



TITOLO EVENTO
**ESPOSIZIONE AI CEM: SORGENTI, LIMITI DI ESPOSIZIONE,
MISURE, EFFETTI**

TITOLO INTERVENTO

**PROCEDIMENTO DI AUTORIZZAZIONE ALL'INSTALLAZIONE O MODIFICA DI STAZIONI MOBILI RADIOBASE AI SENSI
DELLA NORMATIVA VIGENTE**

RELATORE Ing. LUIGI PRINZI

Membro Commissione TLC E TRANSIZIONE DIGITALE
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

Roma, 12 MAGGIO 2026

ONDA PIANA

UN SOTTOINSIEME DI PARTICOLARE RILEVANZA PRATICA DELLE SOLUZIONI DELLE EQUAZIONI DELLE ONDE

$\vec{E}$ e $\vec{H}$

NEL PIANO (x,y) E IN OGNI
ISTANTE IN FASE E COSTANTI
IN MODULO IN OGNI PIANO
PARALLELO).

$$E/H = Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 377 \, \Omega$$

$$\vec{E} = \vec{x} E_x(z, t) + \vec{y} E_y(z, t)$$

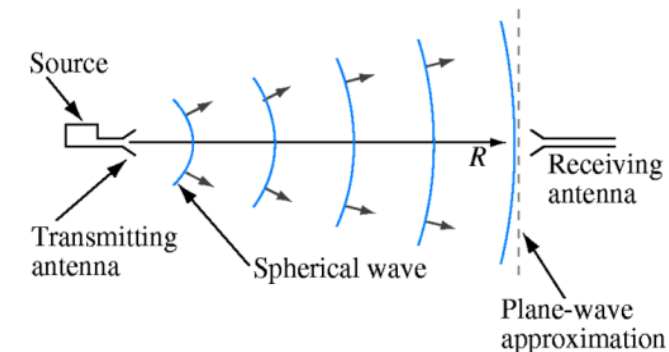
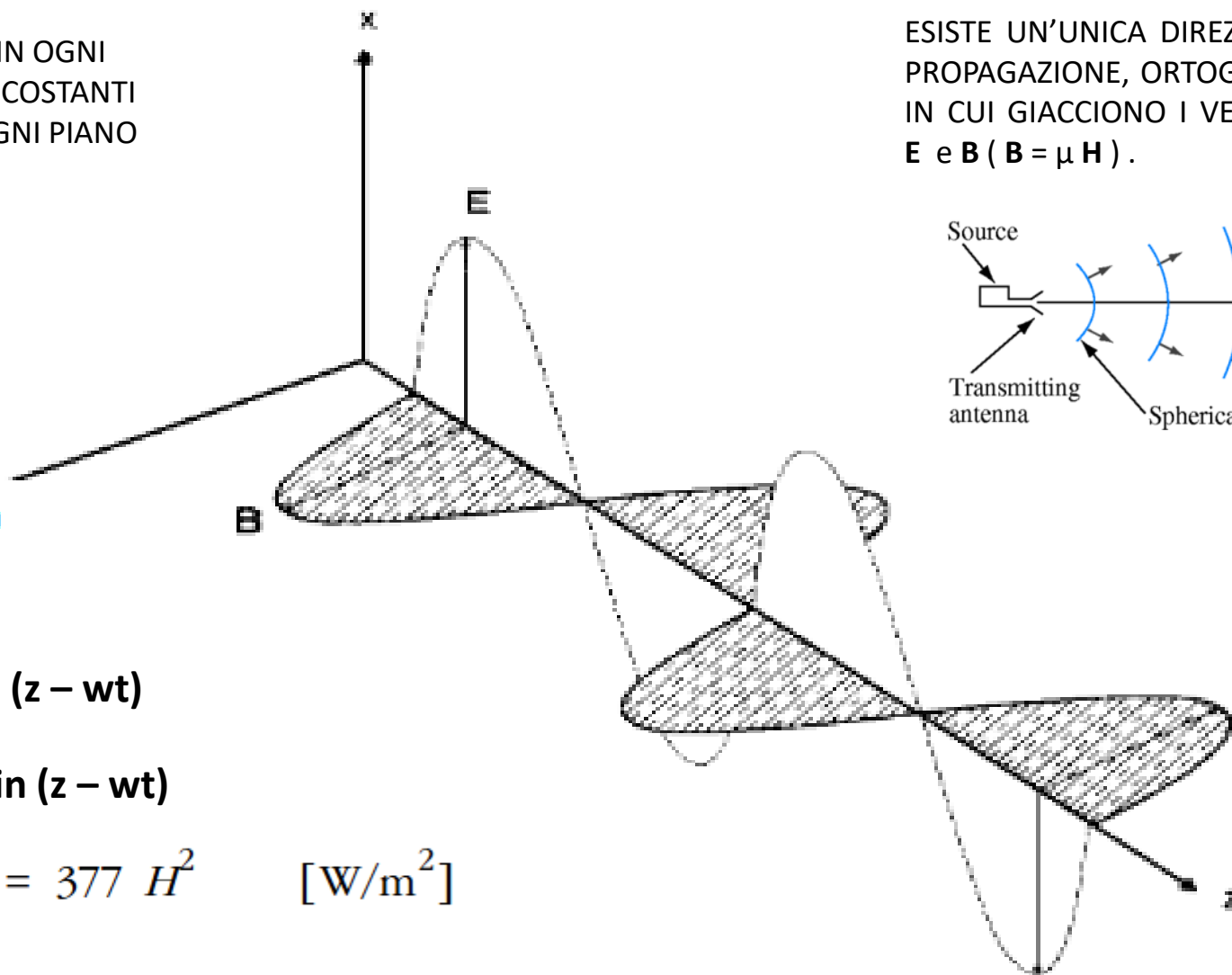
$$\vec{H} = \vec{x} H_x(z, t) + \vec{y} H_y(z, t)$$

$$E_x = E_{0x} \sin(z - \omega t); E_y = E_{0y} \sin(z - \omega t)$$

$$H_x = H_{0x} \sin(z - \omega t); H_y = H_{0y} \sin(z - \omega t)$$

$$S = \frac{E^2}{Z_0} = Z_0 H^2 = \frac{E^2}{377} = 377 H^2 \quad [\text{W/m}^2]$$

ESISTE UN'UNICA DIREZIONE (ASSE z) DI
PROPAGAZIONE, ORTOGONALE AL PIANO
IN CUI GIACCIONO I VETTORI DI CAMPO
 $\vec{E}$ e $\vec{B}$ ($\vec{B} = \mu \vec{H}$).



ZONE DI CAMPO E.M. SECONDO GUIDA CEI 211-10

Tabella 6-1 - Confronto fra le tre regioni di campo elettromagnetico prodotto da una sorgente

	Zona di campo reattivo	Zona di campo reattivo/radiativo	Zona di campo radiativo	Zona di campo lontano
Limite inferiore	0	λ	3λ	Max ($3\lambda, 2D^2/\lambda$)
Limite superiore	λ	3λ	Max($3\lambda, 2D^2/\lambda$)	∞
La zona di campo lontano è detta anche zona di Fraunhofer; quella di campo radiativo, zona di Fresnel.				
	Campo vicino reattivo.	Campo vicino reattivo-radiativo.	Campo vicino radiativo.	Campo lontano radiativo.
	LE COMPONENTI REATTIVE DELL'ENERGIA e.m. DECADONO RAPIDAMENTE CON LA DISTANZA R DALLA SORGENTE . (a)	STRUTTURA CAMPI E e B PIU' COMPLESSA, MA CON RAPPORTO QUASI DI PROPORZIONALITA' . UTILIZZABILE CON BUONA APPROSSIMAZIONE COSTANTE Z_0	TIPICA PROPAGAZIONE PER ONDA PIANA. DOMINA IL CAMPO DI RADIAZIONE. (b)	

(a) DIPOLO CORTO: **E** DIMINUISCE SECONDO $1/R^3$ e **B** COME $1/R^2$; VICEVERSA PER UN'ANTENNA A SPIRA **B** DIMINUISCE COME $1/R^3$ e **E** COME $1/R^2$.

(b) LE COMPONENTI DI E e B DIMINUISCONO SECONDO $1/R$.
RELAZIONE DEFINITA:

$S = E \cdot H$ e $S = E^2/377$

A PARTIRE DAL LIMITE INF. DELLA ZONA DI CAMPO VICINO RADIATIVO, È APPLICABILE CON BUONA APPROSSIMAZIONE LA RELAZIONE:
 $S = \text{DENSITA' DI POTENZA} = E^2/Z_0 = H^2 \cdot Z_0$ (1) DOVE **Z_0** È L'IMPEDENZA CARATTERISTICA DEL VUOTO. PER LE APPLICAZIONI DELLA GUIDA 211-10, L'IMPEDENZA D'ONDA DELL'ARIA SI PUÒ CONSIDERARE PRATICAMENTE UGUALE A QUELLA DEL VUOTO ($Z_0= 377 \Omega$).
LA FORMULA **(1)** (**RELAZIONE D'IMPEDENZA PER ONDE PIANE**) PERMETTE DI LIMITARE L'ANALISI A UNA SOLA DELLE TRE GRANDEZZE ASSOCIATE: S ; E o H. '

AGGIORNAMENTO DELLA IN ITALIA SUI LIVELLI DI ESPOSIZIONE AI CEM A TUTELA DELLA POPOLAZIONE IN GENERALE

MODIFICHE E INTEGRAZIONI (s.m.i.) AL d.p.c.m. 8 LUGLIO 2003 RELATIVE AL CALCOLO DEI LIVELLI DI ESPOSIZIONE

1. IL D.L. 18/10/2012, N. 179 ("DECRETO CRESCITA 2.0"), PRESENTE SENZA MODIFICHE NELLA L. CONVERSIONE N. 221/2012, ALL'ART. 14, C. 8 STABILISCE:

A) **VALORI DI ATTENZIONE E OBIETTIVI DI QUALITÀ** CALCOLATI/MISURATI **NON PIU'** (dpcm 8 LUGLIO 2003) **COME MEDIA IN OGNI INTERVALLO DI 6 MINUTI, BENSÌ COME VALORI MEDI VALUTATI NELL'ARCO DELLE 24 ORE**, E QUINDI CON VALORI RISULTANTI PIU' BASSI, CHE CONSENTONO, PERTANTO, UN MARGINE, AI FINI DEL RISPETTO DEI LIMITI PRESCRITTI, > CHE NEL CASO DELLA MEDIA SU 6 MINUTI. B) **RILEVAZIONE** ALLA SOLA ALTEZZA DI **m. 1.50 SUL PIANO DI CALPESTIO**.

2. DECRETO MATTM (= OGGI MASE) DEL 5 OTTOBRE 2016 STABILISCONO CHE (ALL.1)

☐ LE ISTANZE DI AUTORIZZAZIONE ALL'INSTALLAZIONE DI SBR, BASATE SU VALORI MEDIATI NELL'ARCO DELLE 24 h ORE, IN BASE ALLA RIDUZIONE DELLA POTENZA MASSIMA AL CONNETTORE D'ANTENNA CON FATTORI CHE RIFLETTANO LA VARIABILITÀ TEMPORALE DELL'EMISSIONE NELL'ARCO DELLE 24 ORE.

☐ LADDOVE SIANO **ASSENTI PERTINENZE ESTERNE DEGLI EDIFICI***, I CALCOLI PREVISIONALI DEL CAMPO, BASATI SULLA NORMA CEI 211-10 (DEI 3 METODI DI STIMA DEL CEM **SI FA RIFERIMENTO AL MSL, METODO DELLO SPAZIO LIBERO; MSLP E MRT GIA' TENGONO CONTO DELL'ASSORBIMENTO ES. PARETI**), TERRANNO CONTO, IN RIDUZIONE, DEI **VALORI DI ASSORBIMENTO DEL CEM** DA PARTE DELLE STRUTTURE DEGLI **EDIFICI**, COSÌ FISSATI:

1. **6 dB PER PARETI E COPERTURE SENZA FINESTRE**, O ALTRE APERTURE DI ANALOGA NATURA, IN PROSSIMITÀ DI IMPIANTI CON **f > 400 MHz**.
2. **3 dB PARETI E COPERTURE SENZA FINESTRE**, O ALTRE APERTURE DI ANALOGA NATURA, IN PRESENZA DI SEGNALI CON **f ≤ 400 MHz**.
3. **0 dB** (OSSIA ASSENZA DI ATTENUAZIONE) PER **PARETI E COPERTURE CON FINESTRE** O ALTRE APERTURE ANALOGHE, PER OGNI FREQUENZA. IN CASI DI CRITICITÀ, IL GESTORE PUO' COMUNQUE APPLICARE RIDUZIONI DA 0 A 3 dB, CERTIFICANDO TALE SCELTA, SU CUI PENDE PARERE AGENZIE ARPA.

*** PERTINENZE ESTERNE** BALCONI, TERRAZZE E CORTILI (ESCLUSI TETTI E I LASTRICI SOLARI) CON DIMENSIONI ABITABILI, CON PERMANENZE ≥ 4 h/GIORNO (ART. 14, comma 8 let. a), n.ro 2 D.L. 18/10/2012, n. 179, MODIFICATO DA ART. 6 comma 5 L. n.164/2014): **SONO DA CONSIDERARE RECETTORI IN SPAZIO LIBERO E QUINDI NON IMPLICANO ASSORBIMENTO ONDE e.m..**

3. ART. 10 comma 2 DELLA LEGGE 30 DICEMBRE 2023, L. n. 214/2023: NUOVI VALORI DI ATTENZIONE/OBIETTIVI DI QUALITÀ

AUMENTO^a, IN VIA PROVVISORIA E CAUTELATIVA, CON DECORRENZA DAL 30 APRILE 2024, DEI VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO (IN VALORI EFFICACI rms) E DELLA DENSITA' DI POTENZA, MEDIATI SULLE 24 h IN SEDE DI MISURA/VALUTAZIONE, NEL CASO DI ESPOSIZIONE AI CEM DELLA POPOLAZIONE OLTRE 4h/die, TIPICAMENTE IN AMBIENTE INDOOR O OUTDOOR AD ELEVATA FREQUENTAZIONE: A UN VALORE = **15 V/m (INTENSITA' DI CAMPO ELETTRICO E)**; VALORE = **0,039 A/m (INTENSITA' DI CAMPO MAGNETICO H)**; A UN VALORE = **0,59 W/m² (DENSITA' DI POTENZA D)**. NOTA **a**: dpcm 8 luglio 2003: VALORI DI ATTENZIONE/OBIETTIVI QUALITÀ E = 6 V/m; H = 0.016 A/m e D (S) = 0.1 W/m²

4. ART. 10 comma 3 DELLA L. 30 DICEMBRE 2023, L. n. 214/2023: MONITORAGGIO E GESTIONE DELL'USO DELLO SPETTRO E.M. AI FINI DELLA RADIOPROTEZIONE, AFFIDATA AL MIMIT, CHE TRASMETTE I DATI DI EMISSIONE RACCOLTI AL MASE, AL MINISTERO DELLA SALUTE E AL COMITATO INTERMINISTERIALE DI CUI ALL'ART. 6 L. QUADRO 36/2001.

PER PIU' EFFICIENTI E RAZIONALI UTILIZZO E GESTIONE DELLO SPETTRO e.m.

IL **D.LGS. 24 MARZO 2024 N.48^a** INTRODUCE NELL' ART. 44, COMMA 1-ter DEL CODICE DELLE COMUNICAZIONI ELETTRONICHE (D. Lgs. 1/8/2003) **3** PRINCIPI FONDAMENTALI:

❑ **L'EQUA RIPARTIZIONE** TRA GLI **OPERATORI INFRASTRUTTURATI**, OSSIA OPERATORE DI TELEFONIA MOBILE PER APPLICAZIONI MFCN, (MOBILE FIXED COMMUNICATIONS NETWORKS), IMT (INTERNATIONAL MOBILE TELECOMMUNICATIONS), BWA (BROADBAND WIRELESS ACCESS), DUNQUE NON BROADCAST NETWORK OPERATORS, DELLO SPAZIO e.m., SULLA BASE DI UN **LIMITE (EMISSIVO) ASSENTIBILE^b**, AUTORIZZATO PER SINGOLO OPERATORE, OSSIA VALORE LIMITE DI GRANDEZZA RADIOELETTRICA IN TERMINI DI E; H; o S, NEI LUOGHI IN CUI SI APPLICANO I VALORI DI ATTENZIONE E GLI OBIETTIVI DI QUALITÀ FISSATI DALL'ART. 10 DELLA L.31 DIC. 2023, N. 214, OSSIA **LE** = 15 [V/m], **LH** = 0,039 [A/m], **LS** = 0,59 [W/m²] PER LA DENSITA' DI POTENZA.

❑ **EFFETTIVITA'**: RISPONDENZA TRA LE POTENZE AUTORIZZATE E QUELLE EFFETTIVAMENTE UTILIZZATE. CIO' ALLO SCOPO DI EVITARE IL FENOMENO DELL'APPARENTE SATURAZIONE DEI LIMITI REGOLAMENTARI DI ESPOSIZIONE, CHE CONSEGUIREBBE DALLE POTENZE EMISSIVE DICHIARATE DAGLI OPERATORI, SCONFESSATA DALLE MISURE di CAMPO.

❑ **EFFICIENTE UTILIZZO DELLO SPAZIO e.m.** (ASSEGNAZIONE TEMPORANEA DI INCREMENTO PRO QUOTA DEL VALORE ASSENTITO IN Art. 44, c.1-ter CODICE COMUNICAZIONI ELETTRONICHE)

I 3 PRINCIPI SONO SUPPORTATI DAL MONITORAGGIO PERIODICO DELLE SORGENTI CHE, SULLA BASE DELL'ART. 44, COMMA 1-SEXIES DEL D.LGS. 259/2003 (CCE), È STATO ASSEGNATO AL MIMIT, CHE, CON LA COLLABORAZIONE DELLA FUB, PROVVEDERÀ ALL'ANALISI PERIODICA DEI DATI RELATIVI ALLE SORGENTI PER EVIDENZIARE EVENTUALI SCOSTAMENTI TRA POTENZE AUTORIZZATE E POTENZE UTILIZZATE.

NOTA **a** D. LGS. 24 MARZO 2024 n. 48 ENTRATO IN VIGORE IL 28/04/2024. (DISPOSIZIONI CORRETTIVE AL D.LGS. 8 NOV. 2021, N. 207, DI ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA (UE) 2018/1972 – CODICE EUROPEO DELLE COMUNICAZIONI ELETTRONICHE-, CHE MODIFICA IL D.LGS. 1° AGOSTO 2003, N. 259, RECANTE IL CODICE DELLE COMUNICAZIONI ELETTRONICHE).

NOTA **b** Nds SI TRATTA DEI VALORI DI ATTENZIONE/OBIETTIVI DI QUALITÀ RITARATI E DIFFERENZIATI PER SINGOLO RICHIEDENTE E RIDENOMINATI, QUALI NUOVI E INDIVIDUALI LIMITI REGOLAMENTARI.

CALCOLO DEI LIMITI ASSENTIBILI $L_{M,E}$; $L_{M,H}$; $L_{M,S}$, DI AUTORIZZAZIONE AI VARI GESTORI RADIOMOBILI

BANDA (MHz) OPERATORE INFRASTRUTTURATO (B _M) OPERATORE M.		TIM	VODAFONE	WINDTRE	ILIAD	OPNET	FASTWE B	BANDA TOT. DISPONIBILE (B _{TOT}) (MHz)
		480	460	410	310	60	240	1960
RAPPORTO TRA BANDA OPERATORE B _M E B _{TOT} (%)		24,49	23,47	20,92	15,82	3,06	12,24	100
VALORE DI ATTENZIONE E OBIETTIVO DI QUALITA’ NEL FONDO E.M. SONO INCLUSI I CONTRIBUTI GENERATI DALLE RADIO, DAI BROADCASTER, DAGLI ALTRI OPERATORI NON STRUTTURATI, NONCHE’ QUELLI GENERATI DAGLI IMPIANTI VICINI DEL MEDESIMO OPERATORE.	LE = 15 V/m	ART. 44, COMMA 1-TER DEL CODICE DELLE COMUNICAZIONI ELETTRONICHE: LIMITI ASSENTIBILI L _{M,E} ; L _{M,H} ; L _{M,S} PER L’OPERATORE M: COMMISURATI AL RAPPORTO TRA LA BANDA ACQUISITA SULLA BASE DEI DIRITTI D’USO E LA BANDA TOTALE DISPONIBILE PER IL SERVIZIO, CALCOLATI, TENUTO CONTO DEL FONDO E.M. PREVISTO DALLA NORMA TECNICA CEI 211-10, SECONDO LE FORMULE SEGG. SPECIFICATE DALLE FAQ DEL MIMIT. $L_{M,E} = \sqrt{(LE^2 - F_E^2) * B_M / B_{TOT}}$ $L_{M,H} = \sqrt{(LH^2 - F_H^2) * B_M / B_{TOT}}$ $L_{M,S} = (LS - FS) * B_M / B_{TOT}$						
	LH =0,039 A/m							
	LS = 0,59 W/m²							
		LE; LH; LS VALORI DI ATTENZIONE PER E; H; S F _E ; F _H ; F _S FONDO e.m. IN TERMINI E,H,S						
LIMITE EMISSIVO ASSENTIBILE IN ASSENZA DI FONDO ELETTROMAGNETICO (F _E ; F _H ; F _S =0)								
E (V/m)		7,4	7,3	6,9	6,0	2,6	5,2	TOT.
H (A/m)		0,0193	0,0189	0,0178	0,0155	0,0068	0,0136	
S (W/m²)		0,1445	0,1385	0,1234	0,0933	0,0181	0,0722	
E²		54,76	53,29	47,61	36	6,76	27,04	225,46 E _{tot} = 15 V/m

TAB^a_{ESP} ESPOSIZIONE (POPOLAZIONE) A EMISSIONE (CEM A RF) DI IMPIANTI DI TLC (ES. SRB) E RADIO TV (VALORI EFFICACI CAMPO NON PERTURBATO), OSSIA LIVELLI DI RIFERIMENTO NELLA TERMINOLOGIA ICNIRP (NON PERTURBATO: (CAMPO CHE ESISTEREBBE IN UN PUNTO IN ASSENZA DI PERSONE O DI OGGETTI NON PERMANENTI)).			
GRANDEZZA RADIOMETRICA	E (V/m)	H (A/m)	S, D (W/m²)
NOTA a L. QUADRO 22 FEB. 2001, N. 36 CON ART. 4 MODIFICATO DA L. N.214/2023; DPCM 8/07/2003 MODIFICATO DAL D.L. 18/10/2012 N. 179, COORDINATO CON L. CONVERSIONE 17 DIC. 2012, N. 221, DECRETO MATTM DEL 5 OTTOBRE 2016; L. N. 214/2023.			
LIMITI DI ESPOSIZIONE, CONSIDERATO L'ASSORBIMENTO b IN ASSENZA DI PERTINENZE ESTERNE NEI LUOGHI DI ESPOSIZIONE c .			
0,1 < f <= 3 MHz	60	0,2	-
3 MHz < f <= 3.000 MHz	20	0,05	1
3 GHz < f <= 300 GHz	40	0,1	4
VALORI DI ATTENZIONE, VIGENTI DAL 30 APRILE 2024 (L. N. 214/2023) CONSIDERATO L'ASSORBIMENTO (b) NEI LUOGHI ABITATIVI DI ESPOSIZIONE (d), IN VIA CAUTELATIVA E PROVVISORIA, IN ASSENZA DI UN PROVVEDIMENTO LEGISLATIVO DI ADEGUAMENTO.			
0,1 MHz < f <= 300 GHz	15	0,039	(3 MHz – 300 GHz) 0,59
OBIETTIVI DI QUALITÀ, VIGENTI DAL 30 APRILE 2024 IN FORZA L. n. 214/2023, CONSIDERATO L'ASSORBIMENTO (b) NEI LUOGHI ABITATIVI DI ESPOSIZIONE (e) IN VIA CAUTELATIVA E PROVVISORIA, IN ASSENZA DI UN PROVVEDIMENTO LEGISLATIVO DI ADEGUAMENTO.			
0,1 MHz < f <= 300 GHz	15	0,039	(3 MHz – 300 GHz) 0,59
NOTA b Decreto MATTM del 5 ottobre 2016. VALORI DI ATTENUAZIONE, DI CUI ALL'ALL. 1, DA SOTTRARRE AI LIVELLI PREVISIONALI DI CAMPO (NO PERTINENZE ESTERNE)			
NOTA c TIPICAMENTE “OUTDOOR”.VALORI RILEVATI PER h = 1,5 m SUL PIANO DI CALPESTIO E MEDIATI (E e H MEDIA QUADRATICA) SU UN OGNI INTERV. DI 6 MINUTI (DISPOSTO DAL DPCM 8 LUGLIO 2003)			
NOTA d VALORI RILEVATI A UN'ALTEZZA h = 1,5 m SUL PIANO DI CALPESTIO E MEDIATI (E e H MEDIA QUADRATICA) SULL'ARCO 24 h, AI SENSI D.L. 18/10/2012 N. 179, SULLA SEZ. VERT. EQUIV. DEL CORPO UMANO. SI APPLICANO ALL'INTERNO DI EDIFICI UTILIZZATI COME AMBIENTI ABITATIVI CON PERMANENZE CONTINUATIVE AL GIORNO >= 4 h			
NOTA e AREE ALL'APERTO INTENSAMENTE FREQUENTATE. COME TALI ANCHE SUPERFICI EDIFICATE, OVVERO ATTREZZATE PER IL SODDISFACIMENTO DI BISOGNI SOCIALI. LIVELLI DI ESPOSIZIONE SU BASE CALCOLO PREVISIONALE/MISURAZIONE (h = 1.5 m SUL PIANO DI CALPESTIO). (E e H MEDIA QUADRATICA) SULL'ARCO DELLE 24 ORE.			
PERTINENZE ESTERNE: “DIMENSIONI ABITABILI”, QUALI BALCONI, TERRAZZI E CORTILI (ESCLUSI I TETTI ANCHE IN PRESENZA DI LUCERNAI ED I LASTRICI SOLARI CON FUNZIONE PREVALENTE DI COPERTURA), SOLO NEL CASO DI UTILIZZAZIONE, PER PERMANENZE CONTINUATIVE AL GIORNO >=4 h. LA NOZIONE “DIMENSIONI ABITABILI” È INTRODOTTA DAL DM MATTM DEL 2 DIC. 2014 (LINEE GUIDA EX D. L. N. 179 DEL 18 OTT.2012).			

STIMA DEL CAMPO NEI PUNTI DI CONTROLLO. CONFRONTO CON I VALORI DI RIFERIMENTO NORMATIVO.

PUNTO 5.2 GUIDA CEI 211-10 PROCEDURA DI VERIFICA DELLA CONFORMITÀ PREVISIONALE DI UN IMPIANTO (ES.SRB).

COEFFICIENTE DI CONFORMITÀ: QUANTITÀ ADIMENSIONALE CALCOLATA SOMMANDO I CONTRIBUTI DI TUTTE LE SORGENTI CHE INSISTONO SUL PUNTO DI CONTROLLO, ESPRESSI IN TERMINI DI VALORE EFFICACE NORMALIZZATO AL LIMITE SPECIFICO PREVISTO DALLA NORMATIVA VIGENTE.

LINEE GUIDA ICNIRP 2020 – EQUAZIONE n. 3. IL COEFFICIENTE DI CONFORMITÀ PER UNA SORGENTE CHE EMETTA ONDE e.m. A RF (100 kHz-300 GHz), ESPRESSO IN TERMINI DI LIVELLI DI RIFERIMENTO, PER ESPOSIZIONE WHOLE BODY MEDIATA SU 30 MIN., È DATO DA **(EQ. 5.1)**:

$$C = \sum_{i=100 \text{ kHz}}^{30 \text{ MHz}} \max \left\{ \left(\frac{E_{\text{inc},i}}{E_{\text{inc,RL},i}} \right)^2 ; \left(\frac{H_{\text{inc},i}}{H_{\text{inc,RL},i}} \right)^2 \right\} + \sum_{i>30 \text{ MHz}}^{2 \text{ GHz}} \max \left\{ \left(\frac{E_{\text{inc},i}}{E_{\text{inc,RL},i}} \right)^2 ; \left(\frac{H_{\text{inc},i}}{H_{\text{inc,RL},i}} \right)^2 ; \left(\frac{S_{\text{inc},i}}{S_{\text{inc,RL},i}} \right) \right\} + \sum_{i>2 \text{ GHz}}^{300 \text{ GHz}} \left(\frac{S_{\text{inc},i}}{S_{\text{inc,RL},i}} \right) \leq 1$$

$f > 2 \text{ GHz}$: NON APPLICABILI INTENSITA' E e H. $S_{\text{inc,RL},i}$ APPLICABILE SALVO CHE IN ZONA VICINA REATTIVA.

C = CONTRIBUTO NORMALIZZATO AL LIMITE DI RIFERIMENTO NORMATIVO DELLE GRANDEZZE RADIOELETTRICHE (E;H;S) NEI **VARI RANGE FREQUENZIALI**.

SE $C \leq 1$ I LIMITI DI RIFERIMENTO NORMATIVO NON RISULTANO SUPERATI E LE SORGENTI SONO CONFORMI AI LIMITI NORMATIVI.

In cui: • $E_{\text{INC},i}$ È IL CAMPO ELETTRICO INCIDENTE MEDIATO SULL'INTERO CORPO ALLA FREQUENZA i-ma • $E_{\text{INC,RL},i}$ È IL CAMPO ELETTRICO INCIDENTE MEDIATO SULL'INTERO CORPO ALLA FREQUENZA i-ma • $H_{\text{INC},i}$ È IL CAMPO MAGNETICO INCIDENTE MEDIATO SULL'INTERO CORPO ALLA FREQUENZA i-ma • $H_{\text{INC,RL},i}$ È IL CAMPO MAGNETICO INCIDENTE MEDIATO SULL'INTERO CORPO ALLA FREQUENZA i-ma • $S_{\text{INC},i}$ È LA DENSITÀ DI POTENZA INCIDENTE MEDIATA SULL'INTERO CORPO ALLA FREQUENZA i-ma • $S_{\text{INC,RL},i}$ È LA DENSITÀ DI POTENZA INCIDENTE MEDIATA SULL'INTERO CORPO ALLA FREQUENZA i-ma.

NEL CASO DI N SORGENTI GRAVANTI SUL PUNTO DI CONTROLLO, IL COEFFICIENTE DI CONFORMITÀ PREVISIONALE **C**, E' DATO DA, **EQ. 5.2** (IN ANALOGIA A QUANTO PREVISTO **DALL'ALLEGATO C** DEL DPCM 8 LUGLIO 2003):

Eq. 5.2

$$C = \sum_{n=1}^N C_n \leq 1$$

IN CUI C_n È IL CONTRIBUTO NORMALIZZATO DELL'ESPOSIZIONE DELLA SORGENTE n-ma, DEFINITO COME (**EQ. 5.3**; **EQ. 5.4**; **EQ. 5.5**):

$$C_{n-E} = \frac{E_n^2}{LE(f)^2} \quad C_{n-H} = \frac{H_n^2}{LH(f)^2} \quad C_{n-S} = \frac{S_n}{LS(f)}$$

SI APPLICA EQ. 5.3; 5.4; 5.5 A SECONDA DISPONIBILITÀ E; H;S ALLA FREQUENZA DELLA SORGENTE

LE; LH;LS LIMITI DI ESPOSIZIONE, VALORE ATTENZIONE/OBIETTIVO QUALITÀ'

CONFRONTO CON I VALORI DI RIFERIMENTO NORMATIVO: LIMITI DI ESPOSIZIONE, VALORI DI ATTENZIONE, OBIETTIVI DI QUALITA'.
NEL CASO DEI **LIMITI DI ESPOSIZIONE**, VALORI DI ATTENZIONE/OBIETTIVI DI QUALITA' S, **VIGENTI** STABILITI DAL dpcm 8 luglio 2003 e s.m.i. , LA

Eq. 5.2 $c = \sum_{n=1}^N c_n \leq 1$ INDICIZZATA PER I RANGE DI f PREVISTI DALLO STESSO dpcm CON N_1 ; N_2 ; N_3 SORGENTI IVI PRESENTI, SI SCRIVE:

LIMITI ESPOSIZIONE

$$C = \sum_{n=1}^{N1} \max [E_n^2/60^2; H_n^2/0.2^2] \Big|_{0.1 < f \leq 3 \text{ MHz}} + \sum_{n=1}^{N2} \max [E_n^2/20^2; H_n^2/0.05^2; S_n/1] \Big|_{3 \text{ MHz} < f \leq 3 \text{ GHz}} + \sum_{n=1}^{N3} \max [E_n^2/40^2; H_n^2/0.1^2; S_n/4] \Big|_{3 \text{ GHz} < f \leq 300 \text{ GHz}}$$

Eq. 5.6

VALORI DI ATTENZIONE/OBIETTIVI DI QUALITA'

$$C = \sum_{n=1}^{N1} \max (E_n^2/15^2; H_n^2/0.039^2) \Big|_{0.1 \text{ MHz} - 3 \text{ MHz}} + \sum_{n=1}^{N2 + N3} \max [E_n^2/15^2; H_n^2/0.039^2; S_n/0.59] \Big|_{3 \text{ MHz} - 300 \text{ GHz}} \leq 1$$

Eq. 5.7

NOTE 1. SE PER LA STESSA SORGENTE SONO DISPONIBILI I LIVELLI DI ESPOSIZIONE SIA IN TERMINI DI CAMPO ELETTRICO CHE DI CAMPO MAGNETICO CHE DI DENSITÀ DI POTENZA, SI UTILIZZA SOLO QUELLO CHE HA IL COEFFICIENTE DI CONFORMITÀ PIÙ ELEVATO.

2. LADDOVE I CAMPI SIANO IN RELAZIONE DI IMPEDENZA D'ONDA, L'OPERAZIONE DI MASSIMO NELLE EQUAZIONI 5-6 E 5-7 NON RISULTA NECESSARIA

UTILIZZO DEL FONDO ELETTROMAGNETICO NELLE STIME PREVISIONALI

L'INSTALLAZIONE DI UNA NUOVA SRB O LA SUA MODIFICA (VARIAZIONE DEI PARAMETRI RADIOELETTRICI, FREQUENZE E COSI' VIA) S'INQUADRA, QUASI SEMPRE, IN UN CONTESTO DI ESPOSIZIONE PREESISTENTE.

LA VERIFICA COMPUTAZIONALE DELLA CONFORMITA' PREVISIONALE DELLA NUOVA SORGENTE INSTALLATA O MODIFICATA, DEVE, PERTANTO, AGGIUNGERE UN PROPRIO CONTRIBUTO (RELATIVO ALLA f DELLA SRB IN ESAME) AL LIVELLO DI CONFORMITA' GLOBALE (EFFETTO DI TUTTE LE SORGENTI ATTIVE PRESENTI) RISULTANTE IN PRECEDENZA.

IL SUDDETTO LIVELLO GLOBALE TALORA E' NOTO (C_{pre}), NEL SENSO CHE SONO DISPONIBILI I VALORI CUMULATIVI DEL LIVELLO DI ESPOSIZIONE PER OGNI INTERVALLO DI FREQUENZA RELATIVO A UN LIMITE, CHE DERIVANO DA UNA PRECEDENTE VERIFICA DELLA CONFORMITA' PREVISIONALE O DA MISURE (EFFETTUATE SECONDO GUIDA CEI 211-7) NEI PUNTI DI CONTROLLO.

VALORI DI ATTENZIONE/OBIETTIVI DI QUALITA'

$$C_{pre} = \sum_{n=1}^{N1} \max [E_n^2/15^2; H_n^2/0.039^2] \Big|_{0.1 \text{ MHz} - 3 \text{ MHz}} + \sum_{n=1}^{N_2 + N_3} \max [E_n^2/15^2; H_n^2/0.039^2; S_n/0.59] \Big|_{3 \text{ MHz} - 300 \text{ GHz}} \leq 1 \quad \text{Eq. 5.7}$$

IN TAL CASO, DETTO C_{post} IL NUOVO COEFFICIENTE DI CONFORMITA' DERIVANTE DALL'INSTALLAZIONE/MODIFICA DELLA SRB, SI HA:

❑ AGGIUNTA DI UNA SORGENTE

$$C_{post} = C_{pre} + C_{sorgente \text{ aggiunta}}$$

❑ MODIFICA DI UNA SORGENTE

$$C_{post} = C_{pre} - C_{sorgente \text{ pre-modifica}} + C_{sorgente \text{ post-modifica}}$$

IN CUI I TERMINI $C_{SORGENTE \text{ PRE-MODIFICA}}$, $C_{SORGENTE \text{ POST-MODIFICA}}$ e $C_{SORGENTE \text{ AGGIUNTA}}$ CALCOLATI CON EQ. 5-3, EQ. 5-4 O EQ. 5-5 (V. SLIDE PREC.).

$$C_{n-E} = \frac{E_n^2}{LE(f)^2} \quad C_{n-H} = \frac{H_n^2}{LH(f)^2} \quad C_{n-S} = \frac{S_n}{LS(f)}$$

LE; LH;LS LIMITI DI ESPOSIZIONE, VALORE ATTENZIONE/OBIETTIVO QUALITA'

AUTORIZZAZIONI RELATIVE ALLE INFRASTRUTTURE DI COMUNICAZIONE ELETTRONICA PER IMPIANTI RADIOELETTRICI

Art. 44 DEL CODICE DELLE COMUNICAZIONI ELETTRONICHE (D.Lgs. 1 agosto 2003, n. 259 e s.m.i.) NUOVE INFRASTRUTTURE PER IMPIANTI RADIOELETTRICI (= INSEDIAMENTO NUOVI SITI CON TORRI/TRALICCI, DESTINATI AD OSPITARE SUCCESSIVAMENTE STAZIONI RADIO BASE (SRB), ANTENNE E RELATIVI APPARATI RADIOTRASMETTENTI, OVVERO INFRASTRUTTURE CHE OSPITERANNO APPARATI RADIOELETTRICI DI TIPO DIVERSO DALLE SRB, ES. DIFFUSIONE DIGITALE TERRESTRE; RETI A BANDA LARGA PUNTO-MULTIPUNTO, DI CUI ALL'ELENCO AL COMMA 1) **ex art. 87 Codice 2003**).

RILASCIANO L'AUTORIZZAZIONE:

ENTI LOCALI, PREVIO ACCERTAMENTO, DA PARTE **ARPA** (AGENZIE REGIONALI PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE) DELLA COMPATIBILITÀ DEL PROGETTO CON I LIMITI DI ESPOSIZIONE, I VALORI DI ATTENZIONE E GLI OBIETTIVI DI QUALITÀ, STABILITI UNIFORMEMENTE A LIVELLO NAZIONALE DELLA LEGGE 22 FEBBRAIO 2001, N. 36, E RELATIVI PROVVEDIMENTI DI ATTUAZIONE.

ISTANZA DI AUTORIZZAZIONE E SCIA (MODULISTICA DI CUI ALL'ALL. 12-BIS DEL CODICE DELLE COMUNICAZIONI ELETTRONICHE)

L'ISTANZA DI AUTORIZZAZIONE ALLA INSTALLAZIONE DI INFRASTRUTTURE DEL COMMA 1, CON POTENZA IN SINGOLA ANTENNA **> 20 W**, È PRESENTATA ALL'ENTE LOCALE (**SUAP** SPORTELLO UNICO ATTIVITÀ PRODUTTIVE) DAI TITOLARI DI AUTORIZZAZIONE AI SENSI DELL'ARTICOLO 11 DEL CODICE (AUTORIZZAZIONE GENERALE PER LE RETI E I SERVIZI DI COMUNICAZIONE ELETTRONICA), TRAMITE PORTALE TELEMATICO E, IN MANCANZA DI ESSO, DEVE ESSERE INVIATA MEDIANTE PEC, PREDISPOSTA SECONDO IL MODELLO DI ALL. 12-BIS.

L'ISTANZA DEVE ESSERE CORREDATA DELLA DOCUMENTAZIONE ATTA A COMPROVARE, IL RISPETTO DEI LIMITI DI ESPOSIZIONE, DEI VALORI DI ATTENZIONE E DEGLI OBIETTIVI DI QUALITÀ, RELATIVI ALLE EMISSIONI ELETTROMAGNETICHE, DI CUI ALLA LEGGE 22 FEBBRAIO 2001, N. 36, E RELATIVI PROVVEDIMENTI DI ATTUAZIONE, ATTRAVERSO L'**UTILIZZO DI MODELLI PREDITTIVI CONFORMI ALLE PRESCRIZIONI DELLA CEI**.

IN CASO DI INSTALLAZIONE DI IMPIANTI, CON POTENZA IN SINGOLA ANTENNA **≤ 20 W**, FERMO RESTANDO IL RISPETTO DEI LIMITI DI ESPOSIZIONE, DEI VALORI DI ATTENZIONE E DEGLI OBIETTIVI DI QUALITÀ SUINDICATI, È SUFFICIENTE LA **SCIA (SEGNALAZIONE CERTIFICATA DI INIZIO ATTIVITÀ)**, CONFORME AL **(MODELLO D)**.

COPIA DELL'ISTANZA OVVERO DELLA SEGNALAZIONE VIENE INOLTATA CONTESTUALMENTE AD ARPA/ANPA, CHE SI PRONUNCIA ENTRO **30 GIORNI DALLA COMUNICAZIONE** (QUALORA NON SIA INDETTA LA CONFERENZA DEI SERVIZI NdS).

LE ISTANZE DI AUTORIZZAZIONE SI INTENDONO ACCOLTE/RIGETTATE SECONDO UNA CLAUSOLA SILENZIO ASSENSO.

Art. 44 DEL CODICE DELLE COMUNICAZIONI ELETTRONICHE (D.Lgs. 1 agosto 2003, n. 259 e s.m.i.) NUOVI IMPIANTI

ESITO ISTANZA DI AUTORIZZAZIONE (CRITERIO SILENZIO-ASSENSO): COMMA 6; COMMA 6bis; COMMA 7; COMMA 8; COMMA 9; COMMA 10

LE ISTANZE DI AUTORIZZAZIONE SI INTENDONO ACCOLTE NEI SEGUENTI CASI 1.; 2.; 3 (**CLAUSOLA SILENZIO ASSENSO IN 1. E 3.**)

1. QUALORA, ENTRO IL TERMINE PERENTORIO DI **60** GIORNI (COMMA 10) DALLA PRESENTAZIONE DEL PROGETTO E DELLA RELATIVA DOMANDA, NON SIA INTERVENUTO UN PROVVEDIMENTO DI DINIEGO O UN PARERE NEGATIVO DA PARTE **AGENZIE ARPA** (ORGANISMO COMPETENTE AD EFFETTUARE I CONTROLLI E NON SIA STATA ISTITUITA UNA **CONFERENZA DEI SERVIZI (ds)**.

OVE L'INSTALLAZIONE DELL'INFRASTRUTTURA (CIVILE) SIA SUBORDINATA ALL'ACQUISIZIONE DI UNO O PIÙ PROVVEDIMENTI, DETERMINAZIONI, PARERI E COSÌ VIA, IVI COMPRESSE LE AUTORIZZAZIONI PREVISTE DAL CODICE DEI BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO, D.LGS. 22 GENNAIO 2004, N. 42, HA LUOGO LA CONVOCAZIONE, DA PARTE DEL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO, (ENTRO 5 GIORNI DALLA PRESENTAZIONE DELL'ISTANZA) DELLA **CONFERENZA DEI SERVIZI (Cds)**, ALLA QUALE PRENDONO PARTE TUTTE LE AMMINISTRAZIONI, GLI ENTI E I GESTORI COMUNQUE COINVOLTI NEL PROCEDIMENTO ED INTERESSATI DALLA INSTALLAZIONE, **IVI INCLUSI LE AGENZIE ANPA/ARPA O LORO RAPPRESENTANTI**.

ALLA **Cds** SI APPLICANO LE DISPOSIZIONI DI CUI AGLI ARTICOLI 14, 14-BIS, 14-TER, 14-QUATER E 14-QUINQUIES [RIMEDI PER LE AMMINISTRAZIONI DISSENZIENTI] DELLA LEGGE 7 AGOSTO 1990, N. 241, CON IL DIMEZZAMENTO DEI TERMINI IVI INDICATI, AD ECCEZIONE DEI TERMINI DI CUI AL SUDDETTO ARTICOLO 14-QUINQUIES, E **FERMO RESTANDO L'OBLIGO DI RISPETTARE IL TERMINE PERENTORIO FINALE DI CONCLUSIONE DEL PRESENTE PROCEDIMENTO DI 60 GIORNI DI CUI AL COMMA 10.**

2. SIA INTERVENUTA UNA DETERMINAZIONE POSITIVA DELLA CONFERENZA, CHE VALE COME DICHIARAZIONE DI PUBBLICA UTILITÀ, INDIFFERIBILITÀ ED URGENZA DEI LAVORI.

3. SI VERIFICANO LE SEGG. CONDIZIONI:

- ☐ NON SIA STATA DATA COMUNICAZIONE:
 - NE' DI UNA DETERMINAZIONE DECISORIA DELLA CONFERENZA DI SERVIZI, ALLA QUALE PRENDONO PARTE TUTTE LE AMMINISTRAZIONI, GLI ENTI E I GESTORI COMUNQUE COINVOLTI NEL PROCEDIMENTO ED INTERESSATI DALLA INSTALLAZIONE, IVI INCLUSE ARPA/ANPA O LORO RAPPRESENTANTI
 - NE' DI UN PARERE NEGATIVO ESPRESSO DA AGENZIE ARPA, OVE NE SIA PREVISTO L'INTERVENTO
- ☐ NE' SIA STATO ESPRESSO DISSENSO, CONGRUAMENTE MOTIVATO, DA PARTE DI UN'AMMINISTRAZIONE PREPOSTA ALLA TUTELA AMBIENTALE, PAESAGGISTICO-TERRITORIALE O DEI BENI CULTURALI.

NEI CASI DI DISSENSO CONGRUAMENTE MOTIVATO, OVE NON SIA STATA ADOTTATA LA DETERMINAZIONE DECISORIA FINALE NEL TERMINE DI 60 GIORNI DISPOSTO AL COMMA 10, SI APPLICA L'ARTICOLO 2, COMMA 9-TER, DELLA LEGGE 7 AGOSTO 1990 N. 241 (*DECORSO INUTILMENTE IL TERMINE PER LA CONCLUSIONE DEL PROCEDIMENTO, [DI NORMA] 30 GG. O QUELLO SUPERIORE [PER EFFETTO DI SOSPENSIONE], DI CUI AL COMMA 7, IL RESPONSABILE O L'UNITÀ ORGANIZZATIVA DI CUI AL COMMA 9-BIS, D'UFFICIO O SU RICHIESTA DELL'INTERESSATO, ESERCITA IL POTERE SOSTITUTIVO E, ENTRO UN TERMINE PARI ALLA METÀ DI QUELLO ORIGINARIAMENTE PREVISTO, CONCLUDE IL PROCEDIMENTO ATTRAVERSO LE STRUTTURE COMPETENTI O CON LA NOMINA DI UN COMMISSARIO.*

GLI ENTI LOCALI POSSONO PREVEDERE TERMINI PIÙ BREVI PER LA CONCLUSIONE DEI RELATIVI PROCEDIMENTI OVVERO ULTERIORI FORME DI SEMPLIFICAZIONE AMMINISTRATIVA.

DECORSO IL SUDDETTO TERMINE, L'AMMINISTRAZIONE PROCEDENTE COMUNICA, ENTRO IL TERMINE PERENTORIO DI **7** GIORNI, L'ATTESTAZIONE DI AVVENUTA AUTORIZZAZIONE, SCADUTO IL QUALE È SUFFICIENTE L'AUTOCERTIFICAZIONE DEL RICHIEDENTE. SONO FATTI SALVI I CASI IN CUI DISPOSIZIONI DEL DIRITTO DELL'UNIONE EUROPEA RICHIEDONO L'ADOZIONE DI PROVVEDIMENTI ESPRESSI.

AUTORIZZAZIONI RELATIVE ALLE INFRASTRUTTURE DI COMUNICAZIONE ELETTRONICA PER IMPIANTI RADIOELETTRICI
ART. 45 (PROCEDURE SEMPLIFICATE PER DETERMINATE TIPOLOGIE DI IMPIANTI) (EX ART. 87-BIS CODICE 2003): IMPIANTI RADIOELETTRICI PARTICOLARI ≠ STAZIONI RADIOMOBILI, DA INSTALLARE O MODIFICARE IN **PREESISTENTI INFRASTRUTTURE PER IMPIANTI RADIOELETTRICI (OPERE EDILI: TORRI/TRALICCI, RIPETITORI GIA' PREDISPOSTE NEL SITO)** .

3 TIPI DI PROCEDURE AUTORIZZATIVE (MODULISTICA DI CUI ALL'ALL. 12-BIS DEL CODICE DELLE COMUNICAZIONI ELETTRONICHE)

1. SCIA: (SEGNALAZIONE CERTIFICATA DI INIZIO DI ATTIVITA') PER **L'INSTALLAZIONE DI APPARATI 4G, SUE EVOLUZIONI [ES.5G]** O ALTRE TECNOLOGIE SU PREESISTENTI INFRASTRUTTURE PER IMPIANTI RADIOELETTRICI, OPPURE PER LA MODIFICA DELLE CARATTERISTICHE TRASMISSIVE DEGLI APPARATI IVI COLLOCATI.

SCIA CONTENENTE LA DESCRIZIONE DIMENSIONALE DELL'IMPIANTO, FERMO RESTANDO IL RISPETTO DEI LIMITI, DEI VALORI E DEGLI OBIETTIVI DI CUI ALL'ARTICOLO 44, INDIPENDENTEMENTE DAI WATT DI POTENZA.

SEGNALAZIONE, CONFORME AL **MODELLO D – SEGNALAZIONE CERTIFICATA DI INIZIO ATTIVITÀ (ARTT. 44, COMMA 3 E 45, COMMA 1)-** TRASMESSA ALL'**ENTE LOCALE**, TRAMITE PORTALE TELEMATICO O, IN SUA ASSENZA, MEDIANTE POSTA ELETTRONICA CERTIFICATA.

CONTESTUALMENTE, COPIA DELLA SEGNALAZIONE TRASMESSA ALLE AGENZIE **ARPA**, PER IL RILASCIO DEL PARERE DI COMPETENZA.

QUALORA ENTRO **30 GIORNI DALLA TRASMISSIONE**, ANPA/ARPA RILASCI UN PARERE NEGATIVO, L'**ENTE LOCALE**, AI SENSI DELLA DISCIPLINA E ALLE TEMPISTICHE DELLA SCIA DI CUI ALL'ART. 19 DELLA L. 241/1990, ADOTTA MOTIVATI PROVVEDIMENTI DI DIVIETO DI PROSECUZIONE DELL'ATTIVITÀ E DI RIMOZIONE DEGLI EVENTUALI EFFETTI DANNOSI.

2. AUTOCERTIFICAZIONE DI ATTIVAZIONE (SENZA QUINDI PASSARE PER L'AUTORIZZAZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE): PER LE INSTALLAZIONI E LE MODIFICAZIONI, IVI COMPRESSE LE MODIFICAZIONI DELLE CARATTERISTICHE TRASMISSIVE DEGLI IMPIANTI DI CUI AL PRESENTE ARTICOLO **(ES. APPARATI 4G; 5G)**, DEGLI **IMPIANTI RADIOELETTRICI PER TRASMISSIONE PUNTO-PUNTO E PUNTO-MULTIPUNTO** E DEGLI IMPIANTI **RADIOELETTRICI PER L'ACCESSO A RETI DI COMUNICAZIONE AD USO PUBBLICO** CON POTENZA MASSIMA AL CONNETTORE D'ANTENNA INFERIORE O UGUALE A **10 W E CON DIMENSIONE DELLA SUPERFICIE RADIANTE NON SUPERIORE A 0,5 METRI QUADRATI.**

AUTOCERTIFICAZIONE SECONDO IL **MODELLO E– AUTOCERTIFICAZIONE DI ATTIVAZIONE O MODIFICA (ART. 45, COMMA 4-BIS)**, DA INVIARE, CONTESTUALMENTE ALL'ATTUAZIONE DELL'INTERVENTO, ALL'ENTE LOCALE E AGLI ORGANISMI ANPA/ARPA.

3. SENZA ALCUNA COMUNICAZIONE ALL'ENTE LOCALE E AGLI ORGANISMI ANPA/ARPA: PER L'INSTALLAZIONE E L'ATTIVAZIONE DI APPARATI DI RETE CARATTERIZZATI DA UNA POTENZA MASSIMA TRASMESSA IN UPLINK INFERIORE O UGUALE A 100 MW, E DA UNA POTENZA MASSIMA AL CONNETTORE DI ANTENNA, IN DOWNLINK, INFERIORE O UGUALE A 5 W, E AVENTI UN INGOMBRO FISICO NON SUPERIORE A 20 LITRI.

AUTORIZZAZIONI RELATIVE ALLE INFRASTRUTTURE DI COMUNICAZIONE ELETTRONICA PER IMPIANTI RADIOELETTRICI

MODELLO A: ISTANZA AUTORIZZAZIONE PER L’INSTALLAZIONE/ MODIFICA CARATTERISTICHE DI IMPIANTI RADIOELETTRICI (ART. 44, CO. 1 E 2) DI CUI ALL’ALL. 12-bis AL CODICE DELLE COMUNICAZIONI ELETTRONICHE.

DATI DELLA ATTIVITÀ DI INTERVENTO	
☐	INSTALLAZIONE
☐	MODIFICA

DESCRIZIONE DELL’INFRASTRUTTURA PER IMPIANTO RADIOELETTRICO E DELLE AREE CIRCOSTANTI:

POSIZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI, LA LORO COLLOCAZIONE E LA LORO ACCESSIBILITÀ DA PARTE DEL PERSONALE INCARICATO.

INDIRIZZO O IN ALTERNATIVA FOGLIO MAPPALE CON COORDINATE UTM DELLA DISLOCAZIONE DELL’IMPIANTO. VA ANCHE SPECIFICATO SE IL NUOVO IMPIANTO UTILIZZA UN SISTEMA DI ANTENNE GIÀ IN ESERCIZIO PER ALTRE EMITTENTI.

DESCRIZIONE DEL TERRENO CIRCOSTANTE E DEGLI EDIFICI E STAZIONI EMITTENTI IN UN RAGGIO 300 m

CARATTERISTICHE RADIOELETTRICHE DELL’IMPIANTO TRASMITTENTE

DEDUCIBILI DAGLI ALL. TECNICI ALL’ISTANZA: SCHEDA TECNICA IMPIANTO E DIAGRAMMI ANGOLARI DI IRRADIAZIONE ORIZZ. E VERT. DEL SISTEMA RADIANTE (V. SLIDE SUCC)-

STIME DEL CAMPO GENERATO

RISULTATI OTTENUTI CON LE MODALITÀ DI SIMULAZIONE NUMERICA SPECIFICANDO L’ALGORITMO DI CALCOLO CON IL QUALE SI SONO ESEGUITE LE STIME DI CAMPO E QUALORA IL Sw SIA DI TIPO COMMERCIALE, IL NOME DEL PROGRAMMA. I PROGRAMMI UTILIZZATI PER IL CALCOLO PREVISIONALE DOVRANNO ESSERE CONFORMI A QUANTO INDICATO NELLA **GUIDA CEI 211-10 “GUIDA ALLA REALIZZAZIONE DI UNA STAZIONE RADIO BASE PER RISPETTARE I LIMITI DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI IN ALTA FREQUENZA”** E SODDISFARE I REQUISITI MINIMI INDICATI ALLA **SEZ. 8.6 DELLA GUIDA MEDESIMA (RELATIVI ALLO STRUMENO DI CALCOLO PREVISIONALE).**

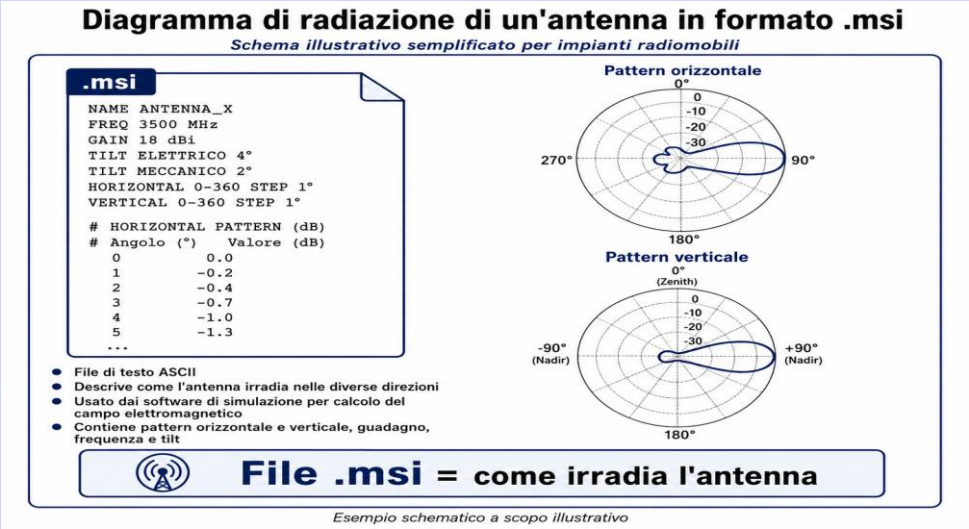
RISULTATI DA FORNIRE, ALTERNATIVAMENTE IN UNA DELLE MODALITÀ SEGUENTI:

- VOLUME DI RISPETTO**, OVVERO LA FORMA GEOMETRICA IN GRADO DI RIASSUMERE IN MODO GRAFICO LA CONFORMITÀ AI LIMITI DI ESPOSIZIONE ED AI VALORI DI ATTENZIONE DI CUI AL dpcm 8 LUGLIO 2003 E s.m.i, UTILIZZANDO LA DEFINIZIONE DI VOLUME DI RISPETTO CONTENUTA NELLA SEZIONE 3.1.58 DELLA **GUIDA CEI 211-10**. IN ALTERNATIVA È POSSIBILE UTILIZZARE ANCHE LA DEFINIZIONE DI **ISOSUPERFICIE 3D** RIPORTATA NELL’**APPENDICE B2 DELLA MEDESIMA GUIDA CEI 211-10**. SE I VOLUMI DI RISPETTO EVIDENZIANO PUNTI CON INTERSEZIONI CRITICHE (RISPETTO ALLE SOGLIE USATE) PER POSIZIONI ACCESSIBILI ALLA POPOLAZIONE CON TEMPI DI PERMANENZA SUPERIORE A 4 h, DOVRANNO ESSERE FORNITE LE CURVE DI ISOCAMPO RISPETTO AI PUNTI DI CRITICITÀ PER LE STESSE SOGLIE.
- STIMA PUNTUALE DEI VALORI DI CAMPO** AL **MASSIMO IN 10 PUNTI/SITO** IN CUI SI PREVEDE UNA MAGGIORE ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE. PER QUESTI ULTIMI OCCORRE:
A. EVIDENZIARE NELLE PLANIMETRIE A DISPOSIZIONE LE POSIZIONI ACCESSIBILI ALLA POPOLAZIONE, SPECIFICANDO SE I TEMPI DI PERMANENZA SONO INFERIORI O SUPERIORI ALLE 4 h;
B. EFFETTUARE UNA CAMPAGNA DI **MISURE DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO DI FONDO** PRESENTE SECONDO LE INDICAZIONI DELLA **GUIDA CEI 211-7**.
LA SCELTA TRA LE DUE MODALITÀ 1. E 2. RIMANE A DISCREZIONE DELL’OPERATORE. IN OGNI CASO LE VALUTAZIONI SOPRA INDICATE DOVRANNO COMPRENDERE LA **STIMA DEL FONDO AMBIENTALE**, AL FINE DI PERMETTERE LA VALUTAZIONE DEL CAMPO ELETTRICO COMPLESSIVO.

A) **SCHEDA TECNICA OGNI TRASMETTITORE DELL’IMPIANTO**

- COORDINATE UTM DELLA DISLOCAZIONE DEL TRASMETTITORE
 - FREQUENZA OPERATIVA,SERVIZIO (GSM, UMTS, LTE, 5G, ECC..)
 - MARCA E MODELLO DELLA ANTENNA INSTALLATA
 - ALTEZZA DEL CENTRO ELETTRICO DEL SISTEMA IRRADIANTE;
 - GUADAGNO IN dBi DEL TRASMETTITORE; - DIREZIONE DI MASSIMO IRRAGGIAMENTO RIFERITA AL NORD GEOGRAFICO
 - TILT MECCANICO; TILT ELETTRICO; TILT COMPLESSIVO; - **POLARIZZAZIONE**- N.RO MASSIMO DI PORTANTI; - POTENZA AL CONNETTORE DI ANTENNA; - ALTEZZA DELL’IMPIANTO s.l.m
 - FATTORE DI RIDUZIONE DELLA POTENZA α_{24} RIFERITO ALL’ULTIMO ANNO SOLARE COSÌ COME PRESCRITTO NELLA GUIDA CEI 211-10^a
 - FATTORE DI DUTY CYCLE TECNOLOGICO (F_{TDC}) COME DEFINITO NELLA GUIDA CEI 211-10; - FATTORE STATISTICO DI RIDUZIONE DELLA POTENZA (F_{PR}) COME DA GUIDA CEI 211-10
- GUIDA CEI 211-10 **TILT** ANGOLO, SUL PIANO DI ELEVAZIONE, TRA LA DIREZIONE MECCANICA DI PUNTAMENTO DELL’ANTENNA E L’ASSE DEL DIAGRAMMA DI RADIAZIONE A METÀ POTENZA. UN ANGOLO DI TILT NEGATIVO SIGNIFICA CHE L’ASSE DEL DIAGRAMMA DI RADIAZIONE A METÀ POTENZA SI TROVA AL DI SOPRA DELL’ANGOLO DI PUNTAMENTO MECCANICO DELL’ANTENNA.
- NOTA 1 **TILT MECCANICO**: INCLINAZIONE FISICA DELL’ANTENNA RISPETTO AL PIANO ORIZZONTALE, ESPRESSA IN GRADI (IL TILT È POSITIVO SE L’ANTENNA È RIVOLTA VERSO IL SUOLO). NOTA 2 **TILT ELETTRICO**: INCLINAZIONE, ESPRESSA IN GRADI E RISPETTO AL PIANO ORIZZONTALE, DELLA DIREZIONE DI MASSIMO IRRAGGIAMENTO DELL’ANTENNA IN CONDIZIONI DI TILT MECCANICO NULLO (IL TILT È POSITIVO SE IL DIAGRAMMA DI RADIAZIONE È RIVOLTO VERSO IL SUOLO).

B) **DIAGR. ANGOLARI DI IRRADIAZIONE** ORIZZ. E VERT. DEL SISTEMA IRRADIANTE, CON ATTENUAZIONE IN dB DEL CAMPO E CON INCREMENTO DI 1° DA 0° A 360°, IN FORMATO msi.



- C) **MAPPA DELLA ZONA CIRCOSTANTE** IL PUNTO PRESCELTO PER L’INSTALLAZIONE. LA MAPPA DOVRÀ ESSERE IN SCALA NON SUPERIORE A 1:2000 E DOVRÀ RIPORTARE:- CURVE DI LIVELLO ALTIMETRICHE; - IL PUNTO ESATTO DI INSTALLAZIONE; -LE ABITAZIONI PRESENTI/IN COSTRUZIONE IN UN RAGGIO DI 300 m DALL’IMPIANTO E h AL COLMO O ALLA GRONDA.
- I LUOGHI DI PUBBLICO ACCESSO CHE SI VENGONO A TROVARE IN UN RAGGIO DI 300 m DALL’IMPIANTO ; - INDICAZIONE DEL NORD GEOGRAFICO. D) **PLANIMETRIA GENERALE ANTE E POST** OPERAM DELL’IMPIANTO IN SCALA 1:500 **NOTA a** NEL SOLO CASO DI NUOVA INSTALLAZIONE IL FATTORE DI RIDUZIONE DELLA POTENZA ALFA24 NON VIENE INDICATO, PERCHE’ MANCA UNO STORICO ANNUALE DEL SITO, CHE PRESUPPONE DATI DI ESERCIZIO RACCOLTI SU UN ORIZZONTE TEMPORALE SIGNIFICATIVO.

POTENZA DI CALCOLO P_{CALCOLO} IN BASE AI FATTORI DI RIDUZIONE PER VALUTAZIONE CAMPO e.m. (PAR. 7 CEI 211-10)

TRASMETTITORE:

1. POTENZA MASSIMA = POTENZA DI TARGA CHE PUO' ESSERE GENERATA
2. POTENZA CONFIGURATA, P_{conf} = POTENZA PIÙ ELEVATA CHE IL TRASMETTITORE PUÒ EROGARE IN CONDIZIONI OPERATIVE, IN BASE ALLA CONFIGURAZIONE. $P_{\text{conf}} \leq$ POTENZA MASSIMA.

P_{CALCOLO} CHE SERVE A DETERMINARE IL LIVELLO DI ESPOSIZIONE, TIENE IN CONTO DI UNA SERIE DI FATTORI DI RIDUZIONE APPLICATI A P_{conf} .

- FATTORI IMPLEMENTATIVI (**FI**): LE MODALITÀ DI CONNESSIONE DELL'ANTENNA AL TRASMETTITORE: CAVO E/O AMPLIFICAZIONE;
- FATTORI TECNOLOGICI (**FT**): FATTORI DETERMINISTICI DIPENDENTI DALLE CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI TRASMISSIONE;
- FATTORI DINAMICI (**FD**): FATTORI STATISTICI CHE DESCRIVONO LA DINAMICA TEMPORALE O SPAZIALE CON CUI LA POTENZA VIENE EROGATA.

FATTORI IMPLEMENTATIVI (FI)

$$FI (dB) = \sum_{n=1}^N APL_n (dB) - \sum_{k=1}^K ATL_k (dB)$$

APL_n GUADAGNO AMPLIFICATORI INTERPOSTI

ATL_k ATTENUAZIONE DI OGNUNO DEI COMPONENTI PASSIVI INTERPOSTI TRA TRASMETTITORE E ANTENNA (CAVI, DIPLEXER, FILTRI).

$$P_{\text{Max_mor}} (dBm) = P_{\text{conf}} (dBm) + FI (dB)$$

$P_{\text{Max_mor}}$ E' LA POTENZA MASSIMA AI MORSETTI D'ANTENNA, DENOMINATA VARIAMENTE ES. POTENZA MASSIMA AL CONNETTORE D'ANTENNA; POTENZA MASSIMA IRRADIATA.

LA P_{CALCOLO} SI OTTIENE APPLICANDO ALLA $P_{\text{Max_mor}}$ I FATTORI **FT** E **FD** IN FUNZIONE DEL TIPO DI LIMITE NORMATIVO DA VERIFICARE

1. LIMITE DI ESPOSIZIONE

$$P_{\text{calcolo}}(\text{dBm}) = P_{\text{Max_mor}}(\text{dBm}) + FT(\text{dB}) + FD(\text{dB})$$

2. VALORE DI ATTENZIONE/OBIETTIVO DI QUALITA'

$$P_{\text{CALCOLO}}(\text{dBm}) = P_{\text{Max-mor}}(\text{dBm}) + \alpha_{24\text{h}}(\text{dB})$$

(2G; 3G; 4G) α_{24} INCORPORA FT e FD)

O ALTERNATIVAMENTE, IN CASO DI NON UTILIZZO DI $\alpha_{24\text{h}}$:

$$P_{\text{CALCOLO}}(\text{dBm}) = P_{\text{Max-mor}}(\text{dBm}) + FT(\text{dB}) + FD(\text{dB})$$

PER PASSARE DALLA POTENZA
ESPRESSA IN dBm ALLA POTENZA
ESPRESSA IN WATT:

$$P(W) = 10^{-3} \times 10^{\frac{P(\text{dBm})}{10}}$$

i) I FATTORI TECNOLOGICI (**FT**), PER LE TECNOLOGIE UTILIZZATE SONO:

- **DTX** E POWER CONTROL PER SISTEMI GSM
- **ADMISSION CONTROL** PER I SISTEMI UMTS
- **F_{TDC}** PER SISTEMI TDD

ii) **FD, FATTORI DINAMICI** = FATTORI DI RIDUZIONE STATISTICO DELLA POTENZA **F_{PR}** PER EFFETTO, SIA DELLA FLUTTUAZIONE TEMPORALE DELLA POTENZA EMessa (**F_{tr}**), SIA DELLA VARIAZIONE SPAZIALE DELL'IRRADIAZIONE (**F_{gr}**): **F_{PR} = F_{tr} x F_{gr}**

i. IL FATTORE **F_{tr}**, È DERIVATO DALL'ANALISI STATISTICA (CDF, CURVA DI DISTRIBUZIONE CUMULATA DELLA FREQUENZA) DELLA POTENZA MEDIA IRRADIATA (CIASCUN VALORE: MEDIA IN INTERVALLI DI 6 MIN.) DALLA STAZIONE RADIO BASE SBR.

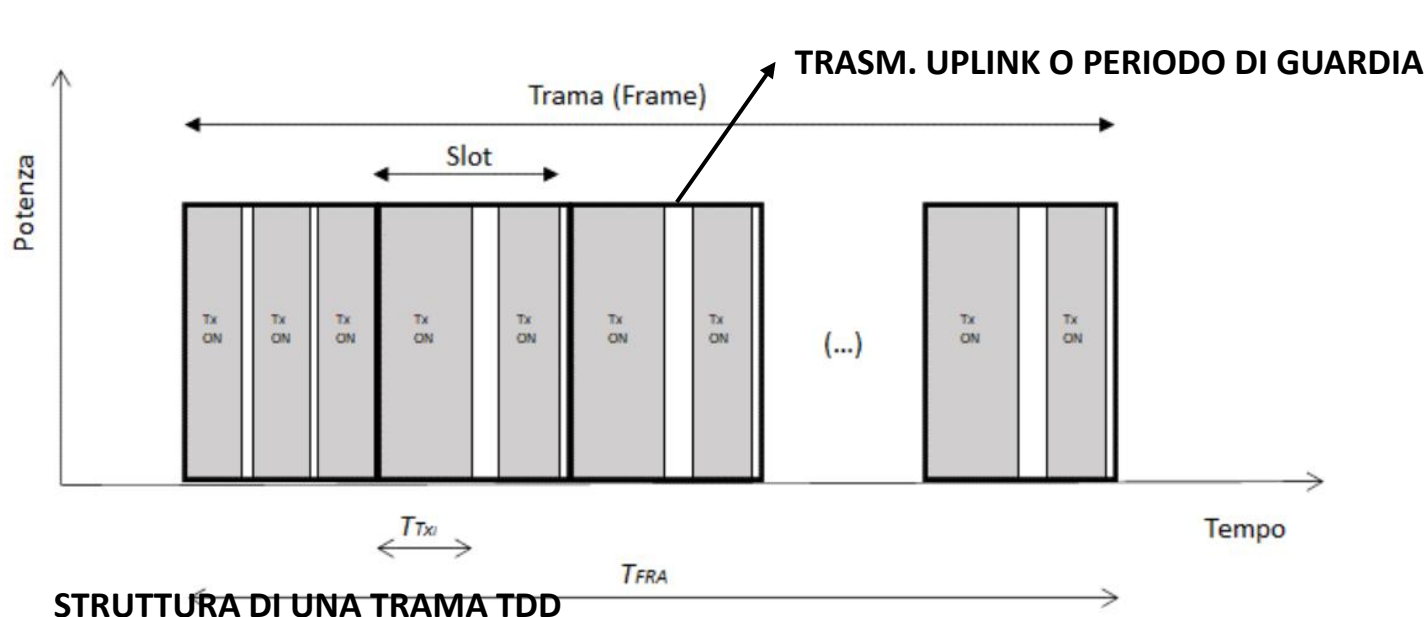
ii. **F_{gr}**: FATTORE DI RIDUZIONE POTENZA RADIATA CHE TIENE CONTO DELL'INDETERMINAZIONE SPAZIALE DELLA RADIAZIONE DA SISTEMI CON ANTENNE ATTIVE (mMIMO). PER SISTEMI EQUIPAGGIATI CON **ANTENNE PASSIVE F_{gr} = 0 dB**.

IL FATTORE **F_{tr}** È AUTOMATICAMENTE FISSATO, SE PRESENTI DISPOSITIVI DI LIMITAZIONE AUTOMATICA DELLA POTENZA PER SISTEMI DOTATI DI ANTENNE PASSIVE E PER DIREZIONE NEI SISTEMI DOTATI DI ANTENNE ATTIVE.

IL FATTORE **F_{PR}** PUÒ ESSERE **DIRETTAMENTE** DERIVATO DAI CONTATORI DI POTENZA PER FASCIO O PER REGIONE ANGOLARE, CALCOLANDO IL RAPPORTO TRA UN DETERMINATO **PERCENTILE DELLA CDF DELLA POTENZA MEDIA SU 6 MIN** E LA POTENZA CONFIGURATA.

FATTORE TECNOLOGICO F_T PER SISTEMI CON ACCESSO A DIVISIONE DI TEMPO (TDD) 211-10 7.2.3.

PUÒ ESSERE UTILIZZATO UN FATTORE DI RIDUZIONE DELLA POTENZA **DETERMINISTICO** LEGATO AL **DUTY CYCLE** (F_{TDC}), OSSIA LA FRAZIONE DEL TEMPO PER IL QUALE IL SISTEMA TRASMETTE IN DOWNLINK RISPETTO AL PERIODO TOTALE DI TRASMISSIONE. F_{TDC} DIPENDE SIA DALLA TECNOLOGIA UTILIZZATA CHE DAL TIPO DI IMPLEMENTAZIONE DELLA TRAMA DA PARTE DELL'OPERATORE. F_{TDC} (**DA DICHIARE NELL'ISTANZA DI AUTORIZZAZIONE ALL'INSTALLAZIONE (MOD. A ALL.12 bis CCE)**)



Tx ON : PERIODI DI TRASMISSIONE

DURANTE L'INTERVALLO DI TEMPO T_{TXI} , QUANDO IL TRASMETTITORE È ATTIVO, P_{conf} È LA POTENZA MASSIMA TRASMISSIBILE.

$$F_{\text{TDC}} = \left(\sum_{i=1}^{\text{Frame}} T_{\text{TXi}} \right) / T_{\text{FRA}}$$

- F_{TDC} È IL FATTORE DI DUTY CYCLE TECNOLOGICO
- T_{TXI} È LA DURATA DELL'I-ESIMO INTERVALLO DI TRASMISSIONE DEL SEGNALE NELLA TRAMA
- T_{FRA} È LA DURATA DELLA TRAMA.

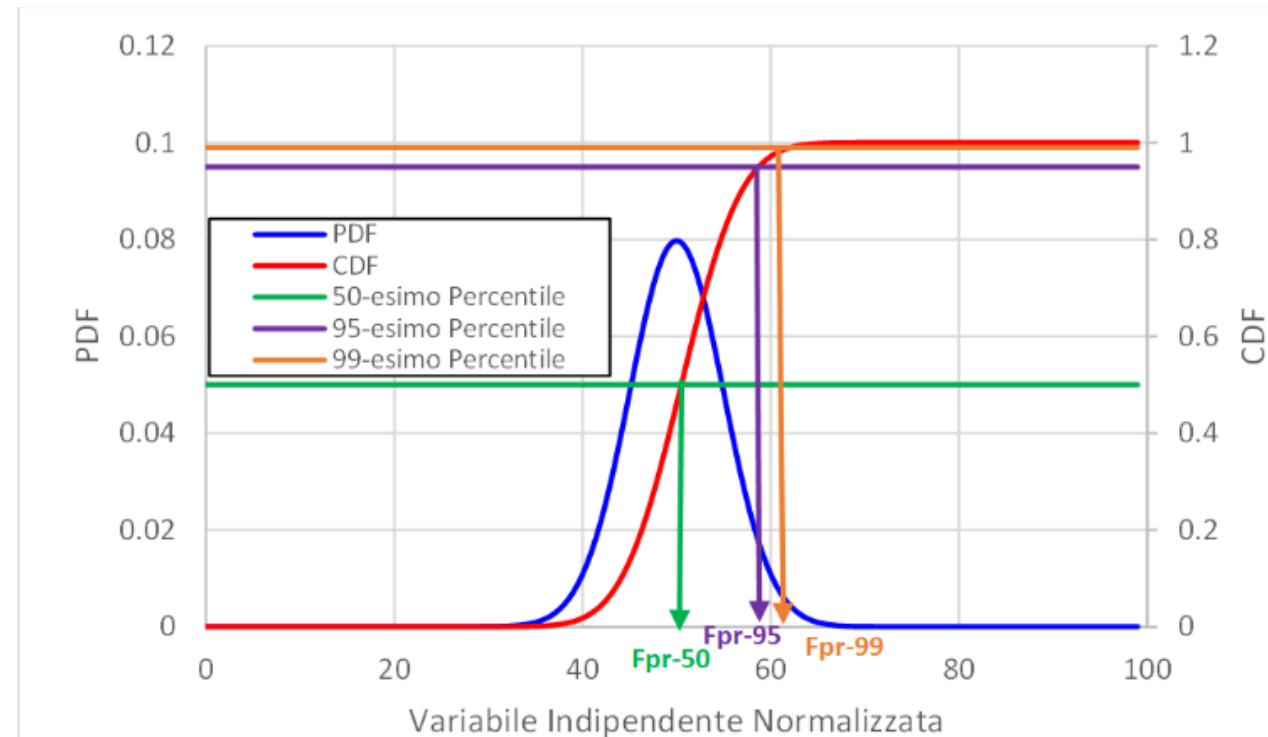
PER LE TECNOLOGIE MOBILI AD ACCESSO FDD (GSM, UMTS), F_{TDC} È 1. PER LE TECNOLOGIE **LTE-TDD** E **NR-TDD**, IL VALORE APPROSSIMATO DI F_{TDC} È FORNITO DALL'EQUAZIONE SOPRA. I VALORI TIPICI DI F_{TDC} SONO COMPRESI TRA **0,75** E **0,8** A SECONDA DEL FORMATO DELLA SPECIFICA IMPLEMENTAZIONE DELLA TRAMA; QUANDO IL VALORE ESATTO NON È SPECIFICATO, È POSSIBILE SCEGLIERE UN VALORE APPROSSIMATO DI F_{TDC} PARI A **0,75**.

DETERMINAZIONE DEL FATTORE TEMPORALE DINAMICO DI RIDUZIONE DELLA POTENZA F_{tr}

TRAMITE UN CONTATORE SI REGISTRA LA POTENZA TOTALE IRRADIATA NORMALIZZATA RISPETTO A P_{conf} MEDIATA SU UN INTERVALLO TEMPORALE PREDEFINITO (ES. 6 MINUTI), IN CIASCUNO DEI QUALI LA MISURA VIENE ESEGUITA M VOLTE (ES. 1.000). IL CONTATORE DI POTENZA MEDIA IRRADIATA IN CIASCUN INTERVALLO DI 6 MIN. E' UN VETTORE DI DIMENSIONE PARI AL NUMERO PERIODI DI 6 MIN. NELL'ARCO DI 24 h.

L'AMPIEZZA DELLE CLASSI DI DISTRIBUZIONE DEI VALORI DI POTENZA REGISTRATI, CON CUI DISCRETIZZARE L'ASSE DELLA POTENZA CONFIGURATA NORMALIZZATA [0;1], VIENE FISSATA AD UN VALORE TRA 0 E 1 (ES. 0.01), COMUNQUE ≤ 0.05 . ASSUMENDO AD ES. 0.01 IL N.RO DI CLASSI E' PARI A 100.

RIPORTATI I VALORI REGISTRATI NELLE RISPETTIVE CLASSI DI APPARTENENZA, SI DETERMINA COSI' SIA LA DISTRIBUZIONE EMPIRICA DI DENSITA' DI PROBABILITA' (PDF) CHE LA POTENZA IRRADIATA EFFETTIVA SIA QUELLA REGISTRATA, DA CUI (PDF) SI COSTRUISCE LA FUNZIONE CUMULATIVA DELLA PROBABILITA' (CDF) E SI DETERMINA LA MEDIANA (VALORE MEDIO DI F_{tr}) E I PERCENTILI DI F_{tr} RELATIVI, IN FIG. AL 95% E AL 99%.



$F_{tr} = F_{pr}$ (SI ESCLUDE QUI IL CASO MaMIMO/AASs, E, PERTANTO $F_{gr} = 0$)

ANTENNE mMIMO/AASs

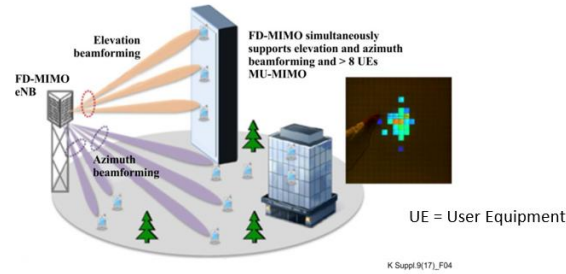


Fig. 1 – Antenna Massive MIMO (3.4-3.8GHz). Fonte ITU-T Series K Supplement 9, 05/2019

DUE MODALITA' DI FORMAZIONE DEI DIAGRAMMI DI RADIAZIONE DINAMICI:

1. **ANTENNE GRID OF BEAMS (GOB)**: SCELTA DEI FASCI DI TRAFFICO (N.RO FINITO) ATTRAVERSO UNA TABELLA DI VERITA' (CODEBOOK)
2. **EIGEN BASED BEAMFORMING**: SINTESI DEI FASCI IN TEMPO REALE, ANCHE GRAZIE AI FEEDBACK INVIATI DAI DEVICE UE D'UTENTE. N.ro DIAGRAMMI SINTETIZZABILI TEORICAMENTE INFINITO.

IL BEAMFORMING (SAGOMATURA) DINAMICO NELLE mMIMO SI OTTIENE, APPLICANDO, IN FASE DI MODULAZIONE, AL SEGNALE IN BB SPOSTAMENTI DI FASE E DI AMPIEZZA A CIASCUN ELEMENTO RADIANTE DEL PANNELLO DELL'ANTENNA A SCHIERA. A QUESTO RIGUARDO,

ESSO È PRECEDUTO TEMPORALMENTE DA UNA SCANSIONE ESAUSTIVA DELLA SUDETTA AREA, AI FINI DELLA RILEVAZIONE DEI TERMINALI UE PRESENTI NELLA CELLA, AD OPERA DI UN INSIEME DI **"BROADCAST BEAMS"** - DISTINTI DAI FASCI RADIO PREPOSTI AL TRAFFICO (**"TRAFFIC BEAMS"**) MOLTO PIÙ DIREZIONALI-, FASCI DI SEGNALE CHE SONO TRASMESSI E RICEVUTI IN PREFISSATE O DINAMICAMENTE PREDISPOSTE NEL TEMPO DIREZIONI E FINESTRE TEMPORALI NELLA TRAMA DEL SEGNALE RADIOMOBILE.

LA FUNZIONALITÀ DI CUI SOPRA È DETTA **"BEAM SWEEPING"** E AD ESSA PRESIDONO I CANALI DI SEGNALE E CONTROLLO, CHE VEICOLANO I SEGNALE SSB (**"SYNCHRONIZATION SIGNAL BLOCKS"**) ASSOCIATI SINGOLARMENTE AI **"BROADCAST BEAMS"**, TRASMESSI SOTTO FORMA DI **"BURST"** NELLA DIREZIONE DOWNLINK VERSO I TERMINALI SUDETTI.



"broadcast beams". Fasci di segnalazione



"traffic beams". Essi servono gli utenti identificati dai fasci di segnalazione.

ANTENNE MaMIMO/AASs: USO DELLA TECNOLOGIA **"BEAMFORMING"**, CHE SI AVVALE DI UN SISTEMA DI ANTENNE ATTIVE, PER LA RICONFIGURAZIONE ADATTATIVA DEL DIAGRAMMA DI RADIAZIONE (IN FUNZIONE ISTANTE PER ISTANTE DELLE CONDIZIONI DI SERVIZIO, SCENARIO E INTERFERENZA), ADOTTATO DAGLI ARRAYS, SCHIERE DELLE ANTENNE **"MASSIVE MIMO"**, MaMIMO (mMIMO).

SISTEMI DI ANTENNE ATTIVE (ACTIVE ANTENNA SYSTEMS, AAS): UNA SRB (E UN SISTEMA DI ANTENNE) IN CUI L'AMPIEZZA E/O LA FASE TRA GLI ELEMENTI DELL'ANTENNA SONO CONTINUAMENTE MODIFICATE, DANDO LUOGO AD UN DIAGRAMMA D'ANTENNA CHE VARIA IN RISPOSTA A CAMBIAMENTI A BREVE TERMINE NELL'AMBIENTE RADIO.

NEI SISTEMI mMIMO/AASs, EQUIPAGGIATI CON ANTENNE A FASCIO TEMPO-VARIANTE, LA RADIAZIONE GENERATA DALL'ANTENNA, QUINDI, SEGUE LE DINAMICHE DELLA RICHIESTA DI SERVIZIO E DELLA GESTIONE DELL'INTERFERENZA IN TEMPO REALE, CHE SONO CONNOTATE DA ALEATORietà; LA DISTRIBUZIONE EFFETTIVA DEL CEM NELLO SCENARIO SEGUE LE STESSA DINAMICHE.

LA VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE AI CEM, PERTANTO, RICHIEDE UN APPROCCIO DI TIPO STATISTICO CHE TENGA CONTO DELLA **DISTRIBUZIONE SPAZIO-TEMPORALE DELLA POTENZA IRRADIATA E NON PIÙ SOLO DELLA VARIABILITÀ TEMPORALE, COME NEL CASO DELLE ANTENNE PASSIVE.**

FATTORE DINAMICO SPAZIALE DI RIDUZIONE DELLA POTENZA F_{gr}

PREMESSA

ANTENNE MaMIMO: USO DEL **DIAGRAMMA DI RADIAZIONE INVILUPPO**, PER CALCOLARE LE QUANTITÀ DOSIMETRICHE (E, H, S) DA CONFRONTARE CON I LIVELLI REGOLAMENTARI DI ESPOSIZIONE.

PERALTRO, SOVRASTIMA IL LIVELLO DI ESPOSIZIONE IN QUANTO PRESUPPONE CHE L'ANTENNA MaMIMO IRRADII CON IL MASSIMO DELLA PRESTAZIONE COSTANTEMENTE SU TUTTA L'AREA DI COPERTURA.

NELLA REALTÀ, LE ANTENNE MaMIMO DISTRIBUISCONO LA RADIAZIONE NELLA PORZIONE DELLO SPAZIO IN CUI C'È RICHIESTA DI SERVIZIO (E NON NELLE ALTRE DIREZIONI), CON UN **BEAM SPECIFICO BEN PIÙ STRETTO RISPETTO AL DIAGRAMMA DI RADIAZIONE INVILUPPO** E SOLO PER IL TEMPO NECESSARIO A SODDISFARE IL SERVIZIO RICHIESTO (STAZIONE MOBILE ATTIVA).

STATISTICA TEMPORALE POTENZA TOTALE GENERATA DA UN'ANTENNA: F_{tr} (V. SLIDE 21) E α_{24} (V. SLIDE SUCC.) APPLICABILI SIA AD ANTENNE PASSIVE CHE MaMIMO (IN QUESTO CASO SI CONSIDERANO I CONTATORI DI POTENZA TOTALE).

STATISTICA SPAZIALE DELLA POTENZA TOTALE GENERATA DA UN'ANTENNA: F_{gr} APPLICABILE, PERTANTO, SOLO ALLE ANTENNE MaMIMO, PER LA VALUTAZIONE SIA DEL LIMITE DI ESPOSIZIONE CHE DELL'OBIETTIVO DI QUALITÀ/VALORE DI ATTENZIONE.

F_{gr} : VALORE NUMERICO ADIMENSIONALE ≤ 1.0 , A SECONDA DI COME LA POTENZA SI DISTRIBUISCE SPAZIALMENTE SULL'AREA DI COPERTURA NEL PERIODO DI OSSERVAZIONE (6 min.) PER IL LIMITE DI ESPOSIZIONE E (24 h) NEL CASO VALORE ATTENZIONE/OBIETTIVO QUALITÀ'.

CALCOLO F_{gr} (SOLO ANTENNE MaMIMO)

ANALISI DEI **CONTATORI DI POTENZA PER DIREZIONE ANGOLARE** (SONO UTILIZZATI I TERMINI SETTORE ANGOLARE, ANGULAR REGION O SEGMENT PER INDICARE UNA PORZIONE DELLA SUPERFICIE SFERICA DELIMITATA IN AZIMUT E IN ELEVAZIONE), IN PARTICOLARE:

- ☐ PRENDENDO LA MEDIA DELLA POTENZA NORMALIZZATA ALL'X-ESIMO PERCENTILE DELLA CDF (ES. 95° PERCENTILE) DEL CONTATORE DI POTENZA, MEDIA ESEGUITA TRA TUTTI I SETTORI ANGOLARI UTILIZZATI.
- ☐ PRENDENDO IL MASSIMO DELLA POTENZA NORMALIZZATA ALL'X-ESIMO PERCENTILE DELLA CDF DEL CONTATORE DI POTENZA, TRA TUTTI I SETTORI ANGOLARI UTILIZZATI.

NEL CASO IN CUI NON CI SI AVVALGA DEL FATTORE F_{gr} , ESSO VIENE POSTO PARI AD 1.0, PER ESEMPIO NEL CASO DI ANTENNE PASSIVE.

V. METHODOLOGY FOR ELECTROMAGNETIC FIELD EXPOSURE ASSESSMENT OF 5G MASSIVE MIMO ANTENNAS ACCOUNTING FOR SPATIAL VARIABILITY OF RADIATED POWER - A.SCHIAVONI, S. BASTONERO, R. LANZO AND R. SCOTTI

FATTORE DINAMICO DI RIDUZIONE DELLA POTENZA SULLE 24 h (α_{24h_day}) CEI 211-10 7.3.2

LA NORMATIVA ITALIANA CONSENTE CHE IL CONFRONTO CON I VALORI DI ATTENZIONE/OBIETTIVO DI QUALITÀ SIA EFFETTUATO CON VALORI MEDIATI NELL'ARCO 24 h, DEFINENDO AL CONTEMPO^a I FATTORI DI RIDUZIONE DELLA POTENZA DA APPLICARE NELLE STIME PREVISIONALI PER TENER CONTO DELLA VARIABILITÀ TEMPORALE DELL'EMISSIONE DEGLI IMPIANTI NELL'ARCO DELLE 24 h (α_{24h_day}). L'UTILIZZO DEL FATTORE α_{24h} , CALCOLATO COME IL MASSIMO DEI (α_{24h_day}) SU BASE ANNUA, NEL PROCESSO AUTORIZZATIVO SI CONFIGURA COME UN FATTORE DI RIDUZIONE DELLA POTENZA.

NOTA ^a **ALL.1 DECRETO MATTM 2 DICEMBRE 2014**

CALCOLO DELLA POTENZA MEDIA GIORNALIERA P_{24h_day} SECONDO CEI 211-10

LA POTENZA MEDIA GIORNALIERA (CALCOLATA NELLE 24 h) P_{24h_day} GESTITA DA UN IMPIANTO PUÒ ESSERE CALCOLATA ATTRAVERSO L'ANALISI DEI CONTATORI DI POTENZA DI NODO CHE RIPORTANO CON CADENZA DEFINITA IL VALORE DELLA POTENZA MEDIA SU UN INTERVALLO DI TEMPO PREDEFINITO.

$$P_{24h_day} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \bar{P}_n \quad \text{Eq. 1)}$$

Dove:

N È IL NUMERO DI CAMPIONI DI POTENZA MEDIA ORARIA, PARI A 24 ; $\bar{P}_n$ È IL VALORE DI POTENZA MEDIA ORARIA PER TECNOLOGIE CHE CONDIVIDONO LA STESSA BANDA DI FREQUENZA È NECESSARIO FARE UNA DISTINZIONE TRA:

- TECNOLOGIE CHE OPERANO SU PORZIONI DISTINTE DELLA STESSA BANDA: IN QUESTO CASO P_{24h_day} VIENE CALCOLATA, PER CIASCUNA TECNOLOGIA ATTRAVERSO Eq. 1).
- TECNOLOGIE CHE OPERANO CONTEMPORANEAMENTE SULLA STESSA BANDA (PER ES. DSS): IN QUESTO CASO SI CALCOLA:

$$P_{24h_day} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \bar{P}_{n,m}$$

Eq. 2

CALCOLO DEL **FATTORE**
MORSETTI D'ANTENNA

N È IL NUMERO DI CAMPIONI DI POTENZA MEDIA ORARIA, N È PARI A 24; **M** È IL NUMERO DI TECNOLOGIE CHE GRAVANO SULLA STESSA BANDA, $\bar{P}_{n,m}$ È IL VALORE DI POTENZA MEDIA RIPORTATO DAL CONTATORE SPECIFICO DELLA TECNOLOGIA m-esima.

α_{24h_day} :RAPPORTO TRA LA POTENZA MEDIA GIORNALIERA PIU' SOPRA CALCOLATA E LA POTENZA MASSIMA AI

$$\alpha_{24h_day} = \frac{P_{24h_day}}{P_{Max_mor}} \quad \text{Eq. 3)}$$

VALORI DI ATTENZIONE E OBIETTIVI DI QUALITÀ: FATTORI RIDUTTORI DELLA POTENZA AL CONNETTORE D'ANTENNA

IL **DECRETO MATTM DEL 2 DICEMBRE 2014** ALL'ALL. 1 STABILISCE LE MODALITÀ DI CALCOLO DEL FATTORE DI RIDUZIONE DELLA POTENZA

α_{24h_day} (CUI SI CONFORMA 7.3.2. DI GUIDA CEI 211-10), INTRODUCENDO α_{24h} , DA APPLICARE ALLA POTENZA MASSIMA AL CONNETTORE D'ANTENNA.

DEFINISCE α_{24h} RELATIVO AL "SEGNALE" (SEGNALE EM EMESSO DA UNA SRB IN UN SETTORE SU UNA DETERMINATA BANDA DI FREQUENZA PER UNA DETERMINATA TIPOLOGIA DI SERVIZIO (GSM, UMTS, LTE, 4G)) COME IL **VALORE MASSIMO α_{24h} SU BASE ANNUA DEL COEFFICIENTE GIORNALIERO**

α_{day24h}

CHE TIENE CONTO DELLA VARIABILITÀ TEMPORALE DELL'EMISSIONE DEGLI IMPIANTI NELL'ARCO DELLE 24 ORE.

IL FATTORE GIORNALIERO DI RIDUZIONE DELLA POTENZA, VIENE CALCOLATO PER OGNI SEGNALE E PER SERVIZIO EMESSO DA UN SETTORE DELL'ANTENNA E SU UNA DETERMINATA BANDA (SRB) O f (IMPIANTI RADIO/TV).

NELL'ISTANZA DI AUTORIZZAZIONE IL GESTORE DEVE INDICARE IL FATTORE DI RIDUZIONE α_{24h} , RIFERITO ALL'ULTIMO ANNO SOLARE. NEL SOLO CASO DI NUOVA INSTALLAZIONE IL FATTORE DI RIDUZIONE NON VIENE RICHIESTO.

NEL CASO α_{24h} NON VENGA FORNITO, SARÀ ASSUNTO PARI A 1 DALL'ORGANO DI CONTROLLO ARPA/APPA.

QUANTO SOPRA VALE PER LE SRB DI TECNOLOGIA 2G, 3G E 4G, SECONDO QUANTO STABILITO DALLA NORMATIVA TECNICA ALLORA VIGENTE.

LA DELIBERA n. 88/2020 SNPA (SISTEMA NAZIONALE PROTEZIONE AMBIENTE) AVEVA ESTESO AL 5G IL CALCOLO DEL FATTORE RIDUTTIVO DELLA POTENZA, NELLE MORE DELL'AGGIORNAMENTO DELLA NORMATIVA TECNICA (CEI 211-10 2024) (V. SLIDE SUCC. CHE SOSTITUISCE QUANTO PREVISTO DALLA DELIBERA n. 88/2020).

$P_{24\text{h-day}}$ = POTENZA MEDIA GIORNALIERA **GUIDA CEI 211-10 7.3.2.4**

IL CONCETTO DI $P_{24\text{h_day}}$, E DI CONSEGUENZA IL PARAMETRO $\alpha_{24\text{h_day}}$ ASSUMONO UNA DIVERSA CONNOTAZIONE A SECONDA DELLA TIPOLOGIA DI CONTATORI DISPONIBILI.

A) DISPONIBILITÀ DI CONTATORI DI POTENZA COMPLESSIVA GESTITA DALL'ANTENNA.

IL CONTATORE RESTITUISCE, CON CADENZA TEMPORALE DEFINITA, LA POTENZA MEDIA GESTITA DALL'ANTENNA NELL'INTERVALLO TEMPORALE DI OSSERVAZIONE DEL CONTATORE.

PERTANTO, LA $P_{24\text{h_day}}$ SARÀ RICAVALTA, IN MODO DEL TUTTO ANALOGO A QUANTO RIPORTATO IN PRECEDENZA:

$$P_{24\text{h_day}} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \bar{P}_n$$
$$\alpha_{24\text{h_day}} = \frac{P_{24\text{h_day}}}{P_{\text{Max_mor}}}$$

$$P_{24\text{h_day}} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \bar{P}_{n,m}$$

DI CONSEGUENZA, IL PARAMETRO $\alpha_{24\text{h_day}}$ È ::

B) DISPONIBILITÀ DI CONTATORI DI POTENZA PER SETTORE ANGOLARE (SA).

$$P_{24\text{h_day_SA}} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \bar{P}_{n_SA}$$
$$\alpha_{24\text{h_day_SA}} = \frac{P_{24\text{h_day_SA}}}{P_{\text{Max_SA}}}$$

DOVE $\bar{P}_{n_SA}$: CAMPIONE TEMPORALE DELLA POTENZA NEL SA

Dove: $P_{\text{Max_SA}}$ è la potenza massima che fluisce nel SA specifico.

Equazione 7-21

SA	ϑ_{Start}	ϑ_{End}	φ_{Start}	φ_{End}	$P_{24\text{h_day_SA}}$	$\alpha_{24\text{h_day_SA}}$
	[deg]	[deg]	[deg]	[deg]	[W]	
1						
2						
...						
N						

C) DISPONIBILITÀ DI CONTATORI DI POTENZA PER BEAM. : FORMULE ANALOGHE AI CASI A e B.

MOD. A – ISTANZA AUTORIZZAZIONE PER L'INSTALLAZIONE/ MODIFICA CARATTERISTICHE DI IMPIANTI RADIOELETTRICI (ART. 44, CO. 1 E 2)
PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DEI CALCOLI PREVISIONALI NELLA MODALITA' : METODO DEI PUNTI DI CONTROLLO (ALTERNATIVO AL METODO DEL VOLUME DI RISPETTO).

SCELTA DEI PUNTI DI CONTROLLO (FONTE 8.1 GUIDA CEI 211-10)

PARTIRE DA P_{CALCOLO} , POTENZA EMessa DALL'IMPIANTO SSI, SISTEMA SOTTO INDAGINE, ES. SRB) PER IL CALCOLO PREVISIONALE DI E, H,S

NUMERO SIGNIFICATIVO DEI PUNTI ALL'INTERNO DELL'AREA DI RAGGIO DI 100 m DALL'IMPIANTO SSI, SISTEMA SOTTO INDAGINE (ES. SRB), IN STRUTTURE, EDIFICI E LUOGHI POTENZIALMENTE PIÙ ESPOSTI AI CEM A UNA QUOTA IDONEA, COMUNQUE NELL'AMBITO DELLA CARTOGRAFIA FORNITA.

IN¹⁾ TERRITORI PIANEGGIANTI: ULTIMI PIANI DEGLI EDIFICI POICHÉ LE ALTEZZE SONO PARAGONABILI A QUELLA DEL CENTRO ELETTRICO DELLE ANTENNE.

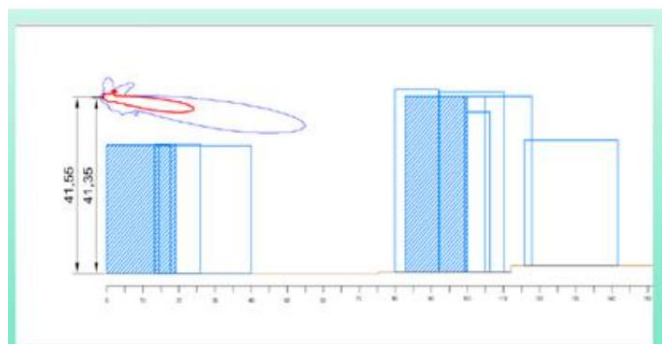
SCELTA DI $r = 100$ m SECONDO CEI 211-10, BASATA SUL CALCOLO – APPROSSIMATO - (Eq. 1) DELLA DISTANZA r ALLA QUALE SI RAGGIUNGE IL LIMITE REGOLAMENTARE DI ESPOSIZIONE DI E_{limite} (VALORE ATTENZIONE 6 V/m AL TEMPO DI REDAZIONE DELLA NORMA).

IL PUNTO DI CONTROLLO È POSTO A UN'ALTEZZA h_{calp} PARI A 1.5 m DAL PIANO DI CALPESTIO, COME RICHIESTO DALLA LEGISLAZIONE VIGENTE

$$1) \quad r = \frac{\sqrt{30 EIRP_{\text{max}}}}{E_{\text{limite}}}$$

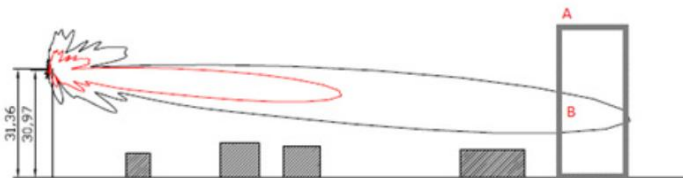
Con P_T POTENZA IRRADIATA = 100 W; $G_{\text{dB}} = 20$ dBi e quindi $EIRP_{\text{max}} = G \cdot P_T = 10^{G_{\text{dB}}/10} \cdot P_T$

ALCUNI ES. DI SCELTA DEI PUNTI DI CONTROLLO

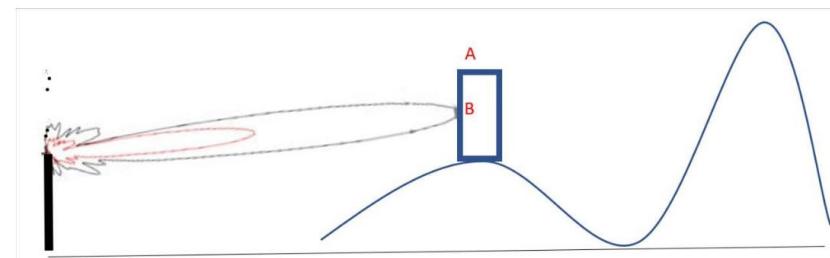


SRB PROSSIMA A EDIFICI MOLTO ALTI:
SCELTA NON RICADENTE SU ULTIMO PIANO.

CELLA 1



DOWN TILT ELETTRICO O
MECCANICO: ESPOSTI PIANI PIU'
BASSI.



RILIEVI MONTANI O COLLINARI: SCELTA
DIPENDENTE DA TILT ELETTRICO E
MECCANICO CONFIGURATO E DA DISLIVELLO
TERRENO.

MOD. A – ISTANZA AUTORIZZAZIONE PER L'INSTALLAZIONE/ MODIFICA CARATTERISTICHE DI IMPIANTI RADIOELETTRICI (ART. 44, CO. 1 E 2)
CALCOLI PREVISIONALI NELLA MODALITA' : **1. METODO DEI PUNTI DI CONTROLLO (ALTERNATIVO AL METODO DEL VOLUME DI RISPETTO)**

AREA DI INFLUENZA (FASE PRELIMINARE COMUNE ALLE DIVERSE METODOLOGIE DI CALCOLO DEL CAMPO (FONTE: 8.2.1 GUIDA CEI 211-10).

ALMENO NELLA PRIMA FASE DI INDAGINE, PUÒ ESSERE UTILE INDIVIDUARE UN' **AREA DI INFLUENZA** DI FORMA CIRCOLARE CENTRATA SULL'SSI ALL'INTERNO DELLA QUALE PRENDERE IN CONSIDERAZIONE LE **SORGENTI RILEVANTI**, AI FINI DEL CONTRIBUTO ALL'ESPOSIZIONE.

SORGENTI RILEVANTI: **ER EXPOSURE RATIO** ≥ 0.05 INTRODOTTO DA **NORMA CEI/IEC 62232:2022**. **$ER = E^2/E_{lim}^2$** .

$$(*) \quad R_{AreaInfluenza} = \frac{\sqrt{30 \times EIRP}}{E_{ER}}$$

IL CAMPO ELETTRICO PER IL QUALE $ER =$ COEFFICIENTE DI CONFORMITÀ $= 0.05$ (CEI/IEC 62232:2022) (V. FIG. 8-3) E' PARI A **$E_{ER} = 1.3 \text{ V/m} = (6^2 \cdot 0.05)^{1/2}$** SE RIFERITO AL VALORE DI ATTENZIONE VIGENTE (ALL'ATTO STESURA 211-10), OSSIA **6 V/m** . IPOTIZZANDO UN EIRP MEDIO PARI A 4.500 W, COME INDICATO IN APPENDICE G 211-10 (VALORE MEDIO **$EIRP_{Max}$** SRB DI TORINO) E UTILIZZANDO IL VALORE DI CAMPO ELETTRICO PARI A $1,3 \text{ V/m}$ (V. FIG. 8-3), SI OTTIENE UN RAGGIO DELL'AREA DI INFLUENZA PARI A 280 m. **(*)**.

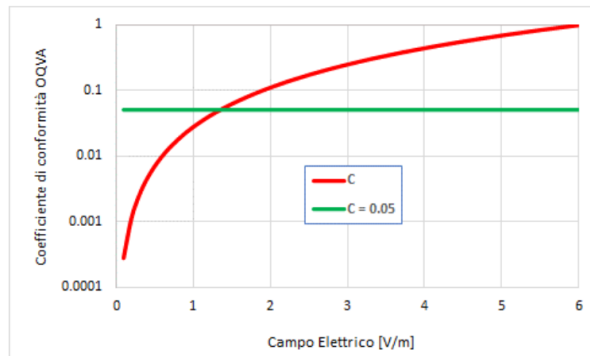


FIGURA 8-3 EXPOSURE RATIO IN FUNZIONE DEL LIMITI NORMATIVO ESPRESSO IN TERMINI DI VALORE DI ATTENZIONE. **$C =$ COEFF. CONFORMITA' $= E^2/E_{lim}^2$**

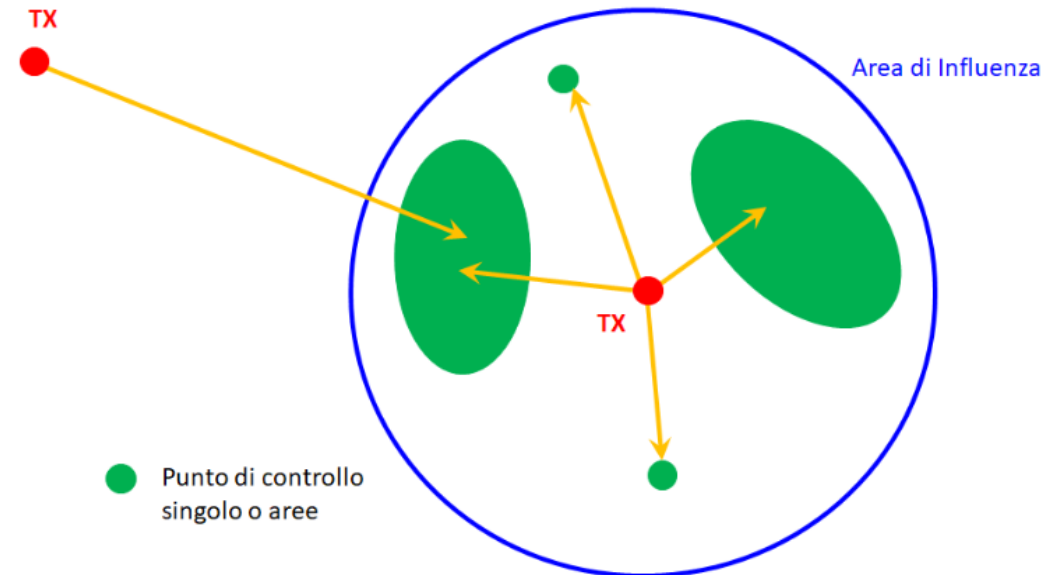


FIGURA 8-2 - AREA DI INFLUENZA E CONTRIBUTI ALLA DETERMINAZIONE DELL'ESPOSIZIONE.

E = STIMA DEL CAMPO NEL PUNTO DI CONTROLLO.

$$E = (E_0^2 + E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_m^2)^{1/2}$$

E_0 RIFERITA A SSI, **$E_1; E_2$** **E_m** ALLE SORGENTI RILEVANTI

MOD. A – ISTANZA AUTORIZZAZIONE PER L'INSTALLAZIONE/ MODIFICA CARATTERISTICHE DI IMPIANTI RADIOELETTRICI (ART. 44, CO. 1 E 2)
STIMA DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO (GUIDA CEI 211-10) PER LA VERIFICA COMPUTAZIONALE DELL'SSI, TRAMITE MODELLI MATEMATICI IN GRADO DI STIMARE LA PROPAGAZIONE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE NELL'AMBIENTE.

1. METODO DI CALCOLO BASATO SUL MODELLO DI PROPAGAZIONE IN SPAZIO LIBERO (MSL)

E' UN METODO DI CALCOLO SEMPLIFICATO DEL LIVELLO DI ESPOSIZIONE CON LE SEGUENTI ASSUNZIONI (QUASI SEMPRE SOVRASTIMA DELL'ESPOSIZIONE)

1. ZONA DI CAMPO LONTANO DELL'ANTENNA
 2. SPAZIO LIBERO (LOS), TRASCURANDO RIFLESSIONI TERRENO, INFRASTRUTTURE, VEGETAZIONE E STRUTTURE OROGRAFICHE EVENTUALMENTE PRESENTI
 3. PROPAGAZIONE NEL VUOTO O IN UN MEZZO CON CARATTERISTICHE e.m. COSTANTI
- ESPOSIZIONE GENERATA IN UN PUNTO DI CONTROLLO DA UN SINGOLO TRASMETTITORE:

$$S(r, \theta, \varphi) = \frac{P_{\text{calcolo}} G(\theta, \varphi)}{4\pi r^2}$$

$S(r, \theta, \varphi)$ DENSITÀ DI POTENZA (VETTORE DI POYNTING) IN P (r, θ, φ) PUNTO DI CONTROLLO. SISTEMA DI COORDINATE SFERICHE CON ORIGINE COINCIDENTE CON IL CENTRO ELETTRICO DELLA SORGENTE. **LOS = LINE OF SIGHT**

$$S(r, \theta, \varphi) = E^2/Z_0 \text{ (IRRADIAZIONE DELL'ENERGIA e.m. NELLO SPAZIO LIBERO SU BASE ASSIMILAZIONE ONDE SFERICHE TEM A ONDE PIANE) FORMULA APPLICABILE IN ZONA DI CAMPO LONTANO (V. DIMOSTRAZIONE SLIDE SUCC.)}$$

$$E(r, \vartheta, \varphi) = \frac{\sqrt{30P_{\text{calcolo}} G(\theta, \varphi)}}{r} \quad H(r, \vartheta, \varphi) = \frac{\sqrt{30P_{\text{calcolo}} G(\theta, \varphi)}}{Z_0 r}$$

E; H VALORI EFFICACI CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO NEL PUNTO P

DOVE:

1. P_{CALCOLO} È LA POTENZA MASSIMA AL CONNETTORE D'ANTENNA, RIDOTTA CON APPOSITI FATTORI CHE TENGANO CONTO DELLA VARIABILITÀ TEMPORALE E SPAZIALE DELL'EMISSIONE DEGLI IMPIANTI NELL'ARCO DELLE 24 ORE (P (W)). $(P(W) = 10^{-3} \times 10^{(P(\text{dBm})/10)}$ («^» SEGNO DI ESPONENTE)
2. $G(\theta, \varphi)$ GUADAGNO DELL'ANTENNA NELLA DIREZIONE CHE UNISCE IL CENTRO ELETTRICO CON IL PUNTO DI CONTROLLO ESPRESSO IN LINEARE (NON IN dB)
3. Z_0 L'IMPEDENZA CARATTERISTICA DEL MEZZO.

CALCOLATI $E(r, \vartheta, \varphi)$ e $H(r, \vartheta, \varphi)$ CHE RIASSUMONO L'ESPOSIZIONE TOT. NEL PUNTO DI CONTROLLO, SI APPLICANO LE PROCEDURE DI CONFRONTO CON I

LIMITI NORMATIVI.

DENSITÀ DI POTENZA IRRADIATA (APPROSSIMAZIONE IN ZONA DI CAMPO LONTANO)

TEOREMA DI POYNTING IN REGIME SINUSOIDALE

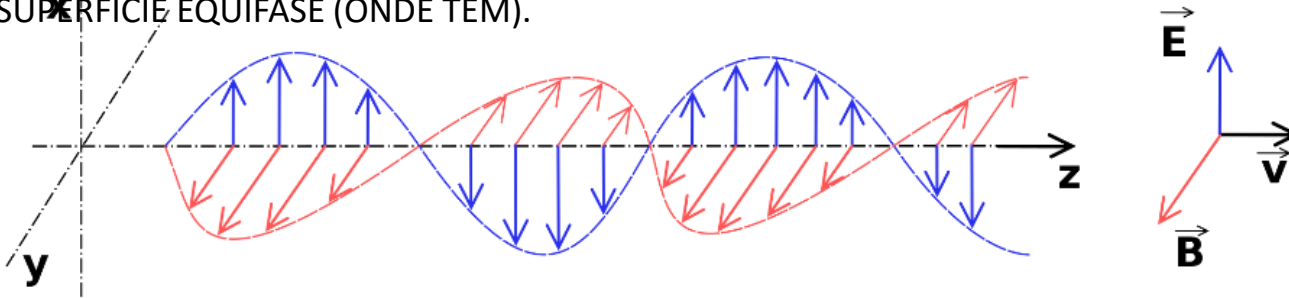
$\mathbf{S} = (\frac{1}{2}) \cdot \mathbf{E}_M \times \mathbf{H}_M^*$ VETTORE DI POYNTING COMPLESSO $\mathbf{S} = \mathbf{S}_r + j \cdot \mathbf{S}_j$, LA CUI DIREZIONE È ORTOGONALE AI VETTORI CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO, IN CUI $|\mathbf{E}_M|$ e $|\mathbf{H}_M|$ SONO I VALORI MASSIMI DELL'ONDA SINUSOIDALE DEL CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO e $\mathbf{H}_M^*$ È IL COMPLESSO CONIUGATO DEL VETTORE COMPLESSO RAPPRESENTATIVO DI $\mathbf{H}_M$, DI MODULO $|\mathbf{H}_M|$.

LA GRANDEZZA VETTORIALE SINUSOIDALE CORRISPONDENTE È DATA (PER DEFINIZIONE DI VETTORE ROTANTE) DA : $\text{Re} [(\frac{1}{2}) \cdot \mathbf{E}_M \times \mathbf{H}_M^* \cdot e^{j\omega t}]$ (1) IN CUI Re STA PER PARTE REALE $\mathbf{H}_M^*$ È IL VETTORE COMPLESSO CONIUGATO DI $\mathbf{H}_M$ e "x" È IL SIMBOLO DI PRODOTTO VETTORIALE IN OGNI PUNTO DELLO SPAZIO IRRADIATO DI COORDINATE (r, θ , ϕ).

$\mathbf{S}_r$ È IL FLUSSO DI POTENZA ATTIVA IRRADIATA MEDIAMENTE NEL PERIODO T DELL'ONDA L'UNITÀ DI SUPERFICIE IN DIREZIONE NORMALE A QUELLA DI PROPAGAZIONE. $\mathbf{S}_j$ È IL VALORE MASSIMO DELLA POTENZA REATTIVA MEDIAMENTE NULLA NEL SEMIPERIODO.

RISULTA DIMENSIONALMENTE $[S] = [V/m] \cdot [A/m] = [V/m] \cdot [C/t \cdot m] = [J/m^2] = [W/m^2]$, DIMENSIONI DENSITÀ DI POTENZA (C = COULOMB).

A RIGORE NEL CASO DI **ONDA PIANA** E **APPROSSIMATIVAMENTE** A DISTANZA $r \gg \lambda/2\pi$ o $r > 2D^2/\lambda$ ESSENDO D LA DIMENSIONE MAGGIORE DELL'ANTENNA (**ZONA DI CAMPO LONTANO, FAR FIELD**), I VETTORI $\mathbf{E}$ e $\mathbf{H}$ ($\mathbf{B} = \mu \cdot \mathbf{H}$) (VARIANO IN MODULO COME $1/r$), SONO NORMALI FRA LORO, IN FASE (ANGOLO NULO TRA I VETTORI COMPLESSI $\mathbf{E}$ e $\mathbf{H}$ E QUINDI COSENO, PARAGONABILE AL FATTORE DI POTENZA NEI CIRCUITI ELETTRICI, PARI A 1) E TANGENTI ALLA SUPERFICIE EQUIFASE (ONDE TEM).



RISULTA $|\mathbf{E}|/|\mathbf{H}| = (v(\mu/\epsilon)) = (\mu/\epsilon)^{1/2} = 120 \pi = Z_0$ IMPEDENZA CARATTERISTICA.

$\mathbf{S}_r$ = DENSITÀ DI POTENZA ATTIVA IRRADIATA = APPLICANDO LA (1) = $E_M^2/2Z_0$ = NELLO SPAZIO LIBERO = $E_M^2/2Z_0 = E_{eff}^2/Z_0 = E^2/Z_0$ ($E_{eff} = E$)

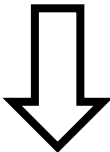
APPROCCIO DI TIPO MSL AL QUALE È SOMMATO UN CONTRIBUTO AGGIUNTIVO DI ATTENUAZIONE PER TENERE CONTO DEGLI OSTACOLI EVENTUALI (NUMERO E NATURA), CHE SI INTERPONGONO ALLA LINEA DI VISTA SULLA LINEA **r** CHE UNISCE IL CENTRO ELETTRICO DELL’ANTENNA TRASMITTENTE E IL PUNTO DI CONTROLLO (CONDIZIONE **NLoS**)

DA UN SINGOLO TRASMETTITORE NEL PUNTO DI CONTROLLO CON LE FORMULE:

IN CUI: 1. **p**: POSIZIONE DEL PUNTO DI CONTROLLO RISPETTO AL CENTRO ELETTRICO DELL’ANTENNA DEL TRASMETTITORE 2. **f** È LA FREQUENZA 3. **S_{MSL}**, **E_{MSL}**, **H_{MSL}** SONO **S**; **E**; **H** CALCOLATI COL MODELLO IN SPAZIO LIBERO **MSL**.
4. **N** È IL N.RO DI PARETI PERIMETRALI (ESCLUSE LE PARETI INTERNE), CHE SI INTERPONGONO SULLA LINEA **r**, CON LE SEGUENTI ACCEZIONI. 4.1 MURI SINGOLI CONTANO COME UNA PARETE (PER ES. UN MURO DI RECINZIONE). 4.2 UN EDIFICIO E’ CONTABILIZZATO CME 2 PARETI. 4.3 SE NON CI SONO PARETI INTERPOSTE **N = 0** E IL CONTRIBUTO SI RICONDUCE AL CONTRIBUTO VALUTATO CON IL MODELLO MSL. 4.4 SE SULLA RETTA **r** SI PRESENTA UN OSTACOLO DI ORIGINE NATURALE (PER ES. COLLINA, DOSSO, ETC.) IL CONTRIBUTO ALL’ESPOSIZIONE È NULLO. 5. **BEL(f)** È L’ATTENUAZIONE AGGIUNTIVA DA SINGOLA PARETE COME INDICATO IN TABELLA 8-2. NELL’APPENDICE D CEI 211-10 È DESCRITTO IL PROCESSO DI OTTENIMENTO DEI VALORI DI **BEL**.

Tabella 8-2: Building Entry Loss (BEL) per singola parete

Frequenza	BEL
	[dB]
$f \leq 3 \text{ GHz}$	4
$3 \text{ GHz} < f \leq 10 \text{ GHz}$	8
$f > 10 \text{ GHz}$	11


DESUNTE (AD ES. DA
 $10 \log S(p,f)/S_{MSL} = - N \cdot BEL (f)$
E SIMILMENTE PER $E^2 (p, f)$ e $H^2 (p, f)$

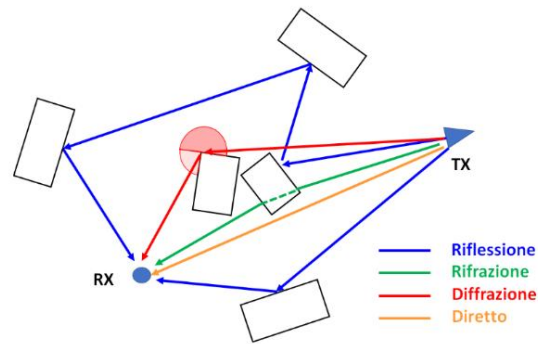
3. METODO DI CALCOLO BASATO SU TECNICHE DI RAY-TRACING (MRT): FORNISCE LA VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI ESPOSIZIONE CON IL PIÙ ELEVATO

GRADO DI PRECISIONE TRA TUTTI I MODELLI PROPOSTI. GLI ALGORITMI DI RAY-TRACING (IMPLEMENTAZIONI PROPRIETARIE) SI BASANO SU VARI PASSI:

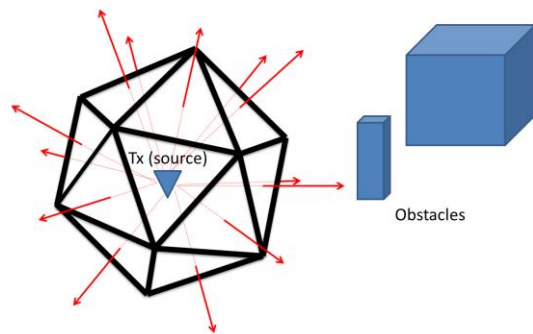
- APPROSSIMAZIONE DI UN FRONTE D'ONDA DI UNA RADIAZIONE e.m. MEDIANTE UN RAGGIO.
- DETERMINAZIONE DELL'INSIEME DEI RAGGI CHE COLLEGANO UN PUNTO DI TRASMISSIONE A UN PUNTO DI RICEZIONE
- CALCOLO DEL VALORE DEL CAMPO e.m. NEL PUNTO DI RICEZIONE ATTRAVERSO LE EQUAZIONI DI MAXWELL.

LA PROPAGAZIONE e.m. VIENE DESCRITTA MEDIANTE RAGGI (SE $\lambda \ll$ **DIMENSIONI DEGLI OGGETTI PRESENTI NELLO SCENARIO**), CHE INTERAGISCONO CON L'AMBIENTE TRIDIMENSIONALE. QUINDI: ABBANDONO HP SPAZIO LIBERO E VALUTAZIONE, TENENDO CONTO DI :

RIFLESSIONI (SU SUPERFICI PRESENTI NELLO SCENARIO), RIFRAZIONI, DIFFRAZIONE (MODELLI **UTD**, UNIFORM THEORY OF DIFFRACTION)



LA VISIBILITÀ ELETTRROMAGNETICA



RAY-LAUNCHING TRADIZIONALE.

SONO USATE SEZIONI TRASVERSALI TRIANGOLARI DI TUBI DI RAGGI (RAY TUBE), OSSIA DI PICCOLI CONI SPAZIALI.

1. RAY-LAUNCHING: È UN METODO "FORWARD": RAGGI LANCIATI DALL'ANTENNA TRASMETTENTE, SECONDO UN INCREMENTO ANGOLARE PREDETERMINATO, COSTANTE, DELLO SPAZIO. OGNI RAGGIO VIENE PROPAGATO NELLO SCENARIO 3D E, QUANDO INCONTRA SUPERFICI O SPIGOLI, PUÒ GENERARE RIFLESSIONI, DIFFRAZIONI O ALTRI CAMMINI SECONDARI E POI SI PROPAGA SECONDO LE LEGGI DELL'OTTICA GEOMETRICA (**GO**). LIMITE: E' LA DISCRETIZZAZIONE ANGOLARE. SE IL PASSO ANGOLARE È TROPPO GROSSOLANO, ALCUNI CAMMINI RILEVANTI POSSONO NON ESSERE INTERCETTATI. SE, INVECE, IL PASSO È MOLTO FINE, IL COSTO COMPUTAZIONALE CRESCE RAPIDAMENTE. ADATTO PER STIMA DI CAMPO SU AMPIE AREE URBANE; MOLTEPLICI PUNTI DI CONTROLLO. PIU' EFFICIENTE MA MENO ACCURATO DI **2. e 3**

2. BACKWARD RAY-TRACING: IL CALCOLO PARTE DAL RICEVITORE E PROCEDE "ALL'INDIETRO" VERSO IL TRASMETTITORE. L'ALGORITMO RICERCA SOLO I PERCORSI CHE COLLEGANO LA SORGENTE CON IL PUNTO DI RICEZIONE (RAGGI CHE SI PROPAGANO SECONDO **GO**), ATTRAVERSO UNA ANALISI MIRATA DEI PERCORSI, PRENDENDO IN ESAME TUTTI I RAGGI, CHE CONCORRONO ALLA DETERMINAZIONE DEL CAMPO NEL PUNTO DI RICEZIONE.

INDIVIDUA ESCLUSIVAMENTE I CAMMINI FISICAMENTE RILEVANTI, RIDUCENDO SIGNIFICATIVAMENTE IL NUMERO DI RAGGI DA ELABORARE RISPETTO AI METODI DI TIPO RAY LAUNCHING. COSTO CRESCENTE CON N.ro PUNTI RICEVENTI.

METODO INDICATO QUANDO: a) I PUNTI DI VALUTAZIONE SONO POCHI E BEN DEFINITI; b) OCCORRE UNA STIMA ACCURATA SU RECETTORI SPECIFICI; c) L'OBIETTIVO È LA VERIFICA PUNTUALE PIÙ CHE LA MAPPATURA ESTENSIVA. (COME, INVECE, NEL CASO «RAY LAUNCHING»).

3. INTELLIGENT RAY-TRACING (IRT): A DIFFERENZA DI RAY LAUNCHING, IRT CERCA INVECE DI INDIVIDUARE SOLO I PERCORSI **POTENZIALMENTE SIGNIFICATIVI.** A VALLE DEL PROCESSO DI DISCRETIZZAZIONE DEL SOLO SCENARIO, SONO, IN UN PRIMO MOMENTO, GENERATE LE RELAZIONI DI VISIBILITÀ OTTICA ED e.m. TRA TUTTI GLI ELEMENTI DISCRETIZZATI E POI MEMORIZZATE. SUCCESSIVAMENTE VENGONO INSERITI NELLO SCENARIO I PUNTI DI TRASMISSIONE E RICEZIONE CHE, ATTRAVERSO RELAZIONI DI VISIBILITÀ, SONO COLLEGATI ALLO SCENARIO.

ATTRAVERSO UN PROCESSO DI SELEZIONE, FILTRAGGIO, INDICIZZAZIONE SPAZIALE O APPRENDIMENTO DEI CAMMINI DI VISIBILITÀ (USO ANCHE DI **TECNICHE DI AI PER ELIMINARE RAGGI NON NECESSARI**), VIENE DETERMINATO IL CAMPO TOTALE IN UN PUNTO DI RICEZIONE.

ADATTO PER: a) GRANDI SCENARI URBANI 3D; b) SIMULAZIONI MULTI-SORGENTE; c) ANALISI CON MOLTE FREQUENZE O MOLTE CONFIGURAZIONI D'ANTENNA (ES. 5G/BEAMFORMING). **IRT: RAPPORTO OTTIMALE TRA ACCURATEZZA E TEMPO DI CALCOLO.**

IL LIMITE PRINCIPALE È LA TRASPARENZA DEL MODELLO. PIÙ L'ALGORITMO È INTELLIGENTE, PIÙ DIVENTA IMPORTANTE DOCUMENTARE QUALI CAMMINI SONO STATI ESCLUSI, CON QUALI SOGLIE E CON QUALI CRITERI.

METODI PER LA VERIFICA DELLA CONFORMITÀ PREVISIONALE (VOLUME DI RISPETTO)

1. **VOLUME DI RISPETTO** (COMPLIANCE BOUNDARIES (EXCLUSION ZONES))

È IL LUOGO GEOMETRICO DEI PUNTI DELIMITATO DA UNA SUPERFICIE ALL'INTERNO DELLA QUALE IL CAMPO ELETTRICO, IL CAMPO MAGNETICO O LA DENSITÀ DI POTENZA RISULTANO ESSERE SEMPRE MAGGIORI DEI LIMITI NORMATIVI; DI CONSEGUENZA TUTTI I PUNTI ALL'ESTERNO DEL VOLUME DI RISPETTO HANNO UN VALORE DI CAMPO ELETTRICO, CAMPO MAGNETICO O DENSITÀ DI POTENZA INFERIORE O UGUALE AI LIMITI NORMATIVI.

DISEQUAZIONE: $V_{\text{rispetto}} = \left\{ (x,y,z) : E(x,y,z) \geq E_{\text{lim}} \right\}$ RIFERIMENTO A CAMPO ELETTRICO **E**

SEMPLIFICAZIONE CON SOLIDI GEOMETRICI :

MODELLI GEOMETRICI 3D SEMPLIFICATI, CHE MASSIMIZZANO IL VOLUME DI RISPETTO DELL'ANTENNA (E QUINDI STIME PER ECCESSO, CIOÈ APPROSSIMAZIONI CONSERVATIVE) TRA CUI:

1. **SFERA**
2. **CILINDRO A SEZIONE RETTANGOLARE (PARALLELEPIPEDO)** VERIFICA DEI LIMITI PIU' IMMEDIATA
3. **CILINDRO A SEZIONE ELLITTICA (NEL CASO DI ANTENNE OMNIDIREZIONALI LA SEZIONE DIVENTA QUADRATA O CIRCOLARE).**
4. **COPPIA DI CILINDRI** (APPROSSIMAZIONE PIU' ACCURATA AD ES. PER UNA SRB)

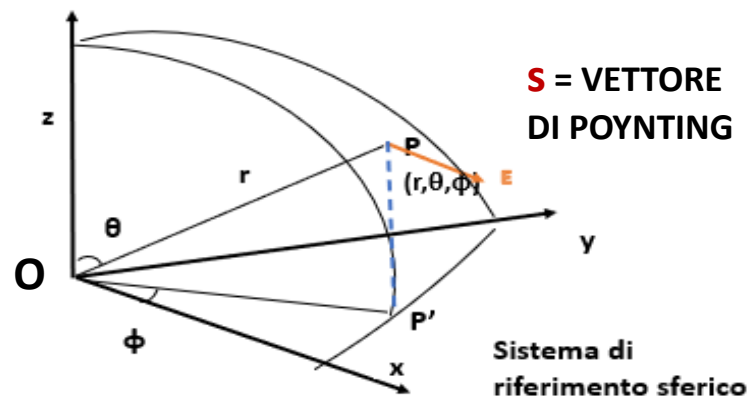
IL CALCOLO NEI CASI DA 1. A 4. SI EFFETTUA, UTILIZZANDO I PARAMETRI ELETTRICI CHE NORMALMENTE VENGONO FORNITI DAI COSTRUTTORI DI ANTENNE.

a) IL VALORE DI CAMPO ELETTRICO **E₀** (O ANALOGAMENTE DI CAMPO MAGNETICO **H₀** O DI DENSITÀ DI POTENZA **S₀**) CHE DEFINISCE IL LIMITE DELLA NORMATIVA IN V/m (A/m E W/m²). b) LA POTENZA CALCOLO **P_{CALCOLO}** (W). c) IL VALORE DI GUADAGNO DELL'ANTENNA **G_{MAX(dBi)}** RIFERITO AL RADIATORE ISOTROPICO. **G_{MAX}** è $10^{[G_{\text{MAX(dBi)}}/10]}$ GUADAGNO ESPRESSO IN TERMINI LINEARI.

d) L'AMPIEZZA DELL'ANGOLO A METÀ POTENZA DEL PIANO ORIZZONTALE **φ_H** e) L'AMPIEZZA DELL'ANGOLO A METÀ POTENZA DEL PIANO VERTICALE **φ_V**.

f) IL VALORE DI FRONT-TO-BACK DELL'ANTENNA **FB** = DEFINITO IN dB COME DIFFERENZA TRA IL LIVELLO NELLA DIREZIONE DI MASSIMA PROPAGAZIONE E QUELLO SIMMETRICAMENTE OPPOSTO

CALCOLO DEL VOLUME DI RISPETTO (RIFERIMENTO AD UN'UNICA SORGENTE RADIANTE)



O = CENTRO ELETTRICO ANTENNA

SECONDO LA NORMA CEI 211-10, SI CONSIDERA LA PROPAGAZIONE NELLO SPAZIO LIBERO, E SI APPLICA (HP ONDA PIANA, CUI SI APPROSSIMA LA ZONA DI CAMPO LONTANO), TRA LE ALTRE, INNANZITUTTO LA FORMULA DELL'INTENSITÀ DI CAMPO ELETTRICO NEL PUNTO P (r,θ,φ) O P (z, θ,φ) IN COORDINATE CILINDRICHE:

$(1/r) \cdot (30 P_T G(\theta, \phi))^{1/2} = E(r, \theta, \phi)$ (1), CHE GENERALIZZA LA BEN NOTA FORMULA, CHE FA RIFERIMENTO A G_{MAX} E SI BASA SU $S = E^2/Z_0$ (TEORICAMENTE VALIDA PER ONDA PIANA).

LA (1) APPLICA SEMPLIFICAZIONI AMMESSE DALLA NORMA IN PAROLA: TRASCURARE LE RIFLESSIONI DOVUTE AL TERRENO O ALLA PRESENZA DI OSTACOLI DI VARIA NATURA.

PERALTRO, GARANTISCE UNA MAGGIORE PROTEZIONE NEI CFR. DELL'ESPOSIZIONE, IN QUANTO PORTA, QUASI SEMPRE, A SOVRASTIMARE I VALORI DI CAMPO, ED È DA INTENDERSI DI TIPO CAUTELATIVO ANCHE A DISTANZE MINORI DI QUELLE PER LE QUALI SI REALIZZA LA CONDIZIONE DI ONDA PIANA SOPRA IPOTIZZATA. PERTANTO DETTO E_{lim} IL VALORE DI ESPOSIZIONE REGOLAMENTARE, SI HA:

2) $r_M \leq ((30 P_T * G(\theta, \phi))^{1/2} / E_{lim})$ OSSIA $r_M \leq ((30 EIRP(\theta, \phi))^{1/2} / E_{lim})$ (VOLUME DI RISPETTO DI DISEQUAZIONE DATA DA 2))

$r_M(\theta, \phi)$ SEGNA IL RAGGIO (m) DI DELIMITAZIONE DELLA ZONA DI RISPETTO NELLA DIREZIONE (θ,φ). NELLA FORMULA SOPRA P_T È LA POTENZA IRRADIATA DALL'ANTENNA. NEL SIST. DI COORDINATE CILINDRICHE (ANZICHE' SFERICHE), CON $z = r \cos \phi$ e $z/\cos \phi > 0$ ($-\pi \leq \phi \leq \pi$), LA 2) SI SCRIVE :

$$z \leq \cos \phi \cdot ((30 P_T * G(\theta, \phi))^{1/2} / E_{lim})$$

G (θ,φ) È DATO DA:

$G(\theta, \phi) = G_T * G_V(\theta) * G_H(\phi)$ IN CUI G_T È IL GUADAGNO MASSIMO DELL'ANTENNA, G_V E G_H SONO LE FUNZIONI GUADAGNO SUI PIANI PRINCIPALI (VERTICALE E ORIZZONTALE) CONTENENTI LA DIREZIONE DI MASSIMA IRRADIAZIONE DELL'ANTENNA. NEL CASO DI ANTENNE MULTIBANDA PRESENTI NEL SITO, CONVERRÀ SOMMARE I CONTRIBUTI E_k ALLE DIFFERENTI FREQUENZE (VALORI MEDI AMPIEZZA DI BANDA) CALCOLATI IN BASE ALLA (1) DI CUI SOPRA, RISOLVENDO LA SEGUENTE DISEQUAZIONE AI FINI DELLA DETERMINAZIONE DEL PERIMETRO DELLA ZONA DI RISPETTO.

300 GHz

$\sum (E_k / E_{klim})^2 \leq 1$, IN CUI E_{klim} È IL VALORE DI RIFERIMENTO PER L'ANTENNA/ BANDA k-ma.

100 kHz

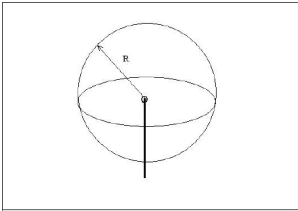
PROCEDIMENTO PER LA VALUTAZIONE DELLA CONFORMITÀ PREVISIONALE DEGLI IMPIANTI

VOLUME DI RISPETTO

DETERMINATO IL VOLUME DI RISPETTO SI PROCEDE AL CONFRONTO CON LE PLANIMETRIE CHE TENGONO CONTO DI POSIZIONE E ALTEZZA DEGLI EDIFICI E DELLE ZONE ACCESSIBILI.

CASO ADOZIONE **VOLUME DI RISPETTO SFERICO** (IL PIU' CAUTELATIVO): SE NON ESISTE SULLA SUA SUPERFICIE SOVRAPPOSIZIONE CON AREE ACCESSIBILI A PERMANENZA > 4h, SRB NON GENERA IL SUPERAMENTO DEI LIMITI DI RIFERIMENTO NORMATIVO E QUINDI RISULTA CONFORME.

P_{TOT} = POTENZA TOTALE DELL'IMPIANTO, INTESO COME SOMMA DELLE SINGOLE POTENZE AI CONNETTORI DELLE ANTENNE.



$$R = (30 \cdot P_T \cdot G_{max})^{1/2} / E_{lim}$$

E_{lim} LIMITE DI ESPOSIZIONE/VALORE DI ATTENZIONE

$$G_{max} = 10^{G(dbi)/10}$$

SFERA: PERALTRO, NON E' IL MODELLO TIPICO NE' PIU' ADERENTE PER UNA SRB. SI PREFERISCE PARALLELEPIEDO, COLINDRO.

LA CONDIZIONE DI SOVRAPPOSIZIONE RISULTA PIÙ SEMPLICE DA VERIFICARE SE SI DISPONGONO DI ACCURATI DATI PLANIMETRICI E ALTIMETRICI IN FORMATO ELETTRONICO.

SE , PER CONTRO, IL VOLUME DI RISPETTO INTERCETTA UN ELEMENTO DELLO SCENARIO O PUNTI DI CONTROLLO, SORGONO EVENTUALI CRITICITÀ CIRCA IL SUPERAMENTO DEI VALORI DI RIFERIMENTO NORMATIVO, CHE NON NECESSARIAMENTE HA LUOGO.

CIO' PERCHE' IL VOLUME DI RISPETTO VIENE CALCOLATO IN MODO APPROSSIMATO PER ECCESSO, SECONDO UN CRITERIO PRUDENZIALE, IN FUNZIONE DELLA GEOMETRIA ADOTTATA INTORNO AL CENTRO ELETTRICO (**SFERA, CILINDRO, PARALLELEPIEDO.**

SARA' L'ADOZIONE DELLA GEOMETRIA CHE PORTA AL VOLUME DI RISPETTO PIU' RISTRETTO A FAR DECIDERE SULLA CONFORMITA' O MENO, NEI PUNTI DI SOVRAPPOSIZIONE CON GLI ELEMENTI INSEDIATIVI, AI LIMITI DI ESPOSIZIONE O VALORI DI ATTENZIONE REGOLAMENTARI.

SE È STATO SCELTO UN METODO CHE PERMETTE DI CALCOLARE IL VALORE DI CAMPO ELETTRICO CON TECNICHE DI RAY -TRACING, SI CONTROLLA L'ESISTENZA DI PUNTI ACCESSIBILI NEI QUALI LE PREVISIONI NUMERICHE SUPERANO I LIMITI DI ESPOSIZIONE

L'INTERSEZIONE TRA IL VOLUME DI RISPETTO E LO SCENARIO DI DISPIEGAMENTO VIENE VERIFICATA FACENDO USO DI DATI PLANIMETRICI (COMPENSIVI DELLE ALTIMETRIE) E/O DATI CARTOGRAFICI IN CUI GLI EDIFICI SONO RAPPRESENTATI CON LE LORO ALTEZZE RISPETTO AL PIANO DEL TERRENO.

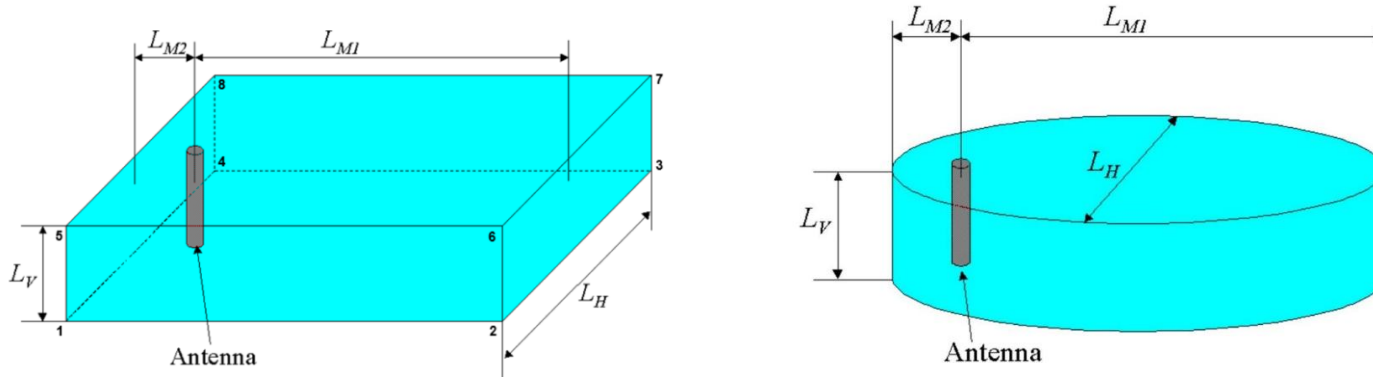
PERALTRO, LA METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DELLA CONFORMITA' PREVISIONALE DEGLI IMPIANTI E' COMPLESSA NEL CASO DI SORGENTI MULTIPLE O IN PRESENZA DI FONDO ELETTROMAGNETICO. PER TALE MOTIVO **È CONSIGLIABILE IL VOLUME DI RISPETTO SOLO IN ASSENZA DI ALTRE SORGENTI OLTRE AL SSI.**

RAPPRESENTAZIONI DEL VOLUME DI RISPETTO CON CILINDRO A BASE RETTANGOLARE/ELLITTICA

IL VOLUME DI RISPETTO DA CALCOLARE PER UN'ANTENNA DI TIPO SETTORIALE È DEFINITO DA TRE DIMENSIONI:

1. L_M È LA DIMENSIONE MASSIMA NELLA ZONA ANTISTANTE E RETROSTANTE L'ANTENNA (PROFONDITÀ DEL VOLUME).
2. L_V È LA DIMENSIONE PARALLELA AL PIANO VERTICALE DELL'ANTENNA (ALTEZZA DEL VOLUME).
3. L_H È LA DIMENSIONE PARALLELA AL PIANO ORIZZONTALE DELL'ANTENNA (LARGHEZZA DEL VOLUME).

L_M SI SUDDIVIDE IN DUE SEGMENTI L_{M1} E L_{M2} CHE SI ESTENDONO RISPETTIVAMENTE IN AVANTI E INDIETRO DAL CENTRO DELL'ANTENNA.



IL VALORE DI FRONT-TO-BACK È SOLITAMENTE DEFINITO IN DB COME DIFFERENZA TRA IL LIVELLO NELLA DIREZIONE DI MASSIMA PROPAGAZIONE E QUELLO SIMMETRICAMENTE OPPOSTO. FB ESPRESSO IN dB.

$$fb = 10^{[(G_{MAX(dBi)} - FB)/10]}$$

$$L_M = L_{M1} + L_{M2}$$

$$L_{M1} = \frac{\sqrt{30 P_{calcolo} G_{MAX}}}{E_o}$$

$$L_{M2} = \frac{\sqrt{30 P_{calcolo} fb}}{E_o}$$

$$L_{V(3dB)} = \sqrt{2} \frac{\sqrt{30 P_{calcolo} G_{MAX}}}{E_o} \sin\left(\frac{\phi_V}{2}\right)$$

$$L_H = \sqrt{2} \frac{\sqrt{30 P_{calcolo} G_{MAX}}}{E_o} \sin\left(\frac{\phi_H}{2}\right)$$

DOVE I PEDICI 1 E 2 INDICANO RISPETTIVAMENTE LA LUNGHEZZA DA CENTRO ANTENNA LUNGO LA DIREZIONE DI MASSIMA RADIAZIONE E LA LUNGHEZZA IN DIREZIONE OPPOSTA (FRONT -TO-BACK)

DOVE SLL È IL LIVELLO DEL LOBO SECONDARIO DISPOSTO SECONDO UNA DIFFERENZA ANGOLARE RISPETTO ALLA DIREZIONE DEL LOBO PRINCIPALE.

LE DIMENSIONI DEL VOLUME DI RISPETTO SU RIPORTATE UTILIZZANO I DATI RELATIVI AL SOLO LOBO PRINCIPALE. PER QUANTO RIGUARDA LA DIMENSIONE VERTICALE, IL VALORE RIPORTATO RISPETTA LA REALTÀ SE I LOBI SECONDARI RIMANGONO AL DI SOTTO DI UNA CERTA SOGLIA DATA DA:

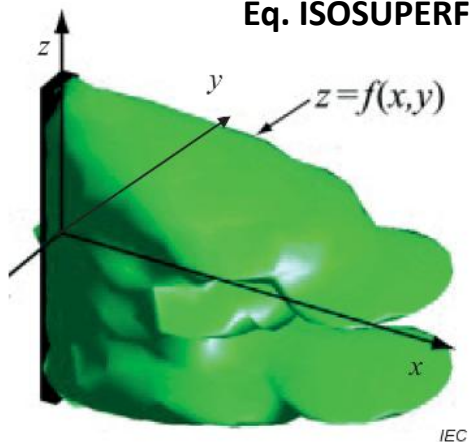
$$SLL \leq 20 \log_{10} \left(\frac{\sqrt{2} \sin \phi_V / 2}{2 \sin \phi_{sl}} \right)$$

DOVE SLL È IL LIVELLO DEL LOBO SECONDARIO DISPOSTO SECONDO UNA DIFFERENZA ANGOLARE RISPETTO ALLA DIREZIONE DEL LOBO PRINCIPALE. SE LA DISUGUAGLIANZA NON È VERIFICATA PER OGNI LOBO SECONDARIO i , LA DIMENSIONE VERTICALE $L_{V(sli)}$ DEL VOLUME DI RISPETTO SI CALCOLA COME:

$$L_{V(sli)} = MAX_i \left(2 \frac{\sqrt{30 P_{calcolo} 10^{(SLL_i + G)/10}}}{E_o} \sin \phi_{sli} \right)$$

METODI PER LA VERIFICA DELLA CONFORMITÀ PREVISIONALE (ISOSUPERFICIE)

Eq. ISOSUPERFICIE



FONTE: CEI EN IEC 62232

IN ALTRI TERMINI, IL VOLUME DI RISPETTO È IL RISULTATO DI UN INVILUPPO GEOMETRICO: SERVE COME STRUMENTO RAPIDO E LEGGIBILE (MOLTO UTILE IN SEDE AUTORIZZATIVA) PER VERIFICARE SE LA REGIONE POTENZIALMENTE CRITICA INTERSECHI OPPURE NO SPAZI ACCESSIBILI ALLA POPOLAZIONE.

L'ANALISI DI IMPATTO Elettromagnetico (AIE) DA SOTTOPORRE ALL'ARPA COMPETENTE, CONSISTE NEL CALCOLARE LE DIMENSIONI DEL VOLUME DI RISPETTO E NEL RENDERE VIETATO O REGOLAMENTATO L'ACCESSO AL SUO INTERNO.

PERALTRO, IL CALCOLO DELLA FUNZIONE ANALITICA DEL VOLUME DI RISPETTO, AI FINI DELLA VALUTAZIONE DELLA CONFORMITÀ PREVISIONALE DI SRB, E' COMPLESSA NEL CASO DI SORGENTI MULTIPLE O IN PRESENZA DI FONDO Elettromagnetico. PER TALE MOTIVO È CONSIGLIABILE IL VOLUME DI RISPETTO SOLO IN ASSENZA DI ALTRE SORGENTI OLTRE AL SSI (ES. SRB).

IN ALTERNATIVA AL VOLUME DI RISPETTO, PER UNA VERIFICA EQUIVALENTE DI CONFORMITÀ DELL'ESPOSIZIONE SI PUO' USARE UNA PARTICOLARE ISOSUPERFICIE 3D, CHE NE E' UNA RAPPRESENTAZIONE NELLO SPAZIO.

LA SUPERFICIE $z = f(x, y)$ (**ISOSUPERFICIE**), CHE DELIMITA IL VOLUME DI RISPETTO E', QUINDI, IL LUOGO DEI PUNTI, INTORNO ALL'ANTENNA, NEI QUALI I LIVELLI DI CAMPO SONO PARI A QUELLI REGOLAMENTARI. $E(x, y, z) = E_{lim}/att$ DOVE $E(x, y, z)$ E' IL LIVELLO DI CAMPO E E_{lim}/att È IL LIMITE DI ESPOSIZIONE/VALORE DI ATTENZIONE REGOLAMENTARE, CON RIFERIMENTO AL CAMPO ELETTRICO.

LA VISUALIZZAZIONE RICHIEDE ROUTINE GRAFICHE SW DI RENDERING 3D. SI POSSONO TRACCIARE ISOSUPERFICI INTERNE OD ESTERNE AL VOLUME DI CONTROLLO I CUI PUNTI CORRISPONDONO A LIVELLI PREFISSATI DI CAMPO MINORI O MAGGIORI DI QUELLI REGOLAMENTARI. NEL CASO DI UN'UNICA SORGENTE RADIANTE (V. SLIDE PREC.), PER LA ISOSUPERFICIE RAPPRESENTATIVA DEL VOLUME DI RISPETTO:

$$z = \cos \phi \cdot ((30 P_T * G(\theta, \phi)))^{1/2} / E_{lim}$$

EQUAZIONE ISOSUPERFICIE 3D, BORDO DEL VOLUME DI RISPETTO. PER TUTTE LE ALTRE BASTA SOSTITUIRA **E** A **E_{lim}** , PER LA MAPPATURA DEL CAMPO IN UNA VASTA AREA.

IN CASI PIU' COMPLESSI E MOLTEPLICITA' DI SORGENTI RADIANTI, **LA ISOSUPERFICIE 3D SI CALCOLA DETERMINANDO IL LIVELLO DEL CAMPO IN UN INSIEME DI PUNTI**, IN CUI IL LIVELLO DI CAMPO E' PARI AL VALORE REGOLAMENTARE.

VALUTAZIONE DI CONFORMITA' DI UNA MOLTEPLICITA' DI ANTENNE CON TECNICHE DI ISOSUPERFICI 3D E 2D

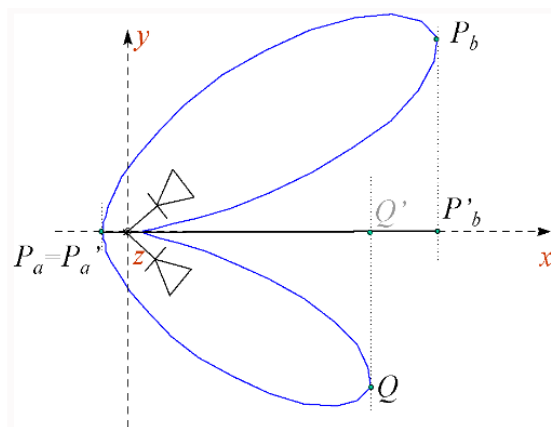
RAPPRESENTAZIONE CON ISOSUPERFICIE 3D: PARTICOLARMENTE RACCOMANDABILE SE PRESENTI PIÙ ANTENNE O PIÙ SORGENTI SULLO STESSO SITO, CHE NON CONSENTIREBBERO L'USO DI SEMPLICI RELAZIONI PER LA DETERMINAZIONE DEL VOLUME DI RISPETTO CILINDRICO A SEZIONE RETTANGOLARE O ELLITTICA.

IN QUESTI CASI, NON SONO APPLICABILI LE RELAZIONI MATEMATICHE DEL VOLUME DI RISPETTO E, PER UNA MAGGIORE ADERENZA AI LIVELLI EFFETTIVI DEL CAMPO RISPETTO ALLA VALUTAZIONE DEL VOLUME DI RISPETTO, OCCORRE DISCRETIZZARE IL VOLUME SPAZIALE DELLA NO-COMPLIANCE.

PASSI DA SEGUIRE: 1) CALCOLO COORDINATE DEI VERTICI DEL MODELLO A PARALLELEPIPEDO; 2) CALCOLO DI UN INSIEME DI PUNTI CONTENUTI NEL PARALLELEPIPEDO SECONDO UN INTERVALLO ASSEGNATO; 3) CALCOLO DEL CAMPO NELL'INSIEME DI PUNTI AL PUNTO 2; 4) COSTRUZIONE DELL'ISOSUPERFICIE.

IN ALTERNATIVA ALLA ISOSUPERFICIE 3D: ISOSUPERFICIE 2D: PROIEZIONE DELLA ISOSUPERFICIE 3D, SUI TRE PIANI COORDINATI OXY, OXZ E OYZ. IN QUESTO CASO LA SOVRAPPOSIZIONE CON GLI EDIFICI E L'URBANIZZATO RICHIEDE LORO RAPPRESENTAZIONI 2D, PER ES. **PIANTA CATASTALE** (PIANO ORIZZONTALE) E **PROSPETTO ALTIMETRICO** (PIANO VERTICALE).

LA **PROIEZIONE** È DEFINITA COME ORTOGONALE E, SOPRATTUTTO, **CONSERVATIVA**: SI PROIETTA SUL PIANO COORDINATO (NEL GRAFICO (x,z)) IL PUNTO DELLA SUPERFICIE DEL VOLUME DI RISPETTO LA CUI PROIEZIONE RISULTA PIÙ DISTANTE DALL'ORIGINE NEL PIANO STESSO. PERTANTO, SUL PIANO SI CONSERVANO LE PROIEZIONI CHE DELIMITANO ESTERNAMENTE IL CONTORNO, MENTRE SI ESCLUDE IL PUNTO (ES. Q), LA CUI PROIEZIONE (Q') CADREBBE PIÙ INTERNAMENTE.

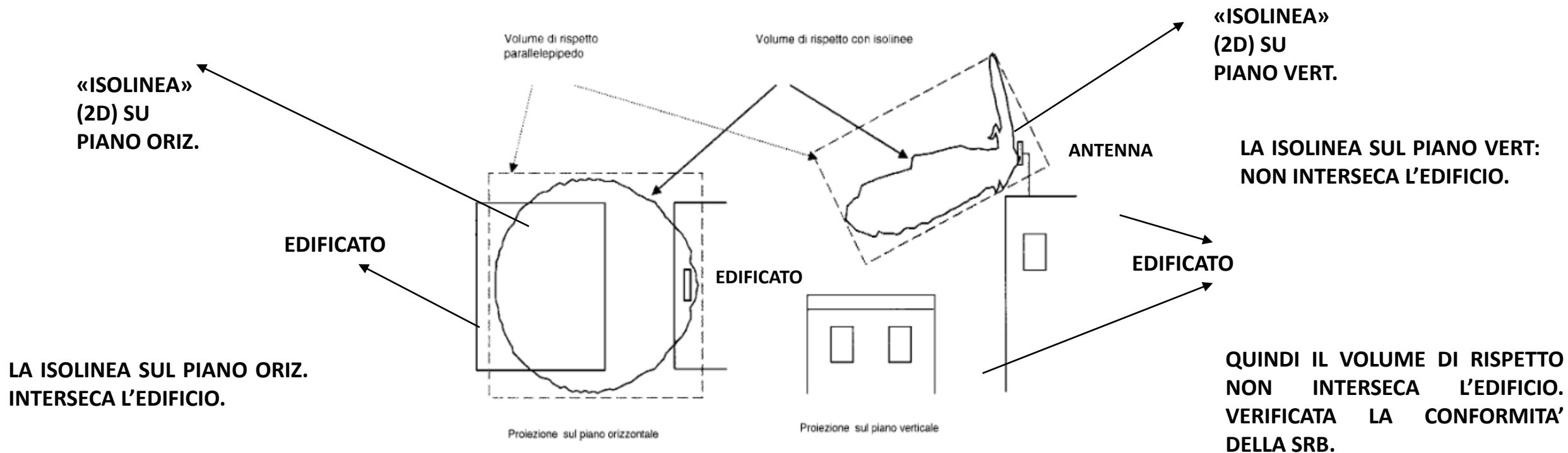


IL CONTORNO DELLA ISOSUPERFICIE 2D E' (DEFINIZIONE GUIDA CEI 211-10) LA «**ISOLINEA 2D**» SU CIASCUN PIANO DI PROIEZIONE. SUCCESSIVAMENTE ALLA VISUALIZZAZIONE DELLE ISOLINEE 2D, OCCORRE INSERIRLE NEL CONTESTO DEI LUOGHI CIRCOSTANTI PRESENTI SULLA PLANIMETRIA IN MODO TALE DA VERIFICARE LA CONFORMITÀ DI SRB

PER LA CONFORMITÀ PREVISIONALE DELLA SRB RISULTA EVIDENTE CHE LA SOVRAPPOSIZIONE SUI FORMATI CARTOGRAFICI SOPRA INDICATI, NON ESSENDO QUESTI DI TIPO 3D, DOVRÀ AVVENIRE NECESSARIAMENTE ATTRAVERSO LA VERIFICA SU ENTRAMBE LE SEZIONI: L'INTERSEZIONE REALE SI VERIFICA INFATTI SOLO QUANDO SU ENTRAMBE LE PLANIMETRIE LE ISOLINEE 2D INTERSECANO LA MEDESIMA ZONA ACCESSIBILE ALLA POPOLAZIONE. NELLA **FIG. APPENDICE B-6 CEI 211-10**, PER ES. (**SLIDE SUCC.**), LA PROIEZIONE SUL PIANO ORIZZ. INTERSECA UN EDIFICIO, A DIFFERENZA DELLA PROIEZIONE SUL PIANO VERTICALE: IL VOLUME DI RISPETTO 3D, QUINDI, SICURAMENTE NON INTERSECHERÀ L'EDIFICIO.

CONFORMITA' DELL'INSTALLAZIONE SSI ATTRAVERSO LE ISOSUPERFICI 2D

NELLA FIG. SOTTOSTANTE (Appendice B-6 CEI 211-10) È INDICATO UN ESEMPIO DI PROIEZIONE DEL VOLUME DI RISPETTO SUGLI ELABORATI GRAFICI E SULLE CARTE PLANOALTIMETRICHE, IN CUI È STATO RIPORTATO SIA IL VOLUME DI RISPETTO CHE LA SUA APPROSSIMAZIONE DI TIPO PARALLELEPIPEDO.



PROIEZIONI SUL PIANO ORIZZONTALE E VERTICALE

Figura Appendice B-6 – Esempio di proiezione 2D

LA FIG. SOPRA MOSTRA CHE, ANCHE UTILIZZANDO LA RAPPRESENTAZIONE BIDIMENSIONALE, È POSSIBILE RIPORTARE IL VOLUME DI RISPETTO SIA MEDIANTE FORME GEOMETRICHE (PARALLELEPIPEDO O COMPOSIZIONE DI CILINDRI), SIA MEDIANTE LE ISOLINEE CORRISPONDENTI AL LIVELLO DI CAMPO ELETTROMAGNETICO LIMITE.

DALLA FIGURA È EVIDENTE CHE IL PARALLELEPIPEDO È ECCESSIVAMENTE CAUTELATIVO RISPETTO ALLA REALE CONFORMAZIONE DEL CAMPO, SOPRATTUTTO A CAUSA DEL FASCIO MOLTO STRETTO SUL PIANO VERTICALE DEL DIAGRAMMA DI IRRADIAZIONE.

VALUTAZIONE DI CONFORMITA' CON CURVE ISOCAMPO (ISOLIVELLO)

LE CURVE DI **ISOCAMPO** DETTE ANCHE DI **ISOLIVELLO** CONSENTONO UNA MAPPATURA DEL CAMPO NELL'INTERA ZONA IN CUI SIANO STATI COLLOCATI I PUNTI DI CONTROLLO.

OGNUNA DI QUESTE CURVE E' IL LUOGO DEI PUNTI IN CUI E' COSTANTE IL RAPPORTO TRA IL LIVELLO DEL CAMPO E IL LIVELLO LIMITE REGOLAMENTARE: E/E_{lim} . LE CURVE DI LIVELLO SONO UTILIZZATE, IN PARTICOLARE, QUANDO SERVE DESCRIVERE IN DETTAGLIO IL CAMPO SU TERRAZZI, FACCIATE O ALTRI PUNTI CRITICI.

SI OTTENGONO TRAMITE UNA **SEZIONE DEL CAMPO TRIDIMENSIONALE CON UN PIANO SCELTO**. IN QUESTO CASO NON SI PROIETTA L'INTERA SUPERFICIE DEL VOLUME DI CONTROLLO, MA SI CONSIDERA UN PIANO DI INTERESSE — PER ESEMPIO UNA SEZIONE ORIZZONTALE A QUOTA COSTANTE O UNA SEZIONE VERTICALE SU UNA FACCIATA — E SI COSTRUISCONO LE CURVE DI PARI LIVELLO DI CAMPO SUL PIANO.

LA GUIDA CEI 211-10, MOSTRA INFATTI VARI ESEMPI DI RAPPRESENTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE CON CURVE DI LIVELLO SU UNA SEZIONE ORIZZONTALE E SU UNA SEZIONE VERTICALE DELLO SPAZIO, CONTESTUALIZZATE ALLO SCENARIO.

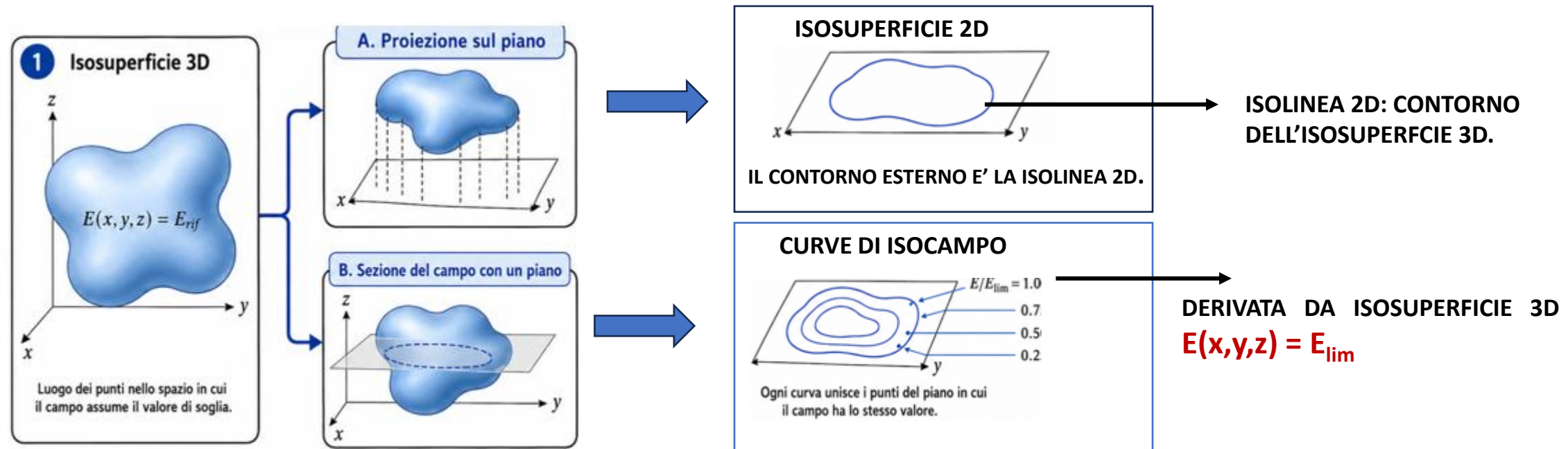
NELLA PROCEDURA AUTORIZZATIVA PER L'INSTALLAZIONE DI SRB IL MODELLO A NEL CODICE DELLE COMUNICAZIONI ELETTRONICHE, STABILISCE CHE, SE IL VOLUME DI RISPETTO EVIDENZIA PUNTI CON INTERSEZIONI CRITICHE PER POSIZIONI ACCESSIBILI ALLA POPOLAZIONE CON PERMANENZA SUPERIORE A 4 ORE, DEVONO ESSERE FORNITE LE CURVE DI ISOCAMPO RISPETTO AI PUNTI DI CRITICITÀ PER LE SOGLIE PREFISSATE. QUESTO SIGNIFICA CHE LA FIGURA TRIDIMENSIONALE, DA SOLA, NON SEMPRE CONCLUDE LA VERIFICA: QUANDO LA SUPERFICIE O IL VOLUME INTERCETTANO AMBIENTI RILEVANTI DAL PUNTO DI VISTA DELLA PERMANENZA DELLA POPOLAZIONE, OCCORRE UN AFFINAMENTO LOCALE MEDIANTE RAPPRESENTAZIONI PUNTUALI O CURVE ISOLIVELLO.

CONFRONTO TRA LE VARIE TECNICHE ALTERNATIVE AL VOLUME DI RISPETTO

SI COSTRUISCE A PARTIRE DA PUNTI INTERNI DEL VOLUME DI RISPETTO.

IN CONCLUSIONE, L'**ISOSUPERFICIE 3D** È LO STRUMENTO NUMERICAMENTE PIÙ FEDELE PER RAPPRESENTARE IL CONFINE DI CONFORMITÀ DEL CAMPO ELETTRICOMAGNETICO RISPETTO A UNA SOGLIA ASSEGNATA, SPECIALMENTE NEGLI SCENARI COMPLESSI O MULTISORGENTE. LA **PROIEZIONE (ISOSUPERFICIE) 2D** SERVE QUANDO SI DISPONE DI PLANIMETRIE E PROSPETTI; LE **CURVE DI ISOCAMPO** DESCRIVONO IL CAMPO SU SEZIONI O PUNTI CRITICI QUANDO LA SOLA RAPPRESENTAZIONE TRIDIMENSIONALE NON È SUFFICIENTE. NEL PROCEDIMENTO SECONDO IL **MODELLO A**, L'USO DELL'ISOSUPERFICIE 3D È QUINDI PIENAMENTE COERENTE, PURCHÉ RESTINO RISPETTATE DUE CONDIZIONI: LA VALUTAZIONE DEVE ESSERE SOGLIA-SPECIFICA E DEVE COMPRENDERE IL FONDO AMBIENTALE AI FINI DEL CAMPO ELETTRICO COMPLESSIVO.

GENESI DELLE ISOLINEE 2D E DELLE CURVE DI ISOCAMPO, OSSIA CURVE DI LIVELLO



CURVE DI ISOCAMPO: UTILI AD ES. SE SERVE UN DETTAGLIO LOCALE SU TERRAZZI, FACCIATE O PUNTI DI CONTROLLO RIVELATISI CRITICI IN PRIMA BATTUTA.

LE CURVE DI ISOCAMPO SONO CURVE DI LIVELLO OTTENUTE SU UN PIANO DI SEZIONE ORIZZ. O VERT. DELL'ISOSUPERFICIE 3D, RAPPRESENTATIVA DEL VOLUME DI RISPETTO ($E_{rif} = E_{lim}$) E DELLE ISOSUPERFICI 3D RELATIVE A VALORI DI SOGLIA E_{rif} PREFISSATO. IL LIVELLO CUI LE CURVE DI ISOCAMPO SI RIFERISCONO PUO' ESSERE ESPRESSO IN V/m O IN FORMA NORMALIZZATA RISPETTO AL LIMITE (ES. E/E_{lim}).

IN CASO DI RELAZIONI MATEMATICHE NON NOTE O COMPLESSE DELLE ISOSUPERFICI 3D, CHE NE CONSENTANO UNA RICOSTRUZIONE, LA CURVA DI ISOCAMPO SI COSTRUISCE, PROCEDENDO AL CALCOLO DEL CAMPO PUNTO PER PUNTO NELL'AREA D'INTERESSE NEL PIANO ORIZZ. O VERTICALE.

RAPPRESENTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE CON CURVE DI LIVELLO

LE CURVE DI LIVELLO (ISOCAMPO) SONO RICHIESTE DALL'**ALL. A NELLA PROCEDURA AUTORIZZATIVA**, NEL CASO DI EVIDENZA DI PUNTI CRITICI (ACCESSIBILI ALLA POPOLAZIONE), IN ZONE CON PERMANENZA > 4h, RISULTANTI DALLA VALUTAZIONE DEL VOLUME DI RISPETTO O ALTERNATIVAMENTE DELL'ISOSUPERFICIE 3D (OVVERO DELLE ISOLINEE 2D NELLE PROIEZIONI SU DUE PIANI COORDINATI).

IL PASSO SUCCESSIVO È SCEGLIERE IL PIANO DI SEZIONE.

LA SEZIONE ORIZZONTALE SI USA PER LEGGERE IL CAMPO SU UNA QUOTA DI INTERESSE, PER ESEMPIO UNA COPERTURA, UN TERRAZZO; LA SEZIONE VERTICALE, INVECE, PER UNA FACCIATA, UN BALCONE, UN PROSPETTO O UN PIANO PASSANTE PER ANTENNA E PUNTO CRITICO.

DAL PUNTO DI VISTA REGOLATORIO ITALIANO, PERÒ, IL CONFRONTO FORMALE CON LIMITI, VALORI DI ATTENZIONE E OBIETTIVI DI QUALITÀ RESTA RIFERITO AI VALORI RILEVATI O CALCOLATI A 1,50 m. DAL PIANO DI CALPESTIO.

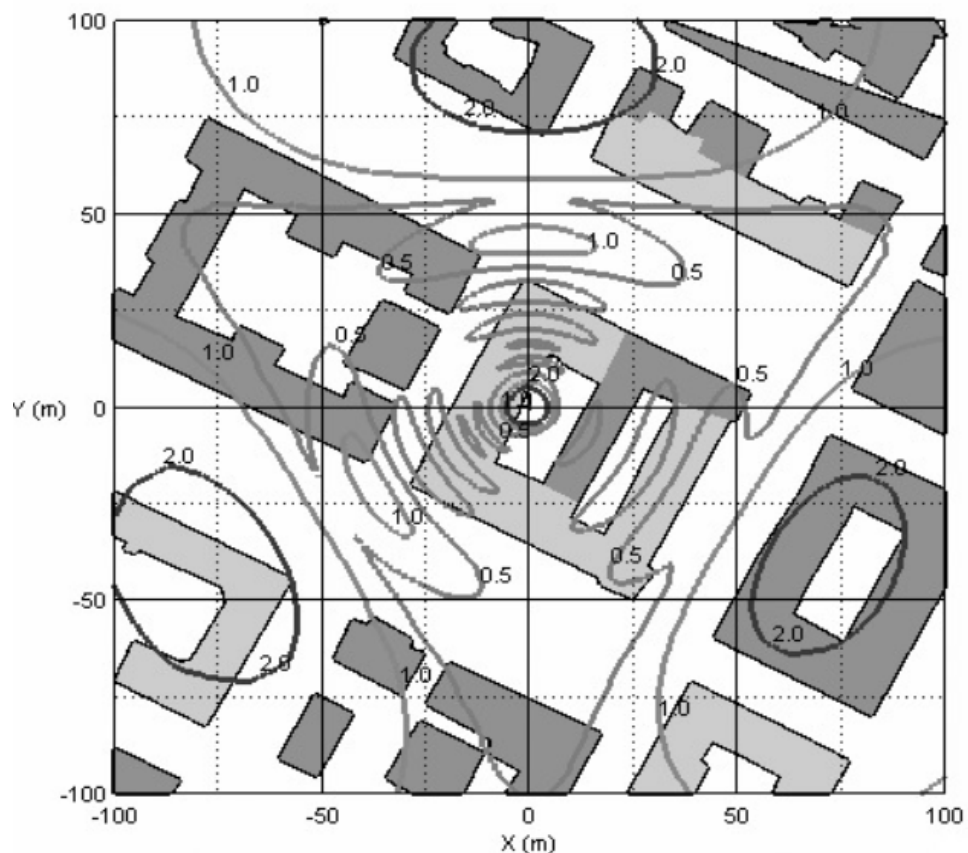
SUL PIANO OPERATIVO, NEL CASO AD ES. CHE NON SIA NOTO IL VOLUME DI RISPETTO, SI DISCRETIZZA IL PIANO SCELTO CON UNA GRIGLIA DI PUNTI, SI CALCOLA IL CAMPO IN CIASCUN PUNTO E SI TRACCIA LE CURVE DI LIVELLO **$E(u,v) = E_{rif}$** , CON **E_{rif}** PARI ALLA SOGLIA PREFISSATA (SCELTA DI VALORI INFERIORI E SUPERIORI AI LIMITI REGOLAMENTARI) E **u** e **v** SONO LE COORDINATE DEL PIANO DI SEZIONAMENTO SUL QUALE SI VALUTA IL CAMPO.

IN UNA SEZIONE ORIZZONTALE LA CURVA CHIUSA DELIMITA L'AREA DEL PIANO IN CUI IL CAMPO RAGGIUNGE LA SOGLIA; IN UNA SEZIONE VERTICALE DELIMITA INVECE IL PROFILO DEL CAMPO RISPETTO A SUPERFICI ACCESSIBILI (ES. FACCIATE, PARAPETTI, COPERTURE).

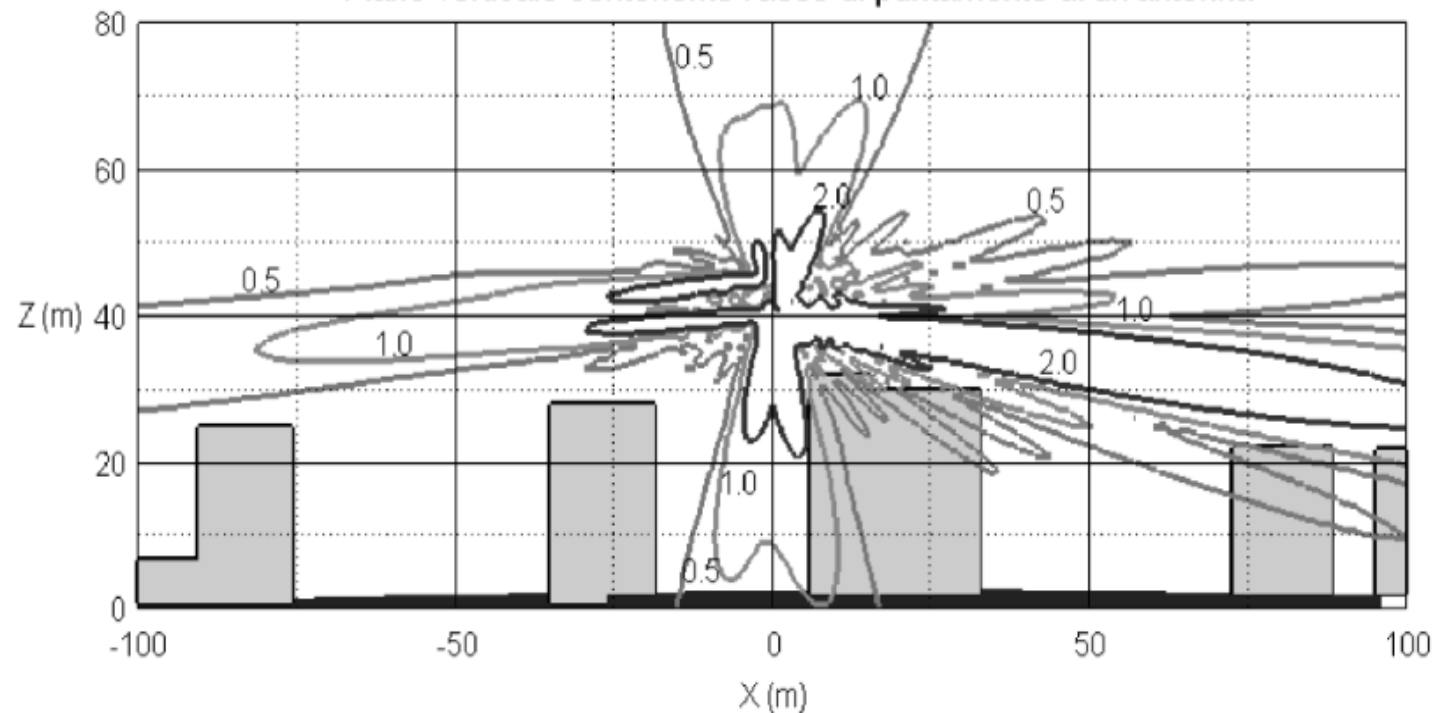
LA CONFORMITÀ O MENO AL LIVELLO DI RIFERIMENTO **E_{rif}** SI ACCERTA LEGGE VERIFICANDO SE LE PORZIONI ACCESSIBILI DEL PIANO, RILEVANTI AI FINI NORMATIVI, CADANO AL DI LÀ' O AL DI QUA DELLA CURVA, RISPETTO AL CENTRO ELETTRICO DELL'ANTENNA,

ESEMPIO DI RAPPRESENTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE CON CURVE DI LIVELLO

Piano Orizzontale a 27 m d'altezza



Piano verticale contenente l'asse di puntamento di un'antenna



CURVE DI LIVELLO PER UN TRASMETTITORE SU UNA SEZ. ORIZ. ED UNA SEZ. VERT. DELLO SPAZIO CONTESTUALIZZATA ALLO SCENARIO.

I DUE METODI PER LA VERIFICA DELLA CONFORMITÀ PREVISIONALE E LE DUE CLASSI DI ATTENZIONE DEGLI IMPIANTI

1. CRITERIO DEL CALCOLO VOLUME DI RISPETTO

RAPPRESENTATO IN FORME GEOMETRICHE SEMPLIFICATE O IN SUPERFICI ISOLIVELLO.

CASO a

IL VOLUME DI RISPETTO, PER UN DETERMINATO LIVELLO DEL PARAMETRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO, NON INTERSECA ALCUNA AREA, VOLUME O PUNTO PER IL QUALE VIENE ESEGUITA LA VERIFICA COMPUTAZIONALE: L'IMPIANTO RISULTA ESSERE CONFORME.

CASO b SI HANNO INTERSEZIONI (USO DATI PLANIMETRICI, COMPENSIVI DELLE ALTIMETRIE E/O DATI CARTOGRAFICI IN CUI GLI EDIFICI SONO RAPPRESENTATI CON LE LORO ALTEZZE RISPETTO AL PIANO DEL TERRENO) IN UN ELEMENTO DELLO SCENARIO O IN UN PUNTO DI CONTROLLO, CHE QUINDI EVIDENZIANO CRITICITÀ CIRCA LA COMPLIANCE CON I LIMITI REGOLAMENTARI.

OCCORRE ALLORA PROCEDERE CON IL METODO:

2. CRITERIO PER CONFRONTO DEI LIVELLI DEL CEM (E;H;S) CALCOLATI NEI PUNTI DI CONTROLLO, CON I VALORI DI RIFERIMENTO NORMATIVO.

PERALTRO DA PREFERIRE DECISAMENTE AL METODO 1. NEL CASO DI SORGENTI MULTIPLE O IN PRESENZA DI FONDO ELETTROMAGNETICO SE IL LIVELLO DI ESPOSIZIONE, CALCOLATO CON LE PROCEDURE PRECEDENTEMENTE DELINEATE, PER OGNI PUNTO DI CONTROLLO È INERIORE O UGUALE AL LIMITE DI RIFERIMENTO NORMATIVO CONSIDERATO, ALLORA L'SSI RISULTA ESSERE CONFORME.

CLASSI DI ATTENZIONE IMPIANTI RADIOELETTRICI

CLASSE 1: OGNI PUNTO ACCESSIBILE E' ESTERNO AL VOLUME DI RISPETTO (CUI CONCORRE SOLO IL CONTRIBUTO DELL'IMPIANTO ANALIZZATO) CALCOLATO CON IL 10% DEL VALORE NORMATIVO DI E o H E/O 1% DI S.

CLASSE 2. TUTTI GLI ALTRI IMPIANTI.



«The long and winding road [...] will never disappear»
The Beatles

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

Contatti: cell. 3382093572

GMAIL: LUPRINZI@GMAL.COM

[linkedin.com/in/luigi-prinzi-9b78a0195](https://www.linkedin.com/in/luigi-prinzi-9b78a0195) (gia' TELECOM ITALIA)



Ing. Relatore LUIGI PRINZI

Titolo Intervento SERVICE ASSURANCE E OTTIMIZZAZIONE OPERATIVA IN RETI 5G PRIVATE (MPN) CHE INTEGRANO AI/ML