



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA

**CHANGE\$**  
CULTURAL HERITAGE ACTIVE INNOVATION FOR NEX-GEN SUSTAINABLE SOCIETY  
EXTENDED PARTNERSHIP

**Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU**

**Missione 4 - Istruzione e Ricerca - Componente 2 - Dalla Ricerca all'Impresa - Linea di investimento 1.3**  
– “Creazione di “Partenariati estesi alle università, ai centri di ricerca, alle aziende per il  
finanziamento di progetti di ricerca e innovazione”

**Partenariato Esteso CHANGES - PE\_00000020**

**CHANGES**

CULTURAL HERITAGE ACTIVE INNOVATION FOR NEX-GEN SUSTAINABLE SOCIETY  
EXTENDED PARTNERSHIP

**Capitolato tecnico per la partecipazione all'appalto specifico indetto dalla facoltà di  
Architettura di Sapienza, Università degli studi di Roma per l'affidamento della realizzazione  
dell'infrastruttura di ricerca CAVE**



## Sommario

<b>1. Premesse</b>	<b>3</b>
<b>2. Inquadramento dei fabbisogni per la realizzazione dell'infrastruttura di ricerca CAVE</b>	<b>3</b>
<b>3. Contesto architettonico e configurazione degli spazi esistenti</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Configurazione di progetto degli spazi</b>	<b>4</b>
<b>4. Requisiti applicabili all'intera fornitura</b>	<b>5</b>
<b>4.1 Requisiti trasversali</b>	<b>5</b>
<b>4.2 Requisiti di conformità</b>	<b>6</b>
<b>4.3 Durata e requisiti del servizio di garanzia e manutenzione</b>	<b>6</b>
<b>4.4 Requisiti di certificazione</b>	<b>7</b>
<b>5. Requisiti tecnici delle unità di realizzazione</b>	<b>7</b>
<b>5.1 Sistemi di riproduzione multimediale</b>	<b>8</b>
<b>5.1.1 Sistema basato su videoproiettori</b>	<b>8</b>
<b>5.1.2 Sistema basato su schermi LED</b>	<b>9</b>
<b>5.1.3 Sistema audio</b>	<b>9</b>
<b>5.2 Software di gestione delle interazioni</b>	<b>10</b>
<b>5.3 Mediaserver di controllo</b>	<b>11</b>
<b>6. Servizio di consegna, adeguamento degli spazi, installazione, configurazione e avvio operativo dei sistemi</b>	<b>12</b>
<b>7. Verifica in corso d'opera</b>	<b>14</b>
<b>8. Ultimazione e conformità</b>	<b>15</b>
<b>9. Penali</b>	<b>15</b>



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA

**CHANGE**   
CULTURAL HERITAGE ACTIVE INNOVATION FOR NEX-GEN SUSTAINABLE SOCIETY  
EXTENDED PARTNERSHIP

## 1. Premesse

L’infrastruttura di ricerca CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) oggetto della presente gara si configura come spazio immersivo per la realizzazione di esperienze di fruizione multimediale e interattiva a supporto delle attività di disseminazione e divulgazione scientifica. Il progetto di realizzazione è contestualizzato nell’ambito del Partenariato Esteso 5 “CHANGES”, Spoke 8 “Sustainability and Resilience of Tangible Cultural Heritage”.

Nello specifico, la realizzazione dell’infrastruttura CAVE costituisce uno dei principali obiettivi di ricerca nonché parte integrante delle attività previste dalla Linea Tematica 1 “Produzione, Organizzazione e Comunicazione della Conoscenza”.

Questo sistema, unico nel suo genere a livello di Ateneo, costituirà uno strumento a disposizione non solo delle attività sperimentali previste dallo Spoke 8, ma anche degli altri Spoke ricompresi nel PE5 e, più in generale, delle ricerche e sperimentazioni in un campo anche più largo rispetto all’ambito dei Beni Culturali.

Nell’ambito del PE5, il CAVE rientra tra i risultati del progetto (R5. 13 – ICT technologies for: territorial/regional/urban survey/planning, environment, territorialisation of social phenomena, decision support system) e costituisce parte integrante del Deliverable 5.1 – “Dissemination/capacity building activities addressing key target groups”, riferito al WP5 “Divulgazione e Disseminazione”.

## 2. Inquadramento dei fabbisogni per la realizzazione dell’infrastruttura di ricerca CAVE

L’infrastruttura CAVE nasce con l’obiettivo di testare nuove modalità di visualizzazione di contenuti tra loro eterogenei funzionali a studiosi afferenti a diversi gruppi disciplinari di Ateneo. Si configurerà quindi come spazio fisico per la visualizzazione di dati e modelli rivolta al confronto e allo scambio nell’ambito della ricerca, abbracciando trasversalmente tutti i settori scientifici disciplinari.

Nel contesto della transizione digitale, infatti, in tutti i settori della conoscenza abbiamo assistito ad un aggiornamento sistematico delle tecnologie impiegate e degli strumenti a disposizione di supporto alle attività di ricerca. Proprio in relazione a questa evoluzione significativa, nasce l’esigenza di realizzare veri e propri modelli di sviluppo digitale che prevedano soluzioni all’avanguardia nell’ambito della fruizione interattiva dei contenuti. In questo contesto il CAVE ha il suo valore peculiare nella condivisione dell’esperienza immersiva tra diversi utenti. Questa soluzione è particolarmente adatta a contesti accademici e di ricerca, in cui l’interazione tra utenti diviene tanto importante quanto quella col dispositivo di visualizzazione dei contenuti. In tale ottica, quindi, il CAVE vuole diventare un luogo fisico di ricerca scientifica e di disseminazione.

Il CAVE costituirà uno spazio immersivo capace di coinvolgere efficacemente l’utente all’interno della scena visualizzata e sarà realizzato per garantire alti livelli di interazione con i contenuti, sia mediante tecnologie touch e touchless, pure grazie all’utilizzo di un impianto audio in grado di completare l’esperienza di immersività anche dal punto di vista sonoro. Affinché tale risultato venga raggiunto, è necessario che il sistema da realizzare permetta una efficace visualizzazione di sequenze di immagini, immagini panoramiche, video, video a 360°, nuvole di punti, modelli 3D, immagini piramidali gigapixel, ecc..



In aggiunta alla componente hardware, declinabile nella scelta di un sistema LED o basato su videoproiezione, il CAVE si comporrà di una parte software necessaria a supportare la trasmissione dei contenuti predisposti sulle superfici dedicate.

### 3. Contesto architettonico e configurazione degli spazi esistenti

Il progetto del CAVE verrà installato all'interno dell'aula multimediale Next Theatre e negli spazi ad esso accessori (denominati L064, L065 e L066 secondo la classificazione degli spazi in Sapienza), situati nella sede storica di Valle Giulia nella Facoltà di Architettura di Sapienza Università di Roma, edificio RM064, accessibile da un ingresso, sia pedonale che carrabile, in Via Antonio Gramsci, 53. Il Next Theatre è situato al piano terra dell'edificio, in prossimità dell'ingresso principale, e prevede un primo accesso dal corridoio multimediale/galleria espositiva, sede di diverse installazioni o mostre temporanee e un'uscita di sicurezza in un ambiente all'esterno coperto. L'accesso principale al Next Theatre avviene dal corridoio attraverso una porta battente doppia in legno che introduce in un disimpegno (L064) dove è alloggiato il quadro elettrico; da esso si accede, attraverso una seconda porta battente a doppia anta in legno, all'aula multimediale (L065) destinata ad accogliere l'installazione del CAVE. L'ambiente, di forma rettangolare (L 10,71 x P 4,32 m) nel lato opposto all'uscita di sicurezza (con porta antipanico) presenta un ulteriore accesso ad un locale tecnico (L066), non utilizzabile ai fini del progetto CAVE (Fig.1).



Fig.1 Ambiente principale dello spazio Next Theatre

Il progetto Next Theatre, da alcuni anni non più in funzione, prevedeva l'utilizzo di tecnologie funzionali alla didattica e alla ricerca, garantendo un sistema di fonoassorbimento e fonoisolamento, caratteristiche ad oggi utili nella riconversione dello spazio in CAVE immersivo. Nell'ambiente è presente un pavimento in gres porcellanato scuro (formato 60x60cm) e un controsoffitto nero (H 3,05 m da terra) con illuminazione a faretti incassati di due diametri differenti. Le pareti perimetrali mostrano una lavorazione bocciardata cielo-terra, a pigmentazione blu scura, alla quale aderiscono, lungo l'intero perimetro, pannelli insonorizzanti colorati, posizionati da terra fino ad un'altezza di circa 200 cm. L'ambiente presenta un sistema di ventilazione e di riscaldamento/raffrescamento, capace di garantire una climatizzazione controllata e un ricambio d'aria, attraverso l'uso di alcuni bocchettoni incassati nel controsoffitto e uno split posto al di sopra della porta antipanico, con il relativo motore posizionato al di fuori dell'uscita di emergenza.



### 3.1 Configurazione di progetto degli spazi

Il progetto del CAVE (cfr. elaborati grafici in appendice al presente Capitolato) prevede la realizzazione di una stanza immersiva, preceduta da uno spazio filtro al quale si accede da un disimpegno. L'ambiente nella sua totalità (di dimensioni 10,71 x 4,32 m), un tempo dedicato al Next Theatre, sarà articolato per la realizzazione del Cave in due spazi: a seguito del disimpegno di ingresso (di circa 6,50 mq), in cui è presente il quadro elettrico e in cui sarà possibile eventualmente disporre alcune armadiature se necessarie, si accede in un primo spazio destinato unicamente all'accoglienza, di circa 12 mq, dove sarà collocato il mediaserver con monitor di minimo 55" per visualizzare un'anteprima dei contenuti proiettati all'interno del CAVE; da questo ambiente si accederà ad uno spazio dedicato prettamente al CAVE, di circa 32 mq (escludendo dal calcolo dello spazio totale il vuoto che si forma dietro lo schermo piccolo opposto all'ingresso, poiché non utilizzabile); sarà inoltre garantito un passaggio tra gli schermi e il muro opposto di circa 1,20 metri, garantendo l'accesso per manutenzione al locale tecnico (non utilizzabile per il progetto). L'ambiente destinato al CAVE dovrà essere necessariamente schermato dallo spazio filtro attraverso un sistema di elementi oscuranti scorrevoli, sorretti attraverso binari incassati nel controsoffitto, garantendo il totale isolamento ed oscuramento della stanza CAVE; infine un vassoio di lavoro mobile ad altezza regolabile, con tastiera e mouse, dovrà potersi spostare per gestire i contenuti visualizzati. Lo spazio filtro non sarà destinato ad attività lavorative, ma prevederà unicamente la sosta temporanea delle persone necessaria ad eseguire attività non continuative, come: accensione e spegnimento del sistema, verifica e salvataggio dei dati, azioni espletabili nell'arco di pochi minuti. Necessariamente lo spazio filtro sarà percorso, seppure in maniera temporanea, ogni volta che il CAVE verrà attivato, immaginando la fruizione per un massimo di 10 persone per volta. Una volta avviato il sistema, il vassoio mobile (con tastiera e mouse) verrà spostato dall'ambiente filtro nell'ambiente CAVE, così da permettere agli utenti l'interazione con il sistema. La periodicità con cui verrà utilizzato il CAVE dipenderà dalla sua fruizione che sarà programmata e gestita tramite calendarizzazione, per evitare eventuali sovrapposizioni.

Il progetto specifico della stanza immersiva prevede la realizzazione di tre pareti (schermi o teli), utilizzati come superfici di proiezione, utilizzabili sia in modalità unica che differenziata, disposti lungo tre lati, con una conformazione planimetrica a forma trapezoidale, per uno sviluppo in lunghezza complessivo di circa 12 m per un'altezza di circa 2,70 m, ricoprendo quasi la totalità di altezza dell'ambiente (H al controsoffitto 3,05 m). Le tre pareti che compongono l'ambiente CAVE, sia che si utilizzi la tecnologia ledwall che quella a videoproiezione, avranno dimensioni e proporzioni ben definite: una parete lunga di 4,80 m e due pareti corte di 3,60 m per un'altezza uniforme di 2,70 m. I due angoli formati tra la parete lunga e le due più corte saranno di circa 123° l'uno, le dimensioni definite degli schermi o delle pareti rispettano la ratio di 16:9 per la parete lunga e di 4:3 per le due pareti corte.

Le lavorazioni di adeguamento impiantistico e funzionale degli spazi, propedeutiche all'installazione di tutte le componenti oggetto del presente appalto, saranno a carico della committenza.

## 4. Requisiti applicabili all'intera fornitura

La fornitura deve garantire, a pena di esclusione, il rispetto dei requisiti generali meglio specificati nei paragrafi seguenti.



#### 4.1 Requisiti trasversali

- La fornitura deve essere descritta da una relazione tecnica redatta che tenga conto di quanto espresso nel capitolo 5 del presente documento e che sia strutturata secondo quanto indicato al capitolo 18 del Disciplinare di gara.
- Suddetta relazione deve essere corredata da un piano di lavoro che descriva le attività dalle fasi iniziali (ordini e predisposizioni materiale) fino al collaudo, indicando in particolare tempistiche, aree di competenza, responsabilità, attori coinvolti e prodotti finali di ogni fase secondo quanto indicato al capitolo 18 del Disciplinare di Gara.
- Suddetta relazione deve essere corredata da uno schema a blocchi che riporti le relazioni tra le differenti componenti dei sistemi audio e video.
- L'appaltatore deve comprendere nell'offerta tutti gli accessori, cavi di alimentazione, bretelle di rete, bretelle in fibra, moduli SFP e quanto altro necessario all'installazione e all'avvio in esercizio dell'intera infrastruttura.
- Le alimentazioni elettriche delle apparecchiature devono essere ridondate almeno in modalità 1+1. La caduta di un alimentatore non deve determinare alcuna variazione delle prestazioni.
- Quando la numerosità degli apparati appartenenti alla stessa categoria è superiore a uno, gli apparati stessi devono essere tutti identici per marca, modello e configurazione.
- Tutte le apparecchiature in configurazione base e i componenti opzionali devono essere nuove di fabbrica ed essere costruite utilizzando parti nuove.
- L'appaltatore deve certificare e garantire l'interoperabilità di tutti i componenti che costituiscono la soluzione architettonica proposta.
- Per ciascuna apparecchiatura deve essere fornita una copia digitale della manualistica tecnica completa, edita dal produttore. La documentazione deve essere in lingua italiana oppure, se non prevista, in lingua inglese.

#### 4.2 Requisiti di conformità

Tutte le apparecchiature devono essere munite dei marchi di certificazione riconosciuti da tutti i Paesi dell'Unione Europea e devono essere conformi alle norme relative alla compatibilità elettromagnetica.

L'appaltatore deve garantire la conformità delle apparecchiature alle normative CEI o ad altre disposizioni internazionali riconosciute e, in generale, alle vigenti norme legislative, regolamentari e tecniche disciplinanti i componenti e le modalità di impiego delle apparecchiature medesime ai fini della sicurezza degli utilizzatori.

A titolo esemplificativo e non esaustivo, le apparecchiature devono rispettare:

- i requisiti stabiliti nel d. lgs. n. 81/2008;
- i requisiti stabiliti dal d. lgs. 18 maggio 2016, n. 80, relativamente alla Compatibilità Elettromagnetica (EMC) e conseguentemente essere marcate e certificate CE;
- i requisiti di immunità definiti dalla EN55024;
- i requisiti relativi alla restrizione all'uso di sostanze pericolose previsto dalla normativa vigente, ed in particolare dalla direttiva 2011/65/UE, (RoHS II), recepita con d. lgs. 4 marzo 2014, n. 27, e ss. mm. e ii.;
- i requisiti di conformità secondo quanto previsto dal d. lgs. 14 marzo 2014, n. 49, dal d. lgs. n. 152/2006 e ss. mm. e ii., dal D.M. 8 marzo 2010, n. 65, per quanto concerne i rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE).



#### 4.3 Durata e requisiti del servizio di garanzia e manutenzione

- L'appaltatore deve garantire il buon funzionamento di tutte le componenti hardware e software oggetto della fornitura, per la durata di almeno 36 (trentasei) mesi a partire dalla data di sottoscrizione del “Certificato finale di regolare esecuzione” (si veda il cap. 7. Ultimazione e conformità).
- Il servizio di garanzia di cui al punto precedente deve garantire il rispetto delle modalità di erogazione e dei livelli di servizio richiesti (requisiti a seguire), provvedendo a intervenire presso la sede di installazione dell'apparecchiatura (modalità "on-site" dove previsto), e realizzando ogni attività necessaria per il funzionamento e per la risoluzione dei malfunzionamenti.
- Relativamente alle componenti hardware della fornitura, il servizio si intende comprensivo di tutte le parti di ricambio e dei servizi professionali necessari per la corretta erogazione del servizio stesso.
- L'appaltatore dovrà includere l'assistenza telefonica da remoto in orario lavorativo per un periodo di 60 mesi su tutti i dispositivi del sistema.
- L'intervento in garanzia in caso di malfunzionamenti deve avvenire entro il giorno lavorativo successivo alla richiesta di intervento (livello Next Business Day - NBD).
- La risoluzione del problema deve avvenire entro tre giorni lavorativi dall'intervento per guasti non bloccanti, e NBD in caso di guasti bloccanti.
- Per tutta la durata contrattuale, tutte le parti hardware devono essere coperte da garanzia ufficiale delle case produttrici.
- Eventuali contratti di sub-fornitura o sub-assistenza dovranno garantire gli stessi livelli di servizio richiesti al fornitore principale aggiudicatario.

#### 4.4 Requisiti di certificazione

- L'appaltatore o l'impresa esecutrice dei servizi deve possedere il massimo livello di partnership stabilito dal produttore degli acceleratori (GPU) offerti.
- Per erogare il servizio di garanzia sul file system parallelo, l'appaltatore o l'impresa esecutrice dei servizi devono disporre di un'abilitazione tecnica ufficiale da parte del produttore del software.
- Per erogare il servizio di garanzia sul software di gestione e per i relativi componenti, l'appaltatore o l'impresa esecutrice dei servizi devono disporre di un'abilitazione tecnica ufficiale da parte del produttore dei software.

### 5. Requisiti tecnici delle unità di realizzazione

L'infrastruttura di ricerca CAVE è immaginata come soluzione integrata di componenti hardware e software che in maniera funzionalmente e strutturalmente interacciata assolve alla realizzazione di uno spazio immersivo interattivo tecnologicamente all'avanguardia.

Al fine di poter valutare correttamente l'offerta tecnica ed economica, la stazione appaltante individua tre unità di realizzazione e specifica per ciascuna di esse le caratteristiche tecniche e funzionali minime da impiegarsi come riferimento perentorio per la redazione delle suddette offerte. Le tre unità sono:

- il sistema di riproduzione multimediale, che comprende sia le soluzioni impiegate per la visualizzazione vera e proprio dei contenuti sia quelle per la riproduzione dei suoni;
- la componente software, programmata ad hoc per regolare le interazioni tra contenuti e utente;
- il mediaserver di controllo, per la gestione dell'infrastruttura.



Le tre unità di realizzazione devono in ogni caso essere perfettamente integrate tra loro per garantire l'ottimizzazione complessiva del sistema. Tale condizione dovrà emergere dalle offerte tecniche presentate, che dovranno quindi presentare una visione coordinata della soluzione proposta.

### 5.1 Sistemi di riproduzione multimediale

Riguardo il sistema di riproduzione multimediale, la stazione appaltante individua due possibili soluzioni reputate idonee ad assolvere in maniera adeguata e coerente la funzione di immersività e interattività del CAVE. Con questa premessa, l'offerta tecnica potrà essere presentata alternativamente prevedendo un sistema realizzato mediante l'impiego di videoproiettori o uno realizzato mediante l'impiego di schermi LED. La soluzione selezionata dovrà prevedere una fornitura di tipo omogeneo del sistema di riproduzione, non saranno valutate quindi soluzioni integrate di schermi LED e sistemi di videoproiezione. Per ciascuna delle due soluzioni ammesse sono specificate rispettivamente ai paragrafi 5.1.1 e 5.1.2 le caratteristiche tecnico-prestazionali minime da rispettare. Il sistema multimediale si completa con la progettazione e realizzazione di un impianto audio secondo le caratteristiche meglio specificate al paragrafo 5.1.3.

#### 5.1.1 Sistema basato su videoproiettori

Le offerte tecniche che prevedano l'impiego di un sistema basato su videoproiettori dovranno tener conto degli aspetti meccanici di posizionamento, in relazione alla distanza dei proiettori dalle pareti e alle relative ottiche. Il sistema di proiezione dovrà essere composto da minimo 3 videoproiettori, parzialmente o totalmente incassati nei pannelli del controsoffitto, posizionati in modo da coprire in maniera omogenea le tre superfici di proiezione, annullando la formazione di ombre portate anche a distanza ravvicinata alle superfici sia durante l'interazione in modalità touch che durante quella touchless e garantendo l'immersività dal punto di vista percettivo.

Oltre al videoproiettore si richiede l'installazione di superfici di proiezione, teli lisci ed opachi, in opportuno materiale con caratteristiche di anti-riflesso, (tipo Barrisol), tesi su opportune strutture rigide di sostegno che garantiscono le dimensioni definite dal disegno di progetto, rispettando *ratio* e angolo tra le tre superfici di proiezione.

Il sistema dovrà rispettare i seguenti requisiti minimi:

- Videoproiettore laser, Tecnologia 3LCD;
- Pannello RGB LCD;
- minimo 8.000 lumen;
- risoluzione 4K (3840 x 2160 pixels);
- rapporto di proiezione 16:9 per lo schermo grande;
- rapporto di proiezione 4:3 per i due schermi piccoli laterali;
- rapporto di contrasto dinamico minimo 4.000.000:1;
- ottiche ultracorte a corredo (rapporto di proiezione minimo 0,34:1 con zero offset), per montaggio a soffitto;
- N°1 Ingresso HDBaseT, n°1 ingresso HDMI, n°1 ingresso VGA, n°1 ingresso DVI, interfaccia Ethernet (100Base-TX / 10Base-T), porta RS-232C e porta USB 2.0 Type B (Service Only);
- compatibile con software dedicati per il controllo remoto ed il monitoraggio dello stato dei proiettori via rete;

Il sistema dovrà integrare tutta la componente sensoristica indispensabile al corretto funzionamento dell'interazione in modalità touchless, basata su tecnologia LiDAR, per rilevamento di posizionamento e gesture (detection & tracking) dell'utente, prediligendo soluzioni che minimizzino l'impatto visivo di



tale componente. La componente sensoristica dovrà essere descritta in tutte le sue caratteristiche tecniche e tecnologiche per valutare la precisione, la sensibilità del sistema rispetto alle gesture programmate e al raggio di rilevamento.

#### **5.1.2 Sistema basato su schermi LED**

Le offerte tecniche che prevedano l'impiego di un sistema basato su schermi LED dovranno descrivere in maniera approfondita le soluzioni impiegate per garantire l'immersività del sistema dal punto di vista percettivo, prediligendo tecnologie in grado di enfatizzare la tridimensionalità dei contenuti, e dal punto di vista tecnico, assicurando che vengano attuate tutte le misure volte a ridurre l'affaticamento della vista e ad assicurare la continuità visiva delle immagini rendendo i pixel invisibili alla minore distanza possibile. In aggiunta, il sistema dovrà rispettare i seguenti requisiti tecnici minimi:

- Pannello unico per ogni parete
- Struttura portante: telaio in metallo foderato
- Peso per mq (compreso struttura in alluminio): 30-35 Kg
- Bordo schermi: seamless
- Tipo LED: 1515 SMD
- Display refresh rate: >2400 Hz
- pixel pitch: <1,56 mm
- luminanza: 1200 nits
- Rapporto di contrasto dinamico di almeno 2.000.000:1
- Potenza di consumo massima: <450 watts/sqm
- Potenza di consumo media: <170 watts/sqm
- Range di temperatura di funzionamento: -5°C / +40°C

Il sistema dovrà integrare tutta la componente sensoristica indispensabile al corretto funzionamento dell'interazione in modalità touchless, basata su tecnologia LiDAR, per rilevamento di posizionamento e gesture (detection & tracking) dell'utente, prediligendo soluzioni che minimizzino l'impatto visivo di tale componente. La componente sensoristica dovrà essere descritta in tutte le sue caratteristiche tecniche e tecnologiche per valutare la semplicità di interazione con l'utente, l'ottimizzazione dal punto di vista dei tempi di risposta e delle potenzialità di impiego, la precisione e la sensibilità del sistema rispetto alle gesture programmate e al raggio.

#### **5.1.3 Sistema audio**

Il sistema dovrà prevedere un apposito impianto audio, per creare un ambiente sonoro tridimensionale funzionale alla fruizione immersiva dei contenuti mostrati.

Si dovrà prevedere nell'ambiente CAVE un trattamento acustico attivo, gestibile attraverso attrezzature dedicate (come processore e diffusori, con relativo software di gestione), unitamente al trattamento acustico passivo della stanza a carico invece della stazione appaltante.

L'offerta per il trattamento acustico attivo dovrà prevedere:

- un processore audio DSP pro (Digital Signal Processor professionale): un dispositivo elettronico progettato per elaborare segnali audio in tempo reale con alta qualità e bassa latenza (fondamentale per evitare ritardi nel segnale audio), che accetti il segnale di output della sorgente gestendo il set di altoparlanti. Un DSP professionale è progettato per lavorare in tempo reale, dunque può modificare il segnale audio senza introdurre ritardi evidenti. I DSP professionali possono gestire numerosi canali audio contemporaneamente, inoltre sono anche



utilizzati per operazioni più avanzate come la cancellazione del rumore, la correzione del pitch e la simulazione di ambienti sonori complessi. Inoltre, molti DSP professionali offrono compatibilità con software di audio digitale, come DAW (Digital Audio Workstation), per un controllo e una personalizzazione avanzata dei parametri, permettendo una gestione dell'audio a controllo remoto.

- i diffusori amplificati pro (noti anche come diffusori attivi): altoparlanti professionali che integrano un amplificatore al loro interno. Un diffusore amplificato infatti prevede al suo interno un amplificatore che eleva il segnale audio a un livello sufficiente per pilotare l'altoparlante, permettendo al diffusore di operare senza la necessità di un amplificatore separato, dunque ideali per applicazioni come nel caso del CAVE in cui lo spazio è limitato.
- una configurazione 5.1 (5 altoparlanti di cui tre frontali, due altoparlanti surround, generalmente posti ai lati o dietro il fruttore, un subwoofer per i bassi), utilizzata per l'audio surround, uno degli standard più comuni per la riproduzione audio in applicazioni multimediali. Questo tipo di configurazione è progettato per offrire un'esperienza di ascolto immersiva, distribuendo il suono in modo da simulare la spazialità e la profondità

Andrà inoltre prevista l'integrazione delle seguenti componenti:

- Conference system con controllo digitale feedback (microfono, ricevitore, trasmettitore)
- soundbar collegata alla porta HDMI (eARC/ARC)
- Amplificazione adeguata
- Gestione audio a controllo remoto, per gestire anche la calibrazione audio

Sarà inoltre necessario includere nell'offerta la gestione della calibrazione dell'audio, ovvero il processo di ottimizzazione del sistema audio di una stanza per ottenere il miglior suono possibile in base alle caratteristiche dell'ambiente. L'obiettivo è assicurarsi che il sistema audio riproduca il suono nel modo più preciso e naturale possibile, tenendo conto di fattori come la disposizione degli altoparlanti o l'acustica della stanza. Può avvenire sia automaticamente, tramite sistemi di calibrazione con microfoni di misurazione, che manualmente, con l'uso di equalizzatori e regolazioni specifiche per ottenere una qualità audio equilibrata e immersiva.

## 5.2 Software di gestione delle interazioni

Al fine di garantire la piena funzionalità dell'infrastruttura immersiva CAVE in modalità sia touch che touchless, l'offerta dovrà includere una componente software rilasciata con licenza perpetua e in grado di garantire le funzionalità come di seguito descritte:

- Il software dovrà essere dotato di interfaccia utente per garantire il pieno utilizzo di tutte le funzionalità dell'infrastruttura CAVE da parte degli utenti e permettere il controllo audio, la visualizzazione interattiva dei file e la gestione degli schermi.
- Il software dovrà consentire il controllo autonomo dei tre supporti di proiezione; i tre supporti dovranno poter essere controllati in maniera indipendente permettendo la proiezione di contenuti diversi su ciascuno schermo.
- Il software dovrà disporre di strumenti di gestione guidata per la corretta visualizzazione multiproiezione con funzioni di edge-blending e correzione geometrica avanzata sui tre supporti video consentendo l'impostazione di risoluzione, formato di proiezione, luminosità e di tutte le altre impostazioni necessarie a garantire la corretta visualizzazione dei contenuti.
- Il software dovrà permettere la corretta interazione touch e touchless degli utenti con i supporti video per almeno le seguenti tipologie di contenuto: nuvole di punti, modelli 3D, sequenze di



immagini, immagini panoramiche 360°, immagini RTI, immagini piramidali gigapixel, video, video 360°.

In riferimento alla fruizione in modalità touchless delle tipologie di contenuto sopra menzionati si richiede che il software sia programmato per il controllo mediante gesture delle funzioni di seguito meglio specificate in riferimento ai software seguenti:

- per i software di gestione di contenuti 3D, almeno con riferimento ai software Autodesk ReCAP, McNeel Rhinoceros, CloudCompare, MeshLab, Blender, Autodesk Revit e Maxon Cinema 4D, l’utente dovrà avere la possibilità di interagire in modalità touchless con gli schermi per effettuare operazioni di rotazione, traslazione, zoom in e zoom out;
- riguardo i contenuti immagine, almeno con riferimento ai software Adobe Photoshop, Adobe Acrobat Reader, Adobe Illustratore, FSP Viewer e Foto di Microsoft, l’utente dovrà avere la possibilità di interagire in modalità touchless con gli schermi per effettuare operazioni di zoom in e zoom out e traslazione. Per le immagini a 360° dovrà essere data la possibilità di orbitare;
- riguardo i contenuti video, almeno con riferimento ai software VLC media player, Microsoft Windows Media Player, e film e TV di Microsoft Windows, l’utente dovrà avere la possibilità di interagire in modalità touchless con gli schermi per interrompere e riattivare la riproduzione. Per i video a 360° deve essere data la possibilità di orbitare all’interno dei singoli fotogrammi 360°.

In riferimento alla fruizione in modalità touch, il software offerto dovrà prevedere le funzioni di annotazione e disegno su file immagine e file pdf compatibile almeno con i software Adobe Photoshop e Adobe Acrobat Reader. L’interazione potrà avvenire, a scelta dell’appaltatore, sia mediante dita che mediante dispositivi come penne digitali.

In abbinamento al software sviluppato si richiedono i seguenti servizi inclusi:

- sessioni di training di utilizzo del software fino ad un massimo di 10 unità di personale per garantire il pieno utilizzo di tutte le funzionalità mediante l’erogazione di almeno 3 giornate intere di formazione;
- guida utente digitale integrata nell’interfaccia utente;
- per tutte le componenti software e per tutta la durata contrattuale devono essere disponibili eventuali nuove versioni e patch correttive scaricabili per via telematica;
- manutenzione e aggiornamento software per la durata di 60 mesi dall’installazione inclusa;
- installazione, configurazione e verifica di conformità inclusi.

Per la realizzazione e il rilascio del software descritto, sono considerate accettabili sia soluzioni basate su componenti commerciali, purché rilasciate con licenza gratuita perpetua e personalizzate dall’appaltatore per rispondere appieno alle richieste della committenza, sia soluzioni open source. In entrambi i casi la committenza dovrà godere della proprietà intellettuale per tutte le parti sviluppate in virtù del presente appalto.

### 5.3 Mediaserver di controllo

L’infrastruttura immersiva CAVE dovrà comprendere un mediaserver di controllo dalle prestazioni elevate, per consentire una fruizione ottimale dei contenuti e garantire una gestione efficace di tutte le componenti del sistema. Il mediaserver dovrà essere in configurazione rackmount e costituirà lo strumento attraverso cui l’utente potrà interfacciarsi con il CAVE per caricare e archiviare i dati, riprodurre i contenuti, regolare le impostazioni di trasmissione audio e video e accedere alle funzioni di



controllo remoto. Il mediaserver dovrà essere alloggiato in una postazione ad hoc localizzata all'interno della sala Next Theatre ed equipaggiata per funzionare come sistema di gestione del CAVE.

A questo scopo, il mediaserver di controllo dovrà completarsi con tutti i dispositivi necessari a espletare le funzioni sopra menzionate, seguendo quanto prescritto al paragrafo 4.1. Nello specifico, si richiede che il mediaserver sia connesso ad un monitor di dimensione non inferiore a 55" con risoluzione 4K, da impiegarsi come monitor di feedback per la visualizzazione in preview dei contenuti riprodotti nello spazio immersivo e come dispositivo di visualizzazione aggiuntivo. Si prevede che il monitor venga montato a parete, pertanto il sistema dovrà prevedere anche una staffa a parete opportunamente dimensionata. La postazione dovrà essere configurata con un ripiano ad altezza regolabile, su ruote bloccabili, ed equipaggiata con mouse e tastiera in connessione bluetooth con il mediaserver per la gestione del sistema in termini di accensione, spegnimento e interazione con il sistema di riproduzione audio e video. Tale piano dovrà avere dimensioni adeguate ad ospitare gli accessori mouse e tastiera e sufficientemente compatte da permettere una sua agevole movimentazione tra gli spazi.

Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche minime del mediaserver:

- tre output 4K-60 fps espandibili;
- connessione multilan di cui almeno una di 10 gigabit;
- connessione Thunderbolt;
- acquisizione segnali input esterni 4K;
- acquisizione wireless;
- connettività di rete per il controllo dei videoproiettori attraverso il mediaserver;
- controllo domotico integrato per l'eventuale gestione di luci ed altre automazioni;
- possibilità di mirroring del contenuto proiettato su monitor di feedback;
- funzionalità di accesso da remoto al sistema con possibilità di modifica dei parametri di proiezione;
- funzionalità di programmare tramite il mediaserver l'automazione di accensione e spegnimento dell'intero sistema ad orari variabili;
- funzionalità di comunicazione con sensoristica esterna e PLC;
- possibilità di gestione di segnali audio multicanale;
- predisposizione built-in per collegamento di sensoristica esterna (anche hand gesture e motion tracking);
- predisposizione per aggiunta di controllo touch della proiezione;
- sistema operativo Microsoft Windows nell'ultima versione disponibile al momento dell'offerta e supportata dal produttore per tutta la durata contrattuale, anche attraverso aggiornamenti da intendersi inclusi nella fornitura;
- frame rate in uscita pari almeno a 4x4k 60 fps

Il mediaserver dovrà essere inoltre configurato per prevedere almeno una unità di backup aggiuntiva e dovrà integrare una licenza software ZNC per il controllo simultaneo degli apparati connessi al fine di garantire la massima efficienza energetica dell'impianto.

La fornitura deve essere corredata da uno schema di distribuzione delle apparecchiature nell'armadio rack. La distribuzione delle apparecchiature deve considerare il bilanciamento del carico elettrico e della dissipazione termica.



L'appaltatore dovrà fornire una sessione di training di utilizzo combinato di tutti i dispositivi del mediaserver e di tutti i software necessari al controllo da remoto del sistema e alla verifica dell'efficienza energetica dell'impianto fino ad un massimo di 10 unità di personale mediante l'erogazione di almeno 3 giornate intere di formazione.

## 6. Servizio di consegna, adeguamento degli spazi, installazione, configurazione e avvio operativo dei sistemi

Tutti i beni oggetto della fornitura dovranno essere installati presso il "Next Theatre" descritto al capitolo 3 del presente documento.

I servizi minimi richiesti sono relativi a:

- trasporto e consegna;
- installazione a rack delle apparecchiature;
- cablaggio elettrico e di rete;
- installazione e configurazione dello storage;
- installazione e configurazione del mediaserver e di tutti gli apparecchi accessori;
- installazione e configurazione degli apparati di rete per il network dati e di management;
- installazione e configurazione del software di gestione;
- montaggio e installazione del sistema di riproduzione;
- calibrazione dei colori del sistema di riproduzione e del monitor di feedback mediante colorimetro con sonda;
- supporto alla verifica di conformità.

La durata complessiva di espletamento del contratto per la realizzazione dei servizi richiesti e per la consegna e installazione dei prodotti è pari a non più di 60 (sessanta) giorni naturali e consecutivi dalla data di firma del contratto o documentazione equivalente (es. anticipata esecuzione).

Tali servizi minimi richiesti dovranno essere erogati secondo le modalità di seguito specificate:

- Le attività di consegna ed installazione devono essere erogate dall'appaltatore o dai produttori, attraverso personale specializzato, presso il locale designato. Tutte le attività si intendono comprensive di ogni onere relativo a trasporto, facchinaggio, consegna al piano, posa in opera, asporto dell'imballaggio e di qualsiasi altra attività ad esse strumentale. Il destinatario, inoltre, deve dotarsi di mezzi opportuni e/o di quanto altro necessario a trasportare, scaricare e a collocare la fornitura nella suddetta sala. Prima della consegna, il destinatario deve prendere contatto con la sede oggetto della fornitura per concordare i dettagli logistici.
- Il servizio, oltre alla generica installazione e configurazione iniziale delle apparecchiature in fornitura, dovrà curare la configurazione del sistema operativo, di tutti i software necessari al corretto funzionamento del sistema, la configurazione e ottimizzazione della rete dati e di management e configurazione del sistema di controllo remoto.



- L'appaltatore dovrà garantire, durante tutte le fasi di lavorazione, il rispetto delle normative vigenti in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e tutto quanto previsto dal Documento unico di valutazione dei rischi da interferenze (DUVRI).
- Per la consegna deve essere redatto dall'appaltatore un apposito “verbale di consegna e installazione”, in contraddittorio con la stazione appaltante, nel quale deve essere dato atto dell'idoneità dei luoghi di sistemazione delle apparecchiature.
- La sottoscrizione del “verbale di consegna e installazione” da parte di un incaricato dell'appaltatore e di un incaricato della stazione appaltante, che conclude le omonime attività, deve avvenire entro e non oltre 60 (sessanta) giorni naturali e consecutivi dalla firma del contratto o documentazione equivalente (es. anticipata esecuzione).
- Al termine delle attività di configurazione ed avvio operativo di ciascuna apparecchiatura, deve essere redatto dall'appaltatore un apposito “verbale di configurazione e di avvio operativo”, sottoscritto da un incaricato della stazione appaltante e da un incaricato dell'appaltatore, nel quale devono essere riportate almeno le seguenti informazioni:
  - l'identificativo della consegna;
  - la descrizione delle operazioni e dei test effettuati;
  - la descrizione degli eventuali problemi/malfunzionamenti riscontrati;
  - la descrizione delle soluzioni adottate a fronte dei problemi/malfunzionamenti riscontrati.
- Le attività legate alla configurazione, all'avvio operativo, alla verifica delle funzionalità e alla redazione del “verbale di configurazione e di avvio operativo”, devono concludersi entro e non oltre 8 (otto) giorni lavorativi a decorrere dalla data del “verbale di consegna ed installazione”.
- Entro e non oltre 5 (cinque) giorni lavorativi dalla data del “verbale di configurazione e di avvio operativo”, la stazione appaltante provvede all'invio della comunicazione di “pronti alla verifica di conformità” all'appaltatore, per sottoporre le apparecchiature fornite a verifica di conformità (intesa come verifica di non difformità in esecuzione di quanto indicato nella documentazione contrattuale, tecnica e manualistica d'uso), in contraddittorio con l'appaltatore, secondo le modalità indicate nel capitolo 8.

## 7. Verifica in corso d'opera

Non sono previste verifiche in corso d'opera per ciò che riguarda la realizzazione e il montaggio del sistema di riproduzione illustrato al capitolo 5, la cui verifica finale avverrà esclusivamente al termine del montaggio e installazione di tutte le componenti dell'infrastruttura CAVE secondo le modalità specificate al capitolo 5.

Entro 30 (trenta) giorni dall'avvio delle attività oggetto di gara sancito dalla firma del contratto o documentazione equivalente (es. anticipata esecuzione), si prevede una verifica in corso d'opera della realizzazione della soluzione software, da intendersi come rilascio di una versione dimostrativa da parte dell'appaltatore.

Il Responsabile unico del progetto procede alla verifica delle procedure adottate e del rispetto di quanto indicato dal presente Capitolato, dal Disciplinare di gara e dalle direttive della stazione appaltante.



Il RUP, entro 15 (quindici) giorni dal rilascio della versione dimostrativa, formulerà un giudizio, riportato sul verbale, classificandolo come:

- a) *positivo o accettabile con lievi completamenti e correzioni*: il RUP compilerà il verbale di accettazione, in esso devono essere indicate le eventuali osservazioni relative alle manchevolezze riscontrate cui l'appaltatore deve porre rimedio;
- b) *bisognevole di notevoli completamenti e correzioni*: il RUP redigerà una relazione di rifiuto nella quale descriverà in dettaglio gli errori e le manchevolezze riscontrati. Sulla base di tale relazione il RUP notificherà all'appaltatore il risultato della verifica assegnando il termine perentorio per la regolarizzazione del lavoro e la presentazione degli elaborati. Se il secondo controllo risulterà favorevole, verrà emessa la relazione di accettazione. Se la versione dimostrativa presentata al secondo controllo risulterà ancora strutturalmente lacunosa o non funzionale rispetto ai requisiti funzionali richiesti, si ripeterà la procedura di verifica con spese e penali a carico dell'appaltatore. Qualora anche il terzo risultasse negativo, il lavoro verrà rifiutato;
- c) *non accettabile*: il RUP compilerà una dettagliata relazione di rifiuto della fase, descrivendo gli errori e le manchevolezze riscontrate.

Il rilascio della versione finale del software e della sua installazione, in coerenza con i termini previsti per la realizzazione di tutte le lavorazioni oggetto del presente appalto, dovrà avvenire entro e non oltre 60 (sessanta) giorni naturali e consecutivi dalla data di firma del contratto o documentazione equivalente (es. anticipata esecuzione).

## 8. Ultimazione e conformità

La stazione appaltante, entro 8 (otto) giorni lavorativi dalla comunicazione di “pronti alla verifica di conformità”, relativamente a tutto l’appalto, certificherà o meno la regolare esecuzione di tutte le fasi, compilando il certificato finale di regolare esecuzione, dal quale si dovrà evincere che:

- la consistenza e la validità dei servizi e dei prodotti sia stata quella prescritta;
- i prodotti installati soddisfino i parametri di consumo energetico dichiarati;
- tutte le componenti del sistema siano funzionanti;
- sia stato rispettato globalmente quanto prescritto nel presente Capitolato tecnico e negli ordini di servizio eventualmente impartiti.

Il Responsabile unico del progetto redigerà una relazione dettagliata sulle singole prove eseguite ed un verbale di regolare esecuzione finale. Tale certificato deve essere redatto entro 15 (quindici) giorni lavorativi dalla data dell’ultimazione dei servizi sancita mediante il “verbale di configurazione e avvio operativo”.

## 9. Penali

L'espletamento delle prestazioni contrattuali sarà soggetto alle seguenti penali.

Penale	Importo unitario
<b>Ritardo rispetto alla durata massima ammessa per le attività di consegna e installazione.</b>	0,3 per mille del valore netto del contratto



Verrà applicata una penale, pari all'importo unitario specificato, per ogni giorno solare di ritardo, per cause imputabili all'appaltatore, rispetto alla durata massima ammessa per le attività di consegna e installazione.	
<b>Ritardo rispetto alla durata massima ammessa per le attività di configurazione e di avvio operativo.</b>  Verrà applicata una penale, pari all'importo unitario specificato, per ogni giorno solare di ritardo, per cause imputabili all'appaltatore, rispetto alla durata massima prevista per le attività di configurazione e di avvio operativo, pari alla durata massima prevista dall'appaltatore nell'offerta tecnica	0,3 per mille del valore netto del contratto
<b>Ritardo rispetto ai tempi di intervento in garanzia per guasti bloccanti.</b>  Verrà applicata una penale, pari all'importo unitario specificato, per ogni giorno lavorativo di ritardo, per cause imputabili all'appaltatore, rispetto alla durata massima ammessa per gli interventi in garanzia a fronte di malfunzionamenti bloccanti, ossia che rendano non fruibile l'intera infrastruttura oggetto della fornitura	€ 1.300,00 (milletrecento/00)
<b>Ritardo rispetto ai tempi di intervento in garanzia per guasti non bloccanti.</b>  Verrà applicata una penale, pari all'importo unitario specificato, per ogni giorno lavorativo di ritardo, per cause imputabili all'appaltatore, rispetto alla durata massima ammessa per gli interventi in garanzia a fronte di malfunzionamenti non bloccanti, ossia che comportino una indisponibilità solo parziale dell'intera infrastruttura oggetto della fornitura o ne limitino le prestazioni	€ 700,00 (settecento/00)

L'importo complessivo delle penali irrogate non può superare il 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale; qualora i ritardi siano tali da comportare una penale di importo superiore alla già menzionata percentuale trova applicazione quanto disposto nello schema di contratto in termini di risoluzione.