



Politecnico
di Bari

Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationsEU

Ministero
dell'Università
e della Ricerca

Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RISPOSTA E RESILIENZA

RESTART

POLITECNICO DI BARI

Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione (DEI)

Progetto: REsearch and innovation on future Telecommunications systems and networks, to make Italy more smART (RESTART), PNRR MUR – M4C2 - I 1.3

CUP: D93C22000910001

CIG: B0AFE68726

Fornitura di: sistema di emulazione (con opportune componenti hardware e software) del canale di comunicazione per reti terrestri e non terrestri

| | |
|--------------------|--|
| Capitolato Tecnico | |
|--------------------|--|

1. Oggetto

Il presente elaborato costituisce il Capitolato Tecnico per la fornitura di un sistema di emulazione (con opportune componenti hardware e software) del canale di comunicazione per reti terrestri e non terrestri, da qui in poi chiamato “emulatore di canale”.

2. Caratteristiche generali della fornitura

L'appalto ha per oggetto la fornitura in opera di un sistema di emulazione del canale di comunicazione per reti terrestri e non terrestri. In particolare, il sistema di emulazione consentirà la valutazione delle performance di architetture di rete e algoritmi.

La fornitura in oggetto sarà parte della dotazione scientifica del Laboratorio dello Spoke 2, denominato "Experimental lab of integrated terrestrial and non-terrestrial networks and services", presso il Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione (DEI) del Politecnico di Bari, utilizzata per la realizzazione di un prototipo di rete integrata terrestre e non terrestre. La fornitura in oggetto sarà finanziata dal progetto di ricerca RESTART (Progetto PE_0000001), risultato vincitore nell'ambito della call europea PNRR - Missione 4, Componente 2, Investimento 1.3 - D.D. n. 341 del 15 marzo 2022 Avviso pubblico per la creazione di “Partenariati estesi alle università, ai centri di ricerca, alle aziende per il finanziamento di progetti di ricerca di base”.

La fornitura in oggetto è essenzialmente costituita da:

- Emulatore di canale per reti terrestri e non terrestri;
- Tool e software utili alla gestione e configurazione del sistema;
- Accessori utili al funzionamento del sistema;
- Installazione, prima accensione, collaudo e supporto tecnico;
- Garanzia su tutti i componenti di almeno 12 mesi su tutti i componenti hardware e software.

Le caratteristiche tecniche delle attrezzature, la dimensione dei locali ove le stesse devono essere installate ed il loro posizionamento sono indicativamente riportati nella sezione “3. Specifiche tecniche”. Le macchine devono, comunque, essere dotate di marcature CE, previste dalle specifiche Direttive CEE nonché di manuali di istruzioni di uso, manutenzione e di sicurezza in lingua inglese.

3. Specifiche tecniche

Le caratteristiche indicate definiscono i requisiti minimi prestazionali da rispettare nella formulazione dell'Offerta da parte degli Operatori Economici e, in caso di aggiudicazione, nell'esecuzione della fornitura. Gli Operatori Economici concorrenti possono pertanto proporre varianti migliorative alle precitate caratteristiche.

Elenco delle caratteristiche minime richieste:

- L'emulatore di canale presenta una configurazione minima mediante la quale poter usare 8 canali di comunicazione in contemporanea (specificatamente 8 TX + 8 RX, corrispondenti a 8 canali half-duplex o 4 canali full-duplex), operanti ad una frequenza compresa tra un minimo di 450 MHz ed almeno 6 GHz, ognuno con una banda istantanea almeno pari a 100 MHz;
- L'emulatore di canale offre una facile estensione (upgrade hardware e/o software) nel futuro delle sue capacità, come ad esempio l'incremento del numero di canali utilizzabili in contemporanea e la gestione di segnali RF a frequenze superiori (esempio, mmWaves);
- L'emulatore di canale è dotato di almeno 6 oscillatori interni;
- L'emulatore di canale è interfacciabile e compatibile con sistemi di trasmissione e ricezione del segnale RF basati su Software Defined Radio (come ad Universal Software Radio Peripheral di Ettus/National Instruments);
- L'emulatore di canale offre già modelli di propagazione per sistemi di comunicazioni terrestri e non terrestri, con la possibilità di implementarne di nuovi tramite l'ausilio di driver e/o APIs;
- L'emulatore di canale consente la completa configurazione dello scenario di interesse, a partire dalle caratteristiche tecniche del canale di comunicazione (frequenza, banda, modulazione) fino al movimento delle entità connesse allo stesso (traiettorie, orbite);
- L'emulatore di canale consente la configurazione di tutti gli impairments che caratterizzano il canale terrestre e non terrestre, inclusi attenuazione, scintillazione, effetto Doppler, shadowing, fading, rumore termico;
- L'emulatore di canale consente la configurazione Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) da almeno 4 canali;

Si richiede imballaggio, trasporto, consegna in laboratorio, installazione, collaudo e supporto tecnico pari almeno a 4 giornate.

4. Caratteristiche essenziali per l'accettabilità della fornitura

Le attrezzature offerte, oltre alle caratteristiche indicate nel par. "3. Specifiche Tecniche", devono soddisfare quelle di seguito riportate, idonee a garantire:

- la perfetta rispondenza normativa di tutti i componenti hardware e software;
- la facilità di eseguire successivamente gli interventi di manutenzione (ordinaria - straordinaria);
- la disponibilità di eventuali parti di ricambio per un periodo di **anni 5** (cinque) dalla data di emissione del Certificato di Collaudo delle medesime macchine;

Le caratteristiche delle macchine indicate dal Politecnico di Bari nel presente Capitolato definiscono i requisiti minimi prestazionali da rispettare nella formulazione dell'Offerta da parte degli Operatori

Economici e, in caso di aggiudicazione, nell'esecuzione della fornitura. Gli Operatori Economici concorrenti possono pertanto proporre varianti migliorative alle precitate caratteristiche.

5. Periodo di assistenza e manutenzione

L'Operatore Economico si assume l'onere di prestare il servizio di garanzia e assistenza posto delle forniture offerte per un periodo di mesi 12 (dodici) dalla data di approvazione del Collaudo da parte del Politecnico di Bari.

In ogni caso, deve essere assicurato un help desk di assistenza e la sostituzione con un ricambio hardware/software equivalente nel caso di componenti guasti. Nel caso di impossibilità di ritorno all'operatività, deve essere garantita la riparazione dell'apparato presso l'Operatore Economico, con oneri di spedizione a carico dell'Operatore Economico stesso. Le spese per la spedizione del componente/attrezzatura in assistenza e per la restituzione del componente/attrezzatura al Laboratorio restano a carico dell'Operatore Economico.

Durante il periodo di garanzia (vedi par. "6. Garanzia e responsabilità dell'Operatore Economico") l'assistenza e la manutenzione dovranno essere forniti gratuitamente, compresi gli upgrade/patch software relativamente ai servizi di gestione dei sistemi.

L'Operatore Economico dovrà impegnarsi a segnalare al Politecnico di Bari qualunque notizia relativa a richiami in fabbrica del componente/attrezzatura offerto, ovvero di difetti riscontrati dal Produttore, entro cinque giorni dalla sua avvenuta conoscenza.

6. Garanzia e responsabilità dell'Operatore Economico

Considerato il rischio di veloce obsolescenza dell'attrezzatura l'Operatore Economico ha l'obbligo di garantire il prodotto, contro ogni difetto di fabbricazione e/o di funzionamento e/o di installazione, per il periodo di **12 (dodici) mesi** dalla data di emissione del Certificato di Collaudo.

Pertanto, fino al termine di tale periodo, l'Operatore Economico deve riparare, tempestivamente ed a sue spese, tutti i guasti e le imperfezioni che dovessero verificarsi, escluse soltanto le riparazioni dei danni che non possono attribuirsi al normale utilizzo, ma ad evidente imperizia o negligenza degli utenti.

L'Operatore Economico rimane comunque responsabile della fornitura eseguita nei modi, termini ed entro i limiti previsti dal *Codice Civile*.

7. Importo contrattuale

L'importo complessivo a corpo a base di negoziazione della fornitura di cui al presente Capitolato ammonta a:

- **€ 410.000,00** (Euro quattrocentodiecimila/00) oltre I.V.A.

Considerato che la spesa ricadrà sul progetto di ricerca RESTART (Progetto PE_0000001), finanziato dall'Unione Europea nell'ambito della call PNRR - Missione 4, Componente 2, Investimento 1.3 - D.D. n. 341 del 15 marzo 2022 Avviso pubblico per la creazione di "Partenariati estesi alle università, ai centri di ricerca, alle aziende per il finanziamento di progetti di ricerca di base", ai sensi dell'art. 72 del DPR 633/72. L'importo contrattuale a corpo è quello rinveniente dall'Offerta presentata dall'Operatore Economico per l'esecuzione della fornitura, con le eventuali modifiche richieste dal Politecnico di Bari in sede di aggiudicazione ed apportate d'accordo nell'Offerta stessa.

8. Termine per l'ultimazione della fornitura – penale per il ritardo

Il termine utile massimo per la consegna e la regolare ultimazione della installazione di tutta la fornitura resta stabilito in **giorni 120** (centoventi), naturali e consecutivi, decorrenti dalla data di comunicazione di aggiudicazione *ex lege*.

La penale pecuniaria, per ogni giorno di ritardo sul termine come sopra stabilito, è fissata nella misura del **2 ‰** (due per mille) dell'importo contrattuale.

La suddetta penale, in ogni caso, non potrà superare la misura di **1/10** dell'importo contrattuale. Nel caso in cui il ritardo superi il periodo di **giorni 30** (trenta) sul termine di ultimazione, il Politecnico di Bari si riserva la facoltà di risolvere il Contratto, adottando ogni provvedimento necessario per il risarcimento di eventuali danni.

La stazione appaltante si riserva di sospendere il pagamento della penale nel caso di motivi ostativi alla consegna o alla installazione dell'emulatore di canale presso il Laboratorio di Spoke 2 del Politecnico di Bari non imputabili all'Operatore Economico, tali per cui la stazione appaltante richieda di posticipare la consegna e installazione oltre i 120 giorni, naturali e consecutivi, decorrenti dalla data di sottoscrizione del Contratto.

9. Modalità di pagamento

I pagamenti sono effettuati secondo lo schema riportato di seguito:

- **100%** (cento per cento) all'approvazione del Certificato di Collaudo.

10. Svolgimento della gara e aggiudicazione

Il Politecnico di Bari si riserva il diritto di non aggiudicare l'appalto, a proprio insindacabile giudizio, qualora la macchina offerta non risulti all'esame tecnico rispondente alle esigenze del Politecnico di Bari stesso senza che ciò possa costituire motivo di rivalsa a qualsiasi titolo da parte dei medesimi Operatori Economici.

L'aggiudicazione è vincolata all'accettazione da parte dell'Operatore Economico prescelto delle eventuali modifiche che il Politecnico di Bari ritenga necessario introdurre, modifiche che devono essere apportate dall'Operatore Economico medesimo all'Offerta. In caso di non accettazione, il Politecnico di Bari si riserva il diritto di provvedere all'aggiudicazione all' Operatore Economico secondo classificato nella Graduatoria di Merito predisposta in sede di gara o di non procedere affatto all'aggiudicazione. Il Politecnico di Bari si riserva il diritto di aggiudicare la fornitura anche in presenza di una sola offerta valida. Nessun compenso per la predisposizione delle Offerte e/o a qualsiasi altro titolo spetta agli Operatori Economici concorrenti.

L'aggiudicazione avverrà in base all'offerta economicamente più vantaggiosa, ex art. 95, co. 2, D.Lgs. n. 50/2016 s.m.i., sulla base dell'attribuzione dei punteggi conseguiti nell'Offerta Tecnica ed Economica, come descritto nei documenti che costituiscono la presente Richiesta di Offerta. L'aggiudicazione avverrà in favore dell'offerta economicamente più vantaggiosa che avrà totalizzato il maggior punteggio complessivo.

| ELEMENTI PUNTEGGIO MASSIMO | |
|---|------------|
| Offerta Tecnica, $P_{\text{Off. Tecnica}(i)}$ | 75 |
| Offerta Economica, $P_{\text{Off. Economica}(i)}$ | 25 |
| TOTALE, $P_{\text{Tot}}(i)$ | 100 |

La valutazione dell'Offerta Tecnica e dell'Offerta Economica sarà effettuata da una Commissione appositamente nominata, sulla base dei criteri di aggiudicazione specificati nel prosieguo, fino alla concorrenza del massimo punteggio, uguale a 100,00 (cento/00), in ossequio alla ripartizione tra Offerta Tecnica ed Economica appresso indicata:

Il punteggio dell'offerta economicamente più vantaggiosa verrà calcolato attraverso l'utilizzo della seguente formula per ciascuno degli Operatori Economici concorrenti:

$$P_{\text{Tot}}(i) = P_{\text{Off. Tecnica}}(i) + P_{\text{Off. Economica}}(i)$$

nella quale

- $P_{Tot} (i)$ = punteggio totale attribuito all'Offerta dell'i-esimo Operatore Economico
- $P_{Off. Tecnica} (i)$ = punteggio attribuito all'Offerta Tecnica dell'i-esimo Operatore Economico
- $P_{Off. Economica} (i)$ = punteggio attribuito all'Offerta Economica dell'i-esimo Operatore Economico

Risulterà aggiudicatario l'Operatore Economico concorrente che avrà conseguito il punteggio più alto di $P_{Tot} (i)$.

Nel caso in cui due o più concorrenti conseguissero il medesimo punteggio, la posizione in graduatoria sarà stabilita tramite sorteggio pubblico, ex art. 77 del R.D. n. 827/1924 s.m.i.

Il punteggio, sia per l'Offerta Tecnica sia per l'Offerta Economica, verrà espresso e assegnato con due cifre decimali dopo la virgola. La Commissione valuterà quindi gli elementi tecnici, come formulati nell'Offerta Tecnica di ciascun Operatore Economico concorrente, tenendo conto di quanto richiesto nei documenti di gara.

Il punteggio dell'offerta tecnica è attribuito sulla base dei criteri di valutazione elencati nella sottostante "Tabella Criteri" con la relativa ripartizione dei punteggi. Nella colonna identificata con la lettera D vengono indicati i "Punteggi discrezionali", vale a dire i punteggi il cui coefficiente è attribuito in ragione dell'esercizio della discrezionalità spettante alla commissione giudicatrice. Nella colonna identificata con la lettera T vengono indicati i "Punteggi tabellari", vale a dire i punteggi fissi e predefiniti che saranno attribuiti in ragione dell'offerta o mancata offerta di quanto specificatamente richiesto. Nella colonna identificata con la lettera Q vengono indicati i "Punteggi quantitativi", vale a dire i punteggi il cui coefficiente è attribuito mediante applicazione di una formula matematica.



| TABELLA CRITERI | | | | | |
|--|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| OFFERTA TECNICA | | | | | |
| N° | CRITERI DI VALUTAZIONE | Punti D Max | Punti T Max | Punti Q Max | PUNTEGGIO MAX |
| | | P_{xD} | P_{xT} | P_{xQ} | |
| 1. | L'emulatore di canale consente l'utilizzo di almeno 4 canali full-duplex, o 8 half-duplex, in contemporanea, specificatamente 8 TX + 8 RX, ad una frequenza compresa tra un minimo di 450 MHz ed almeno 6 GHz, ognuno con una banda istantanea di almeno 100 MHz | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 2. | L'emulatore di canale consente una facile estensione ad almeno 16 canali half-duplex | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 3. | L'emulatore di canale consente una facile estensione di frequenza ad un minimo di 44 GHz | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 4. | L'emulatore di canale è dotato di almeno 6 oscillatori interni; | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 5. | L'emulatore di canale è interfacciabile e compatibile con le apparecchiature denominate Universal Software Radio Peripheral (USRP) di Ettus/National Instruments | 5 | 5 | 0 | 10 |
| 6. | L'emulatore di canale offre già modelli per comunicazioni 5G terrestri e non terrestri, con la possibilità di implementarne di nuovi modelli tramite l'ausilio di drivers o APIs | 5 | 5 | 0 | 10 |
| 7. | L'emulatore di canale consente la completa configurazione dello scenario di interesse, a partire dalle caratteristiche tecniche del canale di comunicazione (frequenza, banda, modulazione) fino al movimento delle entità connesse allo stesso (traiettorie, orbite) | 5 | 5 | 0 | 10 |
| 8. | L'emulatore di canale consente la configurazione di tutti gli impairments che caratterizzano il canale terrestre e non terrestre, inclusi attenuazione, scintillazione, effetto Doppler, shadowing, fading, rumore termico | 5 | 5 | 0 | 10 |
| 9. | L'emulatore di canale supporta configurazione di tipo Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) da almeno 4 canali | 5 | 5 | 0 | 10 |
| 10. | L'operatore economico dispone di una adeguato servizio assistenza. | 5 | 0 | 0 | 5 |
| PUNTEGGIO MASSIMO TOTALE OFFERTA TECNICA (P_{Off. Tecnica}) | | 30 | 45 | 0 | 75 |
| OFFERTA ECONOMICA | | | | | |
| 11. | Offerta economica | 0 | 0 | 25 | 25 |
| PUNTEGGIO MASSIMO TOTALE OFFERTA TECNICA (P_{Off. Economica}) | | 0 | 0 | 25 | 25 |

Attribuzione del coefficiente per la determinazione del punteggio discrezionale (offerta tecnica)

Considerato l'**i-esimo** Operatore Economico, a ciascun criterio di valutazione **x** cui è assegnato un **punteggio discrezionale nella colonna "D"** della "Tabella Criteri" con valore massimo non nullo, è attribuito un coefficiente **C_{xD} (i)** variabile da zero ad uno sulla base del metodo dell'attribuzione discrezionale da parte della commissione.

| Coefficiente | Eccellente | Ottimo | Distinto | Buono | Sufficiente | Insufficiente / non valutabile |
|---------------------------|------------|--------|----------|-------|-------------|--------------------------------|
| C_{xD} (i) | 1,00 | 0,80 | 0,60 | 0,40 | 0,20 | 0,00 |

Attribuzione del coefficiente per la determinazione del punteggio tabellare (offerta tecnica)

Considerato l'**i-esimo** Operatore Economico, a ciascun criterio di valutazione **x** cui è assegnato un **punteggio tabellare nella colonna "T"** della "Tabella Criteri" con valore massimo non nullo, è attribuito un coefficiente **C_{xT} (i)** variabile da zero ad uno sulla base del seguente metodo dell'attribuzione tabellare:

| Coefficiente | La proposta tecnica soddisfa i requisiti tecnici richiesti | La proposta tecnica NON soddisfa i requisiti tecnici richiesti |
|---------------------------|--|--|
| C_{xT} (i) | 1,00 | 0,00 |

Attribuzione del coefficiente per la determinazione del punteggio quantitativo (offerta economica)

Considerato l'**i-esimo** Operatore Economico, il coefficiente relativo al criterio "offerta economica" **C_{xQ} (i)** è calcolato mediante la seguente formula:

$$C_{xQ}(i) = \frac{OE_{min}}{OE(i)}$$

dove

- **OE_{min}** rappresenta l'offerta economica più vantaggiosa
- **OE(i)** rappresenta l'offerta economica dell'**i-esimo** Operatore Economico

Calcolo del punteggio $P_{Tot}(i)$

La commissione, terminata l'attribuzione dei coefficienti agli elementi qualitativi, tabellari e quantitativi, procede, in relazione a ciascuna offerta, al calcolo del punteggio $P_{Tot}(i)$ il metodo aggregativo compensatore.

Il punteggio per il concorrente i -esimo è dato dalla seguente formula:

$$P_{Tot}(i) = \sum_x C_{xD}(i) P_{xD} + \sum_x C_{xT}(i) P_{xT} + \sum_x C_{xQ}(i) P_{xQ}$$

dove

- $C_{xD}(i)$ è il coefficiente per la determinazione del punteggio discrezionale del criterio x per l' i -esimo Operatore Economico
- $C_{xT}(i)$ è il coefficiente per la determinazione del punteggio tabellare del criterio x per l' i -esimo Operatore Economico
- $C_{xQ}(i)$ è il coefficiente per la determinazione del punteggio quantitativo del criterio x per l' i -esimo Operatore Economico
- P_{xD} è il valore massimo del punteggio discrezionale previsto per il criterio x
- P_{xT} è il valore massimo del punteggio tabellare previsto per il criterio x
- P_{xQ} è il valore massimo del punteggio quantitativo previsto per il criterio x

L'importo di aggiudicazione sarà impegnativo e vincolante per almeno 180 (centottanta) giorni naturali e consecutivi dalla scadenza del termine indicato per la presentazione dell'offerta, e non potrà essere soggetto a revisione alcuna.