

Antenne omnidirezionali professionali per applicazioni custom in ambiente marino.

Flaminio Bollini
Sales Manager

Ogni settore di impiego di antenne professionali è un potenziale candidato per la realizzazione di antenne custom.

Naturalmente non stiamo parlando di antenne generiche, per impiego nautico, già ampiamente disponibili sul mercato: infatti la nostra attenzione, come sempre, si focalizza su *antenne su misura*, ovvero realizzate per far fronte a particolari esigenze ed applicazioni.

Nell'esempio di cui si parla nel presente articolo si prende in esame la realizzazione di antenne che, oltre a dover soddisfare requisiti di carattere elettrico, hanno stringenti vincoli dimensionali ed ambientali, dovendo addirittura resistere ad immersioni prolungate fino alla profondità di 300 metri sotto il livello del mare, ed essere poi in grado di funzionare affidabilmente una volta che il mezzo sul quale sono state installate torna di nuovo in superficie.



1. Introduzione.

L'argomento "**Antenne Omnidirezionali**" è sicuramente da includere tra quelli di **maggiore discussione tra gli addetti ai lavori**.

Capita infatti molto frequentemente che ci venga richiesto di verificare **le prestazioni reali** di un certo modello di antenna omnidirezionale, confrontandole con le specifiche indicate nella scheda tecnica redatta dal costruttore. E non di rado ci capita di **riscontrare sostanziali differenze** tra ciò che viene promesso nel *datasheet* e ciò che viene effettivamente misurato.

Abbiamo già affrontato in parte questo argomento nel **TEP n.2 "Antenne omnidirezionali: dimensioni meccaniche e guadagno"** (<https://www.elettromagneticservices.com/news/antenne-omnidirezionali-dimensioni-meccaniche-e-guadagno-9>), nel quale suggerivamo una **formula molto semplice per stimare l'attendibilità del guadagno** indicato dal costruttore, a partire dalle dimensioni meccaniche dell'antenna.

In mancanza di questa valutazione preliminare, **il rischio di riscontrare una sostanziale differenza** tra le prestazioni dichiarate nella scheda tecnica e quelle effettivamente garantite dall'antenna è reale e può portare a **due differenti situazioni**:

- **L'antenna è comunque in grado di garantire le prestazioni** minime richieste dal Cliente.
- **L'antenna non è in grado di garantire le prestazioni** minime richieste dal Cliente.

Mentre nel primo caso possiamo affermare di trovarci di fronte ad un caso "asintomatico" e quindi privo di conseguenze, **il secondo caso comporta sicuramente una serie di problemi e difficoltà** per chi di fatto utilizza l'antenna. È in questi casi che si verifica sulla propria pelle **ciò che distingue l'antenna professionale da un'antenna qualsiasi, ovvero la capacità di soddisfare realmente le specifiche dichiarate dal costruttore nella scheda tecnica**.

Se non vi siete mai posti il problema di verificare se le prestazioni reali della vostra antenna omnidirezionale coincidano con quelle riportate nella scheda tecnica, è molto probabile che per la vostra attività **non abbiate la necessità di utilizzare antenne professionali**. Se, al contrario, **avete l'esigenza di installare antenne in grado di assicurare determinate specifiche tecniche**, allora **l'utilizzo di prodotti professionali porterà notevoli benefici e vantaggi alla vostra attività**.

Partendo dalla **reale richiesta** di un nostro Cliente, vogliamo analizzare in dettaglio alcuni **aspetti importanti delle antenne omnidirezionali** e di come è necessario procedere per **garantire le specifiche tecniche richieste**.

2. Le specifiche richieste dal Cliente.

Nel particolare caso che abbiamo deciso di prendere in esame, il Cliente ci richiede la realizzazione di due diverse antenne, omnidirezionali, operanti in una porzione di spettro piuttosto ampia nella banda UHF. Vediamo nel dettaglio i principali requisiti richiesti per ognuna delle due antenne.

Specifiche dell'antenna omnidirezionale n.1:

- *omnidirezionale a singolo ingresso per installazione in ambiente marino;*
- *frequenza operativa 403-473 MHz;*
- *dimensioni 330mm (Lunghezza) × 40mm (Diametro);*
- *guadagno ottimizzato in base alle dimensioni a disposizione (minimo richiesto 1 dBi);*
- *l'antenna va installata su di una piattaforma metallica ed è necessario minimizzare l'influenza della piattaforma sul valore di VSWR dell'antenna;*
- *grado di protezione IP67.*

Specifiche dell'antenna omnidirezionale n.2:

- *omnidirezionale a doppio ingresso, ovvero con due connettori indipendenti ed isolati, per installazione in ambiente marino;*
- *frequenza operativa 403-473 MHz;*
- *dimensioni 330mm (Lunghezza) × 40mm (Diametro);*
- *guadagno ottimizzato in base alle dimensioni a disposizione (minimo richiesto 0 dBi);*
- *l'antenna va installata su di una piattaforma metallica ed è necessario minimizzare l'influenza della piattaforma sulle prestazioni dell'antenna;*
- *gradi di protezione IP68, con l'antenna che deve essere sommergibile ed in grado di resistere fino ad una profondità di 300 metri.*

Non ci vengono comunicate altre particolari indicazioni in merito all'applicazione, che viene mantenuta **riservata**. Viene solo aggiunto che **le antenne devono comunicare tra di loro** e che **i livelli di guadagno richiesti sono quelli minimi** calcolati mediante un *link budget* per **garantire il radiocollegamento**. Nel caso in cui non fosse possibile ottenere il guadagno indicato in un modello, questa differenza dovrà essere compensata con un aumento di guadagno nell'altro modello.

Per questioni di riservatezza nei confronti di chi ci ha commissionato il progetto, non potremo indicare dettagli specifici relativamente alle soluzioni scelte. **Il nostro scopo sarà invece quello di definire una modalità operativa** che possa essere utilizzata **tutte le volte** in cui si deve scegliere l'antenna omnidirezionale ideale per la propria applicazione, **sottolineando alcuni aspetti** di cui a volte non si tiene conto, ma che risultano a nostro parere **fondamentali**.

3. Progettazione di elementi radianti omnidirezionali in base alle dimensioni disponibili.

Relativamente a questo punto, le due antenne presentano una **sostanziale differenza**: la richiesta di **un singolo ingresso per l'ANTENNA N.1** e di un **doppio ingresso per l'ANTENNA N.2**.

Per quanto riguarda la progettazione dell'ANTENNA N.1, il discorso **può sembrare a prima vista relativamente semplice**, dal momento che lo spazio utilizzabile permette di avere a disposizione una buona gamma di soluzioni.

È però importante non farci sfuggire **un particolare fondamentale**: la **larghezza di banda richiesta** (70 MHz pari al 16%) e la **necessità di assicurare livelli di VSWR e guadagno costanti** per tutto il range di frequenza.

L'errore che molte volte si compie è infatti quello di **considerare solamente il valore massimo di guadagno** riscontrato all'interno dell'intera banda, senza valutarne l'andamento completo.

Capita così di misurare **curve di guadagno che presentano un picco** ad una certa frequenza per poi **decadere notevolmente nelle prestazioni** nel resto della banda operativa. Se questo può essere considerato un **problema di poco conto nelle antenne a banda stretta**, risulta invece **un requisito critico per chi ha la necessità di utilizzare una banda più estesa**.

Nel nostro caso specifico, per realizzare **un elemento radiante veramente ottimizzato** per l'applicazione in esame, è stato opportuno **progettare una struttura che tenesse conto anche di questo fattore**, verificando attraverso opportune prove di laboratorio l'andamento di questi due parametri durante l'intera fase di sviluppo.

Per quanto riguarda l'ANTENNA N.2 il discorso si fa **decisamente più difficile**, in quanto viene introdotto **un elemento che complica ulteriormente la situazione**, ovvero la richiesta di **due ingressi ed uno spazio decisamente ridotto**. In questo caso devono infatti essere inseriti **due elementi radianti anziché uno** come nel caso precedente.



Figura 1

Esempio costruttivo di elementi radianti UHF.

Quando ci si trova di fronte ad un problema di questo tipo, normalmente ci si affida ad **accorgimenti tecnici** che permettono di realizzare **elementi radianti “corti”**, con dimensioni fisiche inferiori rispetto ai classici dipoli $\lambda/2$ o λ (**Figura 1**).



Figura 2

Isolamento tra le porte dell’antenna omnidirezionale a 2 ingressi (curve riferite a due esemplari).

Le **soluzioni a disposizione sono varie** e non è possibile definire a priori la migliore, in quanto deve necessariamente essere **valutata caso per caso, confrontando le prestazioni che si riescono ad ottenere**, più scadenti rispetto alle soluzioni tradizionali, **con le specifiche esigenze di progetto**.

Inoltre, **per la definizione della soluzione più adatta, c’è un importante parametro** da

tenere in considerazione: **l’isolamento tra le due porte**. Infatti, per **garantire un corretto funzionamento** dell’antenna è necessario **assicurare un sufficiente disaccoppiamento** tra i due ingressi, che dovrà essere indicativamente nell’ordine dei **20 dB almeno (Figura 2)**.

Il discorso si fa quindi abbastanza complicato e, come spesso capita in questi casi, **l’esperienza ed il know-how** accumulati in precedenti progetti possono essere **elementi decisivi** nell’individuazione della strada migliore

In ultimo, è consigliabile porre **la giusta attenzione anche su dettagli considerati a volte secondari**, come **la scelta del giusto cavo di collegamento**. I cavi non sono tutti uguali e presentano caratteristiche molto diverse tra di loro. Un cavo di **diametro opportuno** e con **dieletrico in PTFE** può risultare determinante nel **ridurre le perdite ed ottenere prestazioni migliori**.

Inoltre, **per la definizione della soluzione più adatta, c’è un importante parametro** da

4. Minimizzare l'influenza della piattaforma metallica sulle prestazioni dell'antenna.

Come già sottolineato in precedenza, **un'antenna professionale ha la caratteristica di soddisfare pienamente le specifiche indicate nella scheda tecnica**. Inoltre, **queste specifiche devono essere note sia al costruttore che all'utilizzatore**.

È pertanto importante che **le misure di caratterizzazione** vengano realizzate in modo tale che **le prestazioni ottenute in camera anecoica siano le stesse che verranno riscontrate dal Cliente nel momento in cui installa correttamente l'antenna**. In caso contrario verrebbe automaticamente a cadere la definizione di antenna professionale.

La richiesta del nostro Cliente è da vedere proprio in quest'ottica. **Si vuole avere la garanzia che il valore di VSWR dell'antenna rimanga pressoché invariato**, indipendentemente dalla tipologia e dalle dimensioni della piattaforma metallica su cui verrà installata (**Figura 3**).

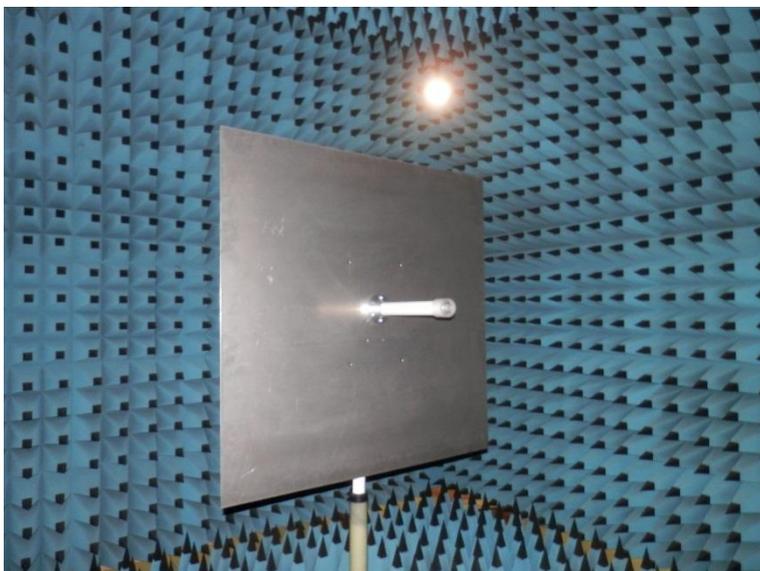


Figura 3

Verifica dell'influenza di un piano di massa nei diagrammi di radiazione mediante misura in camera anecoica.

Questa richiesta viene normalmente soddisfatta mediante **l'utilizzo di un balun**, opportunamente progettato ed integrato nell'antenna.

In questo modo si ottiene un **adeguato disaccoppiamento tra l'antenna ed il cavo**, evitando lo scorrimento di corrente sulla calza esterna di quest'ultimo, **minimizzando così l'influenza della piattaforma metallica sul valore di VSWR**, che rimane pressoché identico.

Il problema della **ripetibilità delle prestazioni** nelle antenne omnidirezionali è molto sentito.

Cogliamo l'occasione per **suggerire un paio di consigli** che possono risultare utili nel momento in cui si decide di acquistare una qualsiasi antenna omnidirezionale.

1. *Verificare se l'antenna che si sta acquistando è **provvista di piano di massa** oppure se necessita di essere installata su una superficie metallica;*
2. *Verificare se l'antenna che si sta acquistando è **provvista di balun** e quindi meno soggetta a variazioni delle proprie specifiche.*

Se invece si ha la necessità di **sviluppare e realizzare un'antenna custom**, per garantire la ripetibilità delle misure, **è buona norma tenere conto dell'installazione tipica dell'antenna**, sia durante l'attività di progettazione che durante le misure di caratterizzazione finali (**Figura 4**).

In questo modo sarà possibile **ottimizzarne le prestazioni** e, allo stesso tempo, **ottenere misure attendibili e riscontrabili dal Cliente** nella successiva installazione in posizione operativa.

Inoltre, se l'attività che si deve affrontare riguarda **la progettazione di un'antenna integrata**, tenere conto **"dell'ambiente"** in cui questa antenna dovrà essere inserita, diventa **una condizione imprescindibile** per ottenere un prodotto in grado di soddisfare le richieste del Cliente.

Per chi fosse interessato al discorso delle progettazione di antenne integrate, rimandiamo ai seguenti approfondimenti tecnici:

- **TEP n.3 – Tipologie e progettazione delle antenne integrate per applicazioni wireless e IoT**
(<https://www.elettromagneticservices.com/news/progettazione-e-tipologie-antenne-integrate-per-wireless-e-iot-10>)
- **TEP n.4 – Antenne integrate: le specifiche elettriche sui datasheet e loro misura**
(<https://www.elettromagneticservices.com/news/antenne-integrate-per-apparati-iot-parametri-elettrici-e-misure-11>)
- **TEP n.11 – Industrializzazione delle antenne integrate**
(<https://www.elettromagneticservices.com/news/antenne-integrate-su-pcb-progettazione-ed-industrializzazione-22>)

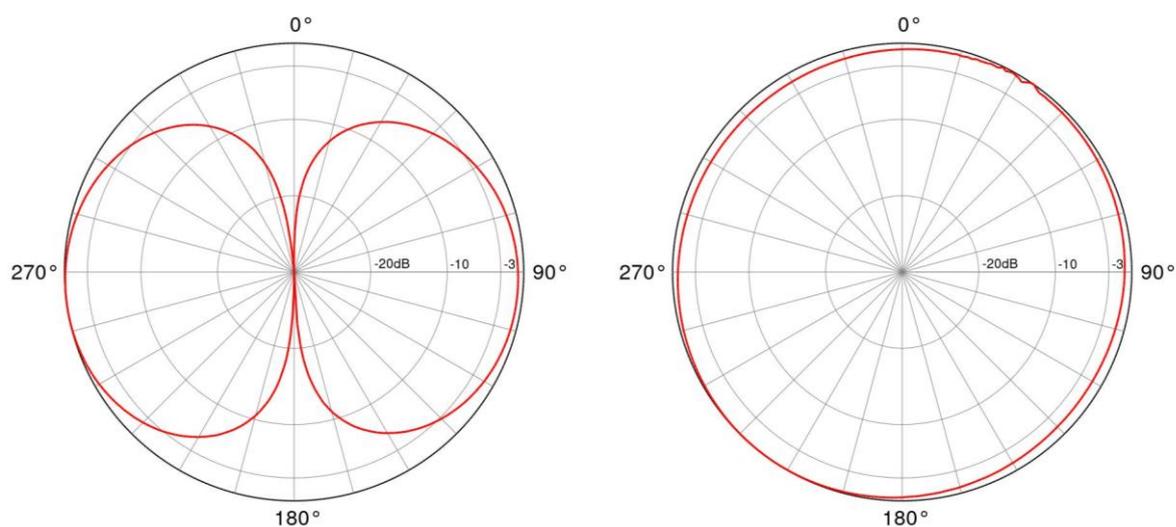


Figura 4
Esempi di diagrammi di radiazione misurati.

5. Installazione in ambiente marino.

Entrambe le antenne omnidirezionali realizzate per questo progetto andranno **installate in ambiente marino**, che sappiamo essere **particolarmente aggressivo e limitante per la durata del loro ciclo di vita**.

Per soddisfare questo requisito è quindi necessario **utilizzare materiali idonei**, in grado di resistere ad ambienti così corrosivi.

Ecco gli accorgimenti che sono stati presi su entrambe le antenne:

- *Radome in VTR;*
- *Flangia in alluminio trattato con primer epossidico e vernice anti-alga;*
- *Tappo in materiale plastico resistente ai raggi UV;*
- *Passacavi stagni sulla flangia con uscita diretta di pigtail in cavo coassiale alla base dell'antenna.*

Per poter rendere l'ANTENNA N.2 **sommersibile fino a 300 metri**, ovvero ad una **pressione di oltre 30 atm**, ogni **cavità presente all'interno del radome** è stata **riempita con una particolare resina epossidica (Figura 5)**.

La scelta di questa resina è stata fatta **verificandone le caratteristiche dielettriche**, per evitare che **influenzi negativamente le specifiche elettriche dell'antenna**. Particolare attenzione è stata inoltre posta relativamente alla **zona di contatto della flangia alla piattaforma metallica**. Qui è stato previsto un **O-ring con apposita sede**, per **isolare e proteggere** l'area in cui i cavi fuoriescono dalla base dell'antenna per mezzo dei passacavi. In ultimo, per **impedire il depositarsi di alghe o altre impurità**, il radome è stato ricoperto con uno **strato di vernice anti alga**, impiegata su natanti e motori fuoribordo al di sotto della linea di galleggiamento.

Tutti questi accorgimenti permetteranno alle antenne di **operare per un tempo sufficientemente lungo** in ambienti particolarmente aggressivi.



Figura 5

Riempimento delle cavità interne dell'antenna mediante resina dielettrica.

6. Conclusioni.

Il progetto di queste antenne è stato preso ad esempio in quanto **rappresentativo di alcune esigenze tipiche** di chi utilizza antenne omnidirezionali professionali.

Eccole qui riassunte:

- 1. Il valore di guadagno indicato nelle schede tecniche delle antenne omnidirezionali non sempre rispecchia le reali prestazioni.** È pertanto opportuno prendere delle precauzioni per **stimare l'attendibilità** dei vari datasheet.

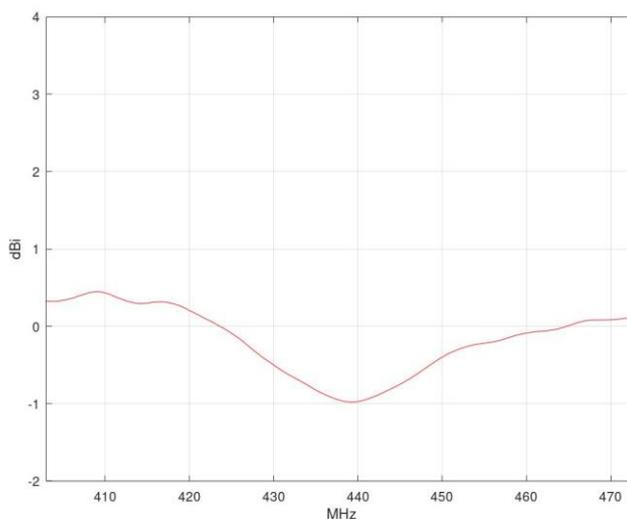


Figura 6

Curva di guadagno misurato in banda per l'antenna omnidirezionale a doppio ingresso (caso peggiore).

- 2. L'attendibilità delle specifiche indicate in una scheda tecnica e la ripetibilità delle misure sono caratteristiche peculiari delle antenne professionali.** Quando si richiede la progettazione di un'antenna custom è necessario verificare che vengano adottate **adeguate precauzioni sia in fase di sviluppo che in fase di caratterizzazione.**
- 3. Se si eccettuano le antenne a banda particolarmente stretta, non sempre è sufficiente conoscere il valore di picco del guadagno, ma è opportuno verificare l'andamento della curva all'interno dell'intero range di frequenza (Figura 6).**
- 4. Quando è necessario inserire due elementi radianti all'interno di uno spazio ristretto, un parametro fondamentale di cui tener conto è l'isolamento tra i due ingressi.**
- 5. Quando si acquista un'antenna omnidirezionale è importante verificare se necessita di un piano di massa per funzionare correttamente e se l'installazione su di una superficie metallica può influenzarne le prestazioni (utilizzo di un balun).**

6. Quando si prevede di **utilizzare antenne in ambiente marino** è opportuno realizzarle con **materiali adeguati**, in grado di sopportare più a lungo **climi particolarmente aggressivi e corrosivi**.
7. Nel momento in cui si ha il bisogno, per ragioni meccaniche, di **riempire il contenitore di un'antenna con una resina epossidica**, si raccomanda di **prestare particolare attenzione alle caratteristiche tecniche** per evitare che influenzi negativamente le specifiche elettriche dell'antenna.

Tutte le informazioni e le esperienze riportate in questo articolo sono frutto dell'attività di progettazione, sviluppo e realizzazione di antenne custom professionali svolta da [ElettroMagnetic Services Srl](#) con il metodo [AntennaSuMisura](#).

Per domande, chiarimenti o approfondimenti in merito a questo o ad altri argomenti riguardanti le antenne professionali scrivi a bollini@elettromagneticservices.com

Grazie per il tempo che hai dedicato alla lettura di questo articolo.

Trovi l'elenco completo delle nostre pubblicazioni tecniche cliccando qui:

<https://www.elettromagneticservices.com/news>

The logo for AntennaSuMisura features the word 'AntennaSuMisura' in a large, blue, cursive script. To the right of the text is a blue icon of a Wi-Fi signal, consisting of three curved lines radiating from a central point.

by

ElettroMagnetic Services
SRL

Trasmetti la tua eccellenza!