



Città di Empoli

## PIANI URBANI INTEGRATI M5C2 - investimento 2.2

# Rigenerazione urbana del complesso di Piazza Guido Guerra con realizzazione del Nuovo Teatro Comunale

## PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO – ECONOMICA IMPIANTI MECCANICI ED ELETTRICI

Art. 48, comma 7, D.L. n. 77 del 31 maggio 2021, convertito in L. n. 108 del 29 luglio 2021 - Linee guida adottate in attuazione dell'art. 12 del decreto-legge 10 settembre 2021, n. 121, convertito, con modificazioni, dalla legge 9 novembre 2021, n. 156.



### COORDINAMENTO GENERALE

Dirigente Sett. Lavori Pubblici – Ing. Roberta Scardigli  
Dirigente Sett. Politiche Terr. – Ing. Alessandro Annunziati

### PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA

Openlab Company s.r.l. – Arch. Luca Ruzza

**G.P.A. ENERGY s.r.l.**  
Via S. Giovanni, 87 - S. GIOVANNI VINCENZO  
055 411171 - Fax 055 911872/87  
Via Leone 7 - Firenze  
Tel. Fax 055 4603870  
C.A. IVA 02183270518

### PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA

GPA Energy s.r.l. – Ing. Matteo Gestri

### PROGETTAZIONE VARIANTE URBANISTICA

Arch. Giovanni Parlanti  
Arch. Gabriele Banchetti

### PROGETTAZIONE INFRASTRUTTURE E SPAZI APERTI

Ing. Sara Malatesti  
Ing. Giulia Marconcini  
Arch. Simone Scortecci

### ANALISI E SUPPORTO URBANISTICO

Arch. Valentina Acquasana  
Arch. Martina Gracci  
Geol. Monica Salvadori

### GARANTE DELL'INFORMAZIONE E DELLA PARTECIPAZIONE

Dott.ssa Romina Falaschi

## PREMESSA

L'intervento ha come scopo la riqualificazione del complesso pubblico di Piazza Guido Guerra. Si incentra sulla rifunionalizzazione con efficientamento energetico dell'esistente Palazzo delle Esposizioni, nel contesto di un nuovo Parco Culturale, che prevede anche la realizzazione di un nuovo Teatro Civico, con l'obiettivo di creare un complesso di spazi pubblici accessibili e sostenibili, favorendo l'aggregazione sociale.

Il nuovo Teatro Civico sarà realizzato in sostituzione di un'ala del fabbricato esistente del Palazzo delle Esposizioni, che sarà demolita per realizzare una nuova e più ampia struttura, senza incrementare il consumo di suolo.

## RELAZIONE DI FATTIBILITÀ

Il nuovo Teatro di Empoli ha l'obiettivo di essere un edificio energeticamente "passivo". Un edificio passivo funziona grazie alla sinergia di tre elementi ben definiti: l'utilizzo di impianti di ventilazione e circolazione di aria, infissi termici e coibentazione delle pareti. L'isolamento termico è di fondamentale importanza perché permette al teatro di rimanere caldo durante l'inverno e fresco d'estate ricorrendo il meno possibile alle correzioni meccaniche. Questo è assicurato da pannelli coibentanti a sandwich con finitura esterna in alluminio. L'isolamento acustico prevede l'utilizzo di pannelli tipo eracustic, che insieme ad una attenta progettazione del posizionamento e la forma degli stessi, permetterà di correggere la della curva del riverbero. Tale isolamento è rafforzato dall'impiego delle finestre termiche che svolgono un duplice ruolo. Da una parte, infatti, contribuiscono ad aumentare l'isolamento dell'edificio passivo, dall'altra sono lo strumento perfetto per trasmettere i raggi solari all'interno e aumentare quindi la sensazione di caldo nella stagione fredda. La ventilazione controllata infine è l'ultimo tassello del puzzle. Nell'ottica di migliorare l'efficienza energetica, infatti, permette una circolazione libera dell'aria senza che ci sia perdita di calore e fresco. Il risultato è una temperatura uniforme nelle varie stanze della casa e un notevole risparmio energetico. Gli elementi con cui sarà costruito un edificio passivo tuttavia non riescono a coprire l'intero fabbisogno energetico del teatro. Per sopperire a tale mancanza è necessario fare ricorso alle energie rinnovabili provenienti dal sole

## IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Uno dei criteri cardini della progettazione del teatro dovrà essere il perseguimento del risparmio e dell'efficientamento energetico dell'edificio, con particolare attenzione all'integrazione nella copertura metallica degli impianti di produzione di energia e di calore

da fonti rinnovabili, mediante pannelli che assumeranno funzione parziale di rivestimento e impermeabilizzazione.

La realizzazione dell'impianto integrato implicherà una doppia sfida:

- da un lato, inglobare la tecnologia fotovoltaica nell'edificio per produrre energia attraverso una fonte inesauribile e pulita come il sole, contribuendo al risparmio energetico e alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.
- dall'altro preservare l'armonia estetica dell'edificio, che in tal caso appare facilmente perseguibile, oltreché elemento di valorizzazione, in quanto espressione tecnologica in un edificio caratterizzato dalla contemporaneità.

I vantaggi di un impianto di questo tipo sono:

- compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

L'edificio potrebbe consentire la realizzazione di un impianto fino a 120 kWp, ben superiore al minimo di legge pari a 26.4 kWp.

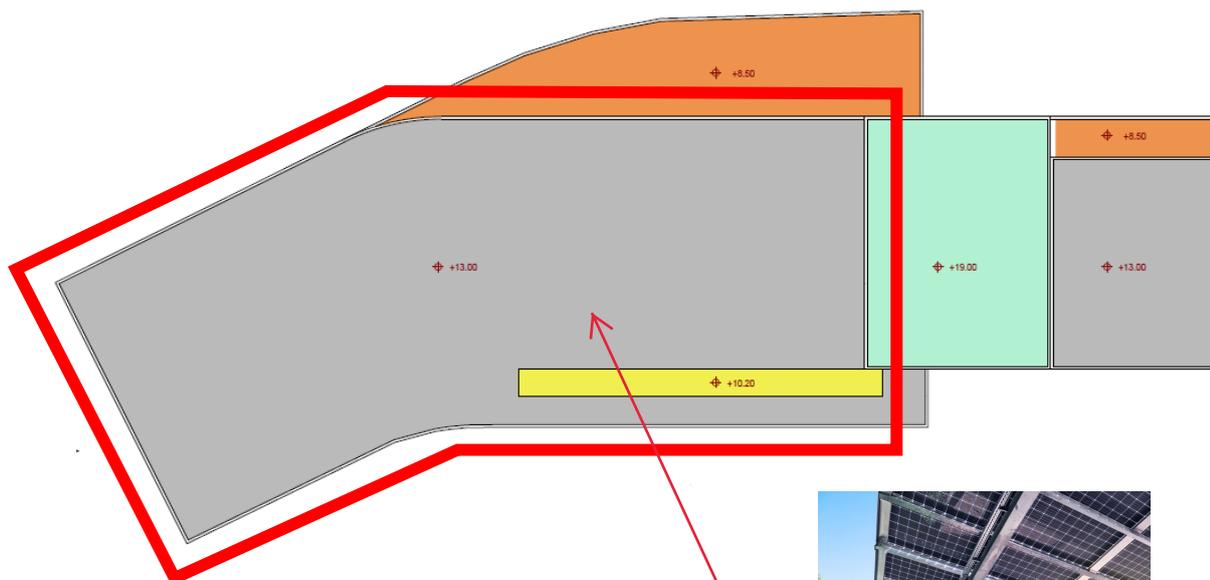
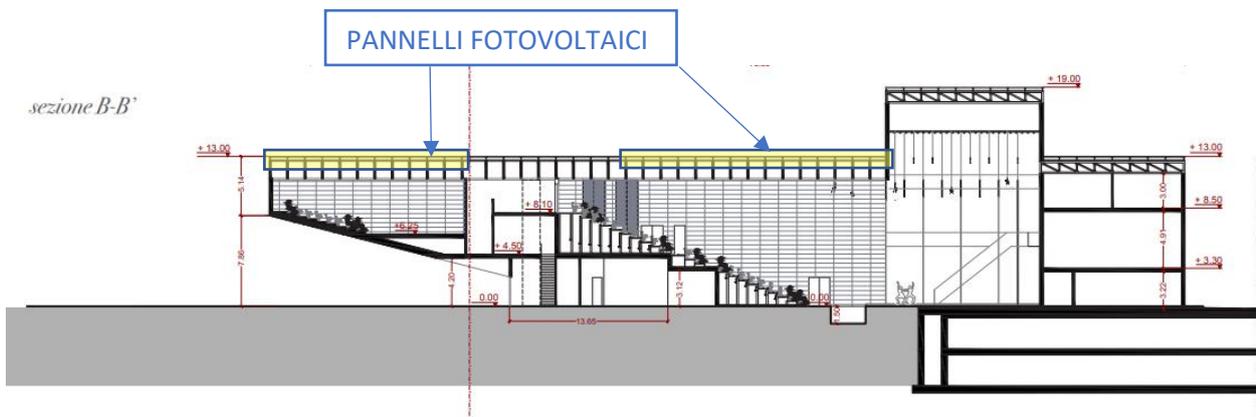


Fig.1 Area copertura per posizionamento pannelli fotovoltaici



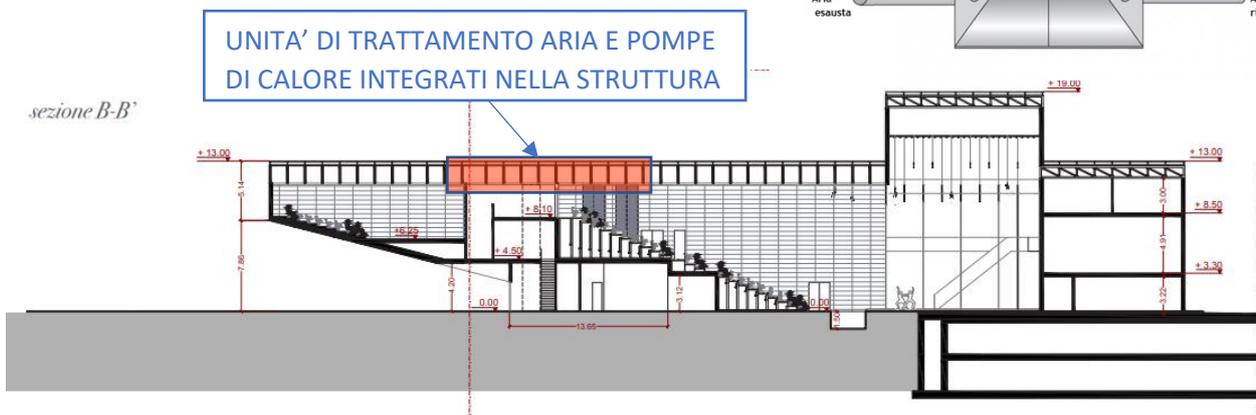
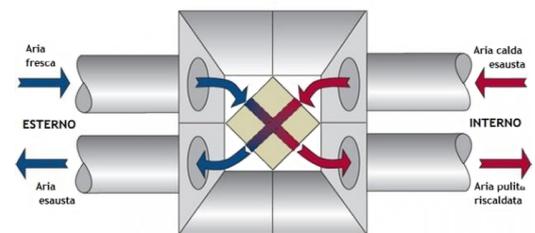
Fotovoltaico 120 Kw



## IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto elettrico sarà progettato in modo da proteggere ogni circuito da sovraccarichi, cortocircuiti e contatti indiretti tramite interruttori di grandezza idonea. L'impianto di terra del fabbricato sarà realizzato con un anello costituito da dispersore lineare, in corda di rame nudo, posato interrato ad una profondità di circa 50 cm dal piano campagna, integrato con picchetti in acciaio zincato, in profilato a croce di spessore non inferiore a 5 mm. Al dispersore di terra faranno capo più collettori di terra per il collegamento di tutte le masse metalliche estranee e da cui derivare il conduttore di protezione. Il sistema di illuminazione sarà realizzato con sistemi luminosi a sorgenti LED con regolazione della luce e del colore a seconda delle circostanze e delle ore del giorno, permettendo di adattare l'ambiente alle occasioni più svariate, valorizzando spazi differenti in diversi momenti della giornata. L'impianto elettrico sarà predisposto per collegare un gruppo elettrogeno esterno in assistenza, per eventuali necessità di spettacolo.

## CLIMATIZZAZIONE ESTIVA ED INVERNALE



L'impianto di climatizzazione estiva ed invernale dovrà garantire il costante controllo delle condizioni termoigrometriche ambientali unitamente ai requisiti di respirabilità, filtrazione e buona distribuzione dell'aria. La tecnica impiantistica moderna mette a disposizione diversi sistemi e tipi di impianti più o meno completi ai fini del comfort totale nei locali climatizzati, pertanto la scelta del tipo d'impianto, oltre che a considerazioni di ordine economico relativamente ai costi iniziali e di esercizio, è stata notevolmente influenzata dalle caratteristiche strutturali dell'edificio, dal suo utilizzo nonché dalla alta flessibilità per le varie esigenze del teatro.

L'impianto che si intende realizzare per il riscaldamento dei locali prevede un sistema innovativo in grado di utilizzare un quarto dell'energia tradizionale migliorando le condizioni di comfort all'interno degli spazi. Tale sistema (denominato Hypothermos) permette il controllo delle condizioni microclimatiche in modo meno invasivo rispetto ai sistemi usati nell'edilizia corrente.

Viene installato prevalentemente a parete, ed è costituito nella sua declinazione standard da tubazioni in rame incassate o sovrapposte alla muratura, o addirittura alloggiato nello spessore degli intonaci e delle altre finiture, nella ricerca di una compatibilità più possibile ampia con i caratteri e il comportamento dell'edificio.

Il sistema consiste essenzialmente nell'inserimento, alla base delle pareti perimetrali e/o in contatto con il terreno, di tubazioni non coibentate in rame, di opportuno diametro, circolanti acqua calda; grazie a questo sistema vengono portati a temperatura adeguata, continuativamente ad impianto acceso, e quindi per tutta la stagione invernale, tutti i locali interessati. Ulteriori circuiti, in funzione delle specifiche richieste funzionali nonché della tipologia e delle condizioni del singolo edificio sono altresì inseriti nelle pareti. La temperatura dell'acqua all'interno delle tubazioni di detto sistema è regolata da software di controllo dedicato. La temperatura varia in funzione delle condizioni climatiche esterne. Un intervento di questo tipo compensa in parte la mancata coibentazione ed è un conveniente mezzo per evitare fenomeni di condensa superficiale (e.g. in caso di murature a piano terra a contatto con il terreno).

Infine, un dato importante sia a fini pratici che economici: poiché il sistema Hypothermos prevede un'erogazione del calore in modalità costante nel tempo, ne risulta una forte riduzione delle potenze termiche da installare. Le centrali termiche che alimentano questo

sistema sono di norma fino a 4 (quattro) volte meno potenti di quelle previste dai sistemi tradizionali in applicazioni analoghe.

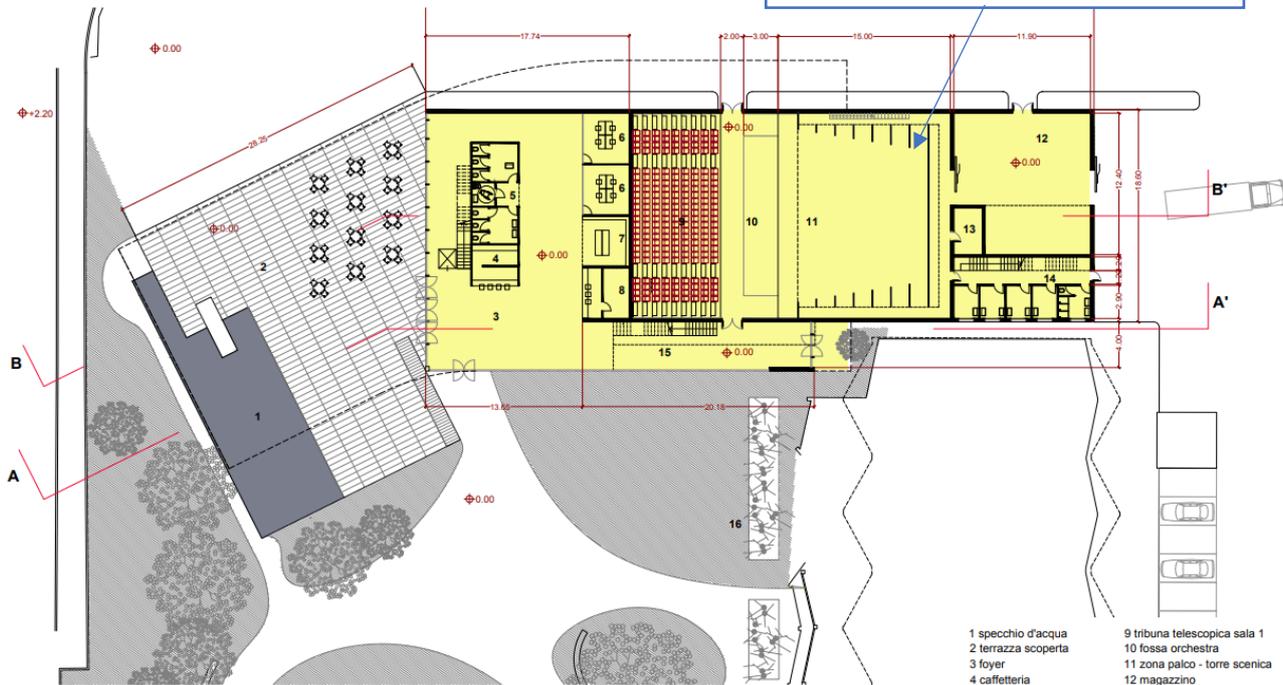
Il condizionamento estivo e il ricambio d'aria saranno garantiti da un impianto del tipo a tutt'aria attraverso UTA, unità di trattamento dell'aria, alimentate da pompe di calore condensate ad aria.

Mediante l'utilizzo della tecnologia "free-cooling" è possibile conseguire notevoli risparmi energetici sfruttando l'aria esterna per raffreddare l'ambiente. Il free-cooling viene effettuato prelevando l'aria interamente dall'esterno quando sia energeticamente conveniente rispetto a trattare l'aria di miscela. Free-cooling totale: Quando l'aria esterna si trova ad una temperatura ed un'entalpia entrambe inferiori a quelle del punto di immissione teorico, l'intero carico frigorifero è garantito in modo completamente gratuito dall'immissione di aria esterna. Free-cooling parziale: Quando l'aria esterna si trova ad un valore dell'entalpia inferiore a quello dell'aria d'immissione, ma ad una temperatura superiore, si entra nel free-cooling parziale. L'aria esterna, da sola non riesce a smaltire la totalità del carico sensibile, ma solo una parte di questo, poiché la sua temperatura è superiore a quella necessaria al mantenimento delle condizioni ambientali desiderate. Pertanto, è necessario che la restante parte del carico sensibile sia fornita dalla batteria fredda. Nel caso del free-cooling parziale vi è comunque un risparmio energetico inversamente proporzionale alla differenza tra temperatura dell'aria esterna e la temperatura teorica d'immissione.

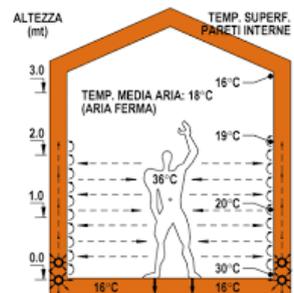
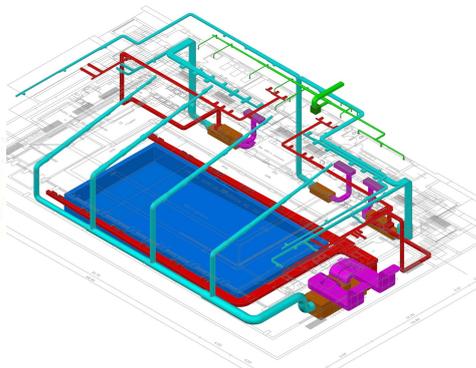
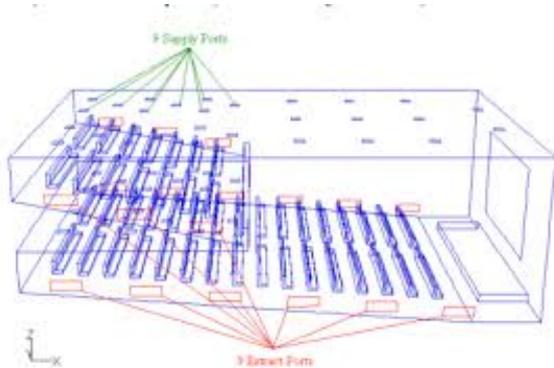
Le unità di trattamento aria dovranno essere del tipo silenziato, corredate ciascuna da filtri elettrostatici, al fine di ottimizzare le prestazioni acustiche ed energetiche del sistema edificio-impianto. A corredo delle centrali saranno previsti sistemi di regolazione, di caratteristiche idonee a mantenere le previste condizioni di benessere ambientali, con comandi remoti. La distribuzione dell'aria avverrà mediante canali metallici microforati e diffusori a parete.

**Rete di distribuzione dell'aria e dei fluidi termovettori freddi e caldi agli ambienti:** i canali di distribuzione dell'aria sono stati ragionati per essere suddivisi in due circuiti uno di ripresa ed uno di mandata, entrambi costruiti in lamiera oppure in altro materiale non infiammabile, ed isolati termicamente. Nei canali principali saranno previste basse velocità dell'aria e saranno previsti dispositivi di assorbimento o smorzamento delle vibrazioni sonore. Le bocchette di immissione dell'aria nei locali, di cui si è curata l'estetica in modo da non turbare l'architettura dei locali, saranno disposte in modo tale che non si formino correnti moleste per gli occupanti.

**IMPIANTO AD ARIA PRIMARIA +  
RADIANTE A PARETE Hypothermos**



- 1 specchio d'acqua
- 2 terrazza scoperta
- 3 foyer
- 4 caffetteria
- 5 servizi
- 6 uffici
- 7 bookshop
- 8 biglietteria/guardaroba
- 9 tribuna telescopica sala 1
- 10 fossa orchestra
- 11 zona palco - torre scenica
- 12 magazzino
- 13 locale tecnico
- 14 camerini
- 15 percorso coperto (0.00)
- 16 bamboo



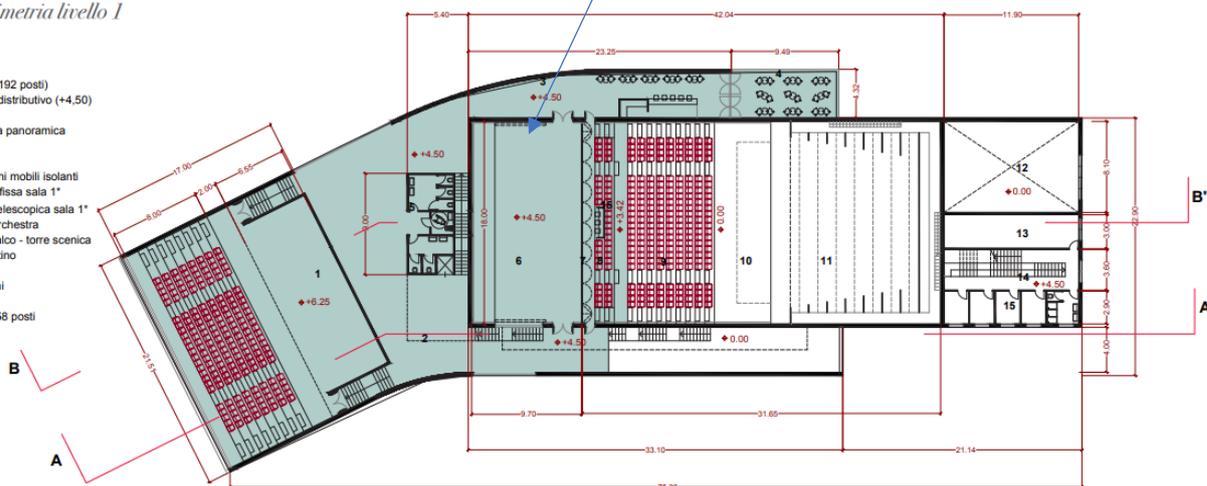
IRRAGGIAMENTO  
CORPOISUPERFICI

MESSA IN TEMPERATURA  
DEI MURI CON SISTEMA  
HYPOTHERMOS®

**IMPIANTO AD ARIA PRIMARIA +  
RADIANTE A PARETE Hypothermos**

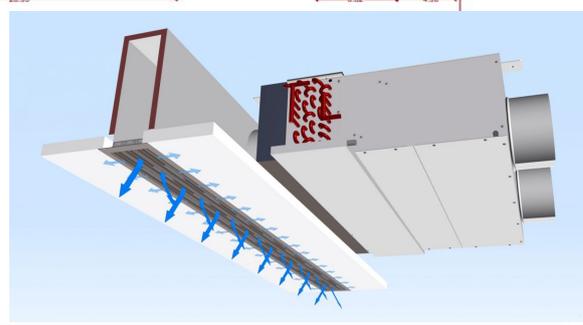
*planimetria livello 1*

- 1 sala 3 (192 posti)
- 2 spazio distributivo (+4,50)
- 3 bar
- 4 terrazza panoramica
- 5 servizi
- 6 sala 2
- 7 partizioni mobili isolanti
- 8 tribuna fissa sala 1\*
- 9 tribuna telescopica sala 1\*
- 10 fossa orchestra
- 11 zona palco - torre scenica
- 12 magazzino
- 13 sartoria
- 14 camerini
- 15 regia
- \* Sala1: 258 posti



planimetria livello 2

- 1 sala 3 (192 posti)
- 2 spazio distributivo (+4,50)
- 3 copertura terrazza
- 4 spazio distributivo (+8,10)
- 5 terrazza foresteria
- 6 tribuna telescopica
- 7 partizioni mobili isolanti
- 8 tribuna fissa sala 1\*
- 9 tribuna telescopica sala 1\*
- 10 fossa orchestra
- 11 zona palco - torre scenica
- 12 distributivo foresteria
- 13 appartamento foresteria
- 14 percorsi di servizio torre scenica
- 15 corridoio tecnico macchinari
- 16 regia
- \*Sala1: 498 posti



**QUADRO ECONOMICO**

**QUADRO ECONOMICO NUOVO TEATRO COMUNALE EMPOLI**

INNOVAZIONE TECNOLOGICA TEATRO & IMPIANTI	PREZZO
Sistemi videoproiezione + infosystem SAIE TKT etc	47.275,00 €
Palco modulare + Gradinate ( 3 sale per un tot di 690 posti)	258.640,00 €
Graticcio inlucsi tiri elettromeccanici + mantegni+ servizi	191.727,88 €
Luci dimmer e quadri	89.079,52 €
Audio system e controlli dmx	43.417,36 €
Impianti scena	86.785,92 €
<b>TOTALE INNOVAZIONE TECNOLOGICA</b>	<b>716.925,68 €</b>

IMPONIBILE	IVA	
38.750,00 €	8.525,00 €	22%
212.000,00 €	46.640,00 €	22%
157.154,00 €	34.573,88 €	22%
73.016,00 €	16.063,52 €	22%
35.588,00 €	7.829,36 €	22%
71.136,00 €	15.649,92 €	22%
<b>587.644,00 €</b>	<b>129.281,68 €</b>	

OPERE CIVILI	PREZZO
Fotovoltaico	146.836,80 €
Allestimenti, bar, forniture, arredi foresteria etc	114.355,48 €
Opere civili ( 3 sale per un tot di 690 posti)	3.074.408,70 €
Demolizioni conferimenti e ripristino	83.801,30 €
Impianti meccanici + impianti elettrici + corpi illuminanti	895.437,40 €
<b>TOTALE OPERE CIVILI</b>	<b>4.314.839,68 €</b>

IMPONIBILE	IVA	
133.488,00 €	13.348,80 €	10%
93.734,00 €	20.621,48 €	22%
2.794.917,00 €	279.491,70 €	10%
76.183,00 €	7.618,30 €	10%
814.034,00 €	81.403,40 €	10%
<b>3.912.356,00 €</b>	<b>402.483,68 €</b>	

<b>TOTALE LAVORI</b>	<b>5.031.765,36 €</b>
----------------------	-----------------------

<b>4.500.000,00 €</b>	<b>531.765,36 €</b>
-----------------------	---------------------

- Fotovoltaico: 1200€/kWp x 120 kWp
- Impianti elettrici: €250 /mq
- Impianti meccanici: €250 /mq
- Demolizioni € 87/mc
- Costruzioni €1.300/mq

