigidità dielettrica di massa e superficiale (in grado di inibire una scarica elettrica all'interno del materiale o originarne una che segua il profilo della superficie dell'isolatore); elevata resistenza meccanica (per resistere alle sollecitazioni). I sostegni posti agli estremi della linea elettrica sono detti "**pali d'amarro**" mentre quelli posti all'interno della linea "**pali di sostegno**". La distanza tra due piloni successivi è definita "**campata**". L'ampiezza di quest'ultima non è standardizzabile in relazione alla tipologia di linea elettrica, in quanto dipende strettamente dalle condizioni pedologiche e morfologiche dell'areale interessato. Per dare un ordine di grandezza sull'ampiezza massima di una campata, si può pensare a 150- 300 m per una linea a 130 kV, 600-700 m per una linea a 220 kV e 800-900 m per una a 380 kV. Gli elettrodotti possono constare di una sola terna di cavi (**linea a semplice terna**) oppure di due terne trifase (**linea a doppia terna**), (figg. 3, 4, 5, 6). Poiché i conduttori sono fissati in modo lasco ad i sostegni, sotto l'azione del proprio peso assumono un andamento curvo tipico di una fune ancorata agli estremi e detta, per tale ragione, "**catenaria**". A seconda della lunghezza di ogni singola campata l'abbassamento può essere anche di alcuni metri e di ciò va tenuto conto nel calcolo della distanza dal suolo, consentita dalla normativa. La distanza dei conduttori da terra è definita "**franco a terra**" e può essere misurata in centro alla campata o in qualsiasi altro punto, che andrà in ogni caso specificato. La distanza misurata fra la catenaria e l'ipotetica linea retta che connette due piloni (posizione che assumerebbero i cavi se non fossero soggetti al proprio peso) è detta "**freccia**", anch'essa può essere misurata in qualsiasi punto.



È interessante notare come nel caso di campata sita su territorio pianeggiante, la freccia massima si misuri in centro campata mentre, in analoga posizione si rileva il franco a terra minimo.

figura 2a : palo a fusto Y (sulla sx rispetto a chi legge) e palo a fusto piramidale (sulla dx rispetto al lettore)

figura 2b : palo a fusto Y



figura 3 : linea a semplice terna con isolatori rigidi



figura 4 : linea a doppia terna con isolatori sospesi



figura 5 : linea a doppia terna con isolatori rigidi



figura 6 : linea a semplice terna con isolatori sospesi

SOLUZIONI TECNICHE ATTE A RIDURRE IL VALORE DI CAMPO MAGNETICO

La quasi totalità delle linee elettriche attualmente esistenti in Italia sono considerate di “obsoleta concezione”, sia dal punto di vista geometrico strutturale che tecnico. Attualmente, infatti, sono disponibili soluzioni progettuali all'avanguardia, che consentono di limitare notevolmente gli impatti utilizzando nuovi materiali e configurazioni. Alcune di queste sono già applicabili in campo, altre, a causa spesso dei costi ancora elevati, trovano notevoli difficoltà applicative, altre ancora sono in fase di sperimentazione. La maggior sensibilità agli impatti ambientali e le nuove scoperte in campo medico hanno dato un notevole impulso alla ricerca in questo settore. Nel prosieguo vengono riportate e commentate alcune soluzioni sviluppate con tale finalità. È necessario ribadire, ai fini della presente metodologia, che alcune di queste ultime possono essere adottate quali modifiche a linee esistenti ed in esercizio, altre sono applicabili solo su nuove linee. Risulta, in ogni caso, importante essere al corrente delle soluzioni tecniche esistenti (quali supporto decisionale) al fine di limitare il più possibile i danni all'ambiente, sia nel caso dell'inserimento di nuove opere che di “ammodernamento” di impianti già esistenti, nell'ambito di una attenta valutazione caso-specifica. Per quanto concerne le linee elettriche aeree, **sono possibili essenzialmente tre metodi di riduzione del campo magnetico, che consentono di mantenere le stesse prestazioni degli impianti:**

- 1 riconfigurazione dello schema dei conduttori;
- 2 trasformazione da semplice terna a doppia terna;
- 3 aggiunta di circuiti di compensazione (passiva o attiva). Un'ulteriore soluzione, quando possibile, consiste nell'**interramento della linea** stessa.

1. Riconfigurazione dello schema dei conduttori

Agendo direttamente sulla geometria della linea, e quindi sia sulle dimensioni e caratteristiche dei piloni, sia sulla disposizione dei conduttori di fase e sulle loro distanze reciproche, sia sulla lunghezza delle campate e così via, è possibile riconfigurare una linea elettrica riducendo significativamente gli impatti ambientali indotti dalla linea tradizionale, tra cui l'occupazione di suolo ed il campo magnetico prodotto (oltre che il campo elettrico), a parità di altre condizioni. Per quanto concerne le linee a doppia terna, anche la disposizione reciproca delle fasi omologhe di ogni terna riveste un ruolo significativo. Va inoltre osservato che per le linee a 380 kV, la riduzione della distanza tra le fasi è condizionata all'esigenza di mantenere sotto certi valori l'effetto corona (disturbo acustico).

• Riduzione della larghezza dei tralicci

Sono stati progettati tralicci sottili che consentono una diminuzione della fascia di servitù ed un minor impatto visivo.

• Riduzione della distanza tra conduttori e traliccio e tra conduttori di fase

Si ottiene con l'utilizzo di mensole isolanti orizzontali a V oppure di tipo a colonna, a sostituzione di quelle metalliche tradizionali. Gli isolatori impiegati sono polimerici e quindi presentano una migliore tenuta in condizioni di inquinamento ed un minor peso (inferiore a cinque volte), rispetto a catene a cappa e perno tradizionali. Inoltre, l'assenza della mensola metallica consente una riduzione della distanza verticale tra le fasi e, conseguentemente, anche dell'altezza del traliccio.

• Riduzione della freccia

Diminuendo la freccia, si ottiene una riduzione della lunghezza della campata e, di conseguenza, dell'ampiezza delle oscillazioni laterali dei conduttori e quindi della fascia di servitù sebbene, necessariamente, si abbia un aumento del numero dei tralicci. Le linee concepite con gli accorgimenti sopradescritti, vengono definite **linee compatte** proprio per sottolineare la finalità progettuale principale, che consiste nella riduzione della distanza tra i conduttori a valori minimi.

La ricerca in questo settore è iniziata da oltre vent'anni ed attualmente, come evidenziato, sono disponibili diverse soluzioni tecniche. Non sempre però, per problemi di tipo meccanico e di isolamento elettrico, è possibile applicare tali tecnologie. Non va inoltre sottovalutata l'impossibilità di eseguire lavori sotto tensione, con le tecniche attualmente disponibili ed i maggiori costi realizzativi. Attualmente, sono già in esercizio tratti di linee compatte a 132 e 150 kV realizzate con sostegni tubolari monostelo a mensole isolanti o con sostegni isolanti autostrallati. Per quanto concerne le linee a 380 kV, sono state da poco completate le prove con sostegni tubolari monostelo e mensole isolanti; si ritiene che tali applicazioni in campo troveranno ampia diffusione, in tempi brevi. La riduzione dei campi magnetici nelle linee compatte è mediamente del 20-30% rispetto alle soluzioni tradizionali.

2. Trasformazione da semplice terna a doppia terna

La trasformazione di una linea a semplice terna in una a doppia terna (soluzione di tipo *split phases*) permette di ridurre significativamente (2-3 volte) il campo magnetico, in conseguenza del dimezzamento che subisce la corrente che attraversa ogni singola terna e della miglior disposizione dei conduttori, soprattutto nel caso in cui la linea da trasformare abbia i conduttori disposti in piano. Gli svantaggi di una tale realizzazione consistono in un maggior impatto visivo della struttura (incremento delle altezze e dimensioni dei tralicci e del numero di conduttori).

3. Aggiunta di circuiti di compensazione

Quando gli accorgimenti sopradescritti, atti a ridurre il campo magnetico, non sono applicabili, si può ricorrere all'inserzione di circuiti di compensazione passiva o eventualmente attiva. Entrambi si basano sulla riduzione di un campo tramite l'inserzione di un altro campo, di fase opposta; non sono impiegati universalmente a causa di molteplici difficoltà tecniche, indicate nel prosieguo.

• Passiva

L'aggiunta di circuiti di compensazione passiva consiste nell'aggiungere, previo inserimento di ulteriori sostegni, un anello che circonda una o più campate di un elettrodotto esistente. Il campo magnetico generato dalla linea in esercizio induce nell'anello (*loop* passivo) delle correnti, che originano a loro volta un campo magnetico, che compensa parzialmente (dimezza) il campo magnetico inducente. Gli aspetti negativi riguardano l'incremento dell'impatto visivo della linea e

l'impossibilità di ottimizzare le caratteristiche geometriche dell'anello, per ridurre i campi lungo l'intera linea elettrica. È infatti consigliata tale applicazione solo per risolvere problematiche locali (es. risanamento presso singoli edifici o piccoli agglomerati). Date le molteplici difficoltà e limitazioni connesse all'applicazione di tale accorgimento, esistono attualmente in tutto il mondo solo due applicazioni in esercizio, realizzate negli Stati Uniti.

- **Attiva**

Il principio sfruttato è lo stesso indicato al punto precedente. Però, mentre nel caso sopra descritto viene utilizzato il campo magnetico esistente per indurre una corrente nel *loop* passivo, nel caso di *loop* attivi è previsto l'utilizzo di una sorgente di corrente elettrica esterna, con magnitudo e fase regolabile a valori richiesti, per indurre una corrente nel *loop* attivo stesso.

Interramento

L'interramento delle linee elettriche (i cavi vengono posizionati alla profondità di circa un metro) è solo relativamente un metodo di riduzione del campo magnetico in quanto, in superficie ed in asse con i cavi, si misurano valori di campo elettromagnetico addirittura superiori rispetto a quelli generati da una analoga linea aerea. Allontanandosi dall'asse però il campo diminuisce molto rapidamente. Ciò significa che le fasce di rispetto hanno larghezza inferiore nel caso di linee interrate. Per quanto concerne il campo elettrico, invece, i valori che si ottengono sono notevolmente inferiori rispetto a quelli concernenti analoghe linee aeree, in virtù del fatto che i conduttori possono essere avvicinati ed all'effetto schermante del terreno. Sono stati realizzati cavi interrati a media, alta e altissima tensione con diverse tecnologie e accorgimenti. Si è passati da cavi con isolamento a carta e miscela fino a quelli con olio fluido ed infine a gas. Attualmente, è possibile interrare linee elettriche tramite due tecnologie differenti, di seguito indicate.

- **Cavo**

Si tratta della tecnologia più consolidata. In sostanza, le linee interrate consistono in terne trifase che possono presentare varie geometrie, collocate in un apposito alloggiamento sotterraneo.

Le applicazioni più numerose riguardano linee con tensioni pari a 132 e 220 kV, sebbene non manchino quelle concernenti tensioni di 380 kV, essenzialmente utilizzate nel caso di attraversamenti marini (Stretto di Messina, Stretto di Gibilterra, Golfo di Aqaba), oppure in relazione a particolari situazioni in aree metropolitane (es. attraversamento di Berlino). In Italia, per quanto concerne la media tensione, cavi con isolamento a carta e miscela costituiscono una rete diffusa attiva da circa una decina di anni ed anche per le alte tensioni si effettuano ancora realizzazioni complesse. Il costo e le complicazioni tecniche fanno sì che tali soluzioni non siano più competitive rispetto a quelle che prevedono l'utilizzo di isolanti estrusi.

- **EBLI (o GIL nella letteratura anglosassone).**

Tale tecnologia prevede l'uso di strutture blindate che permettono l'isolamento dei conduttori in una matrice gassosa. Le applicazioni realizzate fino ad oggi sono ancora di tipo sperimentale. Il gas maggiormente utilizzato in questi sistemi è l'esafluoruro di zolfo (SF₆), puro ed a pressioni variabili tra tre e cinque bar nelle realizzazioni giapponesi, o in una miscela con azoto (SF₆/N₂), in rapporto 10- 20% e con pressioni fino a 10 bar, utilizzata da costruttori europei in quanto ritenuta più eco-compatibile e meno costosa. L'esafluoruro di zolfo possiede caratteristiche particolari che lo rendono particolarmente idoneo ad un tale impiego, tra queste basti citarne alcune: non è tossico; i suoi prodotti di decomposizione a causa di archi elettrici non sono reattivi nei confronti di altri materiali; per pressioni pari a quelle a cui viene impiegato liquefa ad una temperatura inferiore a -30°C, aspetto fondamentale in quanto una eventuale liquefazione del gas comporterebbe una diminuzione della pressione dello stesso e, quindi, della sua tenuta dielettrica. Essenzialmente, vengono costruiti elettrodotti blindati trifase con due diverse alternative:

- tre condotti unipolari in cui il conduttore di fase tubolare è mantenuto in posizione centrale all'interno di uno specifico involucro da un isolatore in resina. I conduttori interni sono in alluminio, gli involucri in alluminio o in lega di alluminio;
- unico condotto tripolare, in cui le fasi sono contenute in un solo involucro. Questa soluzione è più compatta della precedente ma non esclude la possibilità di guasti tra fasi ed è soggetta a consistenti sollecitazioni elettrodinamiche sui conduttori. Gli EBLI sono costituiti da moduli di varia tipologia che vengono uniti in situ innestando i conduttori e saldando gli involucri tramite giunti

prefabbricati. Sono utilizzati sia in galleria che nel terreno. Il costo è pari a circa 10 volte quello di una linea elettrica aerea, nel caso di tracciato rettilineo. Le convenienze economiche riguardano la minore occupazione di suolo e quindi della superficie da vincolare.

CENNI DI FISICA

Sia le sorgenti naturali che quelle artificiali generano energia elettromagnetica sotto forma di onde elettromagnetiche. Queste ultime, secondo la Teoria di Maxwell, sono fenomeni oscillatori generalmente di tipo sinusoidale e sono costituite da due grandezze che variano periodicamente nel tempo: il campo elettrico ed il campo magnetico. Le onde elettromagnetiche possono essere classificate sulla base di tre principali parametri: la frequenza, la lunghezza d'onda e l'energia. La frequenza corrisponde al numero di oscillazioni effettuate dall'onda nell'unità di tempo (1 secondo) ed è misurata in cicli al secondo o hertz. Un ciclo al secondo equivale ad un Hz. La lunghezza d'onda è un parametro strettamente connesso con la frequenza (inversamente proporzionale), che rappresenta la distanza percorsa dall'onda durante un tempo di oscillazione e corrisponde alla distanza tra due massimi (o minimi) dell'onda. Le precedenti due grandezze sono a loro volta connesse con l'energia trasportata dall'onda, associata alla radiazione elettromagnetica. La classificazione delle onde elettromagnetiche (in base alla loro frequenza o alla lunghezza d'onda) viene indicata con il nome di **spettro elettromagnetico** (figg. 18, 19). A seconda del valore della frequenza e dell'energia, le onde elettromagnetiche sono classificate in **radiazioni ionizzanti** (raggi gamma e raggi X), aventi frequenza elevata (>3000THz) e in grado di ionizzare direttamente atomi e molecole, e **radiazioni non ionizzanti** (radiazione ultravioletta, luce visibile, radiazione infrarossa, campi a radio frequenze e microonde, campi a frequenza estremamente bassa e campi elettrici e magnetici statici), in cui l'energia fotonica è troppo bassa per rompere i legami atomici. Sebbene tutte le radiazioni (ionizzanti e non ionizzanti) siano descrivibili come campi elettromagnetici oscillanti, con il termine "**campi elettromagnetici**"

(o campi magnetici a frequenza industriale) si intende comunemente la parte di spettro corrispondente alle frequenze comprese fra 0 Hz e 300 GHz, mentre per frequenze molto alte si parlerà di "**radiazioni elettromagnetiche**". Tale intervallo è ulteriormente suddiviso nei tre sottointervalli seguenti:

- **0 Hz-300 Hz ELF** (*Extremely Low Frequency* o Frequenza estremamente bassa)
- **300 Hz-300 kHz** (*Low Frequency* o Bassa frequenza)
- **300 kHz-300 GHz** (*Radio Frequency* o Radio Frequenza)

I campi ELF e quelli LF differiscono notevolmente dal punto di vista delle proprietà fisiche e quindi anche delle modalità di interazione con i sistemi biologici. Per semplicità, le tabelle riportate nel prosieguo evidenziano la simbologia e l'unità di misura, oltre ad alcuni fattori di conversione ed ai multipli e sottomultipli delle grandezze fisiche, che caratterizzano i campi elettromagnetici. Si fa notare che per quanto concerne l'induzione magnetica vengono indicate, quali unità di misura nella tabella precedente, sia il Tesla che il Gauss. Il primo deriva dal *Système International d'Unités* (SI) ed è quindi l'unità di misura ufficiale, il secondo veniva utilizzato precedentemente. Le radiazioni non ionizzanti oggetto del presente studio, in quanto generate da linee elettriche, sono quelle aventi frequenze estremamente basse (ELF), comprese fra 0 e 300 Hz. Sorgenti di campi ELF sono sia le linee elettriche che i dispositivi alimentati da corrente elettrica (es. videoterminali, elettrodomestici, ecc.).

DENOMINAZIONE		SIGLA	FREQUENZA	LUNGHEZZA D'ONDA
Frequenze estremamente basse		ELF	0-3 kHz	>100 km
Frequenze bassissime		VLF	30-30 kHz	10-100 km
Radiofrequenze	Frequenze basse (onde lunghe)	LF	30-300 kHz	10-1 km
	Medie frequenze (onde medie)	MF	300 kHz-3 MHz	1-100 km
	Alte frequenze	HF	3-30 MHz	100-10 m
	Frequenze altissime	VHF	30-300 MHz	10-1 m

	(onde metriche)			
Microonde	Onde decimetriche	UHF	300 MHz-3 GHz	1 m-10 cm
	Onde centimetriche	SHF	3-30 GHz	10-1 cm
	Onde millimetriche	EHF	30-300 GHz	1 cm-1 mm
Infrarosso		IR	0,3-385 THz	1000-0,78 mm
Luce visibile			385-750 THz	780-400 nm
Ultravioletto		UV	750-3000 THz	400-100 nm
Radiazioni ionizzanti		X	>3000 THz	<100 nm

QUANTITA'	SIMBOLO	UNITA'
Campo elettrico	E	Volt/metro (V/m)
Campo magnetico	H	Ampere/metro (A/m)
Corrente elettrica	I	Ampere (A)
Frequenza	f	Hertz (Hz)
Induzione magnetica	B	Tesla (T) Gauss (G)
Potenziale elettrico	V	Volt (V)
Permeabilità magnetica	μ	Henry/metro (H/m)
Resistenza	r	Ohm (Ω)

FATTORI DI CONVERSIONE

1T	796.000 A/m
1 μ T	0,796 A/m
1A/m	1,257 μ T
1T	10.000 Gauss
1mG	0,1 μ T
1 μ T	10 mG

Capitolo 2 :

LA METODOLOGIA DI ANALISI

La presente metodologia ha lo scopo di individuare i principali fattori di impatto e le relative conseguenze sulle componenti ambientali maggiormente interessate, causati dalle linee elettriche a media ed alta tensione, al fine di poter stabilire per tratti di lunghezza pari a 250 m di linea elettrica, degli Indici di Criticità Parziale e, successivamente, di attribuire ad un determinato elettrodotto in studio un Indice di Criticità Complessiva (media totale).

L'analisi delle criticità di una linea elettrica, su di un ambito territoriale circostante la stessa e sulle sue componenti, e riferita ad un'area definibile "cella" e viene ripetuta per tutte le celle entro le quali si snoda l'elettrodotto in studio. Ogni cella è centrata sulla linea elettrica relativa ed ha una lunghezza di 250 m. La larghezza invece non è standardizzabile e varia a seconda della componente ambientale che si vuole indagare (vedasi paragrafi relativi). Le componenti ambientali e paesistiche che risentono maggiormente dell'impatto negativo delle infrastrutture in questione, prese in considerazione nella presente metodologia, sono le seguenti:

1 COMPONENTE ANTROPICA

(in relazione agli aspetti radio protezionistici ed al rischio di sorvolo)

2 PAESAGGIO

3 PATRIMONIO STORICO-CULTURALE

(Beni Storico-Documentari ed Etnografici)

4 FAUNA

(in particolar modo l'avifauna)

5 VEGETAZIONE

(in particolare le formazioni boschive e vegetazionali soggette a disboscamenti lineari, per poter consentire l'inserimento delle linee elettriche).

Si è proceduto con l'analisi di ogni singola componente sopra citata cercando di articolare, in modo schematico, tutte le possibili casistiche riscontrabili in natura; ad ognuna di queste corrisponde un fattore di criticità (riportato nella scheda relativa).

L'operatore sarà così in grado di verificare la situazione in situ e, compilando le schede di campo fornite con opportuna metodica, di associare ad ogni componente un valore di criticità per la cella in esame. Successivamente, la rielaborazione dei dati "a tavolino" consentirà, tramite l'inserimento dei valori ottenuti in un'apposita formula, indicata nel prosieguo, di attribuire un valore di criticità (definita criticità parziale CP) al tratto in esame.

Infine, come citato precedentemente, sarà anche possibile, terminato il calcolo della criticità parziale per ogni cella, attraverso l'applicazione di un'ulteriore formula, fornire un dato di criticità complessivo (criticità media totale CT) all'intera linea in studio. Vengono individuate **6 classi di criticità**, ad ognuna delle quali corrisponde un valore di criticità:

a) ECCEZIONALE = E

b) ALTISSIMA = 4

c) ALTA = 3

d) MEDIA = 2

e) MINIMA = 1

f) TRASCURABILE = 0

La prima e l'ultima costituiscono i casi estremi: un **valore massimo** (rientrano in questa categoria le aree protette, le aree sottoposte a vincoli specifici, i siti archeologici, le aree nelle quali ricadono edifici di interesse storico ed artistico di eccezionale valore e unicità, ecc., interessate dal passaggio della linea elettrica) **per una componente implica una criticità eccezionale per tutto il tratto in esame** e, viceversa, un valore di criticità trascurabile per una componente non influisce sulla valutazione complessiva dello stesso.

In linea generale, l'applicazione della presente metodologia permette ad Arpa di approfondire la conoscenza dello stato dell'ambiente, relativamente al territorio di competenza.

Inoltre, il valore di Criticità Media Totale consentirà, eventualmente, alle autorità competenti (es. Regioni) o agli enti gestori, di confrontare linee elettriche diverse e di definire un indice di priorità di intervento (al fine di risanare situazioni ambientali critiche a causa della presenza di elettrodotti). Queste ultime sono sempre più evidenti ed oggetto di campagne di risanamento rientranti in specifici disposti legislativi, che vedono enti quali le Regioni collaborare con i gestori (es. Enel). I valori di criticità parziale, invece, permetteranno di evidenziare gli impatti negativi indotti sulle diverse componenti, su brevi tratti di linea, e quindi di individuare le azioni mitigative componente-specifiche più idonee alle caratteristiche del sito.

Nella presente metodologia sono stati deliberatamente tralasciati gli effetti negativi indotti dalla produzione di energia elettrica che variano con il tipo di centrale (bilancio energetico complessivo, inquinamento atmosferico, riduzione della portata dei corsi d'acqua, ecc.), la cui analisi richiederebbe un differente approccio metodologico, e alcune interferenze "secondarie" tra cui "l'effetto corona" e "l'effetto eolico". Con il primo ci si riferisce al ronzio, avvertibile nelle immediate vicinanze della linea elettrica, provocato dalla tensione dei conduttori; con il secondo si intende un leggero sibilo, anch'esso avvertibile solamente sotto la linea, causato dall'azione del vento sugli elementi costitutivi l'elettrodotto.

L'APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA

Una volta effettuati i rilievi in campo e compilate le relative schede di campo, specifiche per ogni componente ambientale, si procede nel seguente modo:

1) CALCOLO DELLA CRITICITÀ PARZIALE (CP):

$$C_p = U\beta + (V+F)\delta + (P+B)\alpha$$

Dove :

U e il valore relativo alla componente Antropica (Uomo)

V e il valore relativo alla componente Vegetazione

F e il valore relativo alla componente Fauna

P e il valore relativo alla componente Paesaggio

B e il valore relativo alla componente Beni e Siti a valenza storico-documentaria ed etnografica

α e una costante di proporzionalità, associata alle componenti Paesaggio e Beni e Siti a valenza storico-documentaria ed etnografica

β e una costante di proporzionalità, associata alla componente Antropica

δ e una costante di proporzionalità, associata alle componenti Vegetazione e Fauna.

Il valore di CP delle costanti deve essere scelto sulla base di un numero considerevole di casi studio. Per questo motivo, in questa sede ci si limita a riportare la formula demandando a ulteriori approfondimenti la scelta delle costanti. A titolo di esempio e per maggior chiarezza, si fa riferimento ad il caso studio riportato nel presente manuale in cui sono stati assegnati i seguenti valori:

$$\alpha = 1$$

$$\beta = 3$$

$$\delta = 2$$

Gli stessi sono stati testati sia sulla carta, ipotizzando diverse casistiche, che in campo. Sulla base di quanto sopra esposto, il valore di CP, ottenuto applicando la formula sopra citata, va confrontato con la tabella di criticità di seguito riportata e, per la rappresentazione grafica, con la relativa scala cromatica. Il criterio non risulta essere sommatorio in quanto ad ogni singolo fattore e dato un peso differente (mediante l'introduzione di costanti di proporzionalità diverse, a seconda della componente in analisi).

CP varia tra un valore minimo (0) ed un valore massimo (36, o 43 nel caso di due o più linee parallele o secanti); può inoltre assumere il valore di eccezionalità (E).

CP può assumere il valore di eccezionalità nei seguenti due casi:

a) quando la valutazione anche di solo un singolo parametro (U, F, V, P, B) sia E;

b) se tutti i parametri assumono valore pari a 4 (criticità altissima).

N.B. Nel caso in cui nelle celle in esame siano presenti porzioni di due o più linee elettriche (secanti o parallele), indipendentemente dalla tipologia (AT, MT), si calcola la criticità parziale, normalmente, come se la linea fosse unica e poi a tale valore si somma il fattore +7. In tal modo, CPi passerebbe alla classe di criticità immediatamente superiore (es. CPi=M, diventerebbe CPi=A). E' necessario definire una distanza relativa tra linee parallele o secanti, oltre la quale valutare la linea come se fosse isolata (trascurando l'influenza reciproca delle linee). Tale distanza è stimata pari a 150 m.

TABELLA DI CRITICITA' PARZIALE

$0 \leq CP \leq 7$ CRITICITA' TRASCURABILE

$7 < CP \leq 14$ CRITICITA' MINIMA

$14 < CP \leq 21$ CRITICITA' MEDIA

$21 < CP \leq 28$ CRITICITA' ALTA

$28 < CP \leq 35$ CRITICITA' ALTISSIMA

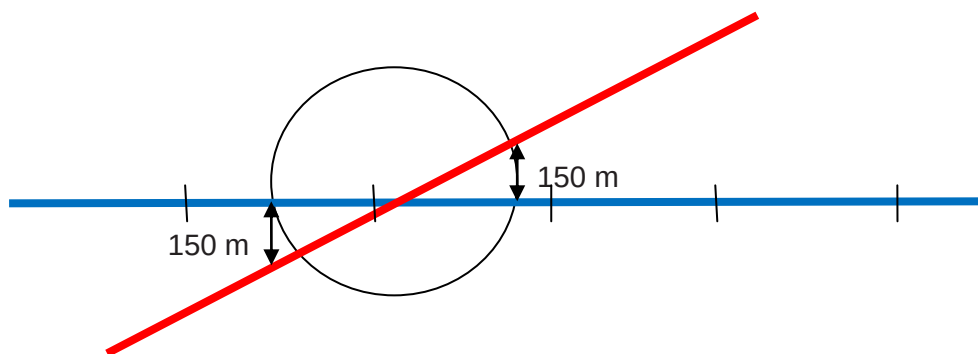
$CP > 35$ CRITICITA' ECCEZIONALE

Lo schema sotto riportato illustra come procedere per l'identificazione delle celle per le quali aumentare il valore di criticità in base a quanto sopra esposto.

Caso Linee parallele :



Caso di Linee secanti :



— Cella di 250 m di sviluppo lineare

Area di influenza. Le celle che rientrano totalmente o parzialmente in tale area sono quelle che risentono dell'influenza della/e altra/e linee ivi presenti e per le quali è necessario quindi aumentare il valore di criticità parziale di un fattore +7.

2) CALCOLO DELLA CRITICITA' MEDIA TOTALE (CT) DELL'INTERA LINEA ELETTRICA IN STUDIO

Per caratterizzare l'intero elettrodotto è necessario elaborare i dati applicando una formula matematica, espressa nel prosieguo, e poi consultare una specifica tabella di "Valori Soglia", analoga a quella relativa alla criticità parziale, da cui si ricaverà il valore complessivo ricercato.

Si fa notare che nel caso in cui, in seguito ad ulteriori approfondimenti, i valori assegnati alle costanti dovessero variare, cambieranno anche quelli dei fattori numerici espressi nel prosieguo, così come quelli degli intervalli di riferimento della tabella di criticità media totale. La proporzionalità verrà però mantenuta.

Considerando che:

- con **nC** si intende il numero di celle in cui è possibile scomporre la linea in esame, ricavabile dalla formula **nC = L / 250** (dove L corrisponde alla lunghezza della linea elettrica espressa in metri e 250 coincide con la lunghezza standard espressa in metri di ogni singola cella)
- con **nCE** si intende il numero di celle con valore di criticità eccezionale
- con **CPi** si intende il valore di criticità parziale della cella i, dove i rappresenta la cella; perciò varia da 1 ad nC.

I casi possibili, secondo la presente metodologia, sono sei:

a) Se **nCE = 0**

Applicando la formula seguente:

$$\bar{C}_T = \sum_{i=1}^{n_C} (C_{Pi} / n_C)$$

Il valore ottenuto va confrontato con la tabella riportata successivamente.

a) Se **nCE ≥ 30%**, rispetto ad **nC** ==> tutta la linea assume criticità eccezionale E

b) Se **20% ≤ nCE < 30%**, la criticità della linea viene calcolata applicando la formula riportata al punto a), riferita al numero totale di celle escluse quelle a criticità eccezionale. Al risultato così ottenuto andrà sommato il fattore numerico +12. Quest'ultimo risultato rientra in uno degli intervalli di criticità riportati nella tabella relativa.

Riassumendo:

$$\bar{C}_T = \sum_{i=1}^{n_C - n_{CE}} [(C_{Pi} / (n_C - n_{CE}))] + 12$$

c) Se $10\% \leq n_{CE} < 20\%$, la criticità della linea viene calcolata applicando la formula riportata al punto a), riferita al numero totale di celle escluse quelle a criticità eccezionale. Al risultato così ottenuto andrà sommato il fattore numerico +7. Quest'ultimo risultato rientra in uno degli intervalli di criticità riportati nella tabella relativa.

Riassumendo:

$$\bar{C}_T = \sum_{i=1}^{n_C - n_{CE}} [(C_{PI} / n_C - n_{CE})] + 7$$

d) Se $5\% \leq n_{CE} < 10\%$, la criticità della linea viene calcolata applicando la formula riportata al punto a), riferita al numero totale di celle escluse quelle a criticità eccezionale. Al risultato così ottenuto andrà sommato il fattore numerico +5. Quest'ultimo risultato rientra in uno degli intervalli di criticità riportati nella tabella relativa.

Riassumendo:

$$\bar{C}_T = \sum_{i=1}^{n_C - n_{CE}} [(C_{PI} / n_C - n_{CE})] + 5$$

e) Se $1\% \leq n_{CE} < 5\%$, la criticità della linea viene calcolata applicando la formula riportata al punto a), riferita al numero totale di celle escluse quelle a criticità eccezionale. Al risultato così ottenuto andrà sommato il fattore numerico +2. Quest'ultimo risultato rientra in uno degli intervalli di criticità riportati nella tabella relativa.

Riassumendo:

$$\bar{C}_T = \sum_{i=1}^{n_C - n_{CE}} [(C_{PI} / n_C - n_{CE})] + 2$$

TABELLA DI CRITICITA' MEDIA TOTALE

$0 \leq CT \leq 7$ CRITICITA' TRASCURABILE

$7 < CT \leq 14$ CRITICITA' MINIMA

$14 < CT \leq 21$ CRITICITA' MEDIA

$21 < CT \leq 28$ CRITICITA' ALTA

$28 < CT \leq 35$ CRITICITA' ALTISSIMA

$CT > 35$ CRITICITA' ECCEZIONALE

N.B. I valori riportati per il calcolo della criticità media totale fanno riferimento alle costanti adottate per il caso studio ($\alpha = 1$; $\beta = 3$; $\gamma = 2$); qualora queste dovessero variare, in seguito ad ulteriori applicazioni della metodica, cambieranno di conseguenza anche i parametri relativi alla CT.

3) ANALISI DELLA CRITICITA' DI STAZIONI/CABINE ELETTRICHE

Nel caso dell'analisi degli impatti generati dalle stazioni/cabine elettriche (tratto di linea terminale), sono state predisposte schede analoghe a quelle utilizzabili per i tratti lineari di 250 m di linea, con l'eccezione che le dimensioni della cella sono calcolate come segue:

- si disegna sulla carta il rettangolo che risulta approssimare meglio l'area della stazione/ cabina;
- dai lati di quest'ultimo si calcolano le distanze previste per le varie componenti (Antropica, vegetazione, fauna, beni, paesaggio). Il lato rivolto verso la cella (regolare) della linea avrà lunghezza variabile (< 250 m) e terminerà a contatto quest'ultima;
- si procede regolarmente al calcolo delle criticità per l'area in analisi (stazione/cabina).

ANALISI DELLE COMPONENTI AMBIENTALI

Di seguito vengono analizzate singolarmente le componenti ambientali e viene specificato il criterio da adottare per calcolarne il relativo valore di criticità specifica.

Componente antropica

L'analisi di questa componente prevede uno studio, condotto separatamente, su due aspetti principali:

- aspetti radioprotezionistici
- rischio di sorvolo

Una volta valutate le criticità per i due ambiti suddetti, si dovrà attribuire alla componente antropica il fattore di criticità più alto fra i due.

Aspetti radioprotezionistici

È necessario introdurre alcuni concetti chiave prima di affrontare lo specifico problema delle possibili conseguenze sulla salute umana dei campi elettromagnetici a bassa frequenza (50 Hz). L'effetto indotto su di un organismo a seguito dell'esposizione ad un determinato fattore può essere:

- **indifferente** nel caso in cui l'organismo sia in grado di compensare la perturbazione indotta ripristinando una situazione di equilibrio;
- **manifesto positivo o negativo** a seconda che procuri un vantaggio od un danno all'organismo bersaglio.

Gli effetti che vanno indagati in uno studio scientifico sono sia quelli manifesti che quelli indifferenti in quanto nel caso di situazioni particolari, quali esposizioni croniche, un effetto di solito indifferente potrebbe causare un danno, sfuggendo ai meccanismi fisiologici di compensazione dell'organismo. Gli effetti si possono, inoltre, ancora suddividere in:

- **acuti**, a cui corrisponde un danno certo, conclamato;
- **stocastici**, a cui corrisponde un rischio.

Gli effetti acuti sono noti grazie a specifici e rigorosi studi scientifici, che non lasciano dubbi sul rapporto causa/effetto e che permettono di individuare un eventuale "Valore Soglia", sulla base di specifiche sperimentazioni in laboratorio, che diano risultati interpretabili attraverso conoscenze, principi scientifici e meccanismi biologici; gli effetti stocastici sono quelli che vengono essenzialmente indagati con studi epidemiologici, tesi ad individuare le relazioni causa/effetto statisticamente significative.

Per quanto concerne i campi elettromagnetici a bassa frequenza (ma non solo), e ormai risaputo che essi interagiscono con un qualsiasi organismo vivente presente all'interno della loro area di influenza.

I possibili effetti indotti dai campi elettromagnetici sui sistemi biologici, ed in particolar modo sull'uomo, sono stati indagati attraverso numerosi studi, soprattutto negli ultimi venti anni. Via via, parallelamente ad un crescente interesse scientifico, connesso a tale tematica e correlato allo sviluppo delle linee elettriche ed alla diffusione di apparecchiature elettroniche (elettrodomestici, PC, ecc.), tutte fonti di radiazioni elettromagnetiche, si è sviluppato un interessamento concreto da parte della popolazione, che inevitabilmente funge da bersaglio. Essenzialmente, è possibile ricondurre gli studi scientifici suddetti a quattro tipologie:

- 1) studi in vitro (su colture cellulari, microrganismi, tessuti escissi);
- 2) studi in vivo (su animali da laboratorio);
- 3) studi su volontari umani (in declino numerico);
- 4) studi epidemiologici (sulla popolazione umana).

Alla luce dei numerosi studi effettuati al riguardo, sono oggi noti molti **effetti acuti** causati dall'esposizione anche breve a campi molto intensi, che consistono essenzialmente in interferenze con i sistemi endocrino, nervoso, cardiovascolare, emopoietico ed immunitario. Questi effetti si possono manifestare con fenomeni quali:

- interferenza nella percezione sensoriale sia a livello visivo che tattile;
- contrazioni muscolari;
- fibrillazione ventricolare o extrasistole cardiaca;
- sensazioni di calore;
- alterazione del ritmo circadiano connesso ad una alterata produzione di melatonina.

Le normative di sicurezza esistenti si basano sugli effetti acuti sopra citati. Per questi ultimi è stato possibile identificare un valore soglia al di sotto del quale non si verificano effetti acuti.

Per il campo magnetico a 50 Hz la soglia coincide con il valore di 16mT (16000 μ T). In pratica poi si adotta un ulteriore margine di cautela. Attualmente, la maggior parte degli studi è tesa a valutare se vi siano possibili conseguenze sanitarie derivanti dall'esposizione a livelli di campo elettromagnetico molto più bassi di quelli ammessi dalla normativa specifica (effetti cronici).

Fra questi ultimi vi è il rischio cancerogeno ed in particolare quello di leucemia infantile (0-14 anni). È essenziale evidenziare come fino ad oggi non esistano studi che permettano di correlare senza alcun dubbio l'insorgere di patologie gravi, quali la leucemia, all'esposizione cronica ai comuni livelli di campi ELF riscontrabili nella realtà quotidiana. La grossa difficoltà di interpretazione dei risultati di indagini epidemiologiche è data dal fatto che questi ultimi sono multifattoriali, cioè risentono dell'influenza di numerosi agenti esterni che non possono essere isolati. Risulta quindi estremamente difficile ricondurre ad una sola causa un determinato effetto, senza incorrere in inevitabili errori di valutazione. Inoltre, come già ricordato più sopra, affinché un dato sia scientificamente riconosciuto deve poter essere interpretato e spiegato sulla base dei processi biologici noti e secondo criteri sperimentali rigorosi.

Alla luce di ciò, è facile comprendere come per le esposizioni croniche a campi ELF non esista un valore soglia, in quanto l'unico valore sicuro sarebbe lo zero. Molti studi citano il valore $0,2 \mu T$, si tratta in realtà non di un livello soglia bensì di una discriminante tra il livello di soglia, a cui è esposta praticamente tutta la popolazione, ed i livelli superiori, a cui è sottoposta solo un'aliquota seppur numerosa della stessa per motivi vari tra cui quelli lavorativi.

È chiaro che i soli studi epidemiologici, che prendono in considerazione un'esposizione ai campi ELF superiore agli $0,2 \mu T$, permettono di evidenziare risultati diversificati a seconda dei vari campioni di popolazione analizzati. In questo contesto, la normativa nazionale ha seguito un orientamento cautelativo: è necessario ridurre, ove possibile, le ore di esposizione e le intensità dei campi onde limitare il possibile rischio epidemiologico. Con queste finalità, nella presente metodologia gli aspetti radioprotezionistici sono analizzati in relazione alle componenti demografiche e insediative, in termini di vicinanza degli elettrodotti agli edifici, alle aree ricreative, alle zone particolarmente sensibili, quali quelle site nei pressi delle scuole e degli ospedali.

E, inoltre, importante tenere in considerazione che nella popolazione gli individui più a rischio sono i bambini. Il criterio che è stato utilizzato in questa metodologia, per valutare i rischi connessi all'esposizione ai campi elettromagnetici (CEM) e quindi il grado di criticità dei tratti di linea elettrica, si basa, analogamente allo studio di impatto per le altre componenti ambientali, sull'analisi di celle centrate sulla linea elettrica in studio di lunghezza pari a 250 m.

Viene inoltre definita nel prosieguo, la larghezza della cella da analizzare che corrisponde ad un valore medio di distanza dalla linea elettrica, diverso a seconda della tipologia di quest'ultima, oltre il quale il valore di campo magnetico, calcolato considerando la corrente massima nominale, risulta inferiore a $0,2 \mu T$.

La distanza alla quale i valori di campo magnetico sono pari a $0,2 \mu T$ costituisce un limite, oltre il quale alla presenza di un qualsiasi edificio o area ricreativa viene attribuito un valore di criticità trascurabile. Per le altre casistiche si procede con la suddivisione della cella in esame in due fasce, il cui confine coincide rispettivamente con un valore di campo magnetico corrispondente a $3 \mu T$; questo limite, come il precedente, tradotto in distanza dalla linea elettrica varierà a seconda della tipologia della linea.

Si è scelto il valore di $3 \mu T$, in quanto costituisce l'**obiettivo di qualità**, fissato dal **DPCM 08.07.2003**, calcolato come valore medio sulle 24 ore, nelle normali condizioni di esercizio delle linee. Lo stesso decreto prevede che vengano definite delle fasce di rispetto dagli elettrodotti, facendo riferimento all'obiettivo di qualità ed utilizzando la portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto (ai sensi della norma CEI 11-60). Al momento attuale, la metodologia per il calcolo di tali fasce non è ancora stata stabilita. Il compito è stato affidato all'APAT che provvederà a definire tale metodologia, sentite le Arpa e con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

A tal proposito, si auspica che la presente metodologia di analisi delle criticità degli elettrodotti, possa essere facilmente integrata (dal momento che i parametri di riferimento e gli intenti sono comuni), non appena l'APAT renderà disponibile i criteri ufficiali.

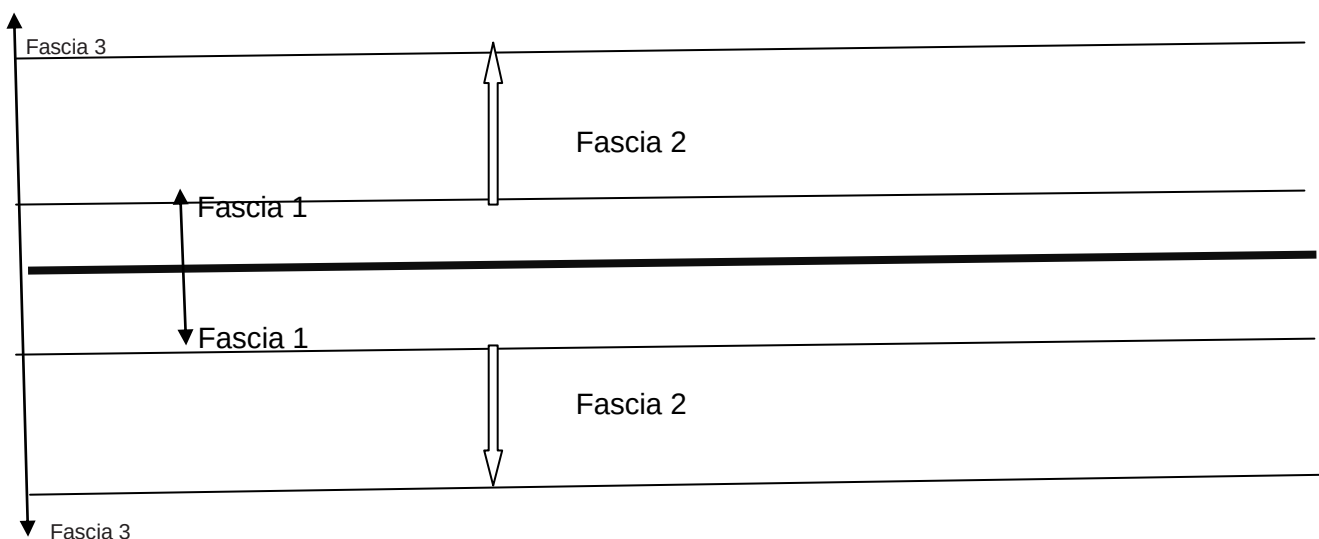
Nel presente studio, partendo da una bozza di guida CEI per il calcolo delle fasce di rispetto, si è scelto di operare nel modo illustrato di seguito. È stata calcolata una prima fascia per ciascuna tipologia di linea ad alta tensione (132 kV, 220 kV, 380 kV) riferendosi al valore di $3 \mu T$ ed utilizzando:

- la portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, ai sensi della norma CEI 11-60 per il conduttore di riferimento definito nella stessa norma, per la zona B (Nord Italia) e nel periodo F (freddo);
- le teste standard per i sostegni;
- linee in singola terna

La fascia calcolata è quella nella quale viene rispettato il valore di $3 \mu\text{T}$ a qualsiasi altezza da terra. Stesso discorso per la seconda fascia ma riferendosi a $0.2 \mu\text{T}$. Si è scelto di non discriminare tra linee a semplice o doppia terna, scegliendo di valutare le distanze solo in base alle prime. Tale approccio deriva dal fatto che non è facilmente nota l'esatta configurazione delle fasi e, inoltre, la stessa può variare da una campata all'altra.

Da ciò deriverebbero complicanze eccessive, ai fini della presente metodologia. Dal momento che generalmente in una linea a doppia terna i valori di induzione magnetica sono minori di quelli che si avrebbero in un'analoga linea a semplice terna, in relazione al sommarsi delle componenti provenienti dai sei cavi, il fatto di aver calcolato le distanze in base a quest'ultima configurazione rappresenta un criterio cautelativo e quindi accettabile. Inoltre, si fa rilevare che le linee a semplice terna sono numericamente prevalenti rispetto a quelle a doppia terna. Poiché la metodologia di calcolo applicata per le linee ad AT è utilizzabile solo per linee con tensione superiore a 100 kV, nel caso delle linee a media tensione (15 kV), si è proceduto diversamente.

La configurazione scelta è quella standard media. Si fa rilevare che il valore di corrente transitante nella linea ipotizzata è un po' elevato in quanto generalmente esso assume valori intorno a 100 Ampere. In questo modo, oltre a mantenere anche in questo caso un approccio cautelativo, si vuole evidenziare come per linee a media tensione il valore di $3 \mu\text{T}$ non venga raggiunto nemmeno direttamente sotto la linea. Per tali ragioni, l'analisi di criticità di una linea a media tensione prevede, per la componente "Antropica - Aspetti radioprotezionistici", l'individuazione di due sole fasce di criticità anziché tre, corrispondenti a valori di campo maggiori o inferiori a $0,2 \mu\text{T}$. Da ciò deriva una semplificazione nella tabella di criticità relativa, in termini di eliminazione di alcune categorie di criticità (eccezionale ed alta). Riassumendo, **per ogni tipologia di linea elettrica ad alta tensione si individuano tre fasce (fig. sottostante): la prima si estende da sotto il cavo fino ad una distanza alla quale il valore del campo magnetico corrisponde a $3 \mu\text{T}$; la seconda va da una distanza alla quale il valore del campo magnetico è $3 \mu\text{T}$ fino a quella alla quale quest'ultimo si abbassa a $0,2 \mu\text{T}$; la terza fascia infine è quella all'interno della quale il campo magnetico presenta valori inferiori a $0,2 \mu\text{T}$. Nel caso di linee a media tensione la fascia F1 scompare: rimangono solo più le fasce F2 ed F3.**



La seguente tabella riporta le distanze stimate ed approssimate con il criterio suddetto. Le criticità vengono attribuite prendendo in considerazione la tipologia delle aree edificate e di quelle ricreative in funzione della distanza delle stesse dalla linea elettrica (vedasi schede di criticità componente-specifiche, riportate di seguito).

Grado di Tensione	Valore di Tensione	FASCIA 1	FASCIA 2	FASCIA 3
Alta tensione	380 kV	0-30 m	30-100	>100m
Alta tensione	220 kV	0-25 m	25-90 m	>90 m
Alta tensione	132 kV	0-18 m	19-70 m	>70 m
Media tensione	15 V		24 m	>24 m

SCHEDE DI CRITICITÀ PER LA COMPONENTE ANTROPICA: RISCHI DA ESPOSIZIONE AI CEM

ALTA TENSIONE

a) (380 kV)

CRITICITA' ECCEZIONALE

- Presenza di edifici destinati all'infanzia (asili nido, scuole materne, scuole medie) o di aree ricreative entro la distanza massima di 30 m ($>3 \mu\text{T}$) dalla linea elettrica.
- Presenza di aree residenziali o densamente popolate entro la distanza massima di 30 m ($>3 \mu\text{T}$) dalla linea elettrica.

CRITICITA' ALTISSIMA

- Presenza di edifici destinati all'infanzia (asili nido, scuole materne, scuole medie) o di aree ricreative in una fascia compresa tra 30 e 100 m ($3-0,2 \mu\text{T}$) dalla linea elettrica.
- Presenza di aree residenziali o densamente popolate in una fascia compresa tra 30 e 100 m ($3-0,2 \mu\text{T}$) dalla linea elettrica.
- Presenza di una zona con edifici sparsi stabilmente abitati (ville/case isolate, ecc.) entro la distanza massima di 30 m ($>3 \mu\text{T}$) dalla linea elettrica.
- Presenza di una zona agricola con edifici sparsi stabilmente abitati entro la distanza massima di 30 m ($>3 \mu\text{T}$) dalla linea elettrica.

CRITICITA' ALTA

- Presenza di un'area industriale entro la distanza di 30 m ($>3 \mu\text{T}$) dalla linea elettrica.
- Presenza di una zona agricola con edifici sparsi stabilmente abitati in una fascia compresa tra 30 e 100 m ($3-0,2 \mu\text{T}$).
- Presenza di una zona con edifici sparsi stabilmente abitati (ville/case isolate, ecc.) in una fascia compresa tra 30 e 100 m ($3-0,2 \mu\text{T}$).

CRITICITA' MEDIA

- Presenza di un'area industriale in una fascia compresa tra 30 e 100 m ($3-0,2 \mu\text{T}$) di distanza dalla linea elettrica.
- Presenza di una zona con edifici sparsi non stabilmente abitati (case vacanza, malghe, alpeggi, ecc.) entro la distanza massima di 30 m ($>3 \mu\text{T}$) dalla linea elettrica.

CRITICITA' MINIMA

- Presenza di una zona con edifici sparsi non stabilmente abitati (case vacanza, malghe, alpeggi, ecc.) in una fascia compresa tra 30 e 100 m ($3-0,2 \mu\text{T}$) dalla linea elettrica.

CRITICITA' TRASCURABILE

- Assenza di edifici o aree di qualsiasi natura entro la distanza di 100 m ($>0,2 \mu\text{T}$) dalla linea elettrica.
- Presenza di edifici o aree di qualsiasi natura ad una distanza maggiore di 100 m ($<0,2 \mu\text{T}$) dalla linea elettrica.

b) (220 kV)

CRITICITA' ECCEZIONALE

- Presenza di edifici destinati all'infanzia (asili nido, scuole materne, scuole medie) o di aree ricreative entro la distanza massima di 25 m ($>3 \mu\text{T}$) dalla linea elettrica.
- Presenza di aree residenziali o densamente popolate entro la distanza massima di 25 m ($>3 \mu\text{T}$) dalla linea elettrica.

CRITICITA' ALTISSIMA

- Presenza di edifici destinati all'infanzia (asili nido, scuole materne, scuole medie) o di aree ricreative in una fascia compresa tra 25 e 90 m ($3-0,2 \mu\text{T}$) dalla linea elettrica.

- Presenza di aree residenziali o densamente popolate in una fascia compresa tra 25 e 90 m (3-0,2 μ T) dalla linea elettrica.
- Presenza di una zona con edifici sparsi stabilmente abitati (ville/case isolate, ecc.) entro la distanza massima di 25 m (>3 μ T) dalla linea elettrica.
- Presenza di una zona agricola con edifici sparsi stabilmente abitati entro la distanza massima di 25 m ($>3\mu$ T) dalla linea elettrica.

CRITICITA' ALTA

- Presenza di un'area industriale entro la distanza massima di 25 m ($>3\mu$ T) dalla linea elettrica.
- Presenza di una zona agricola con edifici sparsi stabilmente abitati in una fascia compresa tra 25 e 90 m (3-0,2 μ T) dalla linea elettrica.
- Presenza di una zona con edifici sparsi stabilmente abitati (ville/case isolate, ecc.) in una fascia compresa tra 25 e 90 m (3-0,2 μ T) dalla linea elettrica.

CRITICITA' MEDIA

- Presenza di un'area industriale in una fascia compresa tra 25 e 90 m (3-0,2 μ T) di distanza dalla linea elettrica.
- Presenza di una zona con edifici sparsi non stabilmente abitati (case vacanza, malghe, alpeggi, ecc.) entro la distanza massima di 25 m (>3 μ T) dalla linea elettrica.

CRITICITA' MINIMA

- Presenza di una zona con edifici sparsi non stabilmente abitati (case vacanza, malghe, alpeggi, ecc.) in una fascia compresa tra 25 e 90 m (3-0,2 μ T) dalla linea elettrica.

CRITICITA' TRASCURABILE

- Assenza di edifici o aree di qualsiasi natura entro la distanza di 90 m ($>0,2$ μ T) dalla linea elettrica.
- Presenza di edifici o aree di qualsiasi natura ad una distanza maggiore di 90 m ($<0,2$ μ T) dalla linea elettrica.

c) (132 kV)

CRITICITA' ECCEZIONALE

- Presenza di edifici destinati all'infanzia (asili nido, scuole materne, scuole medie) o di aree ricreative entro la distanza massima di 18 m (>3 μ T) dalla linea elettrica.
- Presenza di aree residenziali o densamente popolate entro la distanza massima di 18 m (>3 μ T) dalla linea elettrica.

CRITICITA' ALTISSIMA

- Presenza di edifici destinati all'infanzia (asili nido, scuole materne, scuole medie) o di aree ricreative in una fascia compresa tra 18 e 70 m (3-0,2 μ T) dalla linea elettrica.
- Presenza di aree residenziali o densamente popolate in una fascia compresa tra 18 e 70 m (3-0,2 μ T) dalla linea elettrica.
- Presenza di una zona con edifici sparsi stabilmente abitati (ville/case isolate, ecc.) entro la distanza massima di 18 m (>3 μ T) dalla linea elettrica.
- Presenza di una zona agricola con edifici sparsi stabilmente abitati entro la distanza massima di 18 m (>3 μ T) dalla linea elettrica.

CRITICITA' ALTA

- Presenza di un'area industriale entro la distanza di 18 m (>3 μ T) dalla linea elettrica.
- Presenza di una zona agricola con edifici sparsi stabilmente abitati in una fascia compresa tra 18 e 70 m (3-0,2 μ T) dalla linea elettrica.
- Presenza di una zona con edifici sparsi stabilmente abitati (ville/case isolate, ecc.) in una fascia compresa tra 18 e 70 m (3-0,2 μ T) dalla linea elettrica.

CRITICITA' MEDIA

- Presenza di un'area industriale in una fascia compresa tra 18 e 70 m (3-0,2 μ T) di distanza dalla linea elettrica.
- Presenza di una zona con edifici sparsi non stabilmente abitati (case vacanza, malghe, alpeggi, ecc.) entro la distanza massima di 18 m (>3 μ T) dalla linea elettrica.

CRITICITA' MINIMA

- Presenza di una zona con edifici sparsi non stabilmente abitati (case vacanza, malghe, alpeggi, ecc.) in una fascia compresa tra 18 e 70 m (3-0,2 μ T) dalla linea elettrica.

CRITICITA' TRASCURABILE

- Assenza di edifici o aree di qualsiasi natura entro la distanza di 70 m ($>0,2 \mu$ T) dalla linea elettrica.
- Presenza di edifici o aree di qualsiasi natura ad una distanza maggiore di 70 m ($<0,2 \mu$ T) dalla linea elettrica.

MEDIA TENSIONE

CRITICITA' ALTISSIMA

- Presenza di edifici destinati all'infanzia (asili nido, scuole materne, scuole medie) o di aree ricreative in una fascia compresa tra 0 e 24 m ($> 0,2 \mu$ T) dalla linea elettrica.
- Presenza di aree residenziali o densamente popolate in una fascia compresa tra 0 e 24 m ($> 0,2 \mu$ T) dalla linea elettrica.

CRITICITA' ALTA

- Presenza di una zona con edifici sparsi stabilmente abitati (ville/case isolate, ecc.) in una fascia compresa tra 0 e 24 m ($> 0,2 \mu$ T) dalla linea elettrica.
- Presenza di una zona agricola con edifici sparsi stabilmente abitati in una fascia compresa tra 0 e 24 m ($> 0,2 \mu$ T) dalla linea elettrica.

CRITICITA' MEDIA

- Presenza di un'area industriale in una fascia compresa tra 0 e 24 m ($> 0,2 \mu$ T) di distanza dalla linea elettrica.

CRITICITA' MINIMA

- Presenza di una zona con edifici sparsi non stabilmente abitati (case vacanza, malghe, alpeggi, ecc.) in una fascia compresa tra 0 e 24 m ($> 0,2 \mu$ T) di distanza dalla linea elettrica.

CRITICITA' TRASCURABILE

- Assenza di edifici o aree di qualsiasi natura entro la distanza di 24 m ($>0,2 \mu$ T) dalla linea elettrica.
- Presenza di edifici o aree di qualsiasi natura ad una distanza maggiore di 24 m ($<0,2 \mu$ T) dalla linea elettrica.

Rischio di sorvolo

Risulta necessario valutare se nell'area in esame sussiste la presenza riscontrabile di pratiche di sorvolo con le diverse tipologie di aerostati (idrovolanti, mongolfiere, dirigibili, palloni a gas ad idrogeno ed elio e palloni misti ad elio ed aria calda) o di aeromobili (aeroplani, elicotteri e ultraleggeri cioè deltaplani con o senza motore e parapendio). In particolare è importante approfondire quali sono i fattori che contribuiscono ad aggravare il rischio di sorvolo, tra questi la morfologia del terreno e le caratteristiche meteo-climatiche (es. nebbie frequenti, venti dominanti, ecc.). Si è ritenuto doveroso approfondire la questione raccogliendo documentazione specifica e suggerimenti direttamente dai piloti. La grossa difficoltà è data dal fatto che i piloti non sono in grado di visualizzare i conduttori e perciò devono limitarsi ad osservare i tralicci e cercare così di identificare il percorso della linea. I pali colorati di verde o tinta legno sono, inoltre, scarsamente visibili ed aggravano quindi la criticità della situazione, così come quelli nascosti e mimetizzati da elementi naturali (alberi, siepi, ecc.). Per aumentare la visibilità dei piloni e diminuire il rischio di impatto, quelli di linee ad alta tensione vengono spesso, ma non sempre, colorati generalmente di rosso e bianco. A tal proposito si noti come contemporaneamente aumenti l'impatto visivo della struttura. In alcuni casi, il percorso della linea può essere ingannevole: ad esempio quando la stessa attraversa una valle stretta perpendicolarmente all'asse vallivo e ad una certa altezza dal suolo (anche 300 m) senza interposizione di tralicci nel fondovalle, come ci si aspetterebbe.

Quella descritta costituisce una delle situazioni più critiche. Attualmente, è stato messo a punto un dispositivo elettronico per gli elicotteri che segnala, a bordo, la vicinanza di una linea elettrica.

Esso risulta però molto costoso e non applicabile quindi, per il momento, agli aerostati. Alcuni elicotteri, inoltre, sono dotati di un sistema di lame che consente di tagliare i conduttori.

In linea generale, quindi, il rischio è maggiore per gli aerostati che per gli aeromobili. I piloti di montagna, di elicotteri e di aerei, però corrono rischi ben maggiori a causa delle difficoltà (data la configurazione del terreno) di poter visualizzare in tempo la linea, nell'eventualità di atterraggio in aree difficili, sia per quanto riguarda le condizioni meteo-climatiche che morfologiche.

Le carte di volo (carta aeronautica OACI – 1:500000 e le carte di gara) riportano solo le linee elettriche principali e risultano quindi incomplete oltre che non aggiornate. Per sottolineare l'importanza della valutazione di questo tipo di rischio basti pensare che negli USA, gli incidenti di mongolfiere con le linee elettriche costituiscono la prima causa di morte per gli equipaggi degli stessi. In Italia gli incidenti di questo tipo, pur essendo molto numerosi, non riportano di solito gravi danni agli equipaggi e, per questo motivo, non vengono catalogati ed inseriti negli studi statistici, cosa che invece potrebbe risultare molto utile, al presente studio, per l'identificazione delle aree più critiche. I manuali di sicurezza degli aerostati dedicano interamente all'argomento, alcune pagine in cui sono riportate tutte le istruzioni da seguire sia per cercare di evitare la collisione con i cavi elettrici sia in caso di incidente avvenuto. Il [Codice della Navigazione](#) (L.58/1963) all'art.14, "ostacoli alla navigazione" detta regole precise ai fini della sicurezza del traffico aereo tenendo in considerazione, tra le varie tipologie di ostacoli anche "gli impianti di linee elettriche".

E interessante notare che per le mongolfiere, per questioni di sicurezza, i bersagli di gara vengono scelti sempre ad almeno 200 m di distanza dalle linee elettriche.

Per ciò che concerne la tipologia delle linee, quelle ad altissima ed alta tensione, sebbene siano le più pericolose per i danni quasi sempre mortali che possono provocare all'equipaggio di un velivolo oltre che alla distruzione dello stesso, sono in realtà quelle che causano meno collisioni in quanto le loro dimensioni imponenti le rendono ben visibili e come già ricordato sono riportate sulle carte di volo. Le linee a media ed a bassa tensione sono quelle che presentano una percentuale maggiore di rischi. Tra queste, quelle a MT in alcuni casi sfortunati possono causare anche danni mortali. Spesso queste ultime sono poco visibili, mascherate e sovente congiunte ad altre, così da formare vere e proprie trappole per i piloti. Le linee a BT sono le meno pericolose in caso di collisione, a meno che non si tocchi un cavo caduto a terra. Valori di criticità specifici sono stati attribuiti alle diverse situazioni sulla base sia di dati statistici, concernenti gli incidenti verificatisi, sia di opinioni, suggerimenti e commenti espressi da un certo numero di piloti che sono stati appositamente interpellati. Il criterio utilizzato nella presente metodologia per valutare questo tipo di rischio si basa, analogamente allo studio di impatto per le altre componenti ambientali, sull'analisi di celle centrate sulla linea elettrica in studio di lunghezza pari a 250 m. La larghezza delle celle non viene definita per questa componente in quanto, non risulta significativa, data la mobilità dei velivoli e le loro possibili varianti di percorso.

SCHEDE DI CRITICITÀ PER LA COMPONENTE ANTROPICA: RISCHIO DI SORVOLO

ALTA E MEDIA TENSIONE

CRITICITA' ECCEZIONALE (E)

- Zone di volo molto frequentate in cui sono già avvenuti degli incidenti dovuti all'impatto di velivoli con le linee elettriche.

CRITICITA' ALTISSIMA

- Valle stretta attraversata perpendicolarmente al suo asse da una linea elettrica, senza l'interposizione di tralicci a fondovalle.
- Linea che si snoda ai margini di un bosco in zone di radura (spesso scelte per l'atterraggio).
- Linee congiunte a 90° e in parte mascherate da elementi naturali (file di alberi, boschetti, particolari conformazioni del terreno ecc.).

CRITICITA' ALTA

- Linee elettriche in zone di pianura o collina molto frequentate, caratterizzate spesso da nebbie o venti di forte intensità.
- Linee mascherate.

CRITICITA' MEDIA

- Giunzione di due o più linee, a 90°, ben visibili.

- Linea priva di avvertimenti visivi che attraversa un corso d'acqua ed è in parte mascherata dalla vegetazione (fascia riparia)
- Linea priva di avvertimenti visivi, in un contesto agricolo
- Linea priva di avvertimenti visivi, con percorso perpendicolare all'asse vallivo

CRITICITA' MINIMA

- Linee ben visibili con tralicci colorati e palloni su cavi, non indicate sulle carte di volo.
- Linea dotata di avvertimenti visivi in un contesto agricolo
- Linea (priva o dotata di avvertimenti visivi), posta tra il margine di un'area coltivata/spazio aperto e le pendici dei rilievi che delimitano la valle
- Linea dotata di avvertimenti visivi, con percorso perpendicolare all'asse vallivo

CRITICITA' TRASCURABILE

- Linee ben visibili, indicate sulle carte di volo (compresi i tratti in entrata/uscita da stazioni/cabine elettriche)
- Linea priva di avvertimenti visivi in un contesto fortemente antropizzato (strade, superstrade, impianti industriali, ecc.)

Paesaggio

Le "forme" e le "strutture visuali" che si distribuiscono sul territorio sono ricondotte concettualmente, nell'ambito di questa proposta metodologica, ad una selezione tipologica di forme e di strutture come manifestazione storicamente stratificatasi, di componenti ecosistemiche ed insediative; ad esse vengono attribuiti gradienti di riconoscibilità e di relativa intervisibilità, in diretta relazione alle diverse tipologie geomorfologiche dei bacini, concepiti anche quali ambiti visuali dotati di unicità e peculiarità. Le valenze di "riconoscibilità" sono particolarmente apprezzabili simulando, come nel presente caso, le ipotetiche condizioni di movimento di osservatori potenziali che seguano percorsi in cui la percezione viene potenziata o mitigata, a seconda dei livelli delle celle di visione e della relazione delle stesse con le strutture-guida, da linee di forza e direttrici spaziali, coincidenti o meno, con le direttrici di movimento. Nel caso degli elettrodotti, le diverse strutture di traliccio ed i relativi tracciati dei cavi creano pesanti interferenze e disturbi, in particolare alle medie distanze percettive, ai processi di lettura del paesaggio e ad una piacevole ed equilibrata percezione dello stesso. Convenzionalmente, nel presente metodo, le classi di categorie analitiche concernenti la riconoscibilità e l'intervisibilità (riportate in un elenco ragionato nel prosieguo), vengono ricondotte a tipologie di impatto diverse, in relazione al percorso dell'elettrodotto considerato. Più precisamente, si valuta l'ipotetica intensità degli impatti indotti dai tracciati dei cavi, la loro compresenza ed intersecazione ed il fatto che l'elettrodotto intercetti direttamente le strutture connesse alle categorie analitiche precedentemente citate. Ci si basa su di una analisi differenziata di fasce sino ad un massimo di 150 m dal confine degli areali considerati, in relazione alle diverse tipologie di strutture visuali ed ai fenomeni di alterazione e di confusività che i tralicci e le linee comportano. Si fa notare che sono state elaborate una scheda di campo per le linee ad alta tensione e due per quelle a media tensione, a seconda che i sostegni siano veri e propri tralicci o pali (in cemento armato o legno). Le dimensioni e la forma variano infatti talmente da giustificare un'analisi differenziata.

La scelta, nell'analisi delle tematiche paesistiche, di considerare aspetti quali quelli del "genius loci" e degli "iconemi", passibili e fortemente condizionati da giudizi soggettivi, implica la necessità per il presente lavoro di avvalersi della collaborazione di esperti paesaggisti, anche per la validazione delle diverse casistiche riscontrate in campo e per l'individuazione dei beni storico-culturali ed architettonici. Non essendo oggetto i predetti tematismi di specifica vincolistica, la loro valutazione dipenderà dalle competenze professionali e dalla sensibilità culturale dell'operatore addetto alle operazioni di rilevamento.

Una categoria analitica più specificatamente connessa alle tematiche paesistiche e quella di particolari ambiti di tutela paesistica o paesistico ambientale di area vasta, come ad esempio singoli e specifici sottoambiti dei piani paesistici provinciali e regionali o gli *Heritage Sites* dell'UNESCO.

L'articolazione in classi di criticità paesistica e fortemente connessa alla geomorfologia delle unità di bacino e di sottobacino considerate: per cui i crinali coincidono con i concetti di confine visuale e di margine percettivo ad alta definizione, così come le aste idrografiche dei bacini principali e degli affluenti, i percorsi delle autostrade e delle strade statali e provinciali, nonché alcuni e selezionati percorsi di crinale e di alto versante coincidono con direttrici spaziali e linee di forza percettive. Questa articolazione di elementi puntiformi, strutture lineari e domini spaziali di componenti diverse, costituisce un alfabeto visuale e percettivo, fortemente dominato dalle condizioni di esposizione e posizionamento all'interno di vari bacini e sottobacini, utilizzabile nella valutazione della criticità indotta dagli elettrodotto esistenti e dalle loro strutture di accompagnamento. Inoltre, il metodo tiene conto dell'eventuale presenza delle linee elettriche come fattore di disturbo, a seconda del posizionamento delle stesse nei pressi od all'interno di ambiti in cui si concentrano o si incontrano direttrici spaziali lineari con compresenza significativa/rilevante di altre strutture e componenti (es. due crinali, un'asta idrografica ed un insediamento di fondovalle con caratteristiche di emergenza visuale e di riconoscibilità, ecc.), la cui articolazione si risolve in quello che è definibile un "nodo" visuale e percettivo. In estrema sintesi, va sottolineato come la presenza delle diverse componenti paesistiche venga posta in relazione di interferenza con gli elettrodotto ed i tralicci, determinando differenti classi di criticità, in relazione alla distorsione di riconoscibilità visiva e strutturale che essi provocano. Inoltre, non va dimenticato che in questa situazione di analisi dei tracciati, un bosco od una formazione prativa, per esempio, non sono lette nella loro dimensione naturalistica agronomica e/o di reale o potenziale presenza botanica e faunistica ma come strutture "identificative-segnalative" del paesaggio. Le distanze, segnalate come critiche, per l'intercettazione o la presenza ravvicinata ed interferente a segni e strutture del paesaggio, possono venire calcolate e rapportate anche con l'ausilio di strumentazioni quali GPS, telemetro, ecc. L'assegnazione di valori di criticità, in relazione al posizionamento in bacini idrografici di classe diversa, presuppone un approccio induttivo relativo alle possibilità di percezione, anche in una dimensione statistica e probabilistica, degli impatti prodotti dalle linee esistenti da un numero n di posizioni visuali. Nei bacini minori, i tracciati degli elettrodotto si connotano, verosimilmente, per l'attivazione di un numero più limitato di celle di visione potenziali.

In tutti i casi, sia i piccoli bacini vallivi interni che i crinali minori sono prevalentemente meno interessati da una rete articolata di percorsi e da direttrici viarie diverse, così come meno visualizzabili alle medie e lunghe distanze, da celle di visione poste in apparati planiziali di grande estensione o nello stesso contesto da celle di visione poste nei bacini idrografici maggiori.

In sintesi, le celle di visione potenziali ed interagenti sono numericamente e qualitativamente inferiori, per ciò che concerne la percezione potenziale dagli innumerevoli punti di vista, nei bacini minori rispetto a quelli maggiori; situazione analoga si verifica nei contesti planiziali con schermature arboree di tipo diverso e nelle radure di boschi e foreste.

L'impatto degli elettrodotto esistenti sui beni e siti a valenza storico documentaria ed etnografica viene trattato separatamente dall'impatto sul paesaggio, pur essendone indissolubilmente connesso, data la necessità di uno specifico approccio di lettura e di rilievo analitico ed essendo questi stessi beni letti e valutati anche sotto la specifica visuale paesaggistica. All'interno di ogni classe di criticità, sono raggruppati elementi e strutture eterogenee per ciò che concerne la loro fattualità ma unificabili in una sola categoria, in relazione alle diverse "magnitudo" dell'impatto reale. Viene tenuto in considerazione anche il tipo di intercettazione (secante, tangente o finitima) degli oggetti, degli spazi e delle strutture.

Si fa rilevare che non viene, stante la specificità del presente approccio metodologico in senso naturalistico-territoriale e paesistico, presa in considerazione come concausa, in relazione a fattori sociologici ed urbanistici, l'alta "criticità" sociale e di malessere psichico, derivante dall'impatto dei tralicci e delle linee, che con tanti altri fattori incide sul degrado visuale dei paesaggi metropolitani. Tale aspetto andrebbe analizzato separatamente e parallelamente all'applicazione della presente metodica. Per ciò che concerne la presenza di [detrattori paesistici](#) di diversa *magnitudo*, all'interno delle celle considerate, si evidenzia che l'interrelazione visuale e paesistica di questi ultimi con il tracciato dell'elettrodotto pone problemi valutativi di notevole complessità, in relazione all'individuazione delle classi di criticità degli areali interessati. Se i detrattori (od il singolo

detrattore) del paesaggio presi in analisi possono essere oggetto di interventi di mitigazione (es. schermatura), il valutatore esperto potrà assegnare, a propria discrezionalità, la classe di criticità alla cella: ciò allo scopo di evitare, per quanto possibile, l'innescò di quel fenomeno definito, nell'ambito dell'analisi paesistica e pianificatoria, di "attrazione degli scarti". Qualora invece la cella presa in esame sia interessata da detrattori paesistici diffusi e difficilmente mitigabili, la classe di attribuzione dovrà **forzosamente** essere a "criticità trascurabile", pur nella segnalazione della criticità complessiva dell'areale oggetto di analisi.

I problemi connessi alla bonifica ed alla mitigazione degli impatti, potrebbe rientrare in altri ambiti e progetti concernenti la predisposizione di specifiche metodiche multifunzionali di analisi e di ipotesi di intervento. Di seguito vengono analizzati e definiti i principali elementi paesistici presi in considerazione nel presente studio.

ICONEMA

Con il termine "iconema" si definiscono quelle unità elementari di percezione sulle quali costruiamo la nostra immagine di un territorio e nello specifico di un paesaggio, in particolare di quelli antropizzati. Si possono individuare iconemi connessi al territorio naturale, alla fisicità dei luoghi ed iconemi legati ad aspetti storici e culturali. Gli iconemi che l'uomo maggiormente percepisce ed a cui attribuisce valenze di alta riconoscibilità sono quelli di origine culturale e quindi antropica, quasi sempre però associati ad elementi naturali che ad essi sono connessi con modalità sedimentate, storicizzate e sovente inscindibili. Gli iconemi costituiscono le tessere sulla base delle quali ogni persona "costruisce" e riconosce l'immagine sociale complessiva di un territorio. Utilizzando una felice espressione di Eugenio Turri, ogni iconema è "... una finestra attraverso la quale ci poniamo in relazione con il territorio, inteso come spazio organizzato".

"HERITAGE SITES"

Esistono due tipologie di *heritage sites*: gli *heritage culturali* e gli *heritage naturali*. Secondo la *World Heritage Convention*, un "heritage culturale" è un monumento, un gruppo di edifici o un sito di valore storico, estetico, archeologico, scientifico, etnico o antropologico. Un "heritage naturale" costituisce un'emergenza fisica, biologica e geologica, un habitat di piante o animali minacciati o un'area di valore scientifico, estetico o conservazionistico. La missione del *World Heritage* dell'UNESCO consiste nell'incoraggiare gli Stati a firmare la Convenzione ed assicurare la protezione dei loro *heritage sites* ed a nominare i siti presenti sul proprio territorio nazionale, in modo da poterli includere nella *World Heritage List*. Quali esempi di *Heritage Sites* basti pensare al Gran Canyon (che testimonia due miliardi di anni della storia della terra), alle Isole Galapagos (che ispirarono Charles Darwin per la teoria dell'evoluzione) o all'isola di Goree (un tragico ricordo della schiavitù), ecc. Per i siti italiani si rimanda alla lista completa allegata al presente lavoro.

Tutti questi siti, culturali e naturali, vanno conservati e preservati come unica testimonianza del passato e l'impegno deve essere mondiale, in quanto la loro scomparsa costituirebbe una perdita incommensurabile. Inoltre, attualmente molti sono minacciati. L'obiettivo della Convenzione sulla Protezione degli *Heritage Sites* culturali e naturali mondiali è proprio questo. Tale accordo è stato adottato in sede di Conferenza generale dell'UNESCO nel 1972. La *World Heritage Committee* è la commissione responsabile del settore. Tra i vari compiti vi è quello di selezionare i nuovi siti da inserire nella lista mondiale degli *heritage sites* sulla base degli elenchi proposti dai singoli stati. La Commissione è assistita da due organizzazioni non governative: l'*International Council on Monuments and Sites* (ICOMOS) e l'*International Centre for Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property* (ICCROM).

SITI MAB

L'acronimo MAB si riferisce al programma intergovernativo Man and Biosphere dell'UNESCO avviato dalla Divisione di Scienze ecologiche dell'UNESCO, nel 1971. L'origine del concetto di Riserva della biosfera risale al 1968, anno in cui ebbe luogo la prima conferenza intergovernativa "Biosphere Conference", avente come scopo sia la conservazione che l'utilizzo delle risorse naturali, cioè ciò che attualmente viene definito "sviluppo sostenibile". La finalità pratica era l'istituzione di aree terrestri e costiere rappresentative dei principali ecosistemi del Pianeta, all'interno dei quali da un lato proteggere le risorse genetiche e dall'altro portare avanti sia programmi di ricerca sugli ecosistemi che di monitoraggio e di formazione. Tali

intenti si concretizzarono con l'avvio del sopracitato programma MAB.

Quest'ultimo comprende numerosi sottoprogrammi tematici quali guida per lo sviluppo del programma stesso. Tra questi vi è il sottoprogramma "Riserve della biosfera". Negli anni '70 l'Italia, per prima tra i Paesi dell'UNESCO, ha provveduto a costituire a livello nazionale la prima "Commissione per il Programma MAB" e, di conseguenza, a promuovere varie iniziative tra cui l'istituzione in Italia dei primi "siti MAB-UNESCO" denominati "Riserve della Biosfera MAB". Questi ultimi hanno dato il via alla formazione della rete internazionale di siti MAB, che attualmente annovera circa 400 siti in tutto il mondo. I siti MAB italiani sono riportati in allegato al presente lavoro. Sebbene la rete internazionale comprenda siti molto diversi fra loro sia da un punto di vista strettamente naturalistico e climatico che antropico, in quanto il contesto socio-economico e culturale in cui sono inseriti e di notevole importanza poichè connesso al ruolo attivo che la popolazione locale deve svolgere al fine di preservare tali aree, la finalità e gli interessi sono comuni, globali.

Questi ultimi constano nella ricerca e identificazione di soluzioni concrete, che permettano di conciliare la conservazione della biodiversità e l'uso sostenibile delle risorse naturali, a beneficio della popolazione locale. Le funzioni di ogni riserva della biosfera, indicate dall'UNESCO, sono essenzialmente tre:

- **Funzione conservazionistica** (contribuire alla conservazione di paesaggi, ecosistemi, biodiversità)
- **Funzione di sviluppo** (consentire lo sviluppo socio-culturalmente ed ecologicamente sostenibile)
- **Funzione logistica** (fornire un supporto per la ricerca, il monitoraggio, gli scambi didattici e informativi connessi a finalità locali, nazionali e internazionali di conservazione e sviluppo).

Ogni Riserva della Biosfera è organizzata in tre zone: la zona centrale o *core*, una zona di *buffer* circostante la precedente ed una zona di transizione ancora più esterna. Generalmente, l'area centrale, che è l'unica che necessita di essere stabilita legalmente al fine di assicurare una maggiore protezione, non è soggetta ad attività antropica ad eccezione della ricerca (senza l'ubicazione di stazioni fisse) e del monitoraggio. Nelle altre due zone sono invece consentite attività diverse, più limitate nella zona di *buffer* e più varie in quella di transizione, che non devono in ogni caso recare danni anche potenziali alla zona centrale. I Comitati Nazionali provvedono ad identificare le aree da sottoporre all'analisi della Commissione UNESCO per l'inserimento nella rete internazionale di siti MAB; il direttore generale dell'UNESCO notifica la decisione al Paese richiedente. I criteri usati per definire un sito, quale sito MAB, prevedono che questo:

- sia rappresentativo di una delle principali regioni bio-geografiche;
- contenga paesaggi, ecosistemi, specie animali o vegetali o varietà che necessitano di essere conservate;
- fornisca un'opportunità per esplorare e dimostrare approcci allo sviluppo sostenibile, all'interno della regione in cui sono localizzati;
- abbia una dimensione appropriata per svolgere le tre funzioni precedentemente citate;
- sia suddivisibile nelle tre zone sopra indicate (*core*, *buffer*, area di transizione).

SCHEDE DI CRITICITÀ PER LA COMPONENTE PER LA COMPONENTE PAESAGGIO ALTA E MEDIA TENSIONE

CRITICITA' ECCEZIONALE (E)

- Presenza, nell'areale considerato (intera cella), di:
 - aree protette (parchi, riserve naturali, ecc.) legalmente istituite;
 - "Heritage Sites" o siti MAB (*Man and Biosphere*) dell'Unesco;
 - "iconemi" o siti del "genius loci" di valenza nazionale o locale, di grande significatività, sia isolati che all'interno di paesaggi culturali riconosciuti.
- Passaggio della linea elettrica nell'ambito di areali di alta criticità o vulnerabilità individuati da vincoli paesistici e/o da piani paesistici (approvati) provinciali, regionali o di singoli ambiti.

CRITICITA' ALTISSIMA

TIPOLOGIA DI AREALE INTERESSATO DAL PASSAGGIO DELLA LINEA ELETTRICA	CASISTICA
Areali con direttrici spaziali e "linee di forza" primarie quali: a) crinali e margini ad alta definizione, a valenza macro-territoriale; b) reticolo idrografico principale (aste idrografiche di primo livello);	Intercettazione secante, sovrapposizione o passaggio della linea elettrica ad alta tensione sino a 200 m (150 m per linee a media tensione)

c) grandi opere di canalizzazione (es. canale Cavour); d) radure e spazi aperti prativi, zootecnici od agro-ecosistemici di grande riconoscibilità in contesti boschivi o forestali	su traliccio e 100 m per linee a media tensione su palo) rispetto agli elementi indicati a lato.
Aree a valenza naturalistica/faunistica (SIC, Biotopi, ZPS), individuate dagli Enti preposti.	Passaggio della linea elettrica ad alta tensione nell'ambito di uno o più degli elementi indicati a lato.
Aree con domini di complessi vegetali ad alto fusto quali: a) boschi, parchi e giardini (pubblici e privati) nei contesti morfologici dei grandi ambiti planiziali e/o di bacino principale e/o di crinale b) boschi, parchi e giardini (pubblici e privati) su versanti ad accentuata biodiversità (30 - 45%), in qualsiasi contesto di bacino; c) formazioni boschive ad alta valenza cromatica o di contrasto in determinati periodi stagionali.	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 200 m (150 m per linee a media tensione su traliccio e 100 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati
a) Presenza nell'areale considerato dei domini degli spazi del tessuto agrario a colture permanenti (vigneti, frutteti, oliveti, ecc.) e promiscue di grande valenza identitaria nei bacini principali (I classe) e/o su crinali a valenza macro-territoriale; b) Presenza nell'areale considerato dei domini degli spazi del tessuto agrario a colture permanenti (vigneti, frutteti, oliveti, ecc.) e promiscue di grande valenza identitaria su versanti ad accentuata acclività (30 - 45%), in qualsiasi contesto di bacino.	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 200 m (150 m per linee a media tensione su traliccio e 100 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati, riportati a lato.
a) Presenza nell'areale considerato di domini di spazi aperti (limitata od inesistente copertura arborea/arbustiva) di bacino principale (I classe) con forte dominanza di componenti abiotiche (greti, calanchi, rocce, aree detritiche, ghiacciai, dune, laghi e paludi, geotipi diversi). b) Presenza nell'areale considerato di domini di spazi aperti (limitata od inesistente copertura arborea/arbustiva) con forte dominanza di componenti abiotiche (greti, calanchi, rocce, aree detritiche, ghiacciai e geotipi diversi) su versanti ad accentuata acclività (30 - 45%), in qualsiasi contesto di bacino.	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 200 m (150 m per linee a media tensione su traliccio e 100 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati, riportati a lato.
a) Presenza nell'areale considerato di riferimenti ed emergenze quali: centri storici, monumenti isolati, esemplari arborei di grandi dimensioni e alberi monumentali, rilievi isolati, strutture geomorfologiche rilevanti e/o dominanti di alta riconoscibilità in aree planiziali o nelle aree planiziali dei bacini principali (I classe). b) Presenza nell'areale considerato di riferimenti ed emergenze quali: centri storici, monumenti isolati, esemplari arborei di grandi dimensioni e alberi monumentali, rilievi isolati, strutture geomorfologiche rilevanti e/o dominanti di alta riconoscibilità su crinali e versanti ad accentuata acclività (30- 45%), in qualsiasi contesto di bacino.	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 200 m (150 m per linee a media tensione su traliccio e 100 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati, riportati a lato.
Presenza nell'areale considerato dei "nodi maggiori", quali areali includenti i punti di incontro e di contatto delle strutture spaziali e territoriali primarie con i "margini" dei diversi domini, ivi inclusa la compresenza di riferimenti ed emergenze ad alta riconoscibilità nei bacini idrografici principali (I classe).	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 200 m (150 m per linee a media tensione su traliccio e 100 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati, riportati a lato.

CRITICITA' ALTA

TIPOLOGIA DI AREALE INTERESSATO DAL PASSAGGIO DELLA LINEA ELETTRICA	CASISTICA
Presenza nell'areale considerato di direttrici spaziali secondarie: a) crinali e margini (riscontrabili nei bacini di II classe); b) reticolo idrografico secondario.	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 150 m (100 m per linee a media tensione su traliccio e 60 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati
a) Presenza nell'areale considerato dei domini di complessi vegetali ad alto fusto quali: boschi, parchi, giardini (pubblici e privati) nei contesti planiziali dei bacini secondari (II classe). b) Presenza nell'areale considerato dei domini di complessi vegetali ad alto fusto quali: boschi, parchi, giardini (pubblici e privati) su versanti a moderata acclività (20-30%), in qualsiasi contesto di bacino.	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 150 m (100 m per linee a media tensione su traliccio e 60 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati.
Presenza nell'areale considerato di:	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta

a) domini degli spazi del tessuto agrario a colture permanenti (vigneti, frutteti, oliveti, ecc.) e promiscue di grande valenza identitaria nei bacini secondari (II classe), su versanti a moderata pendenza (20-30%); b) estesi spazi aperti del tessuto agrario su versanti a moderata pendenza (20-30%), in qualsiasi contesto di bacino.	tensione sino a 150 m (100 m per linee a media tensione su traliccio e 60 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati.
Presenza nell'areale dei bacini secondari (II classe) di radure e spazi aperti, prativi, zootecnici ed agroecosistemici ad alta riconoscibilità.	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 150 m (100 m per linee a media tensione su traliccio e 60 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati.
Presenza nell'areale considerato dei domini degli spazi aperti (limitata copertura arborea/arbustiva) dei bacini secondari (II classe) con dominanza di componenti abiotiche (greti, calanchi, rocce, aree detritiche, ghiacciai, dune, laghi e paludi, geotipi diversi).	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 150 m (100 m per linee a media tensione su traliccio e 60 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati.
Presenza nell'areale considerato di riferimenti isolati e puntiformi quali: castelli, edifici religiosi, ville storiche, alberi isolati, cascine e nuclei rurali, accorpati: a) nei contesti pianiziali dei bacini di II classe e degli spazi aperti delle pianure; b) su versanti a moderata acclività (20-30%), in qualsiasi contesto di bacino.	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 150 m (100 m per linee a media tensione su traliccio e 60mper linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati.
Presenza nell'areale considerato dei "nodi minori", areali di limitate dimensioni includenti le strutture spaziali e territoriali secondarie od a valenza locale dei bacini di II classe.	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 150m(100mper linee a media tensione su traliccio e 60mper linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati.
Presenza di percorsi di autostrade, superstrade, strade statali e provinciali, con percorso in rilevato, in qualsiasi contesto geomorfologico.	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 150m(100mper linee a media tensione su traliccio e 60mper linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati.

CRITICITA' MEDIA

TIPOLOGIA DI AREALE INTERESSATO DAL PASSAGGIO DELLA LINEA ELETTRICA	CASISTICA
Presenza nell'areale considerato dei domini degli spazi aperti del tessuto agrario, nei bacini minori (III classe).	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 100 m (50 m per linee a media tensione su traliccio e 35 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati.
Presenza nell'areale considerato di riferimenti isolati e puntiformi: castelli, edifici religiosi, ville, cascine, nuclei rurali accorpati (posizionati nei sottospazi dei bacini di III classe)	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 100 m (50 m per linee a media tensione su traliccio e 35 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati.
Spazi con forte dominanza di componenti abiotiche (greti, calanchi, rocce, aree detritiche, ghiacciai, dune, laghi e paludi, geotipi diversi), in bacini di III classe.	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 100 m (50 m per linee a media tensione su traliccio e 35 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati.
Presenza di complessi vegetali ad alto fusto (boschi e parchi) in condizioni diverse di acclività nei bacini minori (III classe).	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 100 m (50 m per linee a media tensione su traliccio e 35 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati.
Presenza nell'areale considerato di direttrici spaziali minori: crinali e rete idrografica dei bacini minori (III classe) od anche superiori per canali di modeste dimensioni.	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 100 m (50 m per linee a media tensione su traliccio e 35 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati.
Presenza nell'areale considerato di direttrici spaziali minori: percorsi delle strade comunali e interpoderali, con percorso in rilevato, in qualsiasi contesto geomorfologico.	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 100 m (50 m per linee a media tensione su traliccio e 35 m per linee a media

Presenza di percorsi di autostrade, superstrade, strade statali e provinciali, con percorso non in rilevato, in qualsiasi contesto geomorfologico.	tensione su palo) dalle strutture interessate. Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 100 m (50 m per linee a media tensione su traliccio e 35 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture interessate.
--	---

CRITICITA' MINIMA

TIPOLOGIA DI AREALE INTERESSATO DAL PASSAGGIO DELLA LINEA ELETTRICA	CASISTICA
Presenza nell'areale considerato dei domini dei complessi vegetali ad alto fusto: boschi, pioppeti ed altre formazioni arboree a rapida crescita (da taglio) nei contesti morfologici dei bacini minori e delle pianure.	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 100 m (50 m per linee a media tensione su traliccio e 35 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati.
Presenza nell'areale considerato dei domini degli spazi del tessuto agrario dei bacini minori.	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 100 m (50 m per linee a media tensione su traliccio e 35 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati.
Presenza nell'areale considerato di direttrici spaziali minori: percorsi delle strade comunali e interpoderali, con percorso non in rilevato, in qualsiasi contesto geomorfologico.	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 100 m (50 m per linee a media tensione su traliccio e 35 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture interessate.
Areali caratterizzati da agricoltura estensiva (prevalenza di monocultura di diversa tipologia es. riso, mais, ecc.).	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 100 m (50 m per linee a media tensione su traliccio e 35 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture interessate.

CRITICITA' TRASCURABILE

TIPOLOGIA DI AREALE INTERESSATO DAL PASSAGGIO DELLA LINEA ELETTRICA	CASISTICA
Presenza nell'areale considerato dei domini degli spazi del tessuto agrario con scarsa o nulla presenza di trame e strutture significanti e bassa riconoscibilità. Aree di confusa riconoscibilità con valenze paesaggistiche da interpretarsi: aree insediative e peri-urbane od aree di insediamento industriale e/o aree eterogenee.	Intercettazione o passaggio delle linee ad alta tensione sino a 100 m (50 m per linee a media tensione su traliccio e 35 m per linee a media tensione su palo) dalle strutture od areali interessati.

N. B. : Per convenzione operativa, poichè le valutazioni tengono conto di una gradualità oggettiva di impatti derivanti dal posizionamento stesso delle linee di elettrodotti, viene assegnato tale valore residuale (criticità trascurabile) agli spazi territoriali con scarse caratteristiche di riconoscibilità, per quanto estremamente "critiche" e "sensibili" sotto il profilo pianificatorio ed urbanistico.

La compresenza di impatti cumulativi potrebbe innescare, ai fini degli interventi di mitigazione, la riqualificazione urbanistica e pianificatoria globale dei territori compresi nelle celle, qui convenzionalmente definite, per l'aspetto paesaggistico, di criticità trascurabile.

Beni e siti a valenza storico-documentaria ed etnografica

Per ciò che concerne le valenze storico-documentarie e/o di trame e siti di particolare pregio storico paesistico, vengono prese in considerazione dieci tipologie di beni, in relazione visuale con il tracciato, illustrate nel prosieguo. Sebbene esistano leggi specifiche che prendono in considerazione gli elementi riconducibili alla tipologia "beni e siti a valenza storico – documentaria ed etnografica" e, di conseguenza, appositi elenchi delle Soprintendenze per i Beni Culturali e Ambientali (beni vincolati in base alla L. 1497/39 e agli articoli 4 e 5 della L. 1089/39, attualmente integrati nella recente Legge Urbani), corredati di planimetrie che ne individuano gli areali tutelati, tali elenchi normati non sono esaustivi perche non sempre considerano tutte le tipologie evidenziate nella presente metodologia, di cui si tiene conto in altre realtà nazionali/ambiti europei. Per tale ragione, il presente metodo prevede un'attenta analisi sia bibliografica che di campo, condotta da operatori che abbiano maturato una certa sensibilità a tale aspetto. Se così non fosse si consiglia di consultare esperti di settore per l'area in studio. La larghezza massima della cella,

centrata sull'asse della linea elettrica, e di 3 km (1,5 km per lato). Quest'ultima è riferita al campo di visibilità dell'occhio umano: e infatti a questa distanza, tra 1 km e 1,5-2 km che la capacità di discernere, organizzare le immagini e di raggrupparle in un unico "quadro percettivo e semiologico", raggiunge un *focus* di visione d'insieme di notevole effetto. La suddetta cella viene ulteriormente suddivisa in cinque fasce (F1, F2, F3, F4, F5), speculari rispetto alla linea elettrica, le cui estensioni corrispondono ad una distanza calcolata a partire dalla linea stessa, rispettivamente di 100 m, 300 m, 500 m, 1000 m, 1500 m per lato.

In ogni caso, non va trascurata la presenza di barriere naturali (rilievi) di altezza ed estensione tali da minimizzare o impedire l'intervisibilità verso una determinata direzione; in questo caso la cella assumerà una dimensione asimmetrica rispetto alla linea elettrica, pur riverberando sul tratto di linea considerato il valore della singola cella. Vengono identificate, nel prosieguo, le categorie analitiche a cui riferirsi. Il valore di criticità del tratto di linea, verrà assegnato sulla base della presenza, potenzialmente riscontrabile nelle diverse fasce analitiche, anche di un solo elemento o struttura tra quelle elencate. Le categorie di areali, caratterizzate dalla presenza di beni riconducibili alle tipologie indicate nella tabella di seguito riportata, vengono inserite in classi di criticità, secondo criteri di intervisibilità verificabili da celle di visione poste in corrispondenza dei beni suddetti. Nello specifico, questi ultimi vengono considerati in relazione alla propria verticalità, per cui si considera il punto accessibile ad altezza maggiore, quale riferimento per individuare la cella di visione.

Il criterio di intervisibilità adottato prevede quindi che la criticità del tratto di linea in esame si indirizzi su tutti i beni (compresi entro la distanza massima considerata di 1,5 km), indipendentemente dal fatto che questi rientrino nella cella specifica associata al tratto in analisi. In altre parole, un bene che ricade nella cella n, in condizioni di intervisibilità viene considerato anche nelle celle n-1 ed n+1 od anche nelle precedenti o successive. In questo caso la cella non sarà più delimitata da linee perpendicolari al tratto di elettrodotto ma oblique.

C1: Beni e siti paleontologici, protostorici, archeologici e/o resti rilevabili anteriori al VII d.C.

C2: Geotopi e strutture geomorfologiche di rilevanza nazionale.

C3: Beni storico-urbanistici (concernenti areali insediativi con beni stratificatisi in epoche diverse).

C4: Beni storico-architettonici civili (dal VII d.C. agli inizi del XX secolo) concernenti singole entità.

C5: Beni storico-architettonici religiosi (dal VII d.C. agli inizi del XX secolo) concernenti singole unità.

C6: Beni storico-architettonici militari-strutture fortificate.

C7: Agroecosistemi caratterizzati da paesaggi rurali di tipo storico e/o tradizionale.

C8: Siti collegabili a tradizioni e memorie storiche locali.

C9: Siti e costruzioni collegabili a memorie letterarie ed artistiche locali.

C10: Elementi architettonici e costruzioni civili moderne, pubbliche o private, di valenza artistica e stilistica riconosciuta.

Per quanto riguarda le specifiche concernenti le tipologie di beni sopraelencati si rimanda alla tabella di approfondimento seguente.

Categoria	Tipologia	Esempi
C1	SITI PALEONTOLOGICI SITI PROTOSTORICI	Strutture megalitiche, ecc. Monoliti, "pietre fitte", ecc. Siti fossiliferi, ecc.
	SITI ARCHEOLOGICI	• Sistema insediativo con resti consistenti; • Elemento isolato da contesti insediativi: "Mansio", Mausoleo, mon. Funebre, Tempio, sacello, deposito di manufatti, deposito monetale, ecc. • Acquedotto emergente • Sentiero, mulattiera, percorsi, via di transumanza, ecc. • Traforo • Porto fluviale • Porto canale • Porto marittimo • Area con orditura centuriale riconoscibile bonifiche, ecc. • Area con strutture fortificate, castelliere, campo fortificato, torre

		• Ponte • Riparo sotto roccia • Grotta, sistema di grotte (collegabili sia a fenomeni di presenza sporadica che a dinamiche insediative) • Tagliata terrestre od idrografica
C2	GEOTOPI E STRUTTURE GEOMORFOLOGICHE DI RILEVANZA NAZIONALE	• Cordoni morenici • Massi erratici • Archi naturali in pietra • Dorsali • Profili di sistemi montani, collinari o di sistemi morenici • Salti morfologici e calanchivi • Orli di terrazzo • Emergenze morfologiche isolate o parzialmente isolate dell'ambito paesistico considerato • Corpi idrici di valenza storica (fiumi, laghi, ecc.) • Tratto di meandri di divagazione – di forte erosione o escavazione spondale - calanchi fluviali (conservazione della fisionomia storica, anteriormente a interventi di regimazione) • Massi affioranti da corpi idrici – tratti di rapide • Isola fluviale • Aree umide (laghi, ecc.) • Stratificazioni di grande evidenza • Marmitte glaciali
C3	BENI STORICO URBANISTICI	• Centri storici, identificabili principalmente nei concentrici capoluoghi delle circoscrizioni comunali, anteriori ai successivi ampliamenti di questo secolo, con struttura urbanistica complessa, di media o estesa dimensione insediativa, di grande significatività storica e di grande valore scenico, avente origine da sedimentazioni di epoche diverse. • Centri di ampiezza medio-piccola, con struttura urbanistica unitaria, di pregevole significatività storica, ambientale e artistica, con caratteristiche prevalentemente urbane. • Centri di ampiezza medio-piccola, con caratteristiche essenzialmente rurali e con notevoli valori documentari della cultura del territorio, ivi incluso l'originale impianto planimetrico. • Antichi centri rurali, di ampiezza modesta con impianto planimetrico originario ancora leggibile e opere architettoniche diffuse o concentrate nel tessuto insediativo collegabili agli edifici del potere civile o religioso o connesse all'espletamento di attività di trasformazione.
C4	BENI STORICO ARCHITETTONICI CIVILI	• Canale • Ponte-canale • Mulino e frantoio ad uso prevalentemente alimentare • Tracciato viario in rilevato di particolare interesse storico-architettonico • Bacini, traverse e dighe fluviali di particolare rilevanza • Opifici diversi – mulini ad uso manifatturiero e industriale, ciminiera, centrali idroelettriche, esempi diversi di architettura industriale, ecc. • Villa con parco • Villa • Viale alberato • Canale su viadotto • Miliario, epigrafe in sito o collegabile alla viabilità, alla rete di canalizzazione, all'edificazione di opere di rilevanza storico-architettonica, ecc. • Ponte pedonale (passerella) • Altri beni non meglio identificabili
C5	BENI STORICO ARCHITETTONICI RELIGIOSI	• Complesso abbaziale • Monastero, certosa • Eremo • Strutture religiose fortificate • Viale di accesso a complesso religioso • Chiesa

		• Pieve rurale • Cimitero • Cappella
C6	BENI STORICO-ARCHITETTONICI MILITARI- STRUTTURE FORTIFICATE	• Castello-rocca • Forte • Torre, torre di segnalazione e avvistamento • Recinzioni di mura • Sistema di mura – vallo- chiuse – sistema di fortificazioni con sviluppo lineare • Ricetto
C7	AGROECOSISTEMI CARATTERIZZATI DA PAESAGGI RURALI DI TIPO STORICO E/O TRADIZIONALE	• Areali con presenza di organizzazioni spaziali del territorio peculiari dell'agricoltura estensiva • Areali con presenza diffusa di architetture tipiche dei luoghi • Areali con presenza di colture storiche e testimonianze documentarie di tessitura a campi chiusi" (presenza di siepi, filari, spietramenti, ecc.) • Areali con presenza di colture storiche e testimonianze documentarie di tessitura a "campi aperti" • Area di pendio con tessitura riconducibile alla struttura del "giardino mediterraneo" costruito • Area di pendio con presenza di colture storiche terrazzate, gradinate o ciglionate, con "lunette" o con sistemazioni storiche a girapoggio, cavalcapoggio e ritocchino di grande riconoscibilità • Rete irrigua • Insediamenti rurali di interesse storico paesistico (nuclei rurali) • Architetture rurali di rilevanza storico-paesistica e architettonica (cascine isolate, grange-tetti-baite-tramuti-alpeggi, ecc.) • Architetture rurali minori (ripari, "caselle", ecc.)
C8	SITI COLLEGABILI A TRADIZIONI E MEMORIE STORICHE LOCALI	• Luoghi di battaglia • Siti della memoria collettiva • Luoghi di culto o di valenza rituale • Siti minerari di interesse storico od etnoantropologico
C9	SITI E COSTRUZIONI COLLEGABILI A MEMORIE LETTERARIE ED ARTISTICHE	• Ambiti interessati da proiezioni cinematografiche di alta valenza • Ambiti interessati da opere letterarie e pittoriche di alta valenza
C10	ELEMENTI ARCHITETTONICI E COSTRUZIONI CIVILI MODERNE, PUBBLICHE O PRIVATE, DI VALENZA ARTISTICA E STILISTICA RICONOSCIUTA	• Archeologia industriale • Beni ed elementi individuati dall'art. 12 comma 1 "Verifica dell'interesse culturale" del D.lgs. 42/2004 (Codice dei beni culturali e del paesaggio)

Le classi di criticità vengono successivamente assegnate con il criterio indicato nelle schede di criticità seguenti:

SCHEDE DI CRITICITÀ' PER LA COMPONENTE BENI E SITI A VALENZA STORICO-DOCUMENTARIA ED ETNOGRAFICA

ALTA E MEDIA TENSIONE

CRITICITA' ECCEZIONALE (E)

- Presenza, entro la distanza massima di 1000 m (da 0 a 1000 m: fasce da F1 ad F4) dalla linea elettrica ad AT (alta tensione) e di 500 m (da 0 a 500 m: fasce F1, F2, F3) dalla linea elettrica a MT (media tensione) su traliccio, di uno o più beni riferibili alle seguenti tipologie:
 - beni e siti paleontologici, protostorici ed archeologici e/o con resti rilevabili anteriori al VII d.C. (C1);
 - geotopi e strutture geomorfologiche di rilevanza nazionale (C2).

CRITICITA' ALTISSIMA

- Presenza, entro una fascia compresa tra i 1000 ed i 1500 m (fascia F5) di distanza dalla linea elettrica ad AT e tra i 500 ed i 1000 m (fascia F4) a MT su traliccio, di uno o più beni riferibili alle seguenti tipologie:

- beni e siti paleontologici, protostorici ed archeologici e/o con resti rilevabili anteriori al VII d.C. (C1);

- geotopi e strutture geomorfologiche di rilevanza nazionale (C2).

- Presenza, entro la distanza massima dalla linea elettrica di 500 m (da 0 a 500 m: fasce da F1, F2, F3) per AT e 300 m (da 0 a 300 m: fasce F1-F2) per MT su traliccio, di uno o più beni riferibili ad una delle seguenti tipologie:

- beni storico-urbanistici (concernenti areali insediativi con beni stratificatisi in epoche diverse) (C3);

- beni storico-architettonici civili (dal VII d.C. agli inizi del XX secolo) concernenti singole entità (C4);

- beni storico-architettonici religiosi (dal VII d.C. agli inizi del XX secolo) concernenti singole unità (C5);

- beni storico-architettonici militari-strutture fortificate (C6);

- elementi architettonici e costruzioni civili moderne (<50 anni), pubbliche o private, di valenza artistica e stilistica riconosciuta (C10).

- Presenza, entro la fascia compresa tra 0 ed 300 m (fasce F1 e F2) per AT, di distanza dalla linea elettrica, di uno o più beni riferibili alla seguente tipologia:

- Agroecosistemi caratterizzati da paesaggi rurali di tipo storico e/o tradizionale (C7).

CRITICITA' ALTA

- Presenza, entro una fascia compresa tra i 1000 ed i 1500 m (fascia F5) per MT su traliccio e tra 0 e 100 m (fascia F1) per MT su palo di distanza dalla linea elettrica, di uno o più beni riferibili alle seguenti tipologie:

- beni e siti paleontologici, protostorici ed archeologici e/o con resti rilevabili anteriori al VII d.C. (C1);

- geotopi e strutture geomorfologiche di rilevanza nazionale (C2)

- Presenza, entro una fascia compresa tra i 500 ed i 1000 m (fascia F4) per AT e tra i 300 m ed i 500 m (fascia F3) per MT su traliccio di distanza dalla linea elettrica, di uno o più beni riferibili alle seguenti tipologie:

- beni storico-urbanistici (concernenti areali insediativi con beni stratificatisi in epoche diverse) (C3);

- beni storico-architettonici civili (dal VII d.C. agli inizi del XX secolo) concernenti singole entità (C4);

- beni storico-architettonici religiosi (dal VII d.C. agli inizi del XX secolo) concernenti singole unità (C5);

- beni storico-architettonici militari-strutture fortificate (C6);

- elementi architettonici e costruzioni civili moderne (<50 anni), pubbliche o private, di valenza artistica e stilistica riconosciuta (C10).

- Presenza, entro la fascia compresa tra 0 ed 300m(fasce F1 e F2) per AT e tra 0 e 100 m (fascia F1) per MT su traliccio di distanza dalla linea elettrica, di uno o più beni riferibili alle seguenti tipologie:

- siti collegabili a tradizioni e memorie storiche locali (C8);

- siti e costruzioni collegabili a memorie letterarie ed artistiche locali (C9).

- Presenza, entro la fascia compresa tra 300 ed 500 m (fascia F3) per AT e tra 0 e 300 m (fasce F1 e F2) per MT su traliccio di distanza dalla linea elettrica, di uno o più beni riferibili alla seguente tipologia:

- Agroecosistemi caratterizzati da paesaggi rurali di tipo storico e/o tradizionale (C7).

CRITICITA' MEDIA

- Presenza, entro una fascia compresa tra 100 e 300 m (fascia F2) per MT su palo di distanza dalla linea elettrica, di uno o più beni riferibili alle seguenti tipologie:

- beni e siti paleontologici, protostorici ed archeologici e/o con resti rilevabili anteriori al VII d.C. (C1);
- geotopi e strutture geomorfologiche di rilevanza nazionale (C2).
- Presenza, entro la fascia compresa tra i 1000 ed i 1500 m (fascia F5) per AT, tra 500 e 1000 m (fascia F4) per MT su traliccio e tra 0 e 100 m (fascia F1) per MT su palo di distanza dalla linea elettrica, di uno o più beni riferibili alle seguenti tipologie:
 - beni storico-urbanistici (concernenti areali insediativi con beni stratificatisi in epoche diverse) (C3);
 - beni storico-architettonici civili (dal VII d.C. agli inizi del XX secolo) concernenti singole entità (C4);
 - beni storico-architettonici religiosi (dal VII d.C. agli inizi del XX secolo) concernenti singole unità (C5);
 - beni storico-architettonici militari-strutture fortificate (C6);
 - elementi architettonici e costruzioni civili moderne (<50 anni), pubbliche o private, di valenza artistica e stilistica riconosciuta (C10).
- Presenza, entro la fascia compresa tra 300 ed 500 m (fascia F3) per AT e tra i 100 e i 300 m (fascia F2) per MT su traliccio di distanza dalla linea elettrica, di uno o più beni riferibili alle seguenti tipologie:
 - siti collegabili a tradizioni e memorie storiche locali (C8);
 - siti e costruzioni collegabili a memorie letterarie ed artistiche locali (C9).
- Presenza, entro la fascia compresa tra 500 ed 1000 m (fascia F4) per AT e tra 300 e 500 m (fascia F3) per MT su traliccio di distanza dalla linea elettrica, di uno o più beni riferibili alla seguente tipologia: agroecosistemi caratterizzati da paesaggi rurali di tipo storico e/o tradizionale (C7).

CRITICITA' MINIMA

- Presenza, entro una fascia compresa tra 300 e 500 m (fascia F2) per MT su palo di distanza dalla linea elettrica, di uno o più beni riferibili alle seguenti tipologie:
 - beni e siti paleontologici, protostorici ed archeologici e/o con resti rilevabili anteriori al VII d.C. (C1);
 - geotopi e strutture geomorfologiche di rilevanza nazionale (C2).
- Presenza, entro la fascia compresa tra i 100 ed i 300 m (fascia F2) per MT su palo di distanza dalla linea elettrica, di uno o più beni riferibili alle seguenti tipologie:
 - beni storico-urbanistici (concernenti areali insediativi con beni stratificatisi in epoche diverse) (C3);
 - beni storico-architettonici civili (dal VII d.C. agli inizi del XX secolo) concernenti singole entità (C4);
 - beni storico-architettonici religiosi (dal VII d.C. agli inizi del XX secolo) concernenti singole unità (C5);
 - beni storico-architettonici militari-strutture fortificate (C6);
 - elementi architettonici e costruzioni civili moderne (<50 anni), pubbliche o private, di valenza artistica e stilistica riconosciuta (C10).

Presenza, entro la fascia compresa tra 500 ed 1000 m (fascia F4) per AT e tra i 300 e i 500 m (fascia F3) per MT su traliccio e tra 0 e 100 m (fascia F1) per MT su palo di distanza dalla linea elettrica, di uno o più beni riferibili alle seguenti tipologie:

- siti collegabili a tradizioni e memorie storiche locali (C8);
- Siti e costruzioni collegabili a memorie letterarie ed artistiche locali (C9).
- Presenza o compresenza, entro la fascia compresa tra 1000 ed 1500 m (fascia F5) per AT e tra 500 e 1000 m (fascia F4) per MT su traliccio e tra 0 e 100 m (fascia F1) per MT su palo, di distanza dalla linea elettrica di uno o più beni riferibili alla seguente tipologia:
 - agroecosistemi caratterizzati da paesaggi rurali di tipo storico e/o tradizionale (C7).

CRITICITA' TRASCURABILE

- Presenza, ad una distanza superiore a 500 m (fasce F4, F5) per MT su palo di distanza dalla linea elettrica, di uno o più beni riferibili alle seguenti tipologie:

- beni e siti paleontologici, protostorici ed archeologici e/o con resti rilevabili anteriori al VII d.C. (C1);
- geotopi e strutture geomorfologiche di rilevanza nazionale (C2).
- Presenza, ad una distanza superiore a 300 m (fasce F3, F4, F5) per MT su palo di distanza dalla linea elettrica, di uno o più beni riferibili alle seguenti tipologie:
 - beni storico-urbanistici (concernenti areali insediativi con beni stratificatisi in epoche diverse) (C3).
 - beni storico-architettonici civili (dal VII d.C. agli inizi del XX secolo) concernenti singole entità (C4).
 - beni storico-architettonici religiosi (dal VII d.C. agli inizi del XX secolo) concernenti singole unità (C5).
 - beni storico-architettonici militari-strutture fortificate (C6);
 - elementi architettonici e costruzioni civili moderne (<50 anni), pubbliche o private, di valenza artistica e stilistica riconosciuta (C10).
- Presenza, entro la fascia compresa tra 1000 e 1500 m (fascia F5) per AT, tra i 500 e i 1500 m (fascia F4-F5) per MT su traliccio e ad una distanza maggiore di 100 m (fasce F2, F3, F4, F5) per MT su palo di distanza dalla linea elettrica, di uno o più beni riferibili alle seguenti tipologie:
 - siti collegabili a tradizioni e memorie storiche locali (C8);
 - siti e costruzioni collegabili a memorie letterarie ed artistiche locali (C9).
- Presenza, entro la fascia compresa tra 1000 e 1500 m (fascia F5) per MT su traliccio, di distanza dalla linea elettrica di uno o più beni riferibili alle seguenti tipologie:
 - beni storico-urbanistici (concernenti areali insediativi con beni stratificatisi in epoche diverse) (C3);
 - beni storico-architettonici civili (dal VII d.C. agli inizi del XX secolo) concernenti singole entità (C4);
 - beni storico-architettonici religiosi (dal VII d.C. agli inizi del XX secolo) concernenti singole unità (C5);
 - beni storico-architettonici militari-strutture fortificate (C6);
 - elementi architettonici e costruzioni civili moderne (<50 anni), pubbliche o private, di valenza artistica e stilistica riconosciuta (C10).
- Presenza o compresenza, entro la fascia compresa tra 1000 e 1500 m (fascia F5) per MT su traliccio e ad una distanza maggiore di 100 m (fasce F2, F3, F4, F5) per MT su palo, di distanza dalla linea elettrica di uno o più beni riferibili alle seguenti tipologie:
 - agroecosistemi caratterizzati da paesaggi rurali di tipo storico e/o tradizionale (C7).
- Assenza in tutte le fasce di beni riferibili alle tipologie considerate (da C1 a C10).

Fauna

L'impatto delle linee elettriche interessa principalmente l'avifauna alla quale arreca danni, spesso anche numericamente rilevanti, consistenti essenzialmente nella morte di individui a causa di due fenomeni: la collisione e l'elettrocuzione.

La mortalità annuale a livello mondiale di uccelli, dovuta ad elettrocuzione e collisione con linee elettriche ed altri cavi, costituisce un tipico esempio di poca sensibilità ecologico-naturalistica, in quanto, sebbene si tratti di una problematica osservata e commentata da più di un secolo (Coues, 1876; Emerson, 1904) spesso viene trascurata o non valutata con l'attenzione che meriterebbe.

La maggior parte dei dati disponibili deriva dal Sud-Africa, Nord America ed Europa, dove sono stati rilevati in relazione all'impatto economico dato dall'interruzione della fornitura di energia elettrica e dai danni provocati a specie protette (in pericolo di estinzione, vulnerabili o minacciate) (Brown e Lawson, 1989, Bevanger 1994, 1995; Negro e Ferrer, 1995).

Le informazioni da Africa, Sud America, Asia ed Australia sono invece scarse. In linea generale, il fenomeno dell'elettrocuzione è legato maggiormente, anche se non esclusivamente, alle linee elettriche a MT (la geometria delle strutture di sostegno dei conduttori rende particolarmente accessibile il contatto con i cavi) mentre quello della collisione è preponderatamente riferibile alle

linee elettriche ad AT sebbene, in diversi casi, interessi anche le linee a MT. Le cause sono da imputarsi alla natura e alle dimensioni dei tralicci oltre che alle caratteristiche ed alla distanza fra i conduttori. Il [fenomeno dell'elettrocuzione](#) si può verificare quando un uccello tocca contemporaneamente due conduttori o un conduttore ed una struttura di sostegno conducente (trasformatore, interruttore aereo, parte del pilone stesso). Va inoltre rilevato che le linee a MT con isolatori rigidi sono le più pericolose mentre, quelle dotate di isolatori sospesi lo sono di meno in quanto, in quest'ultimo caso, i conduttori sono più distanti dalle possibili strutture di posa degli uccelli e posti più in basso, quindi più difficilmente raggiungibili. Particolarmente pericolose sono, in ogni caso, le strutture che offrono un ampio spazio libero che può permettere ad un uccello di grandi dimensioni di posarvi. Gli isolatori fungono da posatoi e sono molto rischiosi data la connessione con i fili che vi si dipartono.

Le strutture di raccordo conduttore-isolatore e isolatore-testa possono, in alcuni casi, intrappolare l'uccello per le zampe ed esso, nel tentativo di liberarsi, può rimanere folgorato. Le specie di uccelli che risentono maggiormente di questo impatto (elettrocuzione) sono essenzialmente i rapaci e le specie di grandi dimensioni che presentano una notevole apertura alare.

A titolo di esempio vanno citati i seguenti: i [Ciconiformi](#), i [Falconiformi](#), gli [Stringiformi](#) ed in misura minore i [Passeriformi](#). Queste specie hanno anche l'abitudine di usare i tralicci come posatoi per la caccia o per la nidificazione e ciò contribuisce ad incrementare i fattori di rischio. Per le specie che nidificano sui tralicci, inoltre, una grave minaccia incombe sulla prole che quando inizierà a volare, non avendo ancora la possibilità di effettuare un volo controllato e preciso, avrà un'alta probabilità di rimanere folgorata. Da un punto di vista ecologico e conservazionistico, inoltre, i nidi di uccelli siti sui tralicci non sono solo potenzialmente letali per gli uccelli stessi: il cortocircuito potrebbe originare un incendio che in aree boscate potrebbe causare danni ingenti a vasti territori, per non parlare di quelli indiretti economici dovuti all'interruzione di corrente. Sebbene le dimensioni del corpo e le abitudini comportamentali quali il posarsi ed appollaiarsi sui cavi o sui tralicci, costituiscano gli elementi basilari per capire il "perché" e il "come" accada il fenomeno dell'elettrocuzione, in alcuni casi sussistono situazioni del tutto particolari che possono essere causa di inaspettati e singolari incidenti. Tali situazioni possono riguardare particolari tecnico-costruttivi (es. configurazioni dei cavi o tipologie di tralicci) oppure fenomeni fisici non facilmente prevedibili. È bene ricordare ad esempio che, in alcuni casi, stormi di uccelli di piccole dimensioni (es. *Passer domesticus*, *Sturnus vulgaris* e *Turdus* spp.) che compiono una traiettoria di volo secante una linea elettrica ad alta tensione (o quando numerosi uccelli appollaiati prendono il volo simultaneamente) possono essere interessati (come osservato in campo) da un fenomeno di cortocircuito, in quanto la corrente può trasmettersi attraverso più individui (Bevanger e Thurgstad, 1988). In alcuni casi, è addirittura sufficiente che un uccello urini sui cavi perché il contatto possa risultare fatale. Quest'ultimo è estremamente sottile e quindi difficile da visualizzare a differenza del fascio di conduttori che hanno diametro maggiore e che sono, specialmente nell'AT, relativamente rumorosi e quindi più facili da individuare anche di notte, dagli uccelli notturni. Spesso capita che l'uccello, per schivare i conduttori, si alzi di poco di quota andando inevitabilmente a collidere con il cavo neutro.

Gli uccelli, che presentano ali tozze e piccole rispetto al corpo, difficilmente riescono ad evitare prontamente ostacoli improvvisi che si interpongono sulla loro traiettoria di volo e quindi risultano più sensibili a questo fattore di impatto. I tratti di linea che risultano più critici per quanto concerne il rischio di collisione sono quelli che originano i cosiddetti [effetti trampolino](#), [sommità](#) e [scivolo](#), di seguito descritti.

1. Effetto trampolino: si verifica a causa della presenza nei pressi della linea elettrica di ostacoli di varia tipologia (alberi, manufatti, siepi, altre linee elettriche, ecc.), che inducono gli uccelli in volo, per evitarli, ad alzarsi a livello dei conduttori o del cavo neutro, percepibili solo all'ultimo istante.

2. Effetto sbarramento: è determinato dalla presenza di una linea elettrica che intercetta le vie di spostamento più tipiche per un uccello (es. linea perpendicolare all'asse di una valle).

3. Effetto scivolo: si origina a causa di una particolare morfologia del paesaggio, che induce gli uccelli a seguire linee di spostamento preferenziali in direzione perpendicolare ad una linea elettrica.

4. **Effetto sommità**: è causato, come nel caso precedente, dalla morfologia del terreno che, soprattutto nelle zone aperte, in corrispondenza di tratti sommitali (piccoli o medi rilievi) induce gli uccelli, in particolar modo durante gli spostamenti di gruppo, a volare a quota pari a quella massima del rilievo. Nel caso in cui la linea elettrica si sviluppi sulla sommità, il rischio di collisione è ovviamente molto alto. Tra i taxa più esposti al rischio di collisione con i cavi sono da citare i seguenti: i **Galliformi**, i **Ciconiformi**, i **Gruiformi**, i **Pelecaniformi**. In particolare, in Italia, la **Cicogna bianca**, il **Fenicottero**, la **Gru** e la **Gallina prataiola**. Sono molte le cause che possono influenzare il rischio di collisione o di elettrocuzione, tra cui i fattori topografici, meteorologici e tecnici. Le caratteristiche biologiche ed ecologiche degli uccelli costituiscono, inoltre, un aspetto chiave che è stato indagato a fondo da Kjetil Bevinger. In modo molto interessante l'autore valuta, alla luce dei principi della dinamica di popolazione, gli aspetti correlati al rischio di collisione/elettrocuzione. Per quanto concerne tali rischi, Bevinger raggruppa i principali generi di uccelli, per i quali si hanno dati statistici/di campo/sperimentali, in base alle caratteristiche morfologiche delle ali. I principali gruppi di uccelli sono ascrivibili a 6 categorie, determinate da differenze nelle performance aerodinamiche:

1. **"poor" flyers** (volo rapido, ali piccole e corpo pesante)
2. **water birds** (uccelli acquatici)
3. **diving birds**
4. **marine soarers** (grandi volatori)
5. **aerial predators** (che predano in volo)
6. **thermal soarers** (che volano in alto sfruttando le correnti ascensionali calde).

Sebbene da un'analisi approfondita dello schema precedente emergano numerose perplessità o eccezioni, alcune rilevate dallo stesso autore, il valore di un tale studio risiede soprattutto nell'originalità dell'approccio e lo stesso va valutato come primo tentativo di analizzare, in modo schematico e secondo un criterio specifico (morfologico e comportamentale), i rischi di collisione/elettrocuzione per l'avifauna. Sarebbe necessario approfondire molti aspetti sia comportamentali che morfologici delle specie e correlarli con dati di campo, purtroppo per ora scarsi e spesso non sufficienti anche per poter discriminare tra cause di morte per collisione o elettrocuzione. Oltre a Bevinger anche Rayner (1988) analizza tale aspetto e, in particolar modo, sottolinea che vi sono significative variazioni anche all'interno di alcuni gruppi (es. Anatidae), per i quali andrebbe effettuato uno studio più approfondito (a livello di specie). Le possibili azioni atte a diminuire gli impatti indotti dalle linee elettriche ad AT e MT sull'avifauna sono molteplici. Per quanto riguarda **l'impatto dovuto alla collisione** con i cavi, vengono adottati numerosi sistemi di avvertimento visivo quali spirali o sfere colorate posizionate sui conduttori. In genere, i colori utilizzati sono il bianco ed il rosso, ben visibili rispettivamente di notte o in condizioni di scarsa visibilità e di giorno. Sono state sperimentate anche sagome di rapaci montate alla sommità dei tralicci ma con scarsi risultati a lungo termine, in quanto gli uccelli vi si abituano facilmente e non vi prestano più attenzione.

L'impatto **dovuto all'elettrocuzione** può essere ridotto a zero isolando i conduttori (almeno nei tratti prossimi ai tralicci), i trasformatori e gli interruttori aerei. Il fatto che attualmente in Italia l'Enel progetti e realizzi tutte le nuove linee a MT con conduttori isolati costituisce un notevole passo avanti ma l'impatto dovuto alle linee già esistenti è notevole e bisognerebbe porvi rimedio.

In ogni caso, è chiaro che l'interramento delle linee ridurrebbe a zero ogni rischio (sia di elettrocuzione che di collisione). Tra i Paesi più sensibili al rischio per l'avifauna di collisione o elettrocuzione a causa delle linee elettriche, vi è la Germania che nel *Federal Nature Conservation Act for the Republic of Germany*, valido dall'aprile del 2002, al paragrafo 53 "*Bird protection on power lines*", stabilisce che le nuove linee elettriche aeree debbano essere costruite al fine di escludere la possibilità di elettrocuzione per gli uccelli. Per quanto riguarda le linee esistenti devono essere adottate mitigazioni. A tale proposito sono state stilate dal NABU (German Society for Nature Conservation), *Birdlife partner in Germany*, con il supporto del Ministero per l'Ambiente, Conservazione della Natura e Sicurezza Nucleare, specifiche linee guida, adottate successivamente da altri Paesi europei, tra cui la Svizzera. In queste linee guida si fa riferimento

sia al rischio di elettrocuzione che di collisione. Viene specificato che, dove ritenuto possibile, le linee esistenti debbano essere interrato; nel caso in cui ciò non risultasse realizzabile, vengono suggerite numerose azioni di mitigazione. Si sottolinea l'importanza di aree frequentate da un numero di uccelli significativo ad un'altezza di volo piuttosto ridotta (linee costiere, colli di bottiglia, siti di riproduzione), nelle quali risulta necessario non costruire linee elettriche aeree e, dove possibile, perlomeno deviare il percorso di quelle esistenti nei tratti più critici. Di seguito vengono riportati alcuni schemi di configurazioni critiche e le relative possibili azioni di mitigazione, tratte dalle linee guida sopra citate, paragrafo 6.2 concernente la protezione degli uccelli dall'elettrocuzione. La sicurezza del tipo di installazione dipende essenzialmente da due fattori:

- come gli isolatori sono connessi ai poli;
- la distanza tra i cavi e le altre strutture conducenti e collegate a massa.

Da tutto quanto sopra esposto, risulta chiaro quanto sia importante, sia in fase costruttiva che di revisione delle strutture esistenti, prendere in considerazione gli aspetti tecnici e progettuali in relazione a quelli morfologici ed ecologici delle specie di uccelli, con particolare riguardo a quelle più sensibili. Vengono di seguito riportate alcune considerazioni, che possono risultare utili durante le fasi di analisi di singola cella (bibliografica e di campo), relative alle diverse specie di uccelli, in relazione con l'impatto dovuto agli elettrodotti.

1. I rapaci notturni sono soggetti sia all'elettrocuzione che alla collisione: cacciando di notte possono facilmente urtare contro i cavi.
2. I rapaci diurni sono soggetti maggiormente all'elettrocuzione (pali=posatoi) mentre riescono a evitare piuttosto bene le linee.
3. L'alta criticità, dovuta ad una linea sita nei pressi di pareti rocciose, riguarda soprattutto i giovani, ad esempio di gufo reale nel periodo di settembre/ottobre, quando si ha la dispersione dei piccoli che non conoscono il territorio. Gli adulti generalmente conoscono molto bene la zona e gli ostacoli ivi presenti e risentono in misura minore di tale rischio.
4. Molti uccelli acquatici sono migratori notturni e perciò per loro il pericolo di collisione è elevato (es. fenicotteri presso gli stagni di Cagliari).
5. Esistono specie con un elevato valore conservazionistico (ad es. aquila reale, falco pellegrino in Italia), che risultano particolarmente a rischio di collisione/elettrocuzione.
6. Il falco pellegrino nidifica sui tralicci così come la cicogna bianca (diurni) e la cornacchia. Il gheppio, il lodolaio e il gufo comune usano vecchi nidi di corvidi che nidificano sui tralicci. In Germania anche il falco pescatore nidifica sui tralicci.
7. Per i migratori sono molto critiche le aree di sosta.
8. Nei parchi fluviali di pianura si riscontra un impatto maggiore che non nei parchi di alta quota.

Con la presente metodologia di analisi delle criticità ambientali e paesistiche indotte dalle linee elettriche, le criticità sono state attribuite, alle diverse situazioni, tenendo conto di tutte le variabili che maggiormente influenzano il rischio quali: le tipologie dei cavi e dei tralicci, la presenza delle singole specie, la loro ecologia, la densità delle singole popolazioni e l'eventuale presenza di demi considerati rari, in pericolo di estinzione o addirittura tutelati a livello internazionale (massima criticità), la vicinanza con siti di nidificazione, di alimentazione, le caratteristiche morfologiche del territorio, il tipo di habitat interessato, ecc. Inoltre, le aree in cui la gravità dei danni all'avifauna connessi agli elettrodotti è documentata, vengono considerate a criticità eccezionale. Come per le altre componenti ambientali prese in considerazione nel presente lavoro vengono analizzati tratti di linea elettrica di 250 m di lunghezza mentre, per quanto riguarda la larghezza, dato l'ampio raggio di movimento delle varie specie di uccelli, è molto difficile stabilire una distanza precisa. Quest'ultima viene infatti indicata solo in relazione alla presenza di uccelli suscettibili tutelati a livello mondiale, comunitario o nazionale, per assegnare valori di criticità eccezionale o altissima. Più precisamente, si considererà una fascia compresa entro i 200 m (per ogni lato della linea elettrica) come particolarmente critica e poi si analizzerà anche il territorio circostante per un'estensione di 1,5 Km dalla linea. Sarà inoltre necessario valutare la presenza di *Important Bird Areas* (IBA), Zone di Protezione Speciale (ZPS), Siti di Importanza Comunitaria (SIC) ed aree protette, anche ad una distanza maggiore, sempre però in relazione con la presenza di specie di uccelli sensibili al rischio di collisione/elettrocuzione.

La [Direttiva 79/409/CEE](#) del Consiglio del 2 aprile 1979 (nota come “[Direttiva uccelli](#)”), ha come obiettivo la conservazione delle specie di uccelli (riportate in allegato alla direttiva stessa) viventi naturalmente allo stato selvatico nel territorio europeo degli Stati membri. Essa si prefigge la protezione, la gestione e la regolazione di tali specie e ne disciplina lo sfruttamento. Per raggiungere tali obiettivi, le azioni da intraprendere devono tutelare contemporaneamente gli uccelli, le uova, i nidi e gli habitat delle specie ornitiche. Nello specifico, le specie elencate nell'[allegato I](#), considerate di importanza primaria, devono essere soggette a misure speciali di conservazione per quanto riguarda l'habitat, per garantirne la sopravvivenza e la riproduzione nelle rispettive aree di distribuzione. Gli Stati membri sono tenuti a classificare i territori più idonei in termini di numero e superficie alla conservazione di tali specie come “[Zone di Protezione Speciale](#)” (ZPS). Questi ultimi, insieme alle Zone Speciali di Conservazione, istituite in ottemperanza alla Direttiva “Habitat” concorrono a formare la [Rete Natura 2000](#), una vera e propria rete europea di aree protette, proposte dai vari Stati membri e approvate con un preciso iter in sede comunitaria, che dovrebbe costituire lo strumento principe per la conservazione della Biodiversità europea. Sempre la direttiva Uccelli, stabilisce che le [specie migratrici](#), vadano tutelate, con particolare riguardo alle aree di riproduzione, di muta e di svernamento e alle zone in cui si trovano le stazioni lungo le rotte di migrazione. A tale scopo, gli Stati membri sono tenuti ad attribuire un'importanza particolare alle zone umide di importanza internazionale, ai sensi della [Convenzione di Ramsar](#). Tale convenzione stabilisce che per “zona umida” si intendono le zone di acquitrino, palude o torbiera oppure i bacini, naturali o artificiali, permanenti o temporanei, con acqua stagnante o corrente, dolce, salmastra o salata, comprese le distese di acqua marina la cui profondità durante la bassa marea non superi i sei metri. Nel bacino del Mediterraneo si possono citare i delta dei fiumi, le lagune costiere, laghi, paludi e oasi. Va inoltre sottolineata l'importanza di zone umide artificiali, alcune delle quali di grande valenza ecologica (es. le saline).

Gli stati, tra i quali l'Italia, che hanno sottoscritto questo accordo, hanno riconosciuto l'importanza delle zone umide come regolatrici del regime idrico e come habitat di flora e fauna caratteristiche, soprattutto di uccelli acquatici, con particolare riguardo ai migratori. Anche nel presente metodo, in accordo con gli indirizzi internazionali, viene sottolineata l'importanza della tutela delle zone umide e la forte criticità per l'avifauna (oltre che per il paesaggio) indotta dalla presenza di linee elettriche in tali areali.

Come già ribadito, tra le aree considerate particolarmente critiche per l'avifauna vi sono tutte quelle interessate dalle rotte migratorie. A tal proposito, è necessario sottolineare il fatto che la migrazione di ogni specie presenta caratteristiche peculiari. Non è quindi semplice stabilire con precisione le rotte migratorie seguite dai diversi taxa: andrebbero infatti considerate le diverse mete, i periodi del passo e le ore di spostamento, il grado di gregarietà e la geometria delle formazioni, l'altezza di volo e le tecniche di orientamento. In ogni caso, a livello mondiale, sulla base di numerosissimi studi puntuali, è stato possibile costruire cartografie di base riportanti le principali rotte migratorie.

Le principali rotte migratorie possono essere così brevemente indicate:

1) [La Rotta atlantica](#): gli uccelli risalgono la costa occidentale del continente africano, del Portogallo, della Bretagna, per raggiungere le Isole Britanniche, l'Islanda e la Groenlandia. Un esempio di uccello che compie questa rotta è la Sterna artica (*Sterna paradisea*), nidifica nelle terre artiche e sverna in Antartide, compiendo due volte l'anno un viaggio di 17.000 Km.

2) [La Rotta di Gibilterra](#): è seguita dagli uccelli che dopo aver trascorso l'inverno nel Sahel, in Africa occidentale, arrivano allo Stretto di Gibilterra dopo essersi fermati per una breve sosta nelle lagune costiere del Marocco. Raggiungono quindi le aree di nidificazione in Europa centrale e settentrionale. Es. la Gru (*Grus grus*), in grado di volare anche di notte e sorvolare ampi estensioni di mare. Possono formare stormi di migliaia di individui. La maggior parte delle Gru svernano in Spagna o in Nord Africa.

3) [La Rotta italiana](#): le specie passano in Italia, dopo aver trascorso l'inverno nel Sahel dell'Africa centrale, si concentrano in Tunisia, in particolare a Capo Bon, attraversano il breve tratto del Canale di Sicilia, lo Stretto di Messina, poi una parte segue la costa adriatica, mentre altri percorrono la costa tirrenica. Es. Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*), rapace simile alla Poiana,

che trascorre l'inverno in Africa per arrivare poi in Europa in aprile. Purtroppo è la specie più minacciata dai bracconieri quando sorvola la Calabria e la Sicilia.

4) **La Rotta del Bosforo**: gli uccelli risalgono in primavera il Mar Rosso, si concentrano a Eilat in Israele e poi sullo stretto di Istanbul. Da qui, successivamente, raggiungono i quartieri di riproduzione in Europa dell'Est, in Scandinavia e in Russia. Es. Cicogna bianca (*Ciconia ciconia*), migra anche sullo Stretto di Gibilterra e in misura minore sullo Stretto di Messina ma è sul Bosforo che ogni primavera e ogni autunno si concentrano 200.000 cicogne. Tra i cosiddetti "**passaggi obbligati**" (definiti anche "**colli di bottiglia**" o "*bottle necks*") per il passo migratorio, si riportano i seguenti:

- Stretto di Gibilterra
- Orgambideska
- Falsterbo
- Stretto di Messina
- Capo Bon
- Otranto
- Burgas
- Stretto del Bosforo (Turchia)
- Borcka
- Iskenderun
- Suez
- Eilat (Israele)
- Monte Conero
- Valle Stura di Demonte (Italia - CN)
- Point Pelee (Canada)
- Veracruz (Messico)
- Monte Leco (Italia – GE)

Si tratta di punti di passaggio preferenziali, in quanto la maggioranza delle specie di uccelli non attraversano tratti di mare molto estesi poiché in tali aree non trovano le correnti ascensionali in grado di sostenerli in aria e quindi preferiscono circumnavigare le zone marine ed attraversarle nel punto più breve, in corrispondenza degli stretti. L'Italia in questo contesto, come si può evincere da quanto sopra esposto, costituisce un vero e proprio ponte tra l'Europa e l'Africa, svolgendo un ruolo fondamentale per moltissime specie di uccelli, fungendo da luogo di sosta, svernamento e riproduzione, a seconda delle caratteristiche ecologiche dei taxa indagati. L'Italia è interessata dal fenomeno migratorio due volte all'anno: in primavera, quando alcuni gruppi abbandonano i quartieri africani di svernamento e raggiungono l'Europa per nidificare, ed in autunno, quando compiono il percorso inverso per trascorrere l'inverno sulle coste meridionali del Mar Mediterraneo o a sud del Sahara. A livello mondiale, quasi il 12% delle specie di uccelli è minacciato di estinzione, un numero considerevole delle rimanenti è in declino, mentre le specie minacciate sono numerose ed in continua evoluzione.

Tali dati sono ricavabili dalle **Liste Rosse (Red List)**, ideate circa trent'anni fa dall'IUCN (*the World Conservation Union*), con lo scopo di fornire un utile strumento per la classificazione delle specie ad alto rischio di estinzione globale. La necessità di disporre di uno strumento analogo ma più specifico, per le realtà nazionali, regionali o locali, ha fatto sì che lo stesso *Working Group* sviluppasse apposite linee guida.

Sono nate così specifiche **Liste Rosse nazionali**, cui è necessario ricondursi per valutare le fonti di impatto puntuali sulla componente avifauna e per sviluppare relativi piani di risanamento o al fine di pianificare gli interventi futuri, in un'ottica di sviluppo sostenibile. La regionalizzazione del metodo IUCN va però integrata con ulteriori dati, in quanto la stessa non considera, per la classificazione delle specie, parametri importanti quali la tendenza della specie a livello mondiale o continentale, l'importanza della popolazione regionale rispetto a quella mondiale o continentale, la posizione dell'area esaminata rispetto all'areale di ciascuna specie e la fattibilità degli interventi di conservazione necessari. A questo scopo, *BirdLife International* ha sviluppato nel 1994 un criterio di priorità delle specie di uccelli che vivono in Europa (Tucker & Heat, 1994), mentre per quelle del

Regno Unito esiste un analogo documento che si basa però su di una metodica diversa (Avery et al., 1995). Nello specifico della realtà italiana, si rimanda alla “Nuova Lista Rossa degli uccelli nidificanti in Italia”, a cura di LIPU e WWF, che aggiorna le precedenti versioni al 1997. Quest’ultima, basata sui criteri stabiliti dall’IUCN, prende in considerazione anche i livelli tassonomici sottospecifici (sottospecie endemiche e sub-endemiche) e le popolazioni relitte o isolate non migratrici, che presentano caratteristiche di unicità (eco-etologiche e/o tassonomiche) ed uno *status* precario o poco conosciuto. Più specificatamente, sono stati valutati al fine dell’inserzione nella lista, i seguenti gruppi:

- specie nidificanti regolarmente o irregolarmente;
- sottospecie endemiche o sub-endemiche;
- popolazioni isolate con distribuzione relitta.

I riferimenti normativi sono stati i seguenti:

- Convenzione di Bonn;
- Convenzione di Berna;
- Direttiva Uccelli (Dir. 79/409).

Le specie che costituiscono la Lista rossa sono 157, di cui 10 estinte, 16 in pericolo in modo critico, 28 in pericolo, 36 vulnerabili, 41 a più basso rischio e 26 non valutate. Per maggiori dettagli si rimanda ai riferimenti bibliografici.

Da tali dati si evince la necessità impellente di intervenire per proteggere l’avifauna selvatica e, in particolare, le specie più sensibili da tutte le cause principali di impatto. In questo contesto è nato il concetto di *IBA* (*Important Bird Area*), si tratta di siti prioritari per l’avifauna, individuati in tutto il mondo, sulla base di criteri ornitologici applicabili su larga scala da parte di Associazioni non governative, che fanno parte di *BirdLife International*. Il programma IBA nasce nel 1981 in seguito ad un incarico affidato dalla Commissione europea all’ICBP (*International Council for Bird Preservation*), predecessore di *BirdLife International*, al fine di individuare le aree di importanza per l’avifauna in Europa, in vista dell’applicazione della Direttiva Uccelli. Tra i criteri utilizzati per identificare le IBA europee vi è anche il riferimento alla lista di specie di importanza comunitaria, contenuta nell’allegato I della Direttiva Uccelli. La commissione Europea stessa, per valutare l’adeguatezza delle reti nazionali di ZPS ed il progressivo completamento della Rete Natura 2000, utilizza le IBA. In Italia l’inventario delle IBA è stato redatto dalla LIPU (Lega Italiana per la Protezione degli Uccelli) operativa dal 1965. Il primo inventario IBA è stato pubblicato nel 1989, il secondo nel 2000, con il supporto del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali. Recentemente, la LIPU, con un progetto Commissionato dal Ministero dell’Ambiente, Servizio Conservazione della Natura, ha revisionato e aggiornato l’ultimo inventario, sia per quanto riguarda l’applicazione dei criteri di selezione dei siti, che per la definizione dei perimetri. Nell’ambito di quest’ultimo progetto, tutte le IBA sono state mappate in scala 1:25.000 e su supporto elettronico GIS. L’analisi cartografica ha permesso di valutare le sovrapposizioni spaziali tra IBA, ZPS, SIC ed aree protette.

In Italia sono state individuate 192 IBA, che occupano complessivamente una superficie di 4.957.947 ha. Il 40% è localizzato nell’Italia settentrionale, il 25% in quella centrale, il 14% in Italia meridionale ed il 21% nelle isole maggiori (Sicilia e Sardegna). Il 74% delle IBA italiane risulta del tutto o in parte ricompreso entro i confini di aree protette, legalmente istituite (parchi, riserve, ecc.) e quindi tutelato a livello legislativo. Le IBA sono state designate sulla base di 151 specie diverse di uccelli, per la maggior parte SPEC (Species of European Conservation Concern) e specie elencate nell’allegato I della Direttiva Uccelli ma anche specie non prioritarie, che tendono ad aggregarsi in determinate stagioni dell’anno (rapaci migratori, anatre svernanti) raggiungendo concentrazioni che soddisfano i criteri IBA. Le IBA italiane di importanza mondiale sono 51 (26,5% del totale), esse ospitano specie minacciate a livello planetario (SPEC1). Delle 1.111 specie globalmente minacciate (per le quali sfortunatamente si prospetta un trend di crescita) 24 sono presenti in Europa, di cui 8 in Italia. Tra queste, cinque sono regolarmente nidificanti (*Moretta tabaccata*, *Grillaio*, *Gallina prataiola*, *Re di quaglie*, *Gabbiano corso*), mentre tre sono considerate solo di passaggio (*Aquila anatraia maggiore*, *Chiurlottello*, *Pagliarolo*). Alla luce di quanto evidenziato in questo paragrafo, si vuole precisare che per l’applicazione della presente

metodologia viene presa in considerazione la *presenza di specie di uccelli tutelati a livello nazionale, comunitario o mondiale, sensibili per quanto concerne il rischio di collisione o elettrocuzione*. Nelle schede di campo non si fa riferimento diretto all'intercettazione/passaggio prossimo ad aree quali le IBA, così come non vengono riportati riferimenti diretti alle *Red List* od agli allegati delle Direttive Habitat ed Uccelli. Si ritiene infatti necessario che l'operatore, o comunque colui che elabora i dati, valuti le caratteristiche naturalistiche stazionali con attenzione, al fine di non sovrastimare le criticità.

Nel caso in cui, ad esempio, la linea in analisi intercetti una IBA, non è detto che la criticità sia particolarmente significativa, in quanto è necessario valutare per quali specie è stata istituita la stessa ed evidenziare se fra queste ve ne sono di sensibili all'impatto con le linee elettriche. Inoltre, dal momento che le IBA hanno un'estensione notevole rispetto alla scala di analisi del presente metodo, è indispensabile valutare se la cella ricade in aree dell'IBA in cui si presume sia possibile la presenza o la nidificazione od il passaggio di specie sensibili. Si evince quindi la necessità di valutare le criticità sulla base di un'analisi di campo e cartografica di dettaglio. Le schede di campo inducono, inoltre, l'operatore a prestare attenzione proprio a quelle caratteristiche geografiche e naturalistiche che possono costituire un elemento fondamentale per valutare la criticità di una linea elettrica (la vicinanza di zone umide, l'intercettazione di vie di passaggio preferenziale, gli effetti sommità, scivolo e sbarramento, ecc.) oltre che a quelle progettuali e tecniche (tipologia dei tralicci, presenza di avvertimenti visivi, ecc.).

SCHEDE DI CRITICITÀ' PER LA COMPONENTE AVIFAUNA

ALTA TENSIONE

CRITICITA' ECCEZIONALE (E)

- Aree in cui la gravità dei danni è documentata.
- Presenza di specie di uccelli suscettibili, tutelati a livello mondiale, comunitario o nazionale, entro la fascia critica di 200 m dalla linea elettrica.

CRITICITA' ALTISSIMA

- Presenza di specie di uccelli suscettibili, tutelati a livello mondiale, comunitario o nazionale, entro la fascia critica compresa fra 200 m e 1,5 Km dalla linea elettrica.
- Tracciato che si snoda al limite superiore dei boschi ed in vicinanza di pareti rocciose, in particolar modo in caso di presenza di specie nidificanti in ambienti rupestri (grifone, capovaccaio, aquila reale, aquila del Bonelli, falco pellegrino, lanario, gufo reale, corvo imperiale, picchio muraiolo), in assenza di avvertimenti visivi.
- Linea elettrica sita in una zona umida (può attraversarla, costeggiarla o passarne in prossimità) interessata dalla presenza di numerosi uccelli acquatici, che vi sostano e/o nidificano, fra i quali figurano specie di particolare importanza a livello europeo o nazionale (si riscontra criticità maggiore in inverno quando aumentano gli individui ivi presenti e si riduce la visibilità con il maltempo). La presenza di uccelli di passo, che non hanno familiarità con la morfologia locale, accresce inoltre il rischio di collisione, (in assenza di avvertimenti visivi).
- Linea elettrica priva di avvertimenti visivi, che attraversa un corso d'acqua (significativo quale via di passaggio preferenziale per l'avifauna).
- Tracciati (privi di avvertimenti visivi) in vicinanza di aree a grande concentrazione di uccelli (dormitori, luoghi di alimentazione comune, siti di nidificazione in colonie). Rientrano in questa tipologia le risaie, essendo aree in cui si concentra un gran numero di uccelli acquatici.
- Linea mascherata da elementi naturali che ne riducono ulteriormente la visibilità (da considerarsi sempre pericolosa).
- Linea (priva di avvertimenti visivi), che intercetta i cosiddetti "colli di bottiglia" come ad es. certi valichi montani o alcuni stretti (es. Messina), che costituiscono "corridoi" naturali in cui viene incanalato il volo di molti individui.

CRITICITA' ALTA

- Linea elettrica sita al limite tra un bosco ed una zona aperta (> rischio di collisione).
- Tracciato (privo di avvertimenti visivi) in prossimità o lungo una via di passaggio preferenziale (corso di un fiume, margini di un lago, tracciato di una gola, ecc.).

- Tracciato in prossimità di una via di passaggio preferenziale e ad una altezza di poco superiore a quella delle chiome degli alberi.
- Presenza di due linee elettriche ravvicinate e sfalsate in altezza (in assenza di avvertimenti visivi).
- Linee che passano all'interno di un bosco, dividendolo, quando si riscontra la presenza di specie di uccelli che sono soliti cacciare all'interno dello stesso (es. sparviero e astore).
- Effetti trampolino, sbarramento, sommità e scivolo.
- Linea sita ai margini di un bosco.
- Linee elettriche prive di avvertimenti visivi perpendicolari o che tagliano le rotte migratorie: generalmente i migratori in volo attivo volano alti, sempre al di sopra delle linee elettriche.

CRITICITA' MEDIA

- Linee ad una altezza pari o poco inferiore a quella delle chiome degli alberi (la velocità di volo è necessariamente ridotta e di conseguenza gli uccelli hanno il tempo di schivare l'ostacolo).
- Tratti di linee ad AT prossimi ai piloni (che fungono da possibili posatoi), critici in riferimento al rischio di elettrocuzione.
- Linee (prive di avvertimenti visivi) in aree aperte, in campagne coltivate caratterizzate generalmente da buona visibilità, ad esclusione delle risaie.
- Linea in ambienti disturbati da influenze antropiche di varia natura (es. superstrade, strade, case sparse, serre, ecc.), con spazi aperti a macchia di leopardo, prossimi ad un corso d'acqua o ad aree umide in genere.

CRITICITÀ MINIMA

- Linea in ambienti disturbati da influenze antropiche di varia natura (es. superstrade, strade, case sparse, serre, ecc.), con spazi aperti a macchia di leopardo.

CRITICITÀ TRASCURABILE

- Linee in ambienti molto disturbati da urbanizzazione o da influenze antropiche di varia natura (aree industriali, urbanizzazione diffusa ecc.).
- Linee dotate di avvertimenti visivi multipli e ben distribuiti su tutto il tratto.

MEDIA TENSIONE

CRITICITÀ ECCEZIONALE (E)

- Aree in cui la gravità dei danni è documentata.
- Presenza di specie di uccelli suscettibili, tutelati a livello mondiale, comunitario o nazionale, entro la fascia critica di 200 m dalla linea elettrica.

CRITICITÀ ALTISSIMA

- Presenza di specie di uccelli suscettibili, tutelati a livello mondiale, comunitario o nazionale, entro la fascia critica compresa fra 200 m e 1,5 Km dalla linea elettrica.
- Tracciato che si snoda al limite superiore dei boschi ed in vicinanza di pareti rocciose, in particolar modo in caso di presenza di specie nidificanti in ambienti rupestri (grifone, capovaccaio, aquila reale, aquila del Bonelli, falco pellegrino, lanario, gufo reale, corvo imperiale, picchio muraiolo).
- Linea elettrica sita in una zona umida (può attraversarla, costeggiarla o passarne in prossimità) interessata dalla presenza di numerosi uccelli acquatici, che vi sostano e/o nidificano, fra i quali figurano specie di particolare importanza a livello europeo o nazionale (si riscontra criticità maggiore in inverno quando aumentano gli individui ivi presenti e si riduce la visibilità con il maltempo). La presenza di uccelli di passo, che non hanno familiarità con la morfologia locale, accresce inoltre il rischio di collisione (in assenza di avvertimenti visivi).
- Linea elettrica priva di avvertimenti visivi, che attraversa un corso d'acqua (significativo quale via di passaggio preferenziale per l'avifauna).
- Tracciati in vicinanza di aree a grande concentrazione di uccelli (dormitori, luoghi di alimentazione comune, siti di nidificazione in colonie). Rientrano in questa tipologia le risaie, essendo aree in cui si concentra un gran numero di uccelli acquatici.
- Linea mascherata da elementi naturali che ne riducono ulteriormente la visibilità (da considerarsi sempre pericolosa).

- Linea (priva di avvertimenti visivi), che intercetta i cosiddetti "colli di bottiglia" come ad es. certi valichi montani o alcuni stretti (es. Messina), che costituiscono "corridoi" naturali in cui viene incanalato il volo di molti individui.

CRITICITÀ ALTA

- Linea elettrica sita al limite tra un bosco ed una zona aperta (> rischio di collisione).
- Tracciato in prossimità o lungo una via di passaggio preferenziale (corso di un fiume, margini di un lago, tracciato di una gola, ecc.).
- Tracciato in prossimità di una via di passaggio preferenziale e ad una altezza di poco superiore a quella delle chiome degli alberi.
- Presenza di due linee elettriche ravvicinate e sfalsate in altezza.
- Linee che passano all'interno di un bosco, dividendolo, quando si riscontra la presenza di specie di uccelli che sono soliti cacciare all'interno dello stesso (es. sparviero e astore).
- Effetti trampolino, sbarramento, sommità e scivolo.
- Linea sita ai margini di un bosco.
- Tratti di linee a MT con conduttori nudi, prossimi ai piloni (che fungono da possibili posatoi).

CRITICITÀ MEDIA

- Linee elettriche (prive di avvertimenti visivi) perpendicolari o che tagliano le rotte migratorie: generalmente i migratori in volo attivo volano alti, sempre al di sopra delle linee elettriche.
- Linee ad una altezza pari o poco inferiore a quella delle chiome degli alberi (la velocità di volo è necessariamente ridotta e di conseguenza gli uccelli hanno il tempo di schivare l'ostacolo).
- Linee in aree aperte, in campagne coltivate caratterizzate generalmente da buona visibilità, ad esclusione delle risaie.
- Linea in ambienti disturbati da influenze antropiche di varia natura (es. superstrade, strade, case sparse, serre, ecc.), con spazi aperti a macchia di leopardo, prossimi ad un corso d'acqua o ad aree umide in genere.

CRITICITÀ MINIMA

- Linea in ambienti disturbati da influenze antropiche di varia natura (es. superstrade, strade, case sparse, serre, ecc.), con spazi aperti a macchia di leopardo.

CRITICITÀ TRASCURABILE

- Linee in ambienti molto disturbati da urbanizzazione o da influenze antropiche di varia natura (aree industriali, urbanizzazione diffusa ecc.).
- Linee dotate di avvertimenti visivi e con conduttori rivestiti.

Vegetazione

Le problematiche maggiori, concernenti questa componente, sono legate al disboscamento necessario per l'inserzione delle linee elettriche, che si attua al momento dell'inizio dei lavori e, successivamente, per la manutenzione. Infatti, la zona sottostante ogni linea, deve essere mantenuta libera da vegetazione e ciò crea dei danni alla fitocenosi (soprattutto nel caso in cui l'intervento interessi fasi evolutive adulte in boschi di particolare pregio o rarità, quali foreste planiziali, boschi azonali ecc.) anche se, spesso, la formazione di questi corridoi ecologici può avere implicazioni positive per certe specie vegetali pioniere (se presenti nell'intorno ed in grado di assumere il ruolo di "agenti ricolonizzatori") oppure come via di fuga per alcuni animali. Oltre a queste considerazioni bisogna anche valutare gli effetti impattanti dovuti all'apertura di vie di accesso alle infrastrutture, ove presenti, per le necessarie azioni di manutenzione, tra cui l'azione di disturbo alla fauna. La stessa normativa (art. 119 del Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici, approvato con Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775) stabilisce il concetto di **servitù di un elettrodotto**: "Ogni proprietario è tenuto a dare passaggio per i suoi fondi alle condutture elettriche aeree e sotterranee che esegua chi ne abbia ottenuto permanentemente o temporaneamente l'autorizzazione dall'autorità competente". Inoltre, l'art. 1056 del Codice Civile recita: "Ogni proprietario è tenuto a dare passaggio per i suoi fondi alle condutture elettriche, in conformità delle leggi in materia". Tutto ciò indica la necessità, ovvia ed effettiva, di poter accedere alle strutture per il controllo e la manutenzione e contemporaneamente quella di poter ampliare la rete elettrica nazionale.

La servitù conferisce all'utente la facoltà di collocare pali, piloni e sostegni per conduttori elettrici sia su terreni privati che pubblici, di impiantare cabine di trasformazione, di ancorare i conduttori aerei all'esterno delle facciate delle case, di [tagliare i rami degli alberi che possono causare corto circuiti o danni alle condutture e agli impianti](#) e far accedere il personale addetto alla sorveglianza e manutenzione degli impianti a tali strutture.

Oltre al Testo Unico del '33, il D.M. 21 marzo 1988, n.449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" riporta alcune indicazioni relative al disboscamento necessario per l'inserzione delle linee elettriche. Nello specifico, al punto 2.01.06 vengono definite, a seconda della classe delle linee, le distanze di rispetto per i conduttori ossia le [distanze minime di sicurezza](#) da diversi elementi naturali e antropici, tra cui i rami degli alberi. È necessario evidenziare che, a livello pratico, tali distanze sono ritenute insufficienti per garantire la sicurezza ed operatività della linea a cui si riferiscono. Enti quali l'Enel, di fatto, si attengono al Testo Unico del '33, stabilendo caso per caso la larghezza della fascia da disboscare. Più precisamente, effettuano mediamente:

- varchi di 1 m intorno all'asse di una linea a Bassa Tensione (fino a 400 V) con conduttori nudi. Questo tuttavia è un caso molto raro in quanto le linee a bassa tensione hanno quasi tutte conduttori isolati;
- varchi di 6 m per lato, nel caso di linee a Media Tensione con conduttori nudi;
- fasce di ampiezza variabile fra 10-15 m per parte, nel caso di linee a 130 kV e fino a 25 m per lato per linee a 380 kV.

Generalmente, viene preferito il taglio a raso nel caso, ad esempio, di attraversamento di un bosco ceduo, o la cimazione, in caso di intercettazione di piante di particolare pregio o per l'attraversamento di giardini. L'impiego di cavi isolati (linee a MT) permette di non effettuare il disboscamento e di non aprire varchi nella vegetazione (o nel peggiore dei casi una fascia minima di 1 m intorno all'asse). Si è infatti notato che il problema delle piante che cadono sui conduttori riguarda quasi sempre (dati Enel) piante poste all'esterno del varco. Infatti, quando quest'ultimo è presente, le piante più esterne (confinanti con la fascia disboscata) sono maggiormente soggette a stress ambientali e più sensibili, sebbene il loro apparato radicale possa espandersi maggiormente e possano rinverdire a seconda della specie fino alla base, mentre se la vegetazione è fitta si schermano l'una con l'altra e, nel caso in cui una collassi, può venir facilmente "frenata" dalle altre. Al fine di minimizzare gli impatti sulla vegetazione, una alternativa al disboscamento è quindi l'utilizzo di conduttori coperti da una speciale guaina (isolati). A livello pratico tale soluzione è applicabile, come già evidenziato, essenzialmente su linee a media tensione. Nel caso di linee ad alta tensione, va ricordato che tale accorgimento generalmente non è applicabile, in quanto esistono difficoltà tecniche e/o economiche non sempre superabili: è quindi necessaria una valutazione specifica dell'area in studio.

Uno degli aspetti critici, che resta però irrisolto, è dato dal possibile sfregamento di uno o più rami con i cavi, azione che può provocare abrasioni all'involucro. Tale evento viene perciò valutato in funzione della tipologia di vegetazione.

Nella presente metodologia si considerano sia i tagli alla vegetazione di facile riconoscimento (interruzione della continuità di formazioni di varia natura e tipologia a causa della creazione di una fascia disboscata di rispetto, un vero e proprio varco all'interno della vegetazione), che comprendono anche i tagli a singoli filari o ad esemplari isolati di pregio (fig. 65), sia i casi in cui la linea delimita un'area od una fascia boscata/alberata in modo netto, costituendone il margine, quale causa primaria. Quest'ultimo caso è di più difficile interpretazione ma con un sopralluogo in campo ed un'analisi d'insieme è possibile identificarlo. Basti pensare, ad esempio, ad una fascia riparia interrotta in modo netto da una linea elettrica, che costituisce il margine tra la fascia riparia stessa ed un'area, un tempo colonizzata sicuramente da specie riparie, ora sfruttata a livello agricolo (es. campi di mais). In questo caso l'inserzione della linea elettrica ed il relativo disboscamento ha innescato un fenomeno di sfruttamento di un'area fertile. Per dare una corretta valutazione all'area, dal punto di vista "vegetazionale", è necessario riconoscere il tipo di popolamento vegetale intercettato dalla linea elettrica in studio. Vengono qui di seguito riportate le definizioni utili a questo scopo.



Esempio di varco nella vegetazione dovuto all'inserimento della linea elettrica che ne interrompe la continuità. La fascia di rispetto è in parte sfruttata a livello agricolo.

Prima di tutto, un popolamento vegetale può essere ascritto ad una delle seguenti categorie:

- area forestale
- coltivo
- prateria/pascolo/incolto

AREE FORESTALI:

sono superfici colonizzate da vegetazione arborea ed arbustiva, di origine naturale o artificiale.

Le potenzialità e le funzioni di queste aree sono molteplici, costituiscono fonti di produzione legnosa ed influenzano tutte le componenti ecosistemiche: biotiche (fauna, altri vegetali, ecc.) ed abiotiche (ruscellamento acque, erosione, stabilità dei versanti, ecc.). Quelle di estensione notevole sono in grado di condizionare anche il clima.

Le aree forestali includono molte formazioni tra cui le seguenti:

- 1) soprassuoli boschivi (più comunemente noti come boschi)
- 2) arbusteti, cespuglieti, formazioni a macchia
- 3) giovani rimboschimenti
- 4) cenosi di ripa
- 5) castagneti da frutto

Per descrizioni di maggior dettaglio, specifiche per ambito geografico, è bene riferirsi a cartografie ufficiali (es. carta forestale) o a progetti redatti nell'ambito di specifici programmi di ricerca, quali il *Corine Land-Cover*. Vengono, inoltre, di seguito ricordati i parametri caratteristici di un popolamento forestale.

Composizione:

- **puro o monospecifico**, si dice di popolamento costituito da alberi tutti della stessa specie.

Quelli naturali sono piuttosto rari e sempre di estensione limitata. Si possono originare in stazioni caratterizzate da condizioni ecologiche estreme, che permettono l'affermazione di una sola specie (pino cembro, larice, ecc.). La maggior parte dei popolamenti puri ha un'origine antropica;

- **misto**, formato da alberi appartenenti a due o più specie diverse. Alle volte è possibile identificare una specie quale dominante rispetto alle altre, definite subordinate.

Forma di governo (modalità di rinnovazione del soprassuolo):

- **fustaia**, bosco che si rinnova gamicamente (per seme). Può avere un'origine naturale, se gli alberi che la compongono derivano dalla germinazione in situ dei semi prodotti dagli esemplari adulti, o artificiale, se i semi sono stati raccolti in un luogo diverso e seminati dall'uomo stesso, oppure nel caso di semina in vivaio e successivo trapianto;
- **ceduo**, bosco che si rinnova agamicamente attraverso l'emissione di polloni (cioè di fusti provenienti da gemme presenti sulla ceppaia) in seguito a tagli periodici. Ogni ceppaia presenta perciò numerosi fusti. Questi alberi si accrescono più velocemente rispetto a quelli originatisi gamicamente ma sono meno longevi;
- **ceduo composto**, forma di governo misto in cui si attua sia la rinnovazione per seme che per polloni.

Tipo di trattamento:

- **taglio a raso** (nelle possibili varianti), da cui si origina un popolamento coetaneo;
- **taglio saltuario**, frazionato nel tempo, ne deriva un popolamento disetaneo.

Densità: i parametri utilizzabili per indicare tale grandezza sono molteplici. Tra questi si ricordano il numero di piante per ettaro, il cui diametro supera una determinata soglia diametrica di riferimento, il numero delle ceppaie o dei polloni per ettaro, l'area basimetrica. Ci si può inoltre riferire alla densità ed allo spessore delle chiome definendo ad esempio un bosco con densità pari al 100%, quello dal cui interno non è possibile intravedere il cielo.

COLTIVI:

si tratta di terreni utilizzati a scopo agricolo o zootecnico (facilmente riconoscibili dalle foto aeree per la disposizione regolare e geometrica dei campi e dalla tessitura culturale uniforme).

PRATERIE, PASCOLI, INCOLTI:

sono aree ricoperte prevalentemente da vegetazione erbacea, perenne, spontanea, destinata per la maggior parte all'alimentazione del bestiame e di erbivori selvatici. Più specificatamente, le praterie naturali ed i pascoli risultano entrambi non sottoposti a lavorazioni di alcun tipo e sono soggetti solo al pascolo. Gli incolti sono terreni un tempo destinati all'attività agricola successivamente abbandonata. Nel metodo viene presa in considerazione l'intercettazione della linea con esemplari arborei di particolare valore naturalistico, ecologico, paesaggistico, storico-documentario ed economico. Il taglio di tali esemplari è considerato un fattore di criticità elevato, in alcuni casi estremo. Risulta quindi necessario riconoscere le specie tutelate a livello legislativo in quanto considerate in pericolo, vulnerabili o rare, tra cui in particolare quelle **endemiche**. Esistono documenti specifici nei quali vengono elencate e descritte specie animali e vegetali, ecotipi e habitat a rischio di estinzione nelle attuali condizioni di impatto antropico sull'ambiente, noti a livello nazionale come **"Liste Rosse"** o **"Libri Rossi"**. Essi si riferiscono alle *Red List* dell'IUCN– *The World Conservation Union di valenza internazionale*. Attualmente, per quanto concerne le specie di interesse europeo ci si può riferire alla **Direttiva Habitat (Dir. 92/43/CEE)** e relativi aggiornamenti, concernente la conservazione degli habitat naturali e seminaturali, della flora e della fauna selvatica, ed ad i suoi allegati, che riportano un elenco completo di specie (animali e vegetali) d'interesse comunitario (in pericolo, vulnerabili, rare, endemiche) e prioritarie. Più precisamente, l'allegato II riporta le specie animali e vegetali di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di Zone Speciali di Conservazione; l'Allegato IV, le specie animali e vegetali di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa; l'Allegato V, le specie animali e vegetali di interesse comunitario, il cui prelievo nella natura ed il cui sfruttamento potrebbero formare oggetto di misure di gestione. Un reale pericolo di estinzione totale della specie, in Italia si ha solo per ***Abies nebrodensis*** volgarmente conosciuto come Abete dei Nebrodi, endemico della Sicilia ed ivi presente (nelle Madonie) con una ventina di esemplari. Il principale fattore di rischio è dovuto all'esiguità della popolazione e conseguentemente alla scarsa variabilità genetica. Tale specie è inclusa nella *Red List* dell'IUCN quale **"Threatened Specie"**, **"Critically Endangered"**, con popolazione stimata minore di 50 individui adulti (CR D). Ciò significa che per *Abies nebrodensis* esiste un alto rischio di estinzione in natura, nell'immediato futuro. Ai fini della sua tutela e conservazione, *Abies nebrodensis* è stato inserito tra le specie vegetali d'interesse comunitario nell'ambito della Direttiva "Habitat", quale specie prioritaria. A titolo conoscitivo, è bene sapere che oltre alle Liste Rosse esistono le **Liste Blu**, introdotte relativamente di recente per la flora e fauna svizzere. Si tratta di ulteriori liste di specie sia animali che vegetali, che contengono tutte le specie ascritte ad una lista rossa che, in uno specifico areale di indagine ed in un determinato periodo di osservazione, hanno mostrato una certa stabilizzazione o un incremento numerico. In alcuni casi, si sente inoltre parlare di **Liste Verdi**, che consistono in elenchi di specie non minacciate. Oltre alle specie tutelate dalla legislazione nel loro complesso o relativamente ad uno specifico ambito territoriale, esistono singoli esemplari arborei, che costituiscono esempi di longevità o maestosità, oppure che evocano un preciso riferimento ad eventi o memorie rilevanti dal punto di vista storico - culturale o ancora, nel caso in cui siano presenti in filari o alberate, che presentano un particolare pregio paesaggistico, monumentale o storico culturale, che devono essere protetti. Gli esemplari che rispondono alle suddette caratteristiche sono considerati beni

preziosi, conosciuti come “[Alberi monumentali](#)”. Un primo tentativo di censimento a livello nazionale di tali esemplari è stato effettuato nel 1982 dal Corpo Forestale dello Stato. Furono individuati 1255 esemplari in tutta Italia. Sebbene già nel 1977 (L.R. 2/77 art.6) l’Emilia Romagna avesse previsto, attraverso l’emanazione di un decreto, di poter sottoporre “*a particolare tutela esemplari arborei singoli o in gruppi, in bosco od in filari, di notevole pregio scientifico o monumentale vegetanti nel territorio regionale*”, legge a cui la regione fa riferimento anche attualmente, il primo provvedimento legislativo, con obiettivo specifico la tutela delle piante monumentali, è stato emanato dalla regione Valle d’Aosta nel 1990 (L.R. 50/90). Successivamente, altre regioni e province hanno seguito l’esempio valdostano. Attualmente, oltre alla Valle d’Aosta, anche il Piemonte (L.R. 50/95), la Toscana (L.R. 60/98), la Puglia (L.R. 14/2001) e il Veneto (L.R. 20/2002) hanno approvato leggi regionali specifiche per la protezione degli alberi monumentali. In altri casi (es. le regioni Lombardia e Campania) sono già stati presentati progetti di legge attualmente in attesa di approvazione, in altri ancora si provvederà al più presto. In ogni caso, quasi tutte le Regioni stanno lavorando per la realizzazione di elenchi di alberi monumentali, per la redazione dei quali è richiesta la collaborazione dei cittadini. Spesso, è prevista l’erogazione di contributi per supportare iniziative che consentano di evidenziare e identificare i molteplici valori di tali soggetti del paesaggio. Le Regioni, di fatto, non fanno altro che ottemperare ad uno degli obiettivi dello Statuto, che consiste nell’adozione di misure atte a conservare e difendere l’ambiente naturale per assicurare alla collettività ed ai singoli lo sviluppo civile, la salvaguardia della salute, la fruizione e la tutela del paesaggio e del patrimonio culturale, anche nelle sue espressioni regionali (estratto dall’ art.5 dello Statuto della Regione Piemonte). Oltre agli alberi monumentali (riconosciuti come tali dalla normativa), vi sono [esemplari](#) definiti nella presente metodologia “[a valore naturalisticoprotezionistico](#)”, segnalati solitamente da apposita cartellonistica regionale, di cui va tenuto conto nell’analisi delle criticità indotte dalle linee elettriche sulla componente vegetazione.

Altro aspetto importante da tenere in considerazione è il [valore ecologico delle foreste](#). Tale concetto è entrato a far parte anche di risoluzioni internazionali (Rio 1992, CEE 92/43) nelle quali si evidenzia la necessità di gestire in modo sostenibile le foreste, di sviluppare azioni finalizzate alla conservazione della biodiversità ed al mantenimento degli habitat naturali e seminaturali. In questo contesto, le problematiche legate alla tutela della biodiversità ed alla difesa dall’inquinamento genetico assumono il ruolo di cardini sui quali ruotano le azioni atte a mantenere la stabilità ecologica delle foreste.

La necessità primaria, di disciplinare la produzione ed il commercio di semi e piante da rimboschimento, favorendo principalmente l’utilizzo di specie autoctone, si è concretizzata con l’emanazione di provvedimenti legislativi di settore (L. 22 maggio 1973 n. 269; DM 15 luglio 1998; D.lgs. 386/2003). La L. 269/73 (attualmente abrogata), articolo 14, recita “Ai fini del controllo del materiale forestale di propagazione prodotto nel territorio nazionale, i boschi e gli arboreti da seme delle piante forestali di cui all’allegato A della presente legge, riconosciuti, secondo la procedura istruttoria prevista dal successivo articolo 18, idonei alla produzione di seme da destinarsi al rimboschimento o alla produzione di piantine da rimboschimento, sono iscritti nel Libro Nazionale Boschi da Seme, istituito presso il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Direzione generale per l’economia montana e per le foreste”.

Il [Libro Nazionale Boschi da Seme](#) è quindi un registro ufficiale dei boschi riconosciuti idonei alla produzione di sementi di buon valore genetico, delle specie di maggiore interesse per la selvicoltura italiana. L’ultima edizione è del 1975, comprende 130 boschi da seme di 15 specie per una superficie totale di circa 30.000 ettari. Il Libro Nazionale Boschi da Seme risulta superato in quanto, con l’emanazione del D.lgs. 386/2003, che abroga la L. 269/73, è stato affidato alle Regioni ed alle Province autonome di Trento e di Bolzano il compito di istituire un [Registro dei materiali di base](#) delle specie elencate nell’allegato I del decreto stesso, presenti nel proprio territorio. *In detto registro sono inseriti i dati specifici relativi a ciascuna unità di ammissione, unitamente al riferimento unico del registro. I popolamenti già iscritti al Libro Nazionale Boschi da Seme sono iscritti nel Registro, salvo parere contrario della Regione o Provincia autonoma per territorio.* In realtà, poichè l’elenco dei boschi da seme è datato (risale agli anni ’60) ed i

popolamenti ivi inclusi non soddisfano, in tutti i casi, i requisiti necessari per appartenere a tale categoria (es. rimboschimenti di origine incerta), molti di essi non sono stati/ non saranno inclusi nel Registro di cui sopra. Inoltre, la stessa dicitura “boschi da seme” è entrata un po’ in disuso. È preferibile riferirsi a [Popolamenti da seme e aree di raccolta](#) dove, con i primi si fa riferimento alla singola specie (es. *Quercus robur*), con le seconde ad aree in cui è possibile raccogliere più di una specie. L’iscrizione nei registri regionali o provinciali dei materiali di base è effettuata secondo le modalità stabilite dagli organismi ufficiali, previo accertamento dei requisiti minimi stabiliti negli allegati II, III, IV, V (del D.lgs. 386/03), che devono essere riportati su di una apposita scheda tecnica. A livello regionale, vengono inoltre individuati i [popolamenti idonei alla raccolta di materiale di propagazione per le principali specie arboree e arbustive autoctone](#). Altro aspetto considerato nella presente metodica è l’intercettazione da parte delle linee elettriche di [boschi climacici](#). Questi ultimi sono stati definiti sulla base di criteri dinamici, cioè studiando i rapporti dinamici tra le singole comunità vegetali. La storia evolutiva di una data entità ecosistemica, in questo caso di un bosco, può essere descritta come una successione ecologica di stadi seriali intermedi fino a raggiungere, in assenza di azioni di trasformazione antropica significative, una situazione di maturità semi-stabile nelle condizioni pedoclimatiche locali, definita “climax”, a cui corrisponde una specifica associazione vegetale (bosco climax o climacico o climatofilo). La dinamica che si avvicina al climax è detta “progressiva” mentre quella che se ne allontana “regressiva”. Considerevole importanza è stata data, nella presente metodica, all’intercettazione della linea elettrica con [boschi relitti](#). Si tratta di formazioni, solitamente di estensione limitata, che sono riuscite a sopravvivere ai grandi cambiamenti, soprattutto climatici (es. glaciazioni), che hanno interessato tutto il pianeta e portato alla scomparsa/drastica riduzione delle specie più sensibili. Di solito, tali stazioni presentano caratteristiche pedoclimatiche del tutto particolari rispetto all’areale a cui appartengono. I boschi relitti forniscono tutta una serie di informazioni preziosissime per ricostruire la storia di una determinata area, tra cui quelle genetiche. La condizione di relittualità quindi corrisponde ad un ecosistema oltre che climatico anche molto antico (non ANALISI DELLE COMPONENTI AMBIENTALI disturbato dall’influenza antropica). Un esempio è costituito dalla presenza del leccio (*Quercus ilex*) nella Riserva Naturale Speciale dell’Orrido di Chianocco, in Piemonte. La presenza di una stazione isolata di tale specie, tipica del bacino del Mediterraneo, in una zona alpina è considerata un relitto di periodi interglaciali. A titolo conoscitivo, tra le specie presenti in Italia, importanti per la loro conservazione, spesso in relazione a specifici areali (in quanto alcuni taxa possono essere rari in un determinato ambiente e comuni in altri), figurano le seguenti:

- *Abies nebrodensis* (abete dei nebrodi), *Pinus cembra* (pino cembro), *Pinus leucodermis* (pino loricato), *Pinus uncinata* (pino uncinato)
- *Cupressus sempervirens* (cipresso comune), *Taxus baccata* (tasso), *Acer lobelii* (acero di Lobel), *Betula pubescens* (betulla pubescente)
- *Quercus petrae* (rovere), *Quercus robur* (farnia), *Quercus ithaburensis* (vallonea), *Quercus trojana* (fragno)
- *Fraxinus oxyphylla* (frassino ossifillo), *Ulmus glabra* (olmo montano), *Ulmus minor* (olmo campestre), *Populus nigra* (pioppo nero)
- *Celtis australis* (bagolaro) e *Platanus orientalis* (platano orientale).

Sulla base delle suddette considerazioni si identificano tipologie e relative classi di criticità, riportate nelle schede seguenti.

SCHEDE DI CRITICITÀ’ PER LA COMPONENTE VEGETAZIONE ALTA E MEDIA TENSIONE

CRITICITÀ ECCEZIONALE (E)

- Presenza di fitocenosi di particolare valore naturalistico-forestale (specie rare o endemismi) o paesaggistico.
- Presenza di specie rare ritenute vulnerabili o incluse in convenzioni internazionali sulla protezione degli habitat o delle specie.
- Boschi relitti, anche cedui, in aree fortemente antropizzate.
- Alberi monumentali.

CRITICITÀ ALTISSIMA

- Aree protette (anche non forestate ma con presenza di specie tutelate)
- Biotopi
- Boschi da seme
- Parchi

CRITICITÀ ALTA

- Bosco climacico
- Formazioni pure di specie autoctone (latifoglie/conifere, a seconda degli areali)
- Formazioni, in particolare quelle ripariali, che rivestono un'importante funzione ecologica ed una significativa valenza naturalistica, grazie anche alla loro origine, evoluzione dinamica e struttura naturale

CRITICITÀ MEDIA

- Fustaie (di qualsiasi tipologia: coetanee, disetanee, miste e non)
- Ceduo invecchiato o a permanenza almeno ventennale
- Rimboschimenti con specie autoctone
- Formazioni aventi strutture molto diverse, accomunate dal fatto che la matrice naturale, anziché risultare preponderante, viene svalutata dalla presenza di specie alloctone e dalla lontananza dallo stadio climax
- Formazioni vegetali di origine naturale e soggette a dinamica naturale, caratterizzate rispetto a quelle del terzo punto del box precedente (cr. Alta) da un maggior grado di artificializzazione secondaria, conseguente a interventi pregressi
- Siepi campestri

CRITICITÀ MINIMA

- Incolti con prospettive di evoluzione naturaliforme a seconda degli areali
- Impianti artificiali (es. pioppeti, strobeti, ecc.)
- Cedui a periodicità inferiore ai 20 anni
- Vegetazione di origine artificiale priva di caratteri di naturalità; il beneficio ambientale può essere intravisto solo limitatamente all'incremento di biomassa ed alla possibile creazione di luoghi idonei per la fauna

CRITICITÀ TRASCURABILE

- Incolti senza prospettive evolutive
- Aree agricole
- Prati sfalcio
- Aree urbane o periurbane prive di vegetazione
- Assenza di tagli alla vegetazione di qualsiasi tipologia

GLOSSARIO

ABITATO

Aggregato di case contigue o vicine con interposte strade, piazze o simili, o comunque con brevi soluzioni di continuità.

AGENDA 21

È il principale documento sottoscritto alla Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente e lo Sviluppo, tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992; sintetizza le azioni specifiche e le strategie che i 183 Paesi firmatari si impegnano ad attuare per il conseguimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile. Il documento affronta temi che vanno dalla demografia al commercio, dal trasferimento delle tecnologie alle istituzioni internazionali, dallo sviluppo rurale alla protezione degli oceani ecc indicando per ciascuno di essi linee d'azione che, sebbene non vincolanti sul piano legale, riflettono il consenso sostanziale dei partecipanti al Summit di Rio. Tale consenso va verso un modello di sviluppo più attento alla qualità della vita e capace di mantenere un equilibrio stabile fra l'uomo e l'ecosistema, il cui patrimonio di riserve naturali e biologiche deve essere preservato per il bene delle generazioni future.

AGROECOSISTEMA

Ecosistema trasformato, con l'invenzione dell'agricoltura, ai fini economici. Si tratta di un complesso di sistemi naturali ed antropici interagenti la cui qualità è influenzata positivamente o

negativamente dalle modalità di gestione; rispetto agli ecosistemi naturali non è in grado di automantenersi ma la sua esistenza dipende strettamente dall'attività antropica.

ALVEO

Incavo del terreno in cui scorre un corso d'acqua

ANTROPOGENICO

Originato dalle attività umane.

ARBORETO DA SEME

La piantagione di cloni e di discendenti selezionati, isolata contro ogni impollinazione estranea o installata in modo da evitare o da limitare detta impollinazione, e gestita nel modo più idoneo a produrre raccolti frequenti, abbondanti e facili (da L. 269/73)

AREE OMOGENEE O "DOMINI"

Ambiti spaziali di carattere diverso, dai domini vegetali alle aree agricole, sino agli abitati accorpati. Sono riconoscibili in quanto denotate da elementi caratterizzanti comuni.

BACINI VISUALI

Nella presente metodologia i bacini idrografici sono considerati o delimitati dai c.d. bacini visuali come coincidenti e delimitati "de facto" dai crinali dei bacini visuali stessi.

BACINO IDROGEOLOGICO

Bacino idrografico alimentato oltre che dalle acque meteoriche che cadono all'interno di esso anche da acque sotterranee.

BACINO IDROGRAFICO (B. IMBRIFERO)

Area della superficie terrestre che, delimitata da spartiacque morfologici, raccoglie le acque di ruscellamento che confluiscono in un unico corpo idrico (fiume, lago, mare). Un bacino idrografico comprende anche bacini minori (II, III, IV,... livello) costituiti dagli affluenti, che sono corsi d'acqua secondari che si versano in quello principale.

BENI ARCHEOLOGICI

Manufatti ed articolazioni spaziali ed organizzative del territorio, anteriori al VII a.C.

BENI CULTURALI

Cose immobili o mobili che presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e le altre cose individuate dalla legge quali testimonianze aventi valore di civiltà.

BENI PAESAGGISTICI

Gli immobili e le aree costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio, e gli altri beni individuati dalla legge od in base alla legge.

BENI PROTOSTORICI

Sono considerati tali manufatti ed elementi diversi, ascrivibili a periodi anteriori alla presenza di documentazioni scritte. Prevalentemente ascrivibili a periodi anteriori alle prime età dei metalli.

BIODIVERSITÀ

Per biodiversità si intende la variabilità degli organismi viventi di ogni origine, degli ecosistemi terrestri, marini ed acquatici ed i complessi ecologici di cui fanno parte; ivi inclusa la diversità nell'ambito delle specie, tra le specie e tra gli ecosistemi.

CAMPATA

Distanza tra due piloni successivi.

CAVI AEREI

Cavi, comprese le eventuali funi portanti, tesi fra sostegni e costituiti da uno o più conduttori dotati di un rivestimento che assicuri l'isolamento e la protezione durevole nei confronti delle condizioni ambientali e meccaniche della posa all'aperto, e muniti per le linee di seconda e terza classe di uno schermo metallico, continuo, messo a terra. I conduttori possono essere autoportanti o non, intendendosi come autoportanti quelli nei quali la funzione portante è assicurata da tutti i (o parte dei) conduttori costituenti il cavo stesso e che risultano quindi privi di fune portante apposita, interna od esterna al cavo.

CONDUTTORI

Le corde e i fili, nudi o rivestiti, tesi fra i sostegni delle linee elettriche e destinati a trasportare o a distribuire l'energia elettrica (compreso il conduttore neutro dei sistemi trifasi a quattro fili) o destinati, per le linee di classe zero, alla trasmissione di segnali e comunicazioni.

CONI VISUALI

Sono i campi visuali e percettivi a breve, media e lunga distanza; sono potenzialmente attivati da una determinata "cella di visione".

CORDE (O FILI) DI GUARDIA O DI TERRA

Le corde e i fili tesi fra i sostegni delle linee elettriche, permanentemente collegati a terra e destinati a proteggere i conduttori dagli effetti delle sovratensioni di origine atmosferica ed a migliorare il collegamento a terra dei sostegni.

DISTRIBUZIONE

Trasporto e trasformazione di energia elettrica su reti di distribuzione a media e bassa tensione per le consegne ai clienti finali.

ECOSISTEMA NATURALE

Unità che include tutti gli organismi che vivono insieme in una data area, interagenti con l'ambiente fisico, in modo tale che un flusso di energia porta a una ben definita struttura biotica e ad una ciclizzazione dei materiali tra viventi e non viventi all'interno del sistema.

ECOSISTEMA O SISTEMA ECOLOGICO

Indica un particolare ambiente e tutti gli esseri viventi e non viventi che lo popolano. E "l'unità funzionale di base in ecologia" ed è composta da una comunità di esseri viventi (componente biotica) e non viventi (componente abiotica), dai flussi di energia e dalle loro interazioni. Si parla, oltre che di ecosistemi naturali, anche di "ecosistemi artificiali", ovvero quelli prodotti dall'attività umana. Il concetto di ecosistema è funzionale alla possibilità di eseguire degli studi per capire il funzionamento dei complessi processi biologici. In realtà i limiti di un ecosistema sfumano normalmente in quelli di un altro e gran parte degli organismi possono far parte di ecosistemi diversi in momenti diversi.

ECOTONO

Zona di transizione fra due diverse biocenosi. Nell'ecotono si ha un graduale passaggio fra le specie caratteristiche di una biocenosi e le specie caratteristiche dell'altra. L'importanza dell'ecotono è dovuta al fatto che in esso, generalmente, si ha un elevato grado di biodiversità, maggiore che nelle aree limitrofe.

EFFETTO CORONA

Ronzio, avvertibile nelle immediate vicinanze della linea elettrica, provocato dalla tensione dei conduttori.

EFFETTO EOLICO

Leggero sibilo, avvertibile nelle immediate vicinanze della linea elettrica, causato dall'azione del vento sugli elementi costitutivi l'elettrodotto.

FRANCO A TERRA

Distanza dei conduttori da terra.

FRECCIA

Distanza fra la catenaria e l'ipotetica linea retta che connette due piloni.

GEOMORFOLOGIA

Disciplina delle scienze geologiche che studia le forme della superficie terrestre, in relazione ai processi geologici che esse testimoniano.

GEOTOPO

Forma naturale del territorio, di superficie o sotterranea, costituita da particolari emergenze geologiche, geomorfologiche e pedologiche, che presenta un rilevante valore ambientale, scientifico e didattico, la cui conservazione è strategica nell'ambito del territorio in cui si presenta.

HABITAT DI UNA SPECIE

Ambiente definito o caratterizzato da fattori biologici e abiotici specifici in cui vive la specie in una delle fasi del suo ciclo biologico.

HERITAGE SITES

Luoghi o elementi che costituiscono "patrimonio dell'umanità", inclusi nella *World Heritage List* dell'UNESCO. Ve ne sono di due tipologie: Heritage culturali e Heritage naturali.

ICONEMA

Unità elementari di percezione sulle quali l'uomo costruisce una propria immagine di un territorio e nello specifico di un paesaggio, in particolare di quelli antropizzati. Si possono individuare iconemi connessi al territorio naturale, alla fisicità dei luoghi ed iconemi legati ad aspetti storici e culturali.

LINEA A MEDIA TENSIONE

Linee elettriche con tensione da 1.000 a 30.000 Volt.

LINEA A DOPPIA TERNA

Elettrodotti costituiti da due terne trifase.

LINEA SPARTIACQUE

Linea ideale che congiunge le cime dei monti che separano due bacini idrografici adiacenti.

LINEE A BASSA TENSIONE

Linee elettriche con tensione fino a 1.000 Volt.

LINEE A SEMPLICE TERNA

Elettrodotti costituiti da una sola terna di cavi.

LINEE AD ALTA TENSIONE

Linee elettriche con tensione superiore a 30.000 Volt.

LINEE ELETTRICHE AEREE ESTERNE

Sono linee impiantate all'aperto, al di sopra del suolo e costituite dai conduttori o dai cavi con i relativi isolatori, sostegni, ed accessori.

MARGINI

Possono essere considerati sotto l'aspetto bivalente di confine e limite di aree omogenee oppure come *skylines* di rilievi e strutture morfologiche diverse.

MEGALITE-I

Sono grandi steli litiche che si ritrovano nei paesi più diversi, in periodi e contesti culturali differenti e probabilmente con significati diversi.

MIGRATRICE

Specie o popolazione che compie ogni anno spostamenti dalle aree di nidificazione a quelle di svernamento. Una specie è inoltre considerata migratrice per un determinato territorio quando vi transita senza svernare o nidificare.

NODI

I nodi sono i luoghi che costituiscono i "fuochi" verso i quali e dai quali l'osservatore si muove; il concetto di nodo è collegato a quello di percorso.

PAESAGGIO

È il modo in cui un determinato luogo si presenta all'occhio di un osservatore e che può essere percepito in modo anche notevolmente differenziato da osservatori diversi.

PALI D'AMARRO

Sostegni posti agli estremi della linea elettrica.

PALI DI SOSTEGNO

Sostegni posti all'interno della linea elettrica.

PIANO PAESISTICO

È uno strumento legislativo, sia cogente che di indirizzo, che tutela e promuove il mantenimento del carattere identitario del paesaggio e delle sue "invarianti".

RIFERIMENTI O EMERGENZE

Sono elementi puntiformi o mono-dimensionali emergenti, generalmente costituiti da un oggetto fisico abbastanza semplicemente definito. Qualche riferimento è lontano, visibile di solito da una pluralità di angolazioni e di distanze, emergente su elementi di minore dimensione (in questo caso esso viene utilizzato come riferimento radiale).

SITI DEL GENIUS LOCI

Ambiti in cui le compresenze geomorfologiche e/o antropiche e/o naturalistiche, oltreché cromatiche e di luminosità, creano una percezione emozionale tipica ed inscindibile dal luogo.

SITI MAB

Definiti "Riserve della Biosfera" nell'ambito del programma intergovernativo *Man and Biosphere* dell'UNESCO.

SOSTEGNI

I pali, le paline, le mensole e in genere tutte le strutture, solidali col terreno e con manufatti, alle quali vengono fissati i conduttori esclusi gli accessori di attacco ed i perni degli isolatori. Le suddette strutture possono essere: - autoportanti quando la loro stabilità, sotto l'effetto di carichi agenti sulla linea, è assicurata senza tener conto dell'effetto stabilizzante esercitato dai conduttori e dalle eventuali corde di guardia; - non autoportanti quando la loro stabilità, sotto l'effetto di carichi agenti sulla linea, è assicurata tenendo conto dell'effetto stabilizzante esercitato dai conduttori e dalle eventuali corde di guardia.

SPECIE

È l'unità base di ogni sistema di classificazione degli organismi animali e vegetali. Gli individui appartenenti alla stessa specie sono contraddistinti non solo da somiglianze morfologiche, ma principalmente dal fatto di rappresentare un'unità isolata dal punto di vista riproduttivo e di avere pertanto un patrimonio genetico comune. Ogni specie quindi raggruppa individui che presentano caratteristiche simili e che sono in grado di accoppiarsi e dare prole feconda.

TENSIONE NOMINALE DI UNA LINEA ELETTRICA

È il valore convenzionale della tensione (espressa in kV) con il quale la linea è denominata ed al quale sono riferiti i dati di funzionamento fatta astrazione dall'isolamento.

TELEMETRO

Strumento che serve a misurare le distanze. Ne esistono di due tipi: passivi, che consentono il calcolo della distanza per confronto con una mira di dimensioni note, utili per la rilevazione di soggetti a distanze molto elevate (nell'ordine dei chilometri); attivi, che calcolano la distanza in modo del tutto automatico ed hanno un intervallo massimo di rilevamento che di solito non supera il chilometro.

TRASMISSIONE

Attività di trasporto e trasformazione dell'energia elettrica sulla rete interconnessa ad alta tensione ai fini della consegna ai clienti, ai distributori e ai destinatari dell'energia autoprodotta.

UNITÀ DI PAESAGGIO

Ambiti omogenei, sotto il profilo paesaggistico ed identitario, chiaramente individuabili e riconoscibili; spesso coincidono con i bacini e sottobacini idrografici in cui ricadono.

BIBLIOGRAFIA

- Adda S., Caputo E., Ossola F., Anglesio L., "Valutazione tramite modelli previsionali e rilevazioni strumentali dell'esposizione della popolazione ai campi ELF generati da linee ad alta tensione in ambiente urbano" Atti del Convegno Nazionale "Dal monitoraggio degli agenti fisici sul territorio alla valutazione dell'esposizione ambientale", pp. 37-40, ottobre 2003.
- Adda S., Caputo E., "Variabilità spaziale e temporale dei livelli di campo magnetico generato da linee ad alta tensione: conseguenze sulla stima dell'esposizione della popolazione", Atti del Convegno Nazionale di Radioprotezione (AIRP), su CD, Verona, 16-18 settembre 2004
- Agostini N., 2002 – La migrazione dei rapaci in Italia – Vol. 3. Edagricole
- Bagnati T., Testi e contesti per una valutazione paesaggistica del territorio delle infrastrutture a rete: il caso degli elettrodotti.
- Bernetti G., Selvicoltura speciale – UTET
- Bevanger K., 1994. Bird interaction with utility structures; collision and electrocution, causes and mitigating measures. Ibis 136, 412-425.
- Bevanger K., 1994. Three questions on utility structures and avian mortality. Fauna norvegica Serie C, Cinclus 17, 107-114.
- Bevanger K., 1995. Estimates and population consequences of tetraonid mortality caused by collision with high tension power lines in Norway. Journal of Applied Ecology 32, 745-753.
- Bevanger K., 1995. Tetraonid mortality caused by collision with power lines in boreal forest habitats in central Norway. Fauna norvegica Serie C, Cinclus 18, 41-51.
- Bevanger K., 1997 – Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. Biological Conservation 86 (1998) 67-76

- Bevanger K., Broseth H., 2000 – Bird collision with power lines – an experiment with ptarmigan (*Lagopus* spp.). *Biological Conservation* 99 (2001) 341-346
- Bevanger K., Thingstad, P. G., 1988. The relationship birds-constructions for transmission of electric energy. A Survey of present knowledge. *Okoforsk Utredning* 1, 1-33 (in Norwegian with English summary).
- Bevitori P., Carra I., Mantuano A., Ravaioli A., Ricciotti M., Stambazzi M., 1998 – Inquinamento elettromagnetico – Aspetti tecnici, sanitari e normativi. Maggioli Editori.
- Bricchetti P., Gariboldi A. *Il moonwatch – Manuale pratico di ornitologia – Vol. 2 – Edagricole*
- Cappelli M., *Selvicoltura generale*
- Coesus E., 1876. The destruction of birds by telegraph wire. *American Nature* 10, 734
- D'Amore G., Anglesio L., Inquinamento ambientale da campi elettromagnetici: sorgenti e livelli di esposizione – Torino, 30 aprile 1998, WWF
- Debernardi P., Boano G., Mondino G.P., Penon A., Mensio F., 1997 – ELI, un indice di qualità ambientale e paesaggistica da: *Tecnologie di recupero ambientale* (pp. 71-93). BE-MA Editrice – Milano
- Emerson, W. O., 1904. Destruction of birds by wires. *Condor* 6, 37
- Farina A., 1995 – Distribution and dynamics of birds in a rural sub-Mediterranean landscape. *Landscape and Urban Planning* 31 (1995) 269- 280
- Gamba G., Martinetti G., 1991 *Dizionario dell'Ambiente*. ISEDI
- Haas Dieter, Nipkow Markus. NABU – German Society for Nature Conservation. Bonn
- Kuhn N., Alterazioni della vegetazione del sottobosco in sistemi forestali soggetti a immissioni antropiche
- Lynch K. 1961, *L'immagine della città*, Marsilio - Padova
- National Radiological Protection Board “ELF electromagnetic fields and the risk of cancer – Report of an Advisory Group on Non Ionising Radiation”, vol.12, n.1, 2001
- Negro, J. J., Ferrer, M., 1995. Mitigating measures to reduce electrocution of birds of power lines: a comment on Bevanger's review. *Ibis* 137, 423-424
- Norberg C. – Schulz – *Genius Loci –Paesaggio Ambiente Architettura*, 1992, Electa
- Penteriani V., 1998 – L'impatto delle linee elettriche sull'avifauna. WWF Toscana
- Pignatti S., 1982, *Flora d'Italia*. Edagricole Bo
- Sereni E., 1982, *Storia del Paesaggio Italiano – Biblioteca Universale La Terza*
- Tinarelli R., Tirelli E., 2003 – Mortalità dell'avifauna dovuta a linee elettriche a media tensione in tre aree dell'appennino bolognese – *Avocetta* 27:77 (2003)
- Turri E., *Semiologia del paesaggio italiano*, 1990, Longanesi & C
- WHO International Agency for Research on Cancer – IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans – Vol. 80 “Non Ionising Radiation, part 1: static and extremely low frequency (ELF) electric and magnetic fields” (2002)

LEGGI E NORME TECNICHE

- DPCM 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 (50Hz) generati dagli elettrodotti” – GU n.200 del 29.08.2003;
- Legge 22.02.2001, n.36 “legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici” – GU n.55 del 07.03.2001;
- Legge Regionale 03.08.2004, n.19 “Nuova disciplina regionale sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici” – BUR n.31 del 05.08.2004;
- Norma CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche” (1996-07);
- Norma CEI 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art.6) – Parte 1: linee elettriche aeree e in cavo;
- Norma CEI 11-60 “Portata al limite termico delle linee aeree esterne con tensione maggiore di 100kV” (2002 06);
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n.42: Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio

Siti internet

<http://whc.unesco.org>
www.unesco.org
www.ministerosalute.it
www.minambiente.it
www.beniculturali.it
www.politicheagricole.it
www.lipu.it
www.wwf.it
www.who.int



PROVINCIA
DI LODI

Area Tutela Ambientale - Pianificazione Territoriale

U.O. 4 Ambiente - Pianificazione Territoriale

Via Fanfulla, 14 – 26900 Lodi

C.F. 92514470159

tel. 0371.442.1 - fax. 0371.416027 - pec: provincia.lodi@pec.regione.lombardia.it

Referente ricerca titolata “Criticità ambientali e paesistiche indotte dalle linee elettriche. Metodologia di analisi”:

dr.ssa Lorena Passoni

mail: lorena.passoni@provincia.lodi.it;

pec: provincia.lodi@pec.regione.lombardia.it;

tel. 0371.442336 - fax 0371.416027

Referente per le istruttorie elettrodotti fino a 150 kV:

dr.ssa Lorena Passoni

tel. 0371.442336

pec: provincia.lodi@pec.regione.lombardia.it;

fax 0371.416027

File aggiornato a Venerdì 9 Giugno 2023