

## Compatibilità di stazioni di servizio amatoriali con i servizi esistenti nel range 415÷526,5 kHz

(2010)

### SOMMARIO

pagina

1	Introduzione.....	3
2	Raccomandazioni dell'UIT Related R, Relazioni e Manuali .....	3
3	Abbreviazioni .....	3
4	Antefatto.....	4
5	Terra-wave e propagazione Skywave studi .....	4
	5.1 Introduzione.....	4
	5.2 Background: propagazione terra-onda.....	5
	5.2.1 terra onde calcoli campo-forza.....	5
	5.2.2 Antenne trasmettenti.....	5
	5.2.3 Riassunto dei parametri per lo studio terra-onda.....	5
	5.2.4 simulazioni terra-onda .....	5
	5.2.5 terra-propagazione delle onde di discussione.....	7
	5.2.6 terra-onda conclusioni propagazione.....	7
	5.3 Background: Skywave propagazione .....	8
	5.3.1 Skywave calcoli campo-forza .....	8
	5.3.2 L'attività solare / geomagnetica latitudine Lr.....	8
	5.3.3 polarizzazione eccesso perdita di accoppiamento Lp.....	9
	5.3.4 oraria fattore di perdita Lt .....	9
	5.3.5 propagazione Slant distanza p .....	9
	5.3.6 ionosferica fattore di perdita La .....	9
	5.3.7 perdite di terra / guadagno mare Gs .....	10
	5.3.8 calcoli Skywave .....	10
	5.3.9 Skywave sintesi propagazione .....	12
	5.4 Discussione dei risultati di ground-wave e Skywave studia.....	12
	5.5 Conclusioni per terra-onda e Skywave propagazione.....	13
6	Aeronautica servizio di radionavigazione.....	13
	6.1 aeronautici beacon non direzionali.....	13
	6.1.1 Background.....	13
	6.1.2 Analisi .....	14
	6.1.3 Conclusione - Co-frequenza coesistenza.....	15
	6.2 Analisi generale di protezione dei sistemi NDB / ADF .....	15
	6.2.1 Amateur stazione trasmittente a bordo o all'interno della regione servizio NDB	15
	6.2.2 Stazione Amateur trasmettere molto al di fuori della regione di servizio NDB	16

6.2.3 Generazione di distanze di protezione NDB utilizzando terra-wave e propagazione Skywave analisi .....	16
6.2.4 Esempio di aree di zona di protezione tipica.....	17
6.2.5 Assegnazioni europee verso NDBs nella gamma di frequenza da 200 kHz a 1 000 kHz	19
6.2.6 Conclusione.....	20
7 Maritime Mobile Service.....	21
7.1 NAVTEX.....	21
7.1.1 Caratteristiche del sistema NAVTEX .....	21
7.1.2 Criteri di protezione NAVTEX .....	21
7.1.3 Selettività di un ricevitore NAVTEX.....	21
7.1.4 Analisi .....	21
7.1.5 I risultati dei calcoli per diversi criteri di protezione.....	22
7.1.6 Selettività dati della curva.....	24
7.1.7 IMO NAVTEX requisiti Manuale .....	24
7.1.8 Conclusione.....	25
7.2 sistemi marittimi del futuro .....	25
7.2.1 Caratteristiche dei futuri sistemi marittimi.....	25
7.2.2 Analisi .....	27
7.2.3 Conclusioni.....	27
8 Servizio Broadcasting.....	27
8.1 Antefatto.....	27
8.2 Analisi .....	28
8.3 Conclusione .....	29
9 Servizio mobile terrestre.....	29
10 Aeronautical servizio mobile.....	29

## 1 Introduzione

La presente relazione descrive i risultati di studi dell'UIT R sulla compatibilità tra il servizio amatoriale e servizi già presenti nella gamma 415÷526,5 kHz.

## 2 Relazione ITU R Raccomandazioni, Report e Manuali

Raccomandazione ITU-R M.1732 - Caratteristiche dei sistemi operativi nei servizi amatoriali e dilettanti-satellite per l'utilizzo in studi di condivisione

Raccomandazione ITU-R P.525-2 - Calcolo di attenuazione spazio libero

Raccomandazione ITU-R BS.560 - rapporti di protezione Radio frequenza di LF, MF e trasmissione HF

Raccomandazione ITU-R P.368-9 - Terra-onda curve di propagazione per frequenze comprese tra 10 kHz e 30 MHz

Raccomandazione ITU-R P.372-10 - rumore Radio

Raccomandazione ITU-R P.832-2 - Atlante mondiale della conducibilità di Terra

Raccomandazione ITU-R P.1147-4 - Pronostico cielo onda intensità di campo a frequenze tra circa 150 e 1 700 kHz

ITU-R SG 3 Handbook - Ionosfera e dei suoi effetti sulla Radiowave Propagazione Handbook, Edizione 1998

Raccomandazione ITU-R F.1610 - Pianificazione, progettazione e realizzazione di sistemi radio di servizio fissa HF

Raccomandazione ITU-R M.476 - stampa diretta attrezzature telegraph nel servizio mobile marittimo

Raccomandazione ITU-R M.625-3 - Apparecchiature telegrafiche stampa diretta utilizzando l'identificazione automatica nel servizio mobile marittimo

Rapporto ITU-R M.2200 - Caratteristiche di stazioni radio amatoriali nella gamma 415-526,5 kHz per gli studi di condivisione

Rapporto ITU-R M.2201 - Utilizzo della banda 495÷505 kHz da parte del servizio mobile marittimo per la trasmissione digitale di sicurezza e informazioni relative alla sicurezza da riva a navi

Rapporto ITU-R M.910-1 - Condivisione tra il servizio mobile marittimo e il servizio di radionavigazione aeronautica nella banda 415÷526,5 kHz.

### 3 Abbreviazioni

ADF Direzione constatazione automatico

AMS Servizio mobile Aeronautical

ETSI European Telecommunications Standards Institute

ICAO International Civil Aviation Organization

Instrument landing system ILS

IMO Organizzazione marittima internazionale

MSI Informazioni Marittime sicurezza

NAVTEX Messaggi di testo NAVTEX navigazione

NDB Fari Non-direzionali

### 4 Antefatto

Nelle tre regioni dell'UIT, la banda 415÷526,5 kHz include accantonamenti ai servizi marittimi di radionavigazione mobili e aeronautiche. Informazioni per la sicurezza marittima (MSI) sistemi che operano su 424 kHz, soprattutto 490 kHz e 518 kHz (NAVTEX), e vi è una dotazione comune servizio mobile primaria nei tre Regioni nella banda 495÷505 kHz.

Massa-propagazione delle onde radio è utilizzato principalmente nel LF, MF, e la parte inferiore dello spettro HF e consente la lunga distanza di trasmissione / ricezione dei segnali. Questi segnali si propagano lungo la curvatura della Terra, ben oltre l'orizzonte ottico.

Propagazione terra-onda è anche dipendente dalla natura della superficie: attenuazione del segnale è influenzata dalla conducibilità terra e la costante dielettrica della Terra. Raccomandazione ITU R P.832-2, dà le conducibilità terra per diverse aree del mondo. Questa Raccomandazioni afferma "che per terra onda previsione campo forza, è fondamentale conoscere le caratteristiche elettriche del terreno lungo il percorso" e "che il più importante caratteristica elettrica della Terra per frequenze inferiori a 3 MHz è la conducibilità".

## 5 studi di propagazione terra-onda e SkyWave

### 5.1 Introduzione

Studi terra-onda e propagazione Skywave sono state intraprese per determinare l'impatto potenziale di stazioni amatoriali proposti nella gamma 415÷526,5 kHz sui servizi già presenti sul mercato in questa gamma. Il primo studio ha utilizzato il software GRWAVE per stimare l'intensità di campo ricevuto dalle stazioni amatoriali proposte che trasmettono in questa gamma di frequenza tramite la propagazione terra-onde, mentre il secondo studio utilizza un modello di propagazione descritto nella raccomandazione ITU-R P.1147-4 per calcolare l'intensità di campo ricevuto dalle stazioni amatoriali proposti in questo intervallo via propagazione Skywave. Entrambi gli studi valutano la compatibilità di queste stazioni proposte con i servizi esistenti in questa gamma di frequenza.

Ai fini di questa simulazione, un e.i.r.p. di 20 W (13 dBW) è stato scelto per le stazioni amatoriali. No. 25.7 del Regolamento Radio (RR) afferma che la potenza massima delle stazioni amatoriali è fissato dalle amministrazioni interessate. Come potenza del trasmettitore consentita differisce da un'amministrazione all'altra, questo valore può essere o non essere tipico di una trasmissione al servizio amatoriale; Tuttavia, l'analisi dei sistemi di antenna del tipo che potrebbero essere impiegati nel servizio amatoriale nel range 415÷526,5 kHz, che è documentata nella relazione ITU R M.2200, suggerisce che

---

RR n 5.82A limita l'utilizzo della banda di radiotelegrafia e richiede RR n 5.82B che le autorizzazioni per l'uso diverso da quello per il servizio mobile marittimo assicurano che nessuna disturbi pregiudizievoli a questo servizio.

GRWAVE (<http://www.itu.int/oth/R0A0400000F/en>) calcola terra onda intensità di campo in funzione della frequenza, altezze antenna e costanti di base per la gamma di frequenza 10 kHz 10 GHz. Vedere la raccomandazione ITU-R P.368. GRWAVE è stato utilizzato per generare le curve di propagazione in § 5.2 della presente relazione.

---

tali antenne sarebbero relativamente inefficiente (nell'intervallo da 4 a 20%). Con una potenza di uscita del trasmettitore di 26.78 dBW e un guadagno effettivo di -13,78 dBi, il eirp risultante sarebbe 13 dBW.

## 5.2 Background: propagazione terra-onda

### 5.2.1 terra onde calcoli campo-resistenza

GRWAVE stato utilizzato per simulare l'intensità di campo in funzione della distanza da una stazione amatoriale trasmette un EIRP di 13 dBW. Come GRWAVE calcola l'intensità del campo emesso da una antenna monopolo verticale con una eirp uscita  $P = 1 \text{ kW}$  (30 dBW), l'intensità di campo simulato è stato poi regolato verso il basso di 17 dB per tener conto del minor potenza irradiata scelto per gli scopi di questo studio.

### 5.2.2 antenne di trasmissione

Tipi di antenna rappresentativi che possono essere introdotti dagli operatori del servizio amatoriale sono descritti nella Relazione ITU R M.2200. Queste antenne sono i seguenti tipi:

- Una antenna breve verticale con sei radiali a terra;
- Una antenna breve verticale a forma di L rovesciata, anche utilizzando sei radiali a terra;
- Una antenna a L rovesciata- di medie dimensioni con sedici radiali di 30 metri;
- Una antenna a L rovesciata- di medie dimensioni con sedici radiali di 15 metri.

I segnali polarizzati verticalmente sono soggette a molto meno attenuazione dei segnali polarizzati orizzontalmente. In quanto tale, una antenna monopolo verticale sarebbe simulare di interferenze nel caso peggiore. Questo tipo di antenna di trasmissione è tipico di quello che potrebbe essere implementato in questa gamma di frequenza da parte del servizio amatoriale.

### 5.2.3 Riassunto dei parametri per lo studio terra-onda

Propagazione terra-onda per terra e per mare è stato simulato utilizzando il software GRWAVE. Come l'onda di terra si propaga meglio per l'acqua di mare che per l'acqua dolce, è stata scelta l'acqua di mare di salinità media. Allo stesso modo, come terreno paludoso o bagnato è più favorevole alla propagazione di terraferma o nel deserto, è stato scelto terreno con conducibilità media.

I parametri elettrici della superficie terrestre sono state scelte secondo Raccomandazione ITU R P.368. Si tratta di valori medi sia per acqua di mare che terra.

1. L'acqua di mare, salinità media: permittività relativa  $\epsilon = 70$ .
2. L'acqua di mare, salinità media: conduttività  $\sigma = 5 \text{ S / m}$ .
3. Terra: permittività relativa  $\epsilon = 40$ .
4. Terreno: conduttività  $\sigma = 0,03 \sigma / \text{m}$ .

### 5.2.4 simulazioni a terra onde

Le tabelle 1 e 2 mostrano i risultati delle simulazioni utilizzando i valori di permittività e conducibilità sopra per terra e mare per distanze di propagazione di 10 km 200 km e per ricevitore altezze di 10, 15, 20 e 50 m. Frequenza di simulazione è di 500 kHz. Le seguenti sezioni riassumono queste simulazioni.

**TABELLA 1**

Propagazione via terra Altezza trasmettitore 15 m intensità di campo regolata

Distance (km)	Receiver height 5/10 m dB( $\mu$ V/m)	Receiver height 15 m dB( $\mu$ V/m)	Receiver height 20 m dB( $\mu$ V/m)	Receiver height 50 m dB( $\mu$ V/m)
10	72.17	72.45	72.45	72.1
20	65.9	66.39	66.39	65.83
30	62.13	62.81	62.81	62.06
40	59.38	60.25	60.25	59.31
50	57.22	58.3	58.3	57.15
60	55.39	56.63	56.63	55.31
70	53.79	55.2	55.2	53.71
80	52.37	53.95	53.95	52.29
90	51.07	52.82	52.82	51
100	49.88	51.79	51.79	49.81
110	48.78	50.85	50.85	48.71
120	47.74	49.97	49.97	47.67
130	46.77	49.15	49.15	46.69
140	45.84	48.38	48.39	45.77
150	44.95	47.64	47.63	44.88
160	44.1	46.93	46.93	44.03
170	43.29	46.26	46.26	43.21
180	42.5	45.61	45.61	42.42
190	41.73	44.99	44.99	41.66
200	40.99	44.39	44.39	40.91

**TABELLA 2**

Propagazione sopra altezza trasmettitore mare 15 m intensità di campo regolata (dB (mV / m))

Distance (km)	Receiver height 10 m dB( $\mu$ V/m)	Receiver height 15 m dB( $\mu$ V/m)	Receiver height 20 m dB( $\mu$ V/m)	Receiver height 50 m dB( $\mu$ V/m)
10	72.45	72.45	72.45	72.45
20	66.39	66.39	66.39	66.39
30	62.81	62.81	62.81	62.81
40	60.25	60.25	60.24	60.24
50	58.3	58.3	58.29	58.29
60	56.63	56.63	56.63	56.63
70	55.21	55.2	55.2	55.2
80	53.95	53.95	53.94	53.94
90	52.82	52.82	52.81	52.81

Distance (km)	Receiver height 10 m dB( $\mu$ V/m)	Receiver height 15 m dB( $\mu$ V/m)	Receiver height 20 m dB( $\mu$ V/m)	Receiver height 50 m dB( $\mu$ V/m)
100	51.79	51.79	51.79	51.79
110	50.85	50.85	50.84	50.84
120	49.97	49.97	49.96	49.96
130	49.15	49.15	49.14	49.14
140	48.38	48.38	48.37	48.37
150	47.64	47.63	47.63	47.63
160	46.93	46.93	46.93	46.93
170	46.26	46.26	46.25	46.25
180	45.61	45.61	45.61	45.61
190	45	44.99	44.99	44.99
200	44.39	44.39	44.38	44.38

### 5.2.5 terra-propagazione delle onde di discussione

#### 5.2.5.1 Terra

Dalle simulazioni sulla terra, non vi è alcun cambiamento nella forza di campo quando la ricezione dell'antenna è inferiore alla antenna trasmittente - in altre parole, per ricevere altezze antenna 5 m e 10 m, l'intensità di campo ricevuto non variano. L'intensità del campo ricevuto aumentata quando la trasmissione e ricezione antenne erano ad altezze uguali (15 m) e quando l'antenna riceve era a 20 m. L'intensità del campo in entrambi i casi era identica - cioè 72,45 dB ( $\mu$ V / m) a 10 km e 44,39 dB ( $\mu$ V / m) a 200 km. Quando l'altezza ricezione dell'antenna è 50 m, l'intensità di campo al ricevitore diminuisce agli stessi livelli dei casi in cui l'antenna di ricezione era ad altezze di 5 m e 10 m.

#### 5.2.5.2 Mare

In contrasto con i risultati ottenuti dalla simulazione sul mare le intensità di campo ricevuti rimangono costanti, anche quando l'antenna di ricezione è molto superiore dell'antenna di trasmissione. Così, per la trasmissione su percorsi mare, le intensità di campo ricevuto sarebbero costante, mentre per la trasmissione su percorsi terrestri, i valori sarebbero diminuiscono quando le antenne ricevute sono superiori alle antenne di trasmissione. In termini di intensità di campo ricevuto per vie terrestri e marittime, i valori sono gli stessi a ricevere altezze antenna di 15 metri e di 20 m.

### 5.2.6 terra-onda conclusioni propagazione

Queste simulazioni sono stati fatti con conducibilità e permittività valori che renderebbero onda terra propagazione ottimale. Ad esempio, l'acqua salata e terreno paludoso sono più favorevoli alla propagazione di acqua dolce e la terra del deserto. Se la propagazione dovesse verificarsi nel deserto terra o acqua dolce, ad esempio, le intensità di campo generate sarebbero inferiori l'antenna di ricezione.

Inoltre, la propagazione terra-onda è probabile che sia continua per le condizioni del caso particolare di propagazione, al contrario della propagazione Skywave, che varia secondo una varietà di fattori discusso sotto. Pertanto, la determinazione della compatibilità tra le stazioni di servizio amatoriale e servizi primari che operano nella stessa gamma dovrebbe valutare i punti di forza dei campi generati ricevuti per le condizioni di propagazione (terra contro mare, per esempio) e livelli di rumore ambientale contro la protezione richiesta rapporti dei servizi già presenti sul mercato - cioè ricevuto segnale di interferenza contro quello che si voleva ricevere.

### **5.3: Antefatto Skywave propagazione**

Skywave propagazione consente la trasmissione a lunga distanza di segnali. Le onde radio viaggiano alla ionosfera, che è una regione di particelle cariche creati dal sole sopra la superficie terrestre. A lungo raggio di radiocomunicazione a MF dipende dall'effetto di rifrazione degli strati ionizzati su onde radio. Le onde radio inviate verso lo spazio si piegano di nuovo alla Terra dalla ionosfera e queste onde possono essere ricevute centinaia o migliaia di chilometri di distanza dal sito di trasmissione.

Variazioni nella ionosfera, che influenzano la trasmissione delle onde radio, il risultato di cambiamenti nell'attività del sole o dalla rotazione della Terra intorno al sole. In quest'ultimo caso, tali variazioni possono essere abbastanza accuratamente previsti che si verificano in cicli - vale a dire tutti i giorni (diurna), stagionale e macchie solari. In altri casi, le variazioni nella ionosfera non possono essere previsti con precisione quali risultano dalla attività anormale del sole.

Variazioni giornaliere giocano un ruolo importante per l'efficacia della propagazione Skywave: a MF, propagazione è ottimale sei ore dopo il tramonto, con il fattore di perdita oraria decrescente da 30 dB un'ora dopo il tramonto a 0 dB sei ore dopo il tramonto. Le variazioni stagionali sono anche un grande fattore: a MF, Skywave che si propaga in latitudini temperate sono più forti in primavera e in autunno e più deboli in estate e in inverno. La variazione complessiva può essere fino a 15 dB alle frequenze più basse della banda.

Per riassumere, la trasmissione Skywave dipende da una serie di fattori quali il numero di macchie, ora del giorno, stagione dell'anno e la latitudine di trasmissione e ricezione di segnali. Raccomandazione ITU R P.1147-4 e l'ITU R Handbook [1998] forniscono entrambi discussioni dettagliate dei fattori che influenzano la propagazione e variazioni nella forza di campo. Inoltre, il manuale propone diversi metodi di previsione per il calcolo intensità di campo SkyWave per le diverse regioni del mondo.

#### **5.3.1 Skywave calcoli campo-resistenza**

Ai fini di questo studio, i fattori peggiori saranno utilizzati per ricavare le intensità di campo della comunicazione RF circa 500 kHz. In altre parole, quando le perdite sono minime, l'intensità di campo dovrebbe essere più alta, tutti parità di altre condizioni. Va notato che tutte le formule e numeri di riferimento in questa sezione sono alla raccomandazione ITU-R P.1147-4.

#### **5.3.2 Solar attività / geomagnetica latitudine Lr**

In generale, l'attività solare si riduce l'intensità di campo notturne di trasmissioni MF. Tale riduzione è funzione della latitudine geomagnetica, distanza, frequenza e numero di macchie solari. Intensità di campo di notte-tempo diminuiscono rapidamente con l'aumentare della latitudine. Così, alle basse latitudini, l'intensità di campo sono maggiori. In basse latitudini (meno di 40 °) tale riduzione della forza di campo è ritenuto trascurabile.

Pertanto, i calcoli sono stati fatti ad una latitudine geomagnetica =  $0^\circ$  del punto centrale del percorso e il fattore di perdita che incorpora l'effetto dell'attività solare  $L_r = 0$  dB.

### 5.3.3 Eccesso perdita di accoppiamento polarizzazione $L_p$

Questa perdita si verifica quando le onde entrano nella ionosfera e una certa potenza incidente viene assorbita. Ulteriori perdite si verificano a seguito della componente verticale dell'onda, che è ellitticamente polarizzata quando lascia la ionosfera, e accoppiamento con l'antenna ricevente. La perdita di polarizzazione è piccola in latitudini temperate, ma grande in latitudini tropicali. Tali differenze devono essere corretti. A MF,  $L_p$  per un singolo terminale è dato da una delle due formule:

$$L_p = 180 (36 + \theta^2 + I^2)^{-1/2} - 2 \text{ dB for } I \leq 45^\circ$$

$$L_p = 0 \text{ for } I > 45^\circ$$

dove  $I$  è l'inclinazione magnetica, N o S (gradi) del terminale e  $\theta$  è l'azimut percorso misurata in gradi dalla direzione EW magnetica, tale che  $|\theta| \leq 90^\circ$ . All'equatore magnetico, l'inclinazione magnetica è  $0^\circ$ .

I calcoli sono stati fatti per  $L_p = 0$  dB in quanto ciò darebbe il valore peggiore per intensità di campo.

### 5.3.4 oraria fattore di perdita $L_t$

Questa perdita è legato al tempo tra le ore relativi al alba o tramonto tempo come appropriato. Dalla Fig. 3 della raccomandazione ITU-R P.1147-4, le perdite sono più piccole 6 ore dopo il tramonto e plateau a 0 dB. Per contro, le perdite iniziano ad aumentare di circa 1 h prima dell'alba e sono maggiori di circa 1 ora dopo l'alba. Pertanto, intensità del campo sarà più grande dopo il tramonto e per questo studio,  $L_t = 0$  dB.

### 5.3.5 Slant distanza di propagazione $p$

Per i percorsi di lunghezza superiore a 1 000 km, il valore di  $p$  (km) è approssimativamente uguale alla distanza terrad (km) tra trasmettitore e ricevitore. Per i percorsi più brevi:

$$p = (d^2 + 40\,000)^{1/2}$$

Questa equazione può essere utilizzata anche per i percorsi di qualsiasi lunghezza con errore trascurabile.

### 5.3.6 ionosferica fattore di perdita $L_a$

Questa perdita incorpora gli effetti di assorbimento ionosferico, messa a fuoco, le perdite del terminale e la perdita tra percorsi multi-hop.

$$L_a = k \sqrt{p/1000} \text{ dB}$$

e il coefficiente di perdita base  $k$  è data da:

$$k = (2\pi + 4.95 \tan^2 \Phi)$$

dove  $\Phi$  = latitudine geomagnetica del punto centrale del percorso in esame =  $0$  all'equatore geomagnetico (caso peggiore).

$$k = 2\pi \text{ for } \Phi = 0^\circ$$

Il tuffo magnetico si verifica come un magnete ha la tendenza ad allinearsi con le linee magnetiche della Terra di forza. Il magnete o bussola tenderanno a puntare nella Terra a causa del fatto che le linee magnetiche della Terra di forza non corrono paralleli alla superficie della Terra, ad eccezione dell'equatore magnetico.

### 5.3.7 perdite di terra / guadagno mare $G_S$

Il guadagno mare è il guadagno del segnale aggiuntivo quando uno o entrambi i terminali sono situati vicino al mare. Questo valore non si applica alla propagazione su acqua dolce.

I seguenti due formule di  $G_S$  sono per un singolo terminale:

$$G_S = G_O - c_1 - c_2 \text{ for } (c_1 + c_2) < G_O$$

$$G_S = 0 \text{ for } (c_1 + c_2) \geq G_O$$

Se entrambi i terminali sono vicini al mare,  $G_S$  è la somma dei valori dei singoli terminali.  $G_O$  è una funzione della distanza e  $c_1$  e  $c_2$  sono fattori di correzione. Dalla Fig. 2 nella raccomandazione ITU R P.1147-4, il guadagno mare è di circa 8,5 dB a 2 000 km. Per due terminali situati vicino al mare, questo valore sarebbe doppio. Di nuovo, questo è un caso di peggiore assunzione.

### 5.3.8 calcoli Skywave

da Raccomandazione ITU R P.1147-4 fornisce una procedura previsione utilizzare per il calcolo intensità di campo di lunghezze di percorso tra 50-12 000 km. L'intensità del campo Skywave previsto è dato dalle seguenti formule:

$$E = V + G_S - L_p + A - 20 \log(P) - L_a - L_t - L_r$$

L'ingresso valori per i parametri indicati di seguito sono stati ricavati al § 9.10. La potenza (13 dBW) della stazione amatoriale è lo stesso utilizzato nello studio terra onda.

dove:

E: intensità di campo annuale mediano dB ( $\mu\text{V} / \text{m}$ )

V: trasmettitore (dB sopra cymomotive forza di riferimento di 300 V)

$G_S$ : mare-gain perdita di correzione (dB) per due terminali

$L_p$ : perdita di polarizzazione-coupling (dB): 0 dB

A: MF costante 107 dB

P: distanza obliqua  $(d^2 + 4H^2)^{1/2}$  per notturna riflettente altezza strato  $h = 100$  km

$L_a$ : ionosferica fattore di perdita  $k * (p / 1000)^{1/2}$  dove  $k = (2 \pi + 4,95 * (\tan \Phi)^2)$

$L_t$ : Fattore oraria perdita (dB) = 0 dB per 6 ore dopo il tramonto

$L_r$ : Effetto fattore di perdita incorpora dell'attività solare = 0 dB a MF  $\Phi < 45$

caso peggiore è  $SSN = 0$ .

Il manuale afferma che "il valore medio annuo di intensità di campo Skywave è generalmente utilizzato per determinare settore dei servizi Skywave di una stazione. Intensità di campo superati per piccole percentuali del tempo è necessaria per studiare le interferenze".

ITU-R Handbook [1998] ionosfera e i suoi effetti sulla propagazione delle onde radio, § 5.2.5, Fig. 5.6.

Raccomandazione ITU-R P.1147-4 prevede formule di predire i giorno per giorno e di breve periodo le variazioni di intensità di campo di notte. La differenza  $\Delta(w)$ , dove  $w$  è tipicamente 10 o 1, in un momento specifico rispetto al tramonto o alba, tra l'intensità di campo superato per  $w\%$  delle volte e il valore medio annuo è dato dalle seguenti equazioni, rispettivamente:

A MF:

$$\Delta(10) = 0.2 |\Phi| - 2 \text{ dB}$$

$$\Delta(1) = 0.2 |\Phi| + 3 \text{ dB}$$

Nella prima equazione,  $\Delta(10)$  è maggiore o uguale a 6 dB ma inferiore o uguale a 10 dB. Nella seconda equazione,  $\Delta(1)$  è maggiore o uguale a 11 dB, ma inferiore o uguale a 15 dB.

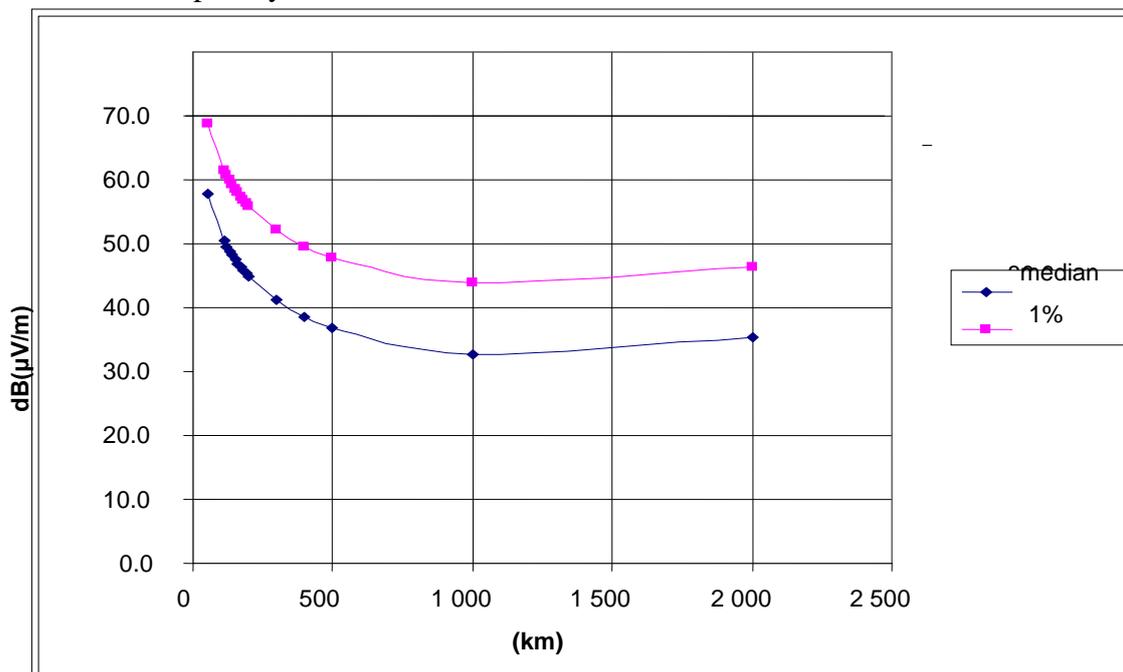
Per questo studio, alle basse latitudini geomagnetiche, valori di campo resistenza superati per 1% e il 10% del tempo sono circa 11 dB e 6 dB, rispettivamente, più forte del valore mediano.

$$\Delta(10) = 6 \text{ dB and } \Delta(1) = 11 \text{ dB}^1$$

La tabella 3 fornisce una tabella di intensità di campo mediani e intensità di campo che sono superato per 1% e il 10% del tempo fino a 2 000 km per diverse distanze inclinate. Figura 1 fornisce una illustrazione della intensità di campo fino a 2 000 km per entrambi i valori mediani e intensità di campo che superano il valore mediano per 1% delle volte.

**FIGURA 1**

MF intensità di campo Skywave



**TABLE 3**

**Skywave field strengths dB(μV/m)**

Distance (km)	Slant distance (km)	Median field strength dB(μV/m)	Field strength 1% of time dB(μV/m)	Field strength 10% of time dB(μV/m)
50	206	57.8	68.8	63.8
110	228	50.4	61.4	56.4
120	233	49.6	60.6	55.6
130	239	48.9	59.9	54.9

Distance (km)	Slant distance (km)	Median field strength dB( $\mu$ V/m)	Field strength 1% of time dB( $\mu$ V/m)	Field strength 10% of time dB( $\mu$ V/m)
140	244	48.2	59.2	54.2
150	250	47.5	58.5	53.5
160	256	46.9	57.9	52.9
170	262	46.4	57.4	52.4
180	269	45.8	56.8	51.8
190	276	45.3	56.3	51.3
200	283	44.8	55.8	50.8
300	361	41.1	52.1	47.1
400	447	38.6	49.6	44.6
500	539	36.8	47.8	42.8
1 000	1020	32.8	43.8	38.8
2 000	2010	35.3	46.3	41.3

### 5.3.9 Skywave sintesi propagazione

Questo studio fornisce un caso peggiore di analisi per la previsione di intensità di campo a causa di stazioni amatoriali utilizzando propagazione Skywave. Se una delle seguenti condizioni:

- Le perdite non si presume pari a zero o minimo;
- Il punto mediano del percorso di propagazione viene assunta ad alte latitudini, lontano dall'equatore geomagnetico;
- I punti terminali del percorso sono lontani da località costiere;
- I numeri di macchie solari sono più grandi di zero;
- Previsione è per l'ora locale diverso di 6 ore dopo il tramonto;

poi le forze di campo previste sarebbero inferiori a quelli indicati in Fig. 1. Ad esempio, le perdite di propagazione diurne potrebbero essere fino a 30 dB inferiore.

### 5.4 Discussione dei risultati degli studi di terra onde e SkyWave

La determinazione della compatibilità tra le stazioni di servizio amatoriale e quelli di altri servizi che operano nella stessa gamma di frequenze tenga conto ricevuto i livelli di rumore e richiesto rapporti di protezione, ovvero ricevuto interferenze vs. ricevuto segnale voluto come determinato dai servizi in carica e analizzati in successive paragrafi della presente Relazione.

### 5.5 Conclusioni per terra-wave e propagazione Skywave

L'ITU-R Handbook [1998] definisce (mediana annuale della forza di campo) come la mediana annuale (ovvero il valore superata durante il 50% delle notti di un anno) delle mediane mezz'ora della forza del campo ha registrato ogni sera l'anno durante mezz'ora centrato sul ora considerato. Skywave calcoli di intensità di campo sono previsioni probabilistiche e valori effettivi cambiano in funzione del momento della giornata e il numero di macchie solari per una posizione fissa, mentre le intensità di campo terra-onda hanno più probabilità di essere continui per le condizioni

del caso particolare di propagazione. Nello studio effettuato in precedenza, gli scenari peggiori sono stati assunti, con il risultato che le condizioni di propagazione erano ottimali. Le intensità di campo mediani potrebbero ridurre sensibilmente se una delle ipotesi di cui sopra cambiano - ad esempio giorno rispetto alla propagazione notturna. In ultima analisi, ogni servizio dovrà determinare i livelli probabilistiche di interferenza che le sue stazioni potevano tollerare - vale a dire le intensità di campo che superano l'1% o il 10% dei giorni dell'anno.

ITU-R Gruppo 3L confermato che gli studi di propagazione utilizzati testi più appropriati e che le versioni più recenti sono riportati in questo Rapporto. Inoltre è stato dichiarato che il metodo empirico nella raccomandazione ITU-R P.1147-4 è stato soprattutto di preoccupazione per il servizio di radiodiffusione e coefficienti, ecc, sono stati ottimizzati per il MF e LF bande di trasmissione. La gamma 415÷526,5 kHz è appena sotto il bordo inferiore della banda di trasmissione MF ma senza ulteriori informazioni attualmente disponibili che possono migliorare il metodo di questa gamma di frequenza.

## **6. servizio di radionavigazione aeronautica**

Radionavigazione aeronautica nella gamma di frequenza in esame è fornito da aeronautici beacon non direzionali (NDB) che agiscono come aiuti avvicinamento non di precisione e di tipo bussola localizzatori, e sono utilizzati a distanze fino a 160 km. Alcuni NDB sono "stand-alone", mentre altri tipi sono associati ad un sistema di atterraggio strumentale (ILS). NDBs tipicamente impiegano un trasmettitore di 25 a 100 W - generalmente con doppia banda laterale modulazione di ampiezza con un tono di modulazione, ad esempio, 400 o 1 024 Hz. L'antenna è tipicamente una "T" con una altezza da 10 a 17 m.

Le seguenti sezioni NDB analisi dei sistemi rappresentano due metodi. Sezione 6.1 descrive un'analisi dove la convivenza tra le stazioni amatoriali e sistemi NDB non è realizzabile e § 6.2 presenta un'analisi dove l'esistenza di co-canale è fattibile sotto determinati vincoli.

Mentre l'obiettivo a lungo termine potrebbe essere quello di rimuovere le NDBs dall'uso, questo è improbabile da raggiungere in un prossimo futuro. È quindi essenziale garantire che alle nuove assegnazioni non influenza negativamente le operazioni NDB esistenti.

### **6.1 aeronautici beacon non direzionali**

#### **6.1.1 Antefatto**

Stazioni amatoriali in genere non funzionano su frequenze cedute selezionate dinamicamente, le frequenze all'interno di un accantonamento al servizio amatoriale, con ascolto-before-talk protocolli. Molti allocazioni servizio dilettanti sono condivisi con altri servizi di radiodiffusione e gli operatori amatoriali sono a conoscenza delle condizioni di condivisione. Si può pertanto ritenere che all'interno del raggio di copertura di un NDB, un operatore amatoriale sarebbe rilevare ed essere consapevoli della NDB e sarebbe improbabile per trasmettere su una frequenza NDB. Tuttavia, nel caso di una sicurezza della vita umana, deve supporre uno scenario peggiore di funzionamento a isofrequenza. Nella seguente analisi sarà inoltre ritenuta che l'aeromobile usando l'NDB si trova nella zona marginale del NDB e nella linea di mira (LOS) della stazione amatoriale

Sulla base delle disposizioni ICAO, il valore minimo di intensità di campo nella zona di copertura operativa designata di un NDB dovrebbe essere 70  $\mu\text{V} / \text{m}$ . Tenendo conto di una degradazione 3

dB permissibile nel NDB beacon trasmettere potenza, resistenza minima settore  $50 \mu\text{V} / \text{m}$  al limite dell'area di servizio è suggerito per gli studi iniziali.

Sistemi NDB sono normalmente progettati in modo che l'intensità di campo interferente a un ricevitore aeromobili, causato dal segnale da un trasmettitore adiacente NDB operante sulla stessa frequenza, è di almeno 15 dB al di sotto della potenza del segnale desiderato. Nel caso di interferenza isofrequenza da trasmissioni di un altro servizio, un margine di sicurezza di 6 dB più un ulteriore 6 dB per consentire più interferenti aumenterebbe il rapporto di protezione totale richiesta a 27 dB. Frequenza massima accettabile della interferenza di intensità di campo da una stazione amatoriale sarebbe quindi 27 dB inferiore a 50, o  $2,24 \mu\text{V} / \text{m}$ .

### 6.1.2 Analisi

La potenza del segnale a un ricevitore NDB aereo a causa di un trasmettitore della stazione amatoriale, per la propagazione, può essere determinato utilizzando la formula standard per la perdita di spazio libero:

$$E = \frac{1}{d} \sqrt{30P}$$

dove:

d: la distanza (m)

E: l'intensità di campo ( $\text{V} / \text{m}$ ) alla ricezione dell'antenna

P: potenza irradiata (e.i.r.p.) (W).

Conversione in unità più utili dà:

$$d = \frac{5477}{E} \sqrt{GPt}$$

dove:

d: la distanza (km)

E: l'intensità di campo ( $\mu\text{V} / \text{m}$ ) l'antenna aeromobili

Pt: la potenza di uscita del trasmettitore della stazione amatoriale (W)

G: Guadagno numerico di stazione di radioamatore trasmittente antenna

= Antilog (guadagno in dB) / 10.

Tabella 4 riporta distanze minime di separazione per una gamma di livelli di potenza del trasmettitore amatoriale necessarie affinché un segnale interferente alla ricezione dell'antenna aeromobili non superi  $2,24 \mu\text{V} / \text{m}$ , per un trasmettitore con guadagno di antenna di -10 dB.

**TABELLA 4**

Calcolato distanza minima

Pt (W)	d (km)
0.2	346
0.1	245
0.02	110
0.002	35

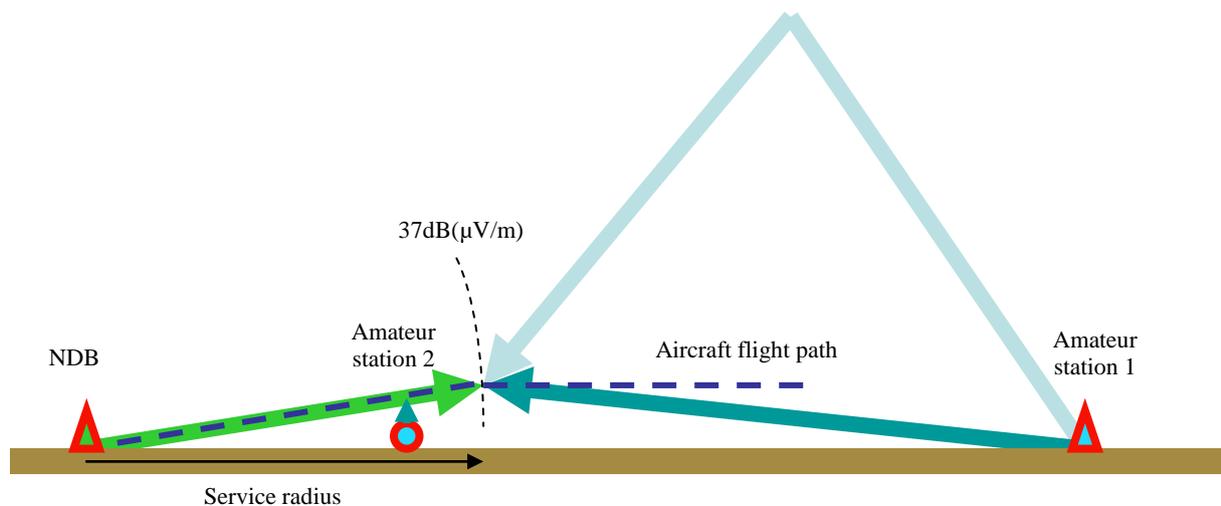
### 6.1.3 Conclusione - Co-frequenza convivenza

In un caso peggiore di un aeromobile nelle immediate vicinanze di una stazione amatoriale situato sul bordo di un'area di servizio NDB, un trasmettitore amatoriale co-frequenza con un livello di potenza di uscita superiore a qualche milliwatt comporterebbe inaccettabili intensità di campo a interferire il velivolo antenna ricevente NDB. Pertanto, la coesistenza di co-frequenza tra le stazioni amatoriali e sistemi NDB è improbabile.

### 6.2 Analisi generale di protezione dei sistemi NDB / ADF

**FIGURE 2**

NDB service range (40 to 100 km)



#### 6.2.1 Amateur stazione trasmittente a bordo o all'interno della regione servizio NDB

Considerando uno scenario generale in cui un aeromobile che rimane sopra un cono fittizia centrata su NDB, con un'altezza di zero center e 300 m al bordo della regione di servizio del NDB. Così, per un eventuale over volo sopra un funzionamento dilettante all'interno della regione di servizio, come ad esempio la stazione amatoriale 2 in Fig. 1, il rapporto:

$$\frac{\text{Distance between aircraft and amateur station}}{\text{Distance between the aircraft and NDB}}$$

è sempre maggiore del rapporto tra l'altezza del cono al raggio del bordo della regione di servizio (300 m) e il raggio di servizio (40-100 km). Quando si considera brevi distanze l'assorbimento

terra onda può essere ignorato. Poiché l'intensità del campo scala inversamente lineare con la distanza, il rapporto tra l'intensità di campo desiderato (NDB) per indesiderate (dilettanti) segnali sarà peggiore in cui il trasmettitore amatoriale si trova sul bordo della regione di servizio. Pertanto, se i calcoli dimostrano che una stazione dilettante può operare al bordo della regione servizio senza la necessità di una zona di protezione ne consegue che la stazione può anche operare ovunque all'interno della regione di servizio senza causare interferenze.

### 6.2.2 Stazione Amateur trasmettere molto al di fuori della regione di servizio NDB

In questo caso vi è una necessità di considerare interferenze da terra sia la propagazione dell'onda e notturno Skywave di propagazione per calcolare la distanza minima tra la stazione amatoriale e il bordo della regione di servizio NDB per proteggere quest'ultimo.

ICAO Annex 10 del volume I, 3.9.1.1 stabilisce un requisito di 37 dB (mV / m) per il segnale minimo utilizzabile NDB, e definisce i seguenti termini:

D: intensità di campo del segnale desiderata NDB

U: indesiderato NDB intensità di campo del segnale, vale a dire un vicino NDB

I: intensità di campo del segnale di interferenza

df: separazione in frequenza.

- Il riferimento ICAO imposta il rapporto D / U come 15 dB per il funzionamento co-channel di due NDB.
- Dati ricevitore selettività è tratto da "Descrizione di NDB e funzionamento ADF e la definizione dei requisiti di protezione".
- Altitudine del velivolo è di 300 metri o più sopra il livello del suolo.
- L'antenna di trasmissione interferire (stazione amatoriale) si assume di avere una componente di radiazione verticale (ad esempio, spira magnetica).

Il margine di sicurezza addizionale di 12 dB (specificato da una somministrazione) è derivato da 6 dB per molteplici sorgenti di interferenza e un ulteriore 6 dB per incertezze di modellazione.

### 6.2.3 Generazione di distanze di protezione NDB utilizzando terra-wave e Skywave analisi di propagazione

Per distanze maggiori di 10 km si possono graficamente interpolare le curve kHz 500 nella raccomandazione ITU-R P.368-9.

Per distanze brevi (meno di 3 km circa) l'attenuazione terra onda diventa trascurabile. In queste condizioni le curve su raccomandazione ITU-R P.368-9 avvicinano alla linea inversa distanza per libera propagazione spazio libero. Il sottostante formula  $1 / r$  può essere applicato anche per inclinare intervalli verticali, e quindi permette di tener conto di una quota minima di un aeromobile che trasporta un ricevitore ADF.

Calcolo Skywave deve essere eseguita in base alla raccomandazione ITU-R P.1147 per calcolare l'intensità massima del campo,  $I_{max}$ :

$$I_{max}(\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})) = e.r.p.(\text{dBW}) + 77 - 20 \log(r'(\text{km})) - ar' - 3$$

dove:

$r'$ : è la distanza tra l'aereo e la stazione di servizio amatoriale attraverso il percorso del segnale ionosferico e è dato da:

$$r' = \sqrt{r^2 + 4h^2}$$

Darren Roberts [July, 2000] UK Civil Aviation Authority Report 8AP/88/08/04.

dove:

$h$ : è l'altezza della ionosfera (100 km) ed  $r$  è la distanza tra la stazione di servizio amatoriale e l'aereo;

$a = 10.29 \text{ dB} / 1000 \text{ km}$  per condizioni medie ionosferiche.

Tabella 5 riflette distanze di protezione per gli offset di frequenza diverse e stazione di servizio amatoriale potenza irradiata. La distanza notturno è il più grande dei onde di terra o Skywave modalità di percorso di propagazione che soddisfano l'obiettivo di protezione. La distanza minima dalla stazione amatoriale a bordo della gamma NDB servizio (giorno / notte), tra cui il margine di sicurezza supplementare 12 dB, è la seguente: La distanza minima dalla stazione amatoriale a bordo della gamma NDB servizio (giorno / notte), tra cui la 12 dB margine di sicurezza aggiuntiva, è il seguente:

Raccomandazione ITU R P.368-9, 500 kHz,  $\epsilon_r = 30$ ,  $\sigma = 10 \text{ ms} / \text{m}$ , eirp (W), e.m.r.p. (dB (kW)).

**TABELLA 5**

Distanze di protezione NDB

$df$	$I/D$	$U_{max}$	1.6	5.2	16.2	52.5	164	Watts
(kHz)	(dB)	(dB( $\mu\text{V}/\text{m}$ ))	-32.6	-27.6	-22.6	-17.6	-12.6	dB(kW)
> 7	58	95	0	0	0.3	0.6	1.2	km
6	50	87	0.1	0.5	0.9	1.7	3.1	km
5	35	72	1.7	3.1	5.4	9.4	16	km
4	20	57	9.4	16	26	41	61	km
3	5	42	41	61	88	125	165	km
2	-10	27	125	165	220/288	270/492	340/758	km
1	-22	15	240/364	300/589	370/888	440/1 284	500/1 799	km
0	-27	10	300/589	370/888	440/1 284	500/1 799	580/2 458	km

Tabella 5 calcoli sono basati su una conducibilità terra di 10 mS / m, un valore peggiore. Aree montane hanno valori dell'ordine di 1 mS / m. Una conducibilità terra di 3 mS / m riduce il raggio della zona di protezione fino al 50%.

Dalla tabella 5 delle distanze di protezione NDB, le distanze tra il velivolo e la stazione amatoriale sono state proiettate sul terreno. Se questa distanza minima è inferiore alla quota ipotizzata (300 m), nessuna distanza protezione è richiesta e un valore di zero km è stata inserita nella tabella.

Dati di conduttività a terra si possono trovare nella raccomandazione ITU R P.832-2.

#### 6.2.4 Esempio di aree di zona di protezione tipica

Le seguenti mappe mostrano le zone di protezione valutati per una specifica NDB (Zilina, Slovacchia, 508 kHz, la copertura di 25 nm (46 km)) per i diversi separazioni frequenza con costante conducibilità terra 10 ms / m (caso peggiore)

FIGURE 3



FIGURE 4

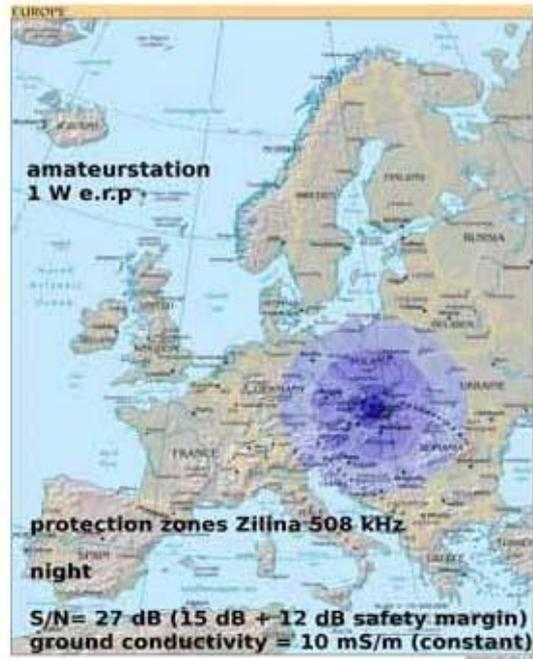


FIGURE 5

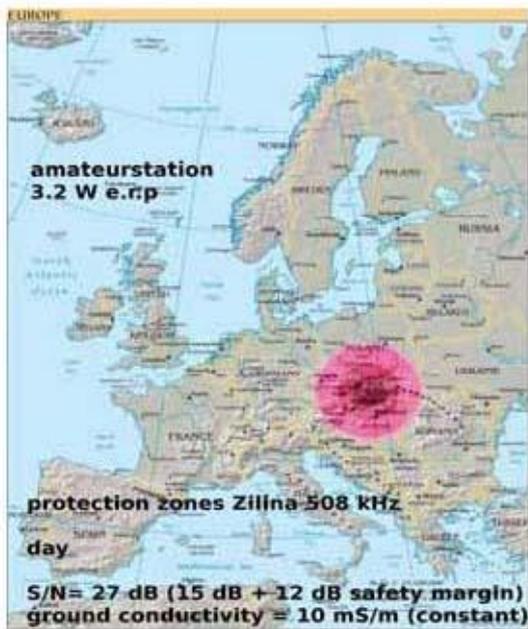


FIGURE 6



FIGURE 7



FIGURE 8



### 6.2.5 assegnazioni europee verso NDBs nella gamma di frequenza da 200 kHz a 1 000 kHz

Le figure 9 e 10 mostrano le assegnazioni di frequenze per NDBs in Europa estratta da "Tabella Com 4 - le assegnazioni di frequenza di ausili alla navigazione terrestre nello spazio europeo", ICAO, europea ed atlantica Ufficio Nord, Edition 2006.

EUR FASID, WD, Parte IV-CNS, Supplement, Tavolo COM4, #Foreword "

EUR FASID, WD, Parte IV-CNS, Supplement, Tavolo COM4, AppA "

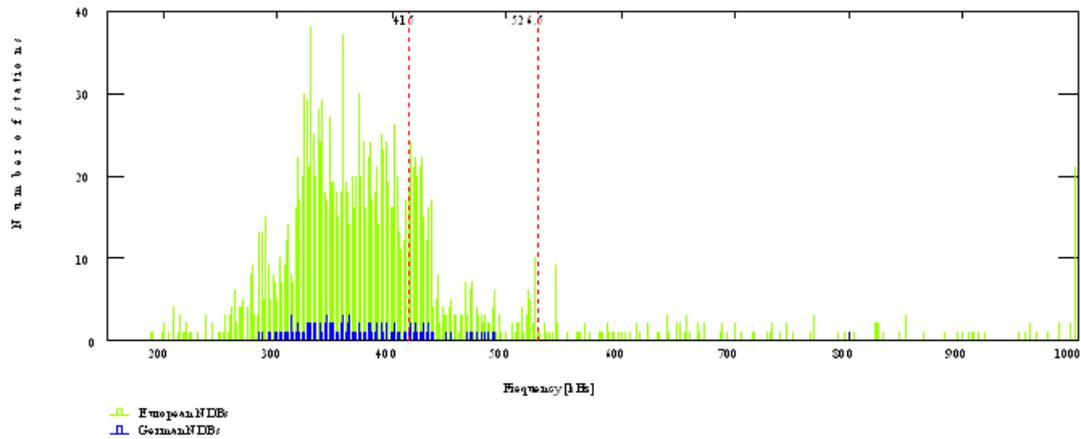
EUR FASID, WD, Parte IV-CNS, Supplement, Tavolo COM4, AppB "

NDB sono concentrate tra circa 280 kHz e 430 kHz per ridurre al minimo l'influenza negativa di propagazione Skywave.

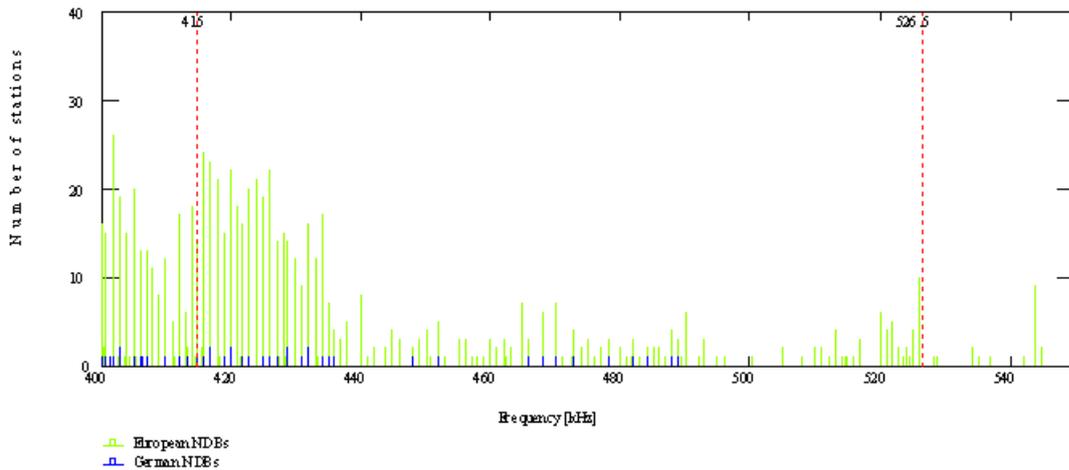
Molti dei 2006 NDBs elencati sono stati dismessi nel frattempo e il processo di disattivazione delle NDBs continua costantemente. I restanti NDBs nella parte alta del segmento 415÷526,5 kHz sono situati nella parte sud-orientale dell'Europa. Alcuni paesi nella regione 3 hanno incarichi NDB sopra 511 kHz, e chiedono che queste assegnazioni di radionavigazione primari siano protetti.

**FIGURA 9**

Numero di europeo NDB-assegnazioni per canale (Panoramica)

**FIGURA 10**

Numero di europeo NDB-assegnazioni per canale, vicino alla banda di frequenze considerata



### 6.2.6 Conclusione

Protezione di applicazioni del servizio di radionavigazione aeronautica potrebbe essere realizzato da un'adeguata separazione geografica e la frequenza con limitazione della potenza delle trasmissioni amatoriali. Inoltre, a seconda del numero di NDBs interessati operanti nel loro territorio, amministrazioni possono decidere di effettuare tale protezione in modi diversi. Esempi di tale protezione amministrato localmente potrebbero includere zone di esclusione, restrizione di alcune frequenze e limitazioni al potere del trasmettitore.

## 7 Maritime Mobile Service

### 7.1 NAVTEX

NAVTEX è un servizio internazionale a stampa diretta automatizzato definito nelle raccomandazioni ITU R M.476-5 e ITU-R M.625-3 (100 baud FSK spostamento di 170 Hz) per la consegna di avvisi e previsioni di navigazione e meteorologici, nonché urgenti informazioni sulla sicurezza marina alle navi. In tutto il mondo, le trasmissioni MF sono autorizzati su 424 kHz (lingua locale), prevalentemente 490 kHz (lingua locale), e 518 kHz (inglese).

#### 7.1.1 Caratteristiche del sistema NAVTEX

Il sistema NAVTEX ha le seguenti caratteristiche:

- Classe di emissione = F1B.
- Modulazione = frequenza FSK spostamento 170 Hz con correzione degli errori in avanti.
- Segnalazione rate = 100 Baud.
- Il ricevitore 6 dB larghezza di banda è tra 270 e 340 Hz.

#### 7.1.2 Criteri di protezione NAVTEX

I valori della resistenza minima di campo sono stati estratti dal documento ITU - Piani di frequenza e le relative procedure per i servizi terrestri mobili e radionavigazione. Resistenza minima campo per essere protetti:

- 31.5 dB (mV / m) a nord e il parallelo 30 ° Nord;
  - 51.5 dB (mV / m) a sud del parallelo 30 ° Nord,
- per le emissioni F1B nelle bande 415÷435 kHz e 435÷526,5 kHz.

La potenza di uscita di una stazione NAVTEX è determinato dalla necessità di realizzare la forza dei segnali minimi richiesti di 31,5 dB (mV / m) o 51,5 dB (mV / m) ai margini di un'area di servizio NAVTEX specificato.

#### 7.1.3 Selettività di un ricevitore NAVTEX

Il ricevitore selettività può essere trovato nella norma ETSI ETS 300 065-1 V1.2.1 (2009-01) per deduzione dal metodo di prova al fine di garantire un determinato rapporto massimo errore di carattere.

#### 7.1.4 Analisi

Calcoli della separazione geografica richiesta in funzione della separazione frequenza e potenza (EMRP), si basa sulla forza minima del campo di 31,5 dB (mV / m).

Questa è una figura peggiore come un livello di 51,5 dB (□ V / m) è richiesto per aree vicine tropicali. Per questo calcolo, oltre a prendere il livello più rigoroso di 31,5 dB (mV / m), due livelli di protezione supplementari arbitrari 14 dB e 20 dB inferiore al livello più rigoroso 31,5 dB (mV / m) sono utilizzati che devono essere confrontati con l'8 dB margine richiesto dalla risoluzione IMO A.801 (19), allegato 4.

-----  
Raccomandazione ITU RM 625-3 - stampa diretta Apparecchiature telegrafiche impiegando identificazione automatica nel servizio mobile marittimo.

ETSI standard può essere scaricato [www.etsi.org](http://www.etsi.org).

Il calcolo ha utilizzato anche un valore di terra conducibilità 5 S / m, il valore per l'acqua di mare. Tipicamente, il percorso non sarà completamente l'acqua causando il segnale di massa onda essere attenuato più rapidamente con la distanza.

La separazione geografica richiesta per questi tre livelli di protezione è valutata direttamente dai relativi grafici, vedi Fig. 2 prese dalla raccomandazione ITU-R P.368-9, in cui la frequenza è stata presa come 500 kHz, permittività  $\epsilon_r$  è 70, e la conducibilità terra ( $\nu$ ), come accennato in precedenza è 5 S / m.

Nella banda MF pavimento rumore atmosferico è il fattore limitante - non la sensibilità del ricevitore. La definizione dei punti di forza del campo minimi (31.5 dB (mV / m), rispettivamente 51,5 dB (mV / m)) si basa su questo piano rumore atmosferico.

$\epsilon_r$ : relative permittivity

$\sigma$ : ground conductivity (S/m)

e.r.p.: effective radiated power

e.m.r.p.: effective monopole radiated power

$df$ : frequency separation

\* : interpolated receiver selectivity for 2 kHz offset

$D$ : desired signal

$I$ : interfering signal

$U_{max}$ : maximum field strengths of undesired signal

$n/m$ : distance day/night (km).

### 7.1.5 I risultati dei calcoli per i criteri di protezione diversi

**TABLE 6**

**Protection criteria -6 dB (co-channel rejection from ETSI ETS 300 065-1 V1.2.1 (2009-01)**

Recommendation ITU-R P.368-9, 500 kHz,  $\epsilon_r = 70$ ,  $\sigma = 5$  S/m

e.i.r.p. (W), e.m.r.p. dB(kW)

$df$	$I/D$	$U_{max}$	1.6	5.2	16.2	52.5	164	Watts
(kHz)	(dB)	(dB( $\mu$ V/m))	-32.6	-27.6	-22.6	-17.6	-12.6	dB(kW)
3	70	101.5	0.06	0.1	0.2	0.3	0.6	km
2*	55	86.5	0.3	0.6	1.1	1.9	3.3	km
1	40	71.5	1.9	3.3	5.8	10	19	km
0.5	20	51.5	19	35	60	100	160	km
0.5	-6	25.5	270	370	490	600	750/900	km

**TABLE 7****Protection criteria –8 dB (co-channel rejection from NAVTEX-Manual)**Recommendation ITU-R P.368-9, 500 kHz,  $\epsilon_r = 70$ ,  $\sigma = 5$  S/m

e.i.r.p. (W), e.m.r.p. dB(kW)

<i>df</i>	<i>I/D</i>	$U_{max}$	1.6	5.2	16.2	52.5	164	Watts
(kHz)	(dB)	(dB( $\mu$ V/m))	–32.6	–27.6	–22.6	–17.6	–12.6	dB(kW)
3	68	99.5	0.07	0.13	0.26	0.42	0.75	km
2*	53	84.5	0.42	0.75	1.3	1.95	2.8	km
1	38	69.5	2.5	4.6	7	13.5	24	km
0.5	18	49.5	24	46	76	130	200	km
0.5	–8	23.5	320	420	540	670/700	800/1 050	km

**TABLE 8****Protection criteria –14 dB (co-channel rejection from NAVTEX-Manual + 6 dB extra margin)**Recommendation ITU-R P.368-9, 500 kHz,  $\epsilon_r = 70$ ,  $\sigma = 5$  S/m

e.i.r.p. (W), e.m.r.p. dB(kW)

<i>df</i>	<i>I/D</i>	$U_{max}$	1.6	5.2	16.2	52.5	164	Watts
(kHz)	(dB)	(dB( $\mu$ V/m))	–32.6	–27.6	–22.6	–17.6	–12.6	dB(kW)
3	62	93.5	0.17	0.27	0.49	0.85	1.6	km
2*	47	78.5	0.77	1.35	2	4.8	8.5	km
1	32	63.5	4.2	8.3	17	27	55	km
0.5	12	43.5	48	80	150	210	320	km
0.5	–14	17.5	440	550	680	820/1 100	950/1 600	km

**TABLE 9****Protection criteria –20 dB (co-channel rejection from NAVTEX-Manual + 12 dB extra margin)**Recommendation ITU-R P.368-9, 500 kHz,  $\epsilon_r = 70$ ,  $\sigma = 5$  S/m

e.i.r.p. (W), e.m.r.p. dB(kW)

<i>df</i>	<i>I/D</i>	$U_{max}$	1.6	5.2	16.2	52.5	164	Watts
(kHz)	(dB)	(dB( $\mu$ V/m))	–32.6	–27.6	–22.6	–17.6	–12.6	dB(kW)
3	56	87.5	0.3	0.5	0.94	1.8	3	km
2	41	72.5	1.6	3	5.2	9.8	16.5	km
1	26	57.5	9.5	18	29.5	52	90	km
0.5	6	37.5	85	130	210	340	450	km
0.5	–20	11.5	590	700/850	850/1 200	1 000/1 700	1 120/2 300	km

Si può notare che con una separazione di frequenza di 3 kHz anche con criteri di protezione molto superiori (rispetto al requisito -8 dB della risoluzione IMO A.801 (19), allegato 4) separazione geografica necessario è solo leggermente aumentato.

Da ETSI ETS 300 065-1 V1.2.1 (2009-01) (in corsivo):

## **6.2 rifiuto di interferenza e immunità blocco**

### **6.2.2 Metodo di misura**

Il segnale utile è il segnale di prova standard ad un livello di 20 dBuV.

Il segnale indesiderato deve essere modulato.

*For the frequency ranges 517 kHz to 517,5 kHz and 518,5 kHz to 519 kHz, the level shall be 40 dBμV.*

*For the frequency ranges 515 kHz to 517 kHz and 519 kHz to 521 kHz, the level shall be 60 dBμV.*

*For the frequency ranges 100 kHz to 515 kHz, 521 kHz to 30 MHz, 156 MHz to 174 MHz and 450 MHz to 470 MHz, the level shall be 90 dBμV.*

### **6.2.3 Limite.**

Il segnale indesiderato non indurre un rapporto di errore di carattere superiore  $4 \times 10^{-2}$ .

## **6.3 rifiuto Co-channel.**

### **6.3.2 Metodo di misura.**

Il segnale utile è il segnale di prova standard ad un livello di 20 dBuV.

Il segnale indesiderato è modulata ad un livello di 14 dBuV alla frequenza nominale del ricevitore.

### **6.3.3 Limite.**

Il segnale indesiderato non indurre un rapporto di errore di carattere superiore  $4 \times 10^{-2}$ .

## **7.1.6 dati della curva di selettività**

Sulla base di specifica di cui sopra di test ETSI 300 065 (6.2) e una frequenza centrale di 518 kHz.

$\geq 0,5$  kHz: rapporto indesiderati / wanted segnale  $\geq 20$  dB.

$\geq 1$  kHz: rapporto indesiderati / wanted segnale  $\geq 40$  dB.

$\geq 3$  kHz: rapporto indesiderati / wanted segnale  $\geq 70$  dB.

Con l'interpolazione è stato stimato il valore di 2 kHz.

La specifica di prova ricevitore ETSI 300 065 (6.3) richiede di avere la forza di un segnale modulato (indesiderata) segnale su una stessa frequenza 6 dB al di sotto di quella di un segnale desiderato. Secondo pubblicazioni di United States Coast Guard, la larghezza di banda del ricevitore (6 dB) è tipicamente tra 270 e 340 Hz.

## **7.1.7 IMO NAVTEX requisiti Manuale**

Citazioni dal manuale IMO NAVTEX (in corsivo):

### **ALLEGATO 5**

IMO Risoluzione A.801 (19), l'allegato 4

La copertura terra onda può essere determinato per ogni stazione costiera con riferimento al CCIR Raccomandazione 368 (sostituita dalla raccomandazione ITU P.368 R) e CCIR Rapporto 322 (sostituita dalla raccomandazione ITU P.372 R) per le prestazioni di un sistema sotto il condizione seguente:

Frequenza - 518 kHz.

Larghezza di banda - 500 Hz.

Propagazione - ground-wave.

RF S / N in Hz di banda 500 - 8 dB.

Percentuale di tempo - 90.

Bit errore rapporto  $1 \times 10^{-2}$ .

Manuale NAVTEX richiede per il 90% del tempo all'interno di una larghezza di banda di 500 Hz a RF rapporto S / N di -8 dB per un tasso di errore massimo di  $1 \times 10^{-2}$ .

### 7.1.8 Conclusione

L'analisi in § 7.1.4 non tiene conto della frequenza di roll-off delle trasmissioni amatoriali nella scelta necessaria distanza di separazione geografica / frequenza. Quando si considera antenna roll-off per il dilettante antenne peggior valore decennio caso di 3.75 kHz (375 Hz x 10) devono essere valutate e non vi è potenzialmente abbastanza potere a tale separazione frequenza di causare interferenze nelle operazioni NAVTEX. L'interferenza può essere mitigata. Questo può essere spiegato attraverso la separazione geografica o di frequenza, tuttavia data la necessità di assicurare la protezione delle operazioni NAVTEX è meglio per tenere conto di questo attraverso la separazione di frequenza in quanto la tutela attraverso la separazione geografica può essere spiegata solo in regolamenti di amministrazione.

Tenendo conto di tutti questi fattori, una allocazione secondaria al servizio amatoriale deve essere separata da più di 3 kHz da una frequenza operativa NAVTEX.

## 7.2 sistemi marittimi del futuro

Sistemi di trasmissione dati marittimi sono previsti per la gamma di frequenza 495÷505 kHz per la trasmissione di sicurezza dei porti e dei dati di sicurezza.

### 7.2.1 Caratteristiche dei sistemi marittimi futuri

#### 7.2.1.1 Caratteristiche generali dei futuri sistemi marittimi

Il futuro sistema marittimo dovrebbe avere le seguenti caratteristiche:

- Classe di emissione = F1D.
- Modulazione = fino a 64-QAM.
- Segnalazione tasso = fino a 47,4 kbit / s.
- Il ricevitore 6 dB banda dovrebbe essere compreso tra 9,5 e 10,5 kHz.

#### 7.2.1.2 Trasmettitore emissioni maschera per il canale dati utilizzando 64-QAM

Emissioni trasmettitore mascherano requisiti per il canale di 10 kHz 495 kHz a 505 kHz

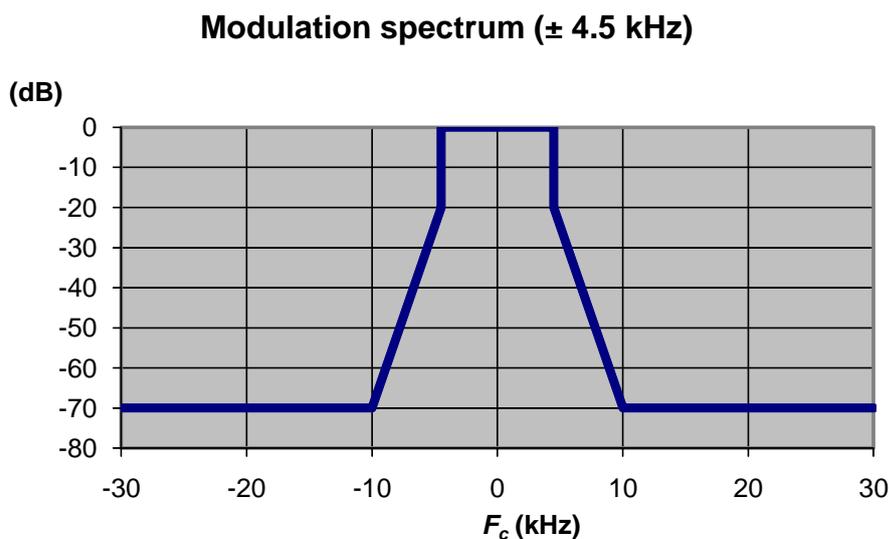
Per trasmettitori progettati per funzionare con una larghezza di banda del canale 10 kHz, qualsiasi emissione deve essere attenuato sotto della potenza di picco busta (P) del trasmettitore come segue (Fig. 11):

1. In qualsiasi frequenza dal centro della  $f_0$  banda autorizzato a 4,5 kHz rimossa dal  $f_0$ : 0 dB.
2. In qualsiasi frequenza rimosso dal centro della banda autorizzato da una frequenza di spostamento ( $f_d$  in kHz) superiore a 4,5 kHz, ma non più di 10 kHz: almeno 5,82 ( $f_d - 2,30$  kHz) dB.

3. In qualsiasi frequenza rimosso dal centro della banda autorizzato da una frequenza di spostamento ( $f_d$  in kHz) superiore a 10 kHz: almeno  $50 + 10 \log(P)$  dB o 70 dB, se l'attenuazione minore.

Per il canale dati di trasmissione 495 kHz a 505 kHz, una modulazione 64-QAM a 47,4 kbit / s potrebbe soddisfare questi requisiti e si adatterebbe emissioni trasmettitore mascherano mostrati in Fig. 11.

**FIGURE 11**  
10 kHz channel emissions mask (64-QAM modulation at 47.4 kbit/s)



### 7.2.1.3 propagazione radio-frequenza e il rumore

Per predire propagazione radio-frequenza, l'approccio tecnico previsto nella raccomandazione ITU R P.368-9 viene utilizzato. Rumore Radio e caratteristiche del rumore di origine umana sono previsti nella raccomandazione ITU-R P.372-10.

### 7.2.1.4 Rettifiche le previsioni gamma NAVTEX basate su C / requisiti N

La gamma di trasmissione per le trasmissioni NAVTEX viene calcolato ipotizzando un RF C / N figura densità di 35 dB (Hz) presso l'antenna della nave. Questo assicura che il ricevitore NAVTEX è provvisto di RF S / N di 8 dB in una banda di 300 Hz.

Pronostico raggio di trasmissione di trasmissione 64-QAM basata su regolazione (. Scala orizzontale, Fig 5 della Raccomandazione ITU-R M.1467-1) per le previsioni NAVTEX come segue:

Scala C / N requisiti da 8 dB a 26 dB (10-5 BER): +18 dB

La larghezza di banda Scala da 300 Hz a 9 kHz: +15 dB

Indennità per 5 kW trasmettitore (Fig. 5 della raccomandazione ITU-R M.1467-1): -7 dB

Assunta valore di base delle navi  $F_a$ : 62 dB

Valore presunto di efficienza dell'antenna della nave: 25%

Valore netto adjusted navi Fa ( $18 + 15 - 7 + 62 = 88$  dB): 88 dB

Valore netto adjusted un trasmettitore 1 kW (aggiungere 7 dB a 88 dB sopra): 95 dB

Gamma rettificato per 64-QAM (5 kW Tx): 400 NM (~ 741 km)

Gamma rettificato per 64-QAM (1 kW Tx): 320 NM (~ 593 km)

### **7.2.1.5 specifiche prestazionali ricevitore nave**

Le specifiche del ricevitore nave assunte sono riportate qui di seguito. Per raggiungere il tasso di errore di bit desiderata (BER) al poligono estremo, la velocità dei dati può essere regolata e 16-QAM 64-QAM può essere utilizzato.

Specifiche ricevitore Ship:

Banda di frequenza: 495-505 kHz

Adiacente rifiuto canale: -70 dB a  $\pm 10$  kHz

Fattore rumore: <20 dB

Sensibilità utile per 10-5 BER: <100 dBm

Dinamica: > 80 dB

Ricezione efficienza dell'antenna: > 25%.

### **7.2.1.6 Sintesi del servizio di trasmissione digitale 495÷505 kHz**

La 495 kHz a 505 kHz di banda disponibile per il nuovo sistema, e il raggio di copertura è simile alla copertura fornita dal sistema NAVTEX corrente. La nuova tecnologia digitale fornisce un flusso di dati notevolmente migliorato da quello attualmente forniti dal sistema NAVTEX corrente.

### **7.2.2 Analisi**

Considerando il 10 kHz ( $\pm 5$  kHz) progettazione banda del canale, una separazione dei canali di almeno 5 kHz è necessario per assicurare la compatibilità. Questo disegno è destinato a sostenere i canali adiacenti in 10 centri di canale kHz, ognuna con una larghezza di banda occupata di 9 kHz.

### **7.2.3 Conclusioni**

Una allocazione secondaria al servizio amatoriale non dovrebbe essere più vicino a 5 kHz e ai bordi (495 505 kHz) dei futuri sistemi marittimi descritti nella Relazione ITU-R M.2201.

## **8 servizio Broadcasting**

### **8.1 Background**

Non vi è alcuna sovrapposizione nelle regioni 1 e 3 tra la gamma di frequenza proposto per tale allocazione al servizio amatoriale e la 526,5-1 606,5 kHz allocazione al servizio di radiodiffusione. In Regione 2 l'assegnazione al servizio di radiodiffusione (525-1 605 kHz) si sovrappone la gamma dello spettro in esame solo tra 525 e 526,5 kHz.

Pertanto, non vi è alcuna possibilità nelle regioni 1 e 3 di funzionamento co-canale tra la proposta di destinazione del servizio amatoriale e una stazione nel servizio di trasmissione. Vi è anche la possibilità poco pratica di tale operazione co-canale nella regione 2 nonostante la sovrapposizione di frequenza. (Il servizio di trasmissione nelle regioni 1 e 3 è generalmente canalizzato con 531 kHz è il canale di frequenza più bassa. Allo stesso modo in Regione 2, 530 kHz è il canale più basso-frequenza.)

Tuttavia, un potenziale esiste interferenza off-canale per la ricezione di segnali di radiodiffusione MF da trasmissioni amatoriali di servizio in un caso di collocazione di un trasmettitore e un ricevitore amatoriale servizio di trasmissione. Sono stati esaminati due situazioni: aree urbane, dove possono essere operati stazioni amatoriali vicino per trasmettere ricevitori, ma dove la potenza del segnale di trasmissione è elevata, e le zone rurali, dove le distanze tipiche di separazione sono maggiori, ma la potenza del segnale di trasmissione può essere più vicino al livello minimo raccomandato in Raccomandazione ITU-R BS.560.

Raccomandazione ITU R BS.560 specifica rapporti di protezione co-canale 26-40 dB a seconda del luogo, ora del giorno, e la larghezza di banda del ricevitore. Operazione servizio amatoriale entro pochi kHz dell'allocazione trasmissione è né pratico né desiderabile, perché i livelli di potenza del trasmettitore trasmissione causerebbe un'eccessiva interferenza di segnali di servizio dilettanti molto più deboli. Pertanto, il funzionamento del canale co non è considerato un'opzione. Rapporti relativa protezione per segnali interferenti off canali dipendono dalla larghezza di banda del segnale interferente. Per le trasmissioni di servizi amatoriali occupano una larghezza di banda inferiore a 150 Hz, e una separazione di frequenza maggiore di 6 kHz, i rapporti di protezione relativi possono essere calcolati dalla curva selettività di un ricevitore di trasmissione standard.

## 8.2 Analisi

Questo studio considera il potenziale di interferenza a un ricevitore trasmissione MF da un trasmettitore stazione amatoriale azionato ad una frequenza vicina, in funzione della separazione di frequenza e distanza dal ricevitore trasmissione.

Ai fini di questo studio, diverse ipotesi:

1. Una stazione di trasmissione a 530 kHz, fornendo una forza del segnale tipica di 10 mV / m per un'area urbana e minima potenza di segnale accettabile di 1 mV / m per una zona rurale.
2. Un rapporto di protezione richiesto co-canale 40 dB.
3. Una richiesta off rapporto di protezione del canale sulla base della curva selettività di un ricevitore standard EBU.
4. Una stazione nel servizio amatoriale trasmettere un segnale a banda stretta con una potenza isotropa equivalente irradiata di 20 W.
5. libero spazio di propagazione (per le distanze, c'è poca differenza tra la perdita di spazio libero e la perdita di terra su terreni medio).
6. tipici antenne urbane e rurali amatoriali, come indicato nel Rapporto ITU R M.2200.

Tabella 10 sono riportati i risultati dei calcoli dando la distanza minima consentita in funzione della frequenza, tra un ricevitore e un trasmettitore trasmissione interferente, necessarie per soddisfare il rapporto di protezione richiesto.

**TABLE 10**  
**Calculated minimum acceptable distance as**  
**a function of interfering frequency**

$f$	$\Delta f$	$r$	$E_u$	$E_r$	$d_u$	$d_r$
524	6	-10	32	3.2	0.76	7.6
522	8	-15	56	5.6	0.44*	4.4
520	10	-18	79	7.9	0.31*	3.1
518	12	-20	100	10	0.24*	2.45
516	14	< -20	100	10	< 0.24*	< 2.4
514	16	< -20	100	10	< 0.24*	< 2.4

$f$ : frequenza del segnale interferente (kHz)

$r$ : rapporto di protezione richiesto (dB) (Raccomandazione ITU-R BS.560)

$E_u$ : ammissibile urbano potenza del segnale interferente (mV / m)

$E_r$ : ammissibile intensità segnale interferente rurale (mV / m)

$d_u$ : distanza minima accettabile da un trasmettitore interferente (km) (urbana)

$d_r$ : distanza minima accettabile da un trasmettitore interferente (km) (rurale)

\* Indica che in caso di possibili interferenze, il ricevitore della trasmissione risiederebbe nel campo vicino del trasmettitore che interferisce, facendo il calcolo preciso della distanza difficile. Per piccole antenne, il confine assunto del campo vicino viene preso come  $\lambda$  (0,6 km).

### 8.3 Conclusione

Per garantire la compatibilità tra il servizio amatoriale e il servizio di radiodiffusione, il limite superiore di una possibile allocazione servizio amatoriale non dovrebbe superare 516 kHz.

### 9 Servizio mobile terrestre

Studi di compatibilità per il servizio mobile terrestre non sono stati condotti come nessun utilizzo è stato identificato.

### 10 Aeronautical servizio mobile

Il servizio mobile aeronautico ha una allocazione secondaria nella regione 3 nella banda 505-526,5 kHz. Il servizio mobile aeronautico comprende:

1. mobile di servizio tra le stazioni aeronautiche e stazioni di aeromobili, o tra le stazioni di aeromobili in cui le stazioni di sopravvivenza dell'artigianato possono partecipare. Stazioni radiofaro indicanti la posizione di emergenza possono anche partecipare a questo servizio designate frequenze di soccorso e di emergenza.

2. Aeronautica servizio mobile destinato per le comunicazioni, comprese quelle relative al coordinamento di volo, soprattutto al di fuori delle vie aeree civili nazionali o internazionali, per esempio Off Rotta (OR).

3. Aeronautica servizio mobile riservato per comunicazioni relative alla sicurezza e la regolarità del volo principalmente lungo rotte civili nazionali o internazionali, ad esempio, sulla Route (R).

Informazioni specifiche sui requisiti di protezione della stazioni del servizio mobile aeronautico (AMS) non è stato ricevuto in WP 5A. Si può tranquillamente presumere che i requisiti di protezione per trasmissioni AMS utilizzando NDBs è la stessa di quella per NDBs. Le assegnazioni solo note AMS sotto 526,5 kHz sono tutti sopra 520 kHz. Si è concluso nel § 8.3 che, per garantire la compatibilità tra il servizio amatoriale e il servizio di radiodiffusione, il limite superiore di una possibile allocazione servizio dilettante non deve superare i 516 kHz. Tale ripartizione non causare interferenze alle trasmissioni AMS sopra 520 kHz.