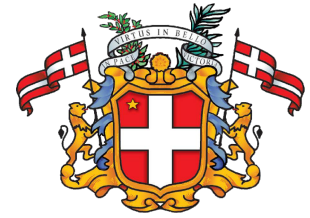


Regione Piemonte  
**COMUNE DI VIGONE**  
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO



Promozione della ecoefficienza e riduzione dei consumi energetici nelle sale teatrali e nei cinema, da finanziare nell'ambito del PNRR - TEATRO BAUDI DI SELVE  
CUP - H14J22000070001

**PROGETTO ESECUTIVO**

IN EDIFICIO PUBBLICO

Via Vicolo del Teatro n°5 - 10067 Vigone - Torino  
Distinto al N.C.E.U. - Foglio 33 - Part. 287

**Diagnosi Energetica**

Elab  
02

**IL COMMITTENTE:**

Proprietà  
Comune di Vigone (TO)  
Piazza palazzo civico n°18  
10067 - Vigone - (TO)

Firma

Responsabile del procedimento Mario Druetta

**Documento firmato digitalmente** Firma

**I PROGETTISTI:**

Arch. Alberto Chialva  
Strada del Belvedere, 12  
10064 Pinerolo (TO)  
Tel. 3343527005  
Fax. 0121.321488  
e-mail: [alberto.chialva@gmail.com](mailto:alberto.chialva@gmail.com)  
P.IVA: 12211640011  
Iscritto all'Ordine degli Architetti della  
Provincia di Torino al n. 10337

Ing. Sara Zanardini  
Corso Cadore 27,  
10153 Torino  
Tel. 3400564978  
e-mail: [sara.zanardini@gmail.com](mailto:sara.zanardini@gmail.com)  
P.IVA: 11239940965  
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della  
Provincia di Milano al n. A32569

Data	Descrizione	Data	Descrizione
Marzo 2022	Prima emissione		AC22011
Novembre 2022	Seconda emissione		AC22011

# DIAGNOSI ENERGETICA

## Dlgs. 102/14

---

Redatto a norma UNI 16247

### ***Teatro Baldi di Selve***

Comune di Vigone (TO)



Committente

Comune di Vigone (TO) Piazza palazzo di  
civico n° 18  
10067 - Vigone - (TO)

Responsabile del procedimento

Geom. Mario Druetta



## Sommario

1. Introduzione alla Diagnosi Energetica.....	4
Premessa e scopo.....	4
2. Normativa di riferimento.....	6
3. Analisi dello stato di fatto.....	8
Descrizione dell'involucro .....	11
Descrizione degli impianti.....	13
4. Analisi dei consumi e costruzione del modello energetico .....	17
Analisi dei consumi di Gas Metano.....	17
Dati di utilizzo dell'immobile .....	20
Analisi dei consumi elettrici.....	22
5. IPE - Indici prestazionali energetici .....	28
6. Interventi proposti .....	30
Interventi sul vettore energetico elettrico: Sostituzione dei corpi illuminanti.....	31
Interventi sul vettore energetico termico: isolamento del pavimento e della volta superiore .....	34
Interventi sul vettore energetico termico: isolamento del pavimento e della volta superiore e sostituzione dei serramenti .....	38
7. Analisi degli indici IPE dopo gli interventi proposti .....	41
Note su chi ha redatto la diagnosi.....	42
Note sull'EGE di riferimento .....	42
Allegati .....	43

# 1. Introduzione alla Diagnosi Energetica

## Premessa e scopo

La Diagnosi Energetica ha come obiettivo quello di fornire una panoramica dei consumi energetici della struttura oggetto di indagine e contestualmente valutare la fattibilità tecnico-economica di interventi che possano ridurre i consumi energetici.

L'analisi energetica deve permettere di ottenere una conoscenza basica sugli usi e consumi energetici dell'impianto in esame al fine di individuare le modifiche più efficaci; rappresenta quindi la condizione necessaria per realizzare un percorso di riduzione dei consumi di energia negli usi finali, attraverso l'individuazione e la modifica/gestione delle attività a più bassa efficienza energetica attraverso la valutazione dei possibili margini di risparmio conseguibili.

Per far questo occorre che sulla base dell'analisi dei dati raccolti siano individuati opportuni indicatori energetici; gli indicatori dovranno essere utilizzati per confrontare le performance energetiche dell'edificio rispetto a indicatori di benchmark in modo da poter definire se sia necessario proseguire con l'individuazione di potenziali interventi di miglioramento.

L'analisi energetica risulta utile al Committente qualora quest'ultimo riesca a trovarvi le informazioni necessarie per potere decidere se e quali provvedimenti di risparmio energetico mettere in atto. La finalità vera e l'elemento qualificante di una diagnosi sono infatti le raccomandazioni per la riduzione dei consumi energetici.

I vantaggi conseguenti alla Diagnosi Energetica possono quindi essere:

- Maggiore efficienza energetica del sistema;
- Riduzione dei costi per gli approvvigionamenti di energia elettrica e gas;
- Miglioramento della sostenibilità ambientale;
- Riqualficazione del sistema energetico.

Il metodo per l'esecuzione della Diagnosi può essere schematizzato nelle attività rappresentate nello schema seguente, come suggerito dalla Norma UNI CEI EN 16247 - Energy Audit.

Diagnosi energetica

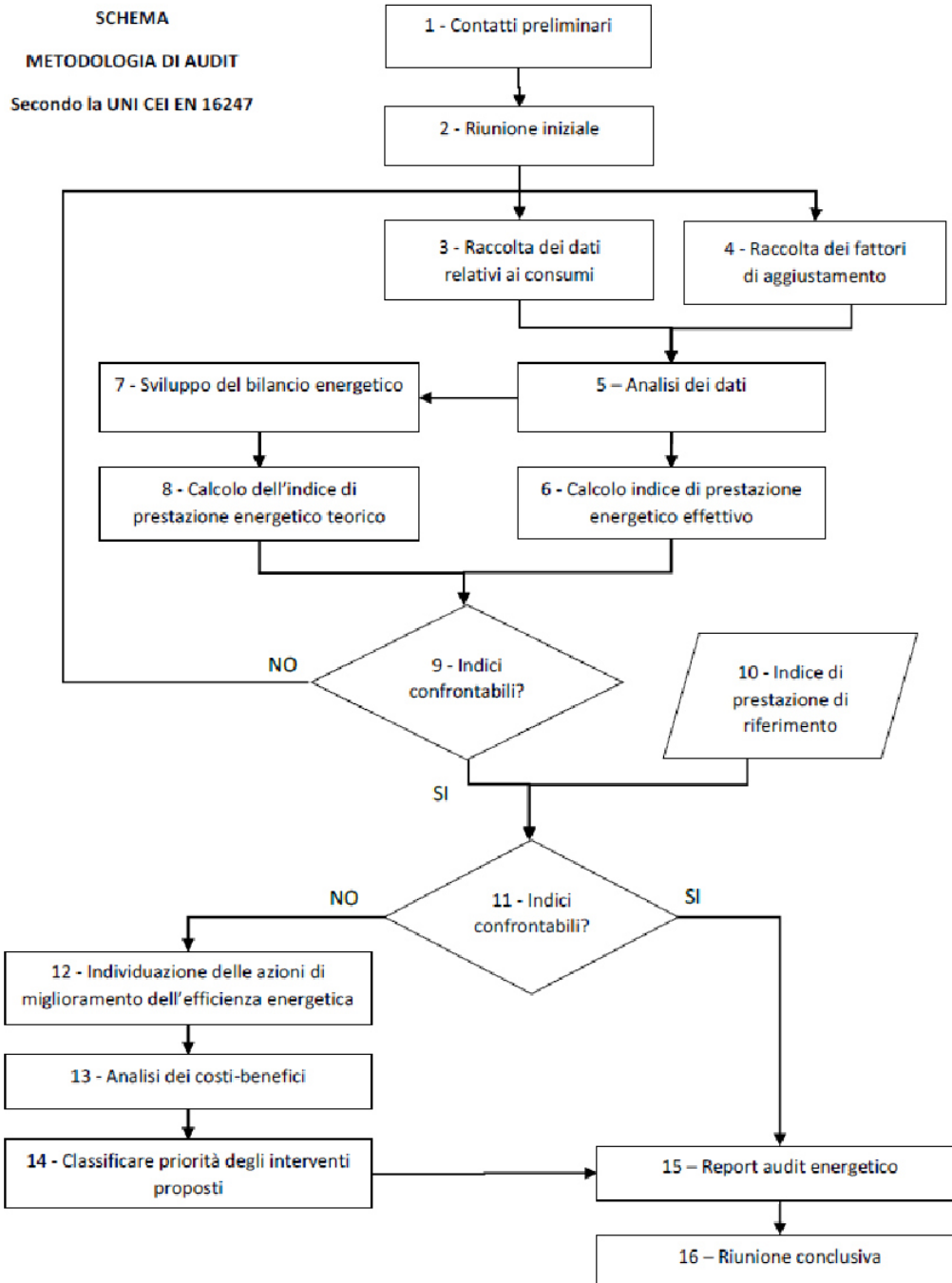


Figura 1 - Metodologia di Audit secondo la norma UNI CEI EN 16247

## 2. Normativa di riferimento

DIRETTIVE EUROPEE			
(1)	<a href="#">Dir. Eu. 2003/87/CE</a>	Direttiva Europea Emission Trading	<i>Istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio</i>
(2)	<a href="#">Dir. Eu. 2012/27/UE</a>	Direttiva Europea sull'efficienza energetica	<i>Modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE</i>

NORMATIVA ITALIANA			
(3)	<a href="#">D.lgs. 115/08</a>	Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici	<i>Decreto con cui si promuove la diffusione dell'efficienza energetica in tutti i settori. È introdotta e definita la diagnosi energetica. Decreto abrogato dal D.lgs. 102/14</i>
(4)	<a href="#">D.lgs. 102/14</a>	Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica	<i>In aggiunta l'Allegato 2 riporta i criteri minimi per gli audit energetici, compresi quelli realizzati nel quadro dei sistemi di gestione dell'energia</i>
(5)	<a href="#">Decreto 28/12/2012</a>	Determinazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico che devono essere perseguiti dalle imprese di distribuzione dell'energia elettrica e il gas per gli anni dal 2013 al 2016 e per il potenziamento del meccanismo dei certificati bianchi	<i>Il decreto stabilisce i criteri, le condizioni e le modalità per la realizzazione di interventi di efficienza energetica negli usi finali ai sensi dell'art. 9, comma 1, del decreto legislativo n. 79/1999, dell'art. 16, comma 4, del decreto legislativo n. 164/2000 e degli articoli 29 e 30 del decreto legislativo n. 28/2011</i>

NORME TECNICHE			
(6)	<a href="#">UNI EN ISO 14001:2004</a>	Sistemi di gestione ambientale - Requisiti e guida per l'uso	<i>La ISO 14001 è una norma internazionale di carattere volontario, applicabile a tutte le tipologie di imprese, che definisce come deve essere sviluppato un efficace Sistema di Gestione Ambientale. La Certificazione ISO 14001 dimostra l'impegno concreto nel minimizzare l'impatto ambientale dei processi, prodotti e servizi e attesta l'affidabilità del Sistema di Gestione Ambientale applicato. La norma richiede che l'Azienda definisca i propri obiettivi e target ambientali e implementi un Sistema di Gestione Ambientale che permetta di raggiungerli</i>
(7)	<a href="#">UNI CEI 11339</a>	Gestione dell'energia. Esperti in gestione dell'energia. Requisiti generali per la qualificazione	<i>È la norma che stabilisce i requisiti perché una persona possa diventare Esperto in Gestione dell'Energia (EGE): compiti, competenze e modalità di valutazione</i>
(8)	<a href="#">UNI CEI TR 11428:2011</a>	Gestione dell'energia. Diagnosi energetiche: Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica	<i>È la norma che regola i requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche nonché la documentazione da produrre</i>
(9)	<a href="#">UNI CEI EN 16247:2012</a>	Diagnosi Energetiche	<i>È la norma europea che regola i requisiti e la metodologia comune per le diagnosi energetiche, nonché la documentazione da produrre:</i>  - Parte 1 - Requisiti generali  - Parte 2 - Edifici  - Parte 3 - Processi  - Parte 4 - Trasporti  - Parte 5 - Competenze dell'Auditor Energetico
(10)	<a href="#">UNI CEI EN 16212:2012</a>	Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)	<i>La norma ha lo scopo di fornire un approccio generale per i calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica utilizzando metodologie standard. L'impostazione della norma permette l'applicazione ai risparmi energetici negli edifici, nei trasporti,</i>

Diagnosi energetica

			<i>nei processi industriali, ecc. Il suo campo d'applicazione è il consumo energetico in tutti gli usi finali</i>
(11)	<u>UNI CEI EN 16231:2012</u>	Metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica	<i>La norma definisce i requisiti e fornisce raccomandazioni sulla metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica. Lo scopo del benchmarking è l'individuazione di dati chiave e indicatori del consumo energetici. Gli indicatori possono essere sia tecnici che comportamentali, qualitativi e quantitativi, e devono essere mirati alla comparazione delle prestazioni</i>
(12)	<u>UNI CEI EN 15900:2011</u>	Servizi di efficienza energetica - Definizioni e requisiti	<i>La norma specifica le definizioni e i requisiti minimi per un servizio di miglioramento dell'efficienza energetica. La norma non descrive i requisiti del fornitore del servizio, ma individua e descrive le principali fasi del processo di fornitura del servizio e ne evidenzia i requisiti fondamentali</i>
(13)	<u>UNI EN ISO 19001:2012</u>	Linee guida per audit di sistemi di gestione	<i>La norma fornisce linee guida sugli audit di sistemi di gestione, compresi i principi dell'attività di audit, la gestione dei programmi di audit e la conduzione degli audit dei sistemi di gestione, così come una guida per la valutazione delle persone coinvolte nel processo di audit, incluse la persona che gestisce il programma di audit, gli auditor e i gruppi di audit</i>
(15)	<u>UNI TS 11300:2016</u>	Prestazioni energetiche degli edifici	<p><i>La norma ha l'obiettivo di definire una metodologia di calcolo per la determinazione delle prestazioni energetiche degli edifici. Al momento è suddivisa in sei parti:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parte 1-2014: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale</li> <li>- Parte 2-2014: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di ACS, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali</li> <li>- Parte 3-2010: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva</li> <li>- Parte 4-2012: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria</li> <li>- Parte 5-2016; Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili</li> <li>- Parte 6-2016: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori e scale mobili</li> </ul>
(16)	<u>UNI 10349:2016</u>	Normativa dati climatici	<i>La norma prevede l'aggiornamento dei parametri climatici nazionali e zonizzazione del clima nazionale ai fini della certificazione estiva</i>



### 3. Analisi dello stato di fatto

La seguente diagnosi energetica coinvolge un edificio pubblico del Comune di Vigone (TO).

Vigone è un comune italiano di 5161 abitanti della città metropolitana di Torino, nel Piemonte sud-occidentale.

Coordinate	44°51'N 7°30'E
Altitudine	260 m s.l.m
Superficie	41,15 km <sup>2</sup>
Abitanti	5161

L'edificio oggetto di diagnosi energetica è il Teatro Baldi di Selve, sito in vicolo del Teatro. Si tratta di un teatro comunale costruito nel 1855, che è stato oggetto di ristrutturazione nel 2006.



*Figura 1 Teatro Baldi di Selve - vista dall'alto*

Diagnosi energetica

Edificio	Teatro Baldi di Selve
Comune	Vigone
Latitudine	44.849°N, 7.495°E
Gradi Giorno	2926
Gradi giorno 2019	2227

La Diagnosi Energetica viene effettuata allo scopo di analizzare il sistema edificio – impianto, individuare eventuali punti critici e proporre interventi di miglioramento, al fine di ridurre i consumi, in un'ottica di efficientamento energetico.

Durante la fase di raccolta dati è stato possibile accedere alla seguente documentazione:

- planimetrie della struttura;
- elaborati grafici relativi all'impianto di riscaldamento e climatizzazione dell'edificio;
- dati relativi al teleriscaldamento di quartiere che alimenta il teatro;
- consumi di gas metano della rete di teleriscaldamento e relativi costi dell'anno 2019, 2020, 2021;
- consumi di energia elettrica e relativi costi dell'anno 2019, 2020, 2021.

La documentazione utilizzata per l'elaborazione dell'Analisi Energetica è stata fornita dalla Committenza che tramite la sottoscrizione della presente relazione ne dichiara la completezza e ne riconosce la corretta interpretazione.

Al fine di verificare lo stato di fatto dell'involucro e degli impianti, attualmente installati negli edifici oggetto di analisi, è stato effettuato un sopralluogo il 26 febbraio 2022.

L'edificio presenta una superficie netta e un volume netto riscaldati di 771 m<sup>2</sup> e di 2.622 m<sup>3</sup> rispettivamente, distribuiti su un piano interrato e tre fuori terra.

L'edificio è stato oggetto di restauro nel 2006; durante questo intervento è stato rivisto l'impianto di riscaldamento e di climatizzazione dell'aria. L'impianto di riscaldamento viene alimentato dalla rete di teleriscaldamento di zona, costituita a fine anni 90, che serve il teatro e il palazzo comunale ed è alimentato grazie da una caldaia a condensazione.

Oggetto di ristrutturazione è stata anche la facciata del teatro; l'edificio non presenta all'esterno segni che lo caratterizzino come teatro; la facciata "muta" rispetto alla destinazione d'uso dell'interno era del resto una

consuetudine del periodo di costruzione dello stabile. Durante i lavori ed è stata recuperata la piazzetta antecedente l'ingresso dell'edificio.



*Figura 2. Teatro Baldi di Selve, Vigone – Ingresso*



*Figura 3. Teatro Baldi di Selve, Vigone – Uscita laterale*

## Descrizione dell'involucro

L'edificio è costituito da un piano interrato e da tre piani fuori terra. Il teatro può occupare fino a 250 posti suddivisi tra palchi e platea centrale.

Al piano seminterrato sono presenti i camerini e i bagni per gli attori e la centrale termica dell'edificio, in cui è presente una sottostazione di pompaggio che gestisce la portata d'acqua che arriva dalla rete di teleriscaldamento e l'unità di trattamento dell'aria.

Al piano terra, subito dopo l'ingresso e la biglietteria sono presenti una sala esposizione, adibita a mostre temporanee, i servizi igienici per gli spettatori, la sala centrale e il palco. A lato del palco è presente una stanza tecnica. Una scala in muratura interna all'edificio permette di raggiungere il primo piano, in cui è presente il primo ordine di palchi, al secondo piano dove è presente il secondo, insieme ai servizi igienici e al terzo piano in cui c'è il loggione. Da qui è stato possibile accedere al sottotetto tramite una scala in ferro ed effettuare un rilievo parziale dello stesso. Il sottotetto è costituito da una volta non strutturale in canicciato non calpestabile, costituita quindi solo da listarelle di legno e intonaco. Sopra la volta è presente una copertura inclinata, costituita da legno e tegole. Le pareti perimetrali sono costituite da muratura in laterizio ad alta massa volumetrica. Gli spessori sono tali da permettere uno sfasamento dell'onda termica mediamente superiore alle 10 h.



Figura 4. Sottotetto



Figura 5. Sottotetto

Al piano terra è presente un vano tecnico che tramite scaletta a pioli permette di accedere a dei cunicoli che si sviluppano sotto il corridoio del piano terra e permettono di accedere allo spazio sotto il pavimento in legno

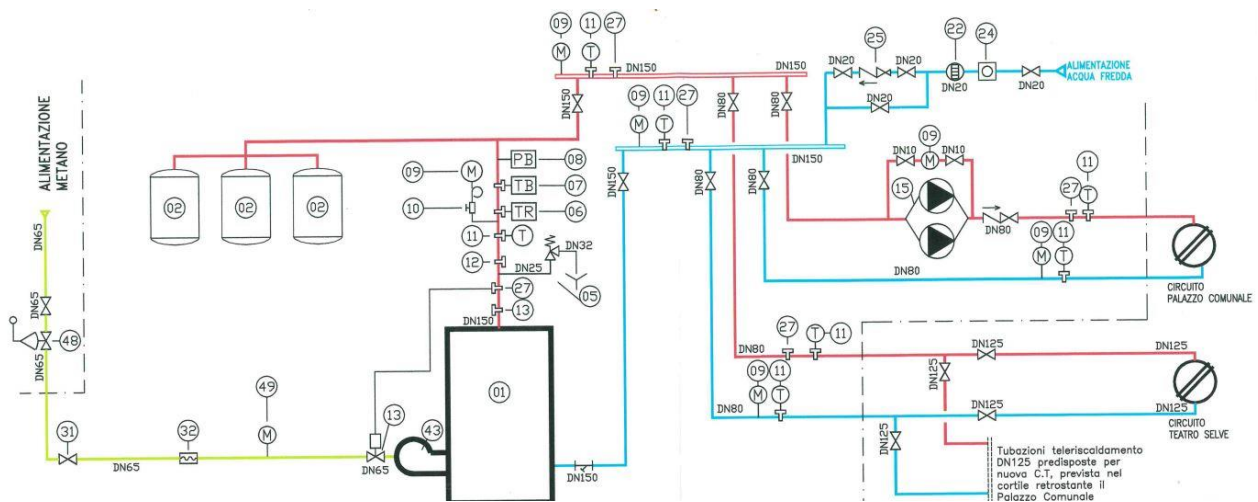
della platea centrale. Qui è presente parte della distribuzione idronica e lo spazio dove era posizionata la vecchia caldaia. L'ambiente pur non essendo riscaldata mantiene una temperatura che oscilla intorno ai 16 gradi.

## Descrizione degli impianti

L'edificio viene riscaldato grazie ad una rete di teleriscaldamento di quartiere, alimentata da una caldaia a condensazione di potenza utile 390 kW situata nel piano interrato del municipio.

La rete di teleriscaldamento è stata costruita a fine degli anni 90 ed è stata progettata per servire tre utenze diverse. Inizialmente serviva solo il comune; nel 2006 è stato allacciato anche il teatro e ad oggi serve solo queste due utenze ma è in previsione l'allaccio di una terza sottocentrale situata nell'edificio di fronte al municipio.

L'impianto di teleriscaldamento non è dotato di un sistema di contabilizzazione che permetta di suddividere in consumi tra le utenze servite. Al fine di poter suddividere i consumi di gas naturale della caldaia tra le differenti utenze ed individuare quindi il consumo di energia primaria di ogni edificio, in fase di sopralluogo presso il Teatro Baldi di Selve, è stata ispezionata anche la centrale di teleriscaldamento ed è stato consultato il progetto della rete, depositato presso gli uffici del comune.



La rete di teleriscaldamento è progettata per funzionare con un  $\Delta T$  di 10 gradi e manda una portata di 24 m<sup>3</sup>/h alla sottostazione di teleriscaldamento situata nel piano interrato del teatro, per un totale di 275 kW di potenza disponibile. Qui è presente una sottostazione di pompaggio che alimenta tra circuiti idronici separati:

- circuito termosifoni teatro

- circuito termosifoni spogliatoi
- circuito uta

L'intero edificio presenta come terminali di emissione dell'impianto di riscaldamento radiatori in ghisa, distribuiti a tutti i piani.

In fase di sopralluogo è stato effettuato un censimento dei radiatori per individuare la potenza totale dell'impianto di emissione, che risulta essere pari a 114 kW.

		n°	W singolo	W totale
<b>Piano -1</b>	spogliatoi	1	2893	2893
		1	1578	1578
		1	865,2	865,2
		2	1972,5	3945
		1	1052	1052
<b>Piano primo</b>	Biglietteria/foyer	2	6520,5	13041
	Area espositiva	1	2142,8	2142,8
		1	2761,5	2761,5
	bagno	2	1081,5	2163
		1	1153,6	1153,6
	platea	6	2232,5	13395
	palco	4	9181,6	36726,4
<b>Piano secondo</b>	corridoio	2	2232,5	4465
		1	1762,5	1762,5
		1	1997,5	1997,5
<b>Piano terzo</b>	bagno	2	1081,5	2163
		1	1153,6	1153,6
	corridoio	1	2232,5	2232,5
		1	1997,5	1997,5
	ufficio caff	2	4069,8	8139,6
	Lounge	1	1175	1175

Diagnosi energetica

		1	1446,5	1446,5
		1	1446,5	1446,5
<b>Piano quarto</b>	Loggione	2	2232,5	4465

Il circuito uta alimenta la batteria dell'unità di trattamento dell'aria, situata nella sottocentrale del teatro. L'uta è costituita da una sola batteria di riscaldamento da 80 kW, ed è progettata per trattare una portata d'aria esterna di 6000 m<sup>3</sup>/h; tramite una rete di distribuzione aeraulica porta l'aria così trattata nella platea principale e la mette in ambiente attraverso delle bocchette di aerazione, davanti alle quali sono posizionati i radiatori; così facendo, grazie ai radiatori, l'aria subisce un post riscaldamento. Nel sottotetto è invece posizionato un ventilatore di estrazione che gestisce una portata d'aria di 7500 m<sup>3</sup>/h.

L'impianto di riscaldamento funziona continuamente per 12 ore al giorno mentre l'unità di trattamento dell'aria viene messa in funzione solamente durante gli spettacoli.

L'acqua calda sanitaria viene prodotta tramite dei boiler elettrici installati nei bagni. Al piano terra e al secondo sono installati du boiler da 1200 W ciascuno, mentre nella centrale termica è presente un boiler da 1000 W che serve il bagno dei camerini al piano interrato.





Foto 6 – Bocchetta posizionata dietro il calorifero nella platea centrale



Foto 7 – Sottostazione di pompaggio nella centrale termica del teatro



Foto 8 – Canale di estrazione dell'aria



Foto 9 – Boiler da 1200W



Foto 10 – Centrale di teleriscaldamento

Diagnosi energetica

## 4. Analisi dei consumi e costruzione del modello energetico

L'analisi dei consumi e la successiva costruzione del modello energetico, che permette di effettuare una diagnosi energetica, si basano sui dati forniti dal Comune di Vigone e sull'elaborazione eseguita tramite il software Edilclima EC700.

### Analisi dei consumi di Gas Metano

Il gas metano viene utilizzato dalla caldaia che alimenta la rete di teleriscaldamento.

Il comune ha fornito le bollette complete degli ultimi tre anni, che fanno riferimento al gas servito al PDR 881405656757

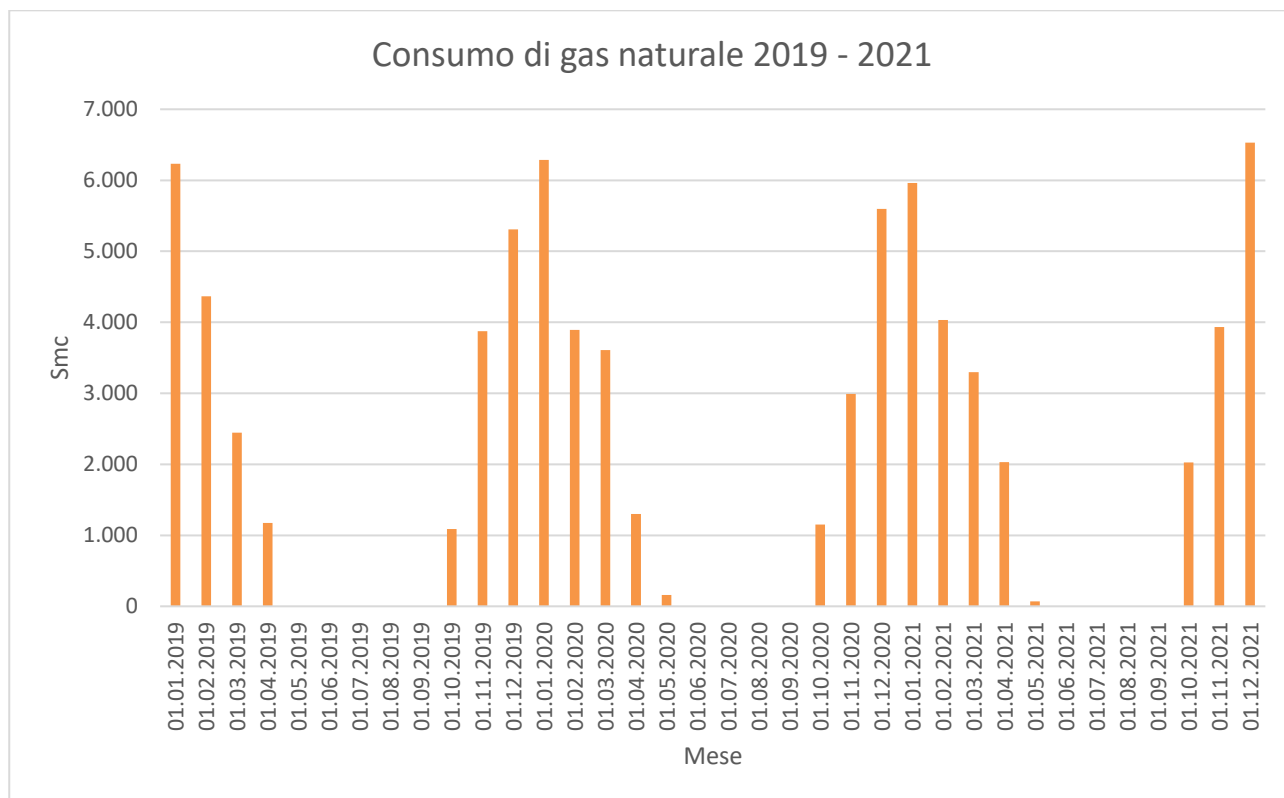
Periodo di riferimento		Costo (iva inclusa)	Costo (iva esclusa)	Smc
01.01.2019	31.01.2019	€ 4.976,16	€ 4.107,96	6.234
01.02.2019	28.02.2019	€ 2.820,98	€ 2.820,98	4.367
01.03.2019	31.03.2019	€ 1.949,47	€ 1.597,93	2.444
01.04.2019	30.04.2019	€ 861,02	€ 705,75	1.176
01.05.2019	31.05.2019	€ 46,63	€ 38,22	-
01.06.2019	30.06.2019	€ 45,13	€ 36,99	-
01.07.2019	31.07.2019	€ 46,63	€ 38,22	-
01.08.2019	31.08.2019	€ 46,63	€ 38,22	-
01.09.2019	30.09.2019	€ 45,13	€ 36,99	-
01.10.2019	31.10.2019	€ 770,63	€ 631,66	1.090
01.11.2019	30.11.2019	€ 2.784,54	€ 2.282,41	3.876
01.12.2019	31.12.2019	€ 3.802,69	€ 3.116,96	5.308
<b>Totale</b>		<b>€ 18.195,64</b>	<b>€ 15.452,29</b>	<b>24.495,00</b>

Periodo di riferimento		Costo (iva inclusa)	Costo (iva esclusa)	Smc
01.01.2020	31.01.2020	€ 4.528,76	€ 3.738,42	6.285
01.02.2020	28.02.2020	€ 2.771,55	€ 2.271,76	3.892
01.03.2020	31.03.2020	€ 2.580,32	€ 2.115,02	3.609
01.04.2020	30.04.2020	€ 949,54	€ 778,31	1.300
01.05.2020	31.05.2020	€ 158,04	€ 129,54	158
01.06.2020	30.06.2020	€ 47,92	€ 39,28	-
01.07.2020	31.07.2020	€ 49,52	€ 40,59	-
01.08.2020	31.08.2020	€ 75,79	€ 62,12	-
01.09.2020	30.09.2020	€ 47,96	€ 39,32	-
01.10.2020	31.10.2020	€ 855,26	€ 701,05	1.152
01.11.2020	30.11.2020	€ 1.938,47	€ 1.588,92	2.993
01.12.2020	31.12.2020	€ 3.585,69	€ 2.939,09	5.598
<b>Totale</b>		<b>€ 17.588,82</b>	<b>€ 14.443,42</b>	<b>24.987,00</b>

Periodo di riferimento		Costo (iva inclusa)	Costo (iva esclusa)	Smc
01.01.2021	31.01.2021	€ 3.886,06	€ 3.208,84	5.962
01.02.2021	28.02.2021	€ 2.588,39	€ 2.121,63	4.033
01.03.2021	31.03.2021	€ 2.129,84	€ 1.746,15	3.296
01.04.2021	30.04.2021	€ 1.323,87	€ 1.085,14	2.029
01.05.2021	31.05.2021	€ 91,83	€ 75,27	70
01.06.2021	30.06.2021	€ 46,44	€ 38,11	-
01.07.2021	31.07.2021	€ 47,75	€ 39,14	-
01.08.2021	31.08.2021	€ 47,75	€ 39,14	-
01.09.2021	30.09.2021	€ 46,84	€ 38,39	1
01.10.2021	31.10.2021	€ 1.126,40	€ 1.072,76	2.025
01.11.2021	30.11.2021	€ 4.284,17	€ 4.082,00	3932
01.12.2021	31.12.2021	€ 5.983,62	€ 5.698,69	6530
<b>Totale</b>		<b>€ 21.602,96</b>	<b>€ 19.245,26</b>	<b>27.878</b>

Diagnosi energetica

Il costo unitario del gas metano è stato calcolato come rapporto tra la spesa sostenuta nei tre anni e il consumo relativo, ed è pari a **0,635 €/Smc (esclusa IVA)**.



Al fine di costruire un modello energetico che permetta di valutare eventuali interventi di miglioramento, i consumi sono stati normalizzati rispetto ai gradi giorno.

	Consumi reali [Smc]	Consumi normalizzati [Smc]	Consumi normalizzati [Nmc]
2019	24.495,00	32.161,37	30.455,85
2020	24.987,00	31.988,61	30.292,25
2021	27.878,00	32.632,21	30.901,72

Il consumo annuale normalizzato è relativamente costante; è stato deciso di utilizzare come anno di riferimento per la costruzione del modello il 2019, perché rispetto al 2020 e al 2021, durante quest'anno il teatro ha avuto un'apertura al pubblico più costante.

## Dati di utilizzo dell'immobile

L'immobile oggetto di diagnosi ha la particolarità di essere allacciato ad una rete di teleriscaldamento, che è continuamente in funzione, indipendentemente dall'apertura al pubblico dello stesso.

L'impianto funziona 12 ore al giorno, 7 giorni su 7, in attenuazione e garantisce una temperatura minima di 18 gradi all'interno.

Grazie all'analisi delle bollette e al sopralluogo effettuato è stato possibile costruire un modello energetico che permettesse di analizzare consumi e dispersioni dell'edificio, al fine di individuare interventi di efficientamento volti a migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio e ridurre quindi i consumi di gas ed energia elettrica.

Il modello è stato creato col supporto del software Edilclima C700 e con modelli di Excel di proprietà intellettuale dei tecnici coinvolti e consente di calcolare le prestazioni degli edifici in conformità alle specifiche tecniche UNI/TS 11300. I dati inseriti nel software sono relativi alla stratigrafia dell'edificio, gli impianti presenti all'interno e gli orari di funzionamento.

I consumi relativi all'impianto di riscaldamento sono influenzati dalle condizioni esterne di temperatura, per questo motivo vengono normalizzati rispetto ai gradi giorno standard.

Consumi 2019 reali	24.495 Sm <sup>3</sup>
Consumi normalizzati	32.161 Sm <sup>3</sup>
Consumi normalizzati	30.456 Nm <sup>3</sup>
$\eta_c$ minimo di legge	92%
kWh <sub>t</sub> prodotti dall'impianto	279.867 kWh <sub>t</sub>

L'energia termica prodotta dal generatore di calore che alimenta la rete di teleriscaldamento è stata suddivisa tra le diverse utenze a partire dalle portate d'acqua che alimentano i diversi circuiti idronici e il  $\Delta T$  di progetto.

Diagnosi energetica

Teatro Baldi di Selve	53%	148.679,29 kWht
Comune	47%	131.187,61 kWht
Totale	100%	279.866,90 kWht

kWht reali	148.679,29 kWht
kWht modello	150.790,00 kWht
$\Delta$	1,40%

Il modello stima un consumo dei vettori energetici che si scosta per meno del 5% dai dati di consumo reali; pertanto, può considerarsi attendibile per effettuare una stima della riduzione dei consumi derivante dagli interventi di efficientamento.

## Analisi dei consumi elettrici

Il consumo del vettore energetico è stato analizzato sulla base dei dati messi a disposizione dalla Committenza. Il Comune di Vigone ha fornito le bollette degli anni 2019, 2020, 2021, con i consumi mensili del POD IT001E04448691.

Di seguito si illustra l'analisi condotta.

Periodo di riferimento		Costo (iva inclusa)	Costo (iva esclusa)	F1	F2	F3	kWh
01.01.2019	31.01.2019	€ 450,39	€ 369,17	622	454	544	1.618
01.02.2019	28.02.2019	€ 402,82	€ 330,18	471	488	493	1.452
01.03.2019	31.03.2019	€ 414,92	€ 340,10	451	508	628	1.587
01.04.2019	30.04.2019	€ 408,55	€ 334,88	512	392	588	1.492
01.05.2019	31.05.2019	€ 434,02	€ 355,75	483	495	471	1449
01.06.2019	30.06.2019	€ 259,77	€ 212,93	227	220	236	683
01.07.2019	31.07.2019	€ 150,37	€ 123,25	242	133	226	601
01.08.2019	31.08.2019	€ 218,94	€ 179,46	202	159	291	652
01.09.2019	30.09.2019	€ 230,08	€ 188,59	185	139	259	583
01.10.2019	31.10.2019	€ 279,89	€ 341,47	484	276	379	1.139
01.11.2019	30.11.2019						
01.12.2019	31.12.2019						
<b>Totale</b>		€ 3.249,75	€ 2.775,78				11.256,00

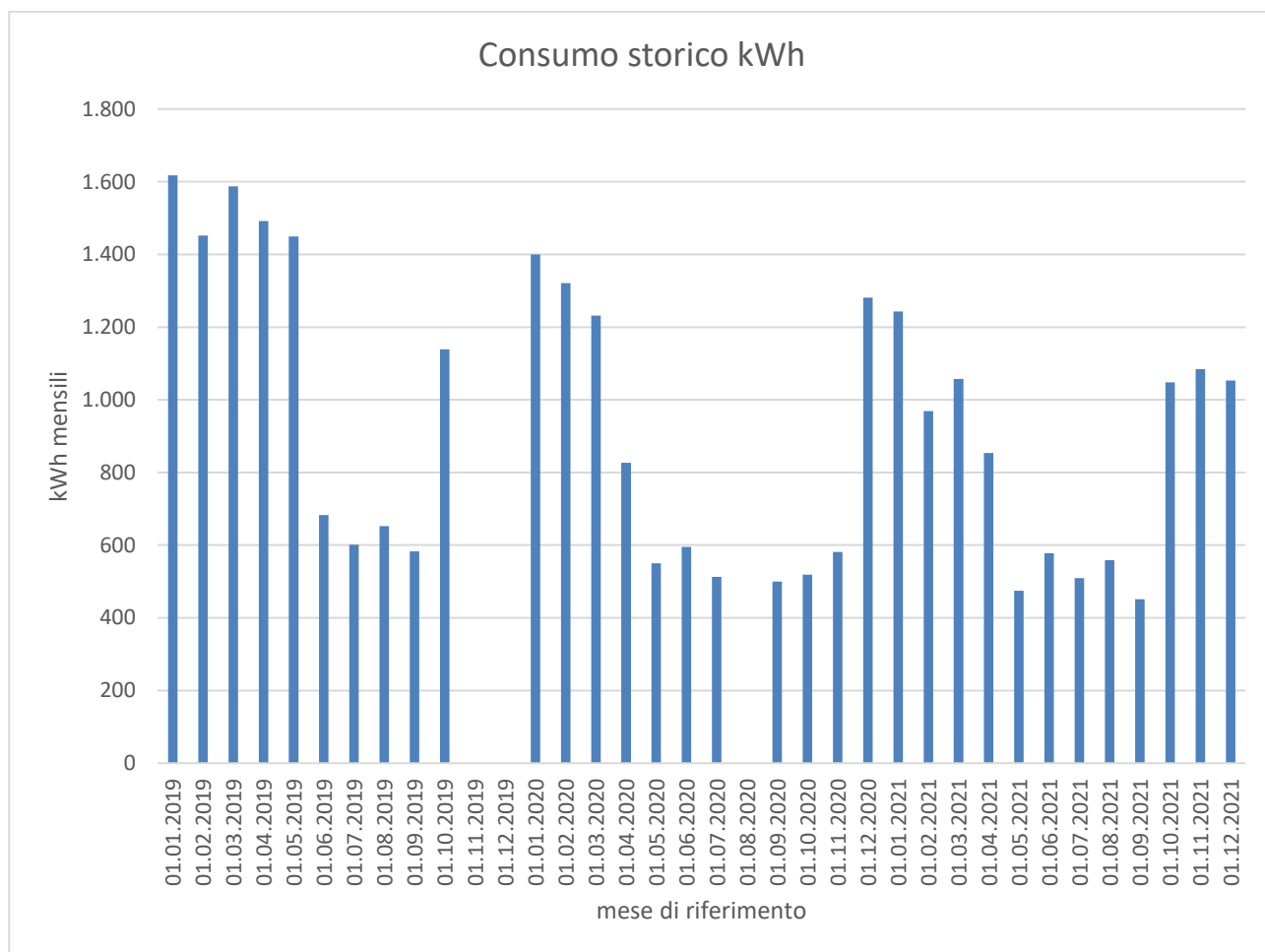
Diagnosi energetica

Periodo di riferimento		Costo (iva inclusa)	Costo (iva esclusa)	F1	F2	F3	kWh
01.01.2020	31.01.2020	€ 355,63	€ 291,50	495	408	497	1.400
01.02.2020	28.02.2020	€ 326,67	€ 267,76	442	460	419	1.321
01.03.2020	31.03.2020	€ 255,68	€ 209,57	429	304	499	1.232
01.04.2020	30.04.2020	€ 176,11	€ 144,35	225	167	435	827
01.05.2020	31.05.2020	€ 119,90	€ 98,28	154	131	265	550
01.06.2020	30.06.2020	€ 128,51	€ 105,34	192	130	273	595
01.07.2020	31.07.2020	€ 116,94	€ 95,85	173	123	217	513
01.08.2020	31.08.2020			161	115	239	
01.09.2020	30.09.2020	€ 114,66	€ 93,98	167	122	211	500
01.10.2020	31.10.2020	€ 142,37	€ 116,70	72	134	213	519
01.11.2020	30.11.2020	€ 132,48	€ 108,59	170	137	274	581
01.12.2020	31.12.2020	€ 266,88	€ 218,78	315	258	708	1.281
Totale		€ 2.135,83	€ 1.750,70				9.319

Periodo di riferimento		Costo (iva inclusa)	Costo (iva esclusa)	F1	F2	F3	kWh
01.01.2021	31.01.2021	€ 259,26	€ 212,51	299	276	668	1.243
01.02.2021	28.02.2021	€ 197,62	€ 161,98	239	229	501	969
01.03.2021	31.03.2021	€ 207,67	€ 170,22	270	245	542	1.057
01.04.2021	30.04.2021	€ 167,07	€ 136,94	218	183	543	854
01.05.2021	31.05.2021	€ 101,65	€ 83,32	160	116	199	475
01.06.2021	30.06.2021	€ 119,38	€ 97,85	157	151	270	578
01.07.2021	31.07.2021	€ 88,16	€ 72,26	164	130	215	509
01.08.2021	31.08.2021	€ 126,47	€ 103,66	166	117	276	559
01.09.2021	30.09.2021	€ 84,17	€ 68,99	153	119	179	451
01.10.2021	31.10.2021	€ 179,63	€ 147,24	301	302	450	1.048
01.11.2021	30.11.2021	€ 183,04	€ 150,03	418	251	379	1.084
01.12.2021	31.12.2021	€ 271,90	€ 178,61	435	233	416	1.053
Totale		€ 1.986,02	€ 1.583,61				9.880



Il costo unitario dell'energia elettrica è stato calcolato come rapporto tra la spesa dell'anno 2020 e 2021 e il relativo consumo; perché a partire dal 2020 c'è stato un cambio nell'azienda dei servizi energetici a cui si rivolge il comune di Vigone. La spesa mensile risulta essere **0.174 €/kWh (IVA esclusa)**.



L'andamento dei consumi di energia elettrica è perfettamente in linea con l'utilizzo degli impianti.

Durante il sopralluogo è stato effettuato un censimento degli impianti elettrici presenti all'interno del teatro, quali luci, pompe, boiler elettrici, fatta eccezione per i fari sul palcoscenico che vengono utilizzati saltuariamente in base agli spettacoli.

Le utenze con uso continuativo sono:

- Luci

Diagnosi energetica

		n°	tipologia	W singolo	W totale
<b>Piano -1</b>	spogliatoi	8	fluorescenza	18	144
	locale tecnico	2	fluorescenza	18	36
<b>Piano primo</b>	Biglietteria/foyer	4	faretti alogeni	150	600
	Area espositiva	8	incandescenza	60	480
	bagno	2	fluorescenza tubolare	13	26
		2	fluorescenza	18	36
	platea	6	fluorescenza x3	180	1080
		24	fluorescenza	60	1440
	palco	1	fluorescenza tubolare	58	58
		3	fluorescenza tubolare	72	216
	scala verso esterno	1	fluorescenza	18	18
locale tecnico accanto al palco	1	fluorescenza	60	60	
<b>Piano secondo</b>	corridoio	11	incandescenza	60	660
	scale	2	incandescenza	60	120
<b>Piano terzo</b>	bagno	2	fluorescenza tubolare	13	26
		2	fluorescenza	18	36
	corridoio	12	incandescenza	60	720
	scale	2	incandescenza	60	120
	ripostiglio	1	fluorescenza	60	60
	Lounge	6	fluorescenza	60	360
	ufficio/caffetteria	4	faretti alogeni	150	600
<b>Piano quarto</b>	Loggione	6	fluorescenza	60	360
<b>TOTALE</b>					<b>7265 W</b>

o ACS

Boiler	1200 W	Bagno 1P
Boiler	1200 W	Bagno 3P
Bolier	1000 W	Bagni -1P

o Sottostazione di pompaggio

circuito	tipologia	modello	Potenza
batteria UTA	gemellare x2	UPSD 40 -120 F	460 We
radiatori TEATRO	gemellare x2	UPSD 65 -120 F	1150 We
radiatori CAMERINI	gemellare x2	UPSD 32 -80	245 We

La sottostazione di pompaggio è collegata alla rete di teleriscaldamento e funziona in concomitanza con la stagione di riscaldamento.

Durante in mesi restanti le uniche utenze attive che generano un consumo di energia elettrica sono le luci e i boiler elettrici usati per la produzione di acqua calda sanitaria. Il consumo medio di elettricità per il funzionamento dei boiler e delle luci durante il mese, calcolato a partire dalle bollette fornite è

Consumo mensile	621	kWh/mese
Consumo annuo	7455	kWh/anno

Grazie a queste assunzioni è possibile costruire un modello elettrico col supporto del software Edilclima C700 e con modelli di Excel di proprietà intellettuale dei tecnici coinvolti e stimare la seguente ripartizione dei consumi

CIRCUITO	COSA	W	ore/ giorno	giorno/ anno	h totali	kWh	coefficiente di utilizzo	kWh totali
Bagno 1P	Boiler	1200	3	365	1095	1314	53%	699
Bagno 3P	Boiler	1200	3	365	1095	1314	53%	699
Bagni -1P	Bolier	1000	3	365	1095	1095	53%	580
batteria UTA	UPSD 40 -120 F	460	14	197	2758	1268,68	5%	63
radiatori TEATRO	UPSD 65 -120 F	1150	16	197	3152	3624,8	64%	2320
radiatori CAMERINI	UPSD 32 -80	245	16	197	3152	772,24	64%	494
Luci fluorescenti		3956	14	365	5110	20215,16	14%	2888
Faretti alogeni		1200	14	365	5110	6132	14%	876
Incandescenza		2100	14	365	5110	10731	14%	1533
<b>TOTALE</b>						<b>31096</b>		<b>10.153</b>

Promozione della ecoefficienza e riduzione dei consumi energetici nelle sale teatrali e nei cinema, da finanziare nell'ambito del PNRR

Ing Sara Zanardini  
Arch. Alberto Chialva

Diagnosi energetica

Consumo boiler elettrici	2097	kWh/anno
Consumo luci	5297	kWh/anno

## 5. IPE - Indici prestazionali energetici

La costruzione del modello permette di individuare degli indici di prestazione in funzione della volumetria e della superficie totale. L'edificio in questione presenta:

	$Q_u$ , Energia utile per il riscaldamento [kWh]	$Q_{ill}$ , Fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione [kWh <sub>el</sub> ]
Teatro Baldi di Selve	161.311	5.297,00

Indici	$IPE_t = Q_u/V$ [kWh/m <sup>3</sup> ]	$IPE_{ill} = Q_{ill}/S$ [kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> ]
Teatro Baldi di Selve	61,52	8,83

$Q_u$  è l'energia utile per il riscaldamento che quantifica quanti kWh sono necessari per riscaldare l'ambiente, al netto degli apporti gratuiti interni, e  $Q_{ill}$  è l'energia necessaria per l'illuminazione interna.

L'indice di valutazione delle prestazioni energetiche  $IPE_t$  viene calcolato come rapporto tra la potenza utile per il riscaldamento e la superficie utile dell'edificio climatizzato, mentre  $IPE_{ill}$  viene calcolato come rapporto tra il fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione interna e la superficie illuminata. Questi due indici vengono calcolati per effettuare una valutazione sulle prestazioni energetiche dell'edificio Ante Operam grazie al confronto con gli indici di Benchmark trovati in letteratura.

Un'analisi effettuata sui dati di Benchmark permette di valutare in modo sistematico i diversi interventi di riqualificazione degli edifici e di misurarne gli esiti in termini di efficacia.

Nella letteratura di settore sono numerosi gli studi finalizzati alla produzione di contributi sugli indicatori come misura del grado di successo o, meglio ancora, dell'adeguatezza delle attività di efficientamento energetico. Questi indicatori descrivono l'efficacia degli interventi in forma quantitativa come risparmio ottenuto per unità di superficie o di volume. Non risultano numerosi invece gli indicatori relativi ai consumi energetici di teatri pubblici; per questo motivo gli indici vengono confrontati con quelli calcolati per gli edifici della pubblica amministrazione

Diagnosi energetica

I dati vengono confrontati con valori di Benchmark di consumo energetico degli edifici per edifici pubblici Italia presenti in letteratura. Vista la scarsità dei dati relativi a teatri si utilizzano indici di Benchmark che fanno riferimento a gruppi di dati relativi ad edifici non sono suddivisi per indirizzo d'uso quanto più per area geografica, e utilizzo dei vettori energetici.

		Campi di variazione dell'indice	
Media effettuata su edifici distribuiti su tutta Italia		min [kWh/mq]	max[kWh/mq]
IPE <sub>ill</sub>	6,870	8,17	41,16
Media effettuata su edifici nel nord Italia Serviti da teleriscaldamento		min [tep/mq]	max [tep/mq]
IPE <sub>u</sub>	0,0179874	0,0002	0,0174

Gli interventi di efficientamento energetico puntano a ridurre l'indice di prestazione energetica e abbassare i consumi dell'edificio. L'indice IPE relativo al consumo dell'illuminazione viene confrontato con un range di valori che fa riferimento al parco nazionale degli edifici pubblici italiani, senza distinzione rispetto alla posizione geografica. Come si può vedere l'IPE dell'edificio risulta essere più basso della media nazionale. Il risultato è compatibile col fatto che le sale teatrali, rispetto ad altri edifici pubblici non prevedono un funzionamento continuo dell'impianto di illuminazione.

L'indice IPE relativo al consumo di energia utile per il riscaldamento risulta invece più alto della media degli edifici pubblici serviti da teleriscaldamento. Questo evidenzia l'importanza di effettuare degli interventi di efficientamento energetico sull'involucro, al fine di ridurre le dispersioni dell'involucro.

## 6. Interventi proposti

Gli interventi di miglioramento delle prestazioni energetiche del Teatro sono suddivisi in due ambiti:

- **Interventi sul vettore energetico elettrico**

Trattasi di interventi volti all'efficientamento sotto il profilo delle utenze elettriche.

- **Interventi sul vettore energetico termico**

Trattasi di interventi volti all'efficientamento dei consumi termici.

Fine ultimo dell'attività di Analisi Energetica è l'individuazione di possibili interventi volti al miglioramento dell'efficienza energetica e la loro analisi costi-benefici, utile a valutarne la fattibilità dal punto di vista tecnico ed economico.

Gli interventi migliorativi di seguito proposti trovano fondamento nei risultati emersi dall'analisi del modello elettrico e del modello termico, eseguita con riferimento ai consumi dell'anno 2019.

L'analisi parametrica che segue è finalizzata alla comprensione dei benefici apportati dai diversi interventi proposti, in rapporto alle specificità dell'edificio, con l'obiettivo di fornire informazioni utili ad orientare le scelte decisionali in merito ad un uso razionale delle risorse energetiche.

Gli interventi proposti sono da considerarsi relativi alla progettazione definitiva consegnata per la partecipazione al bando "Promozione della ecoefficienza e riduzione dei consumi energetici nelle sale teatrali e nei cinema, da finanziare nell'ambito del PNRR"

Tutte le cifre riportate nella presente trattazione sono da intendersi al netto di IVA.

Tutti gli interventi che verranno proposti di seguito sono stati proposti alla Committenza e concordati con essa.

## Interventi sul vettore energetico elettrico: Sostituzione dei corpi illuminanti

Sulla base dell'analisi dello stato di fatto dell'edificio è stato individuato come intervento di efficientamento energetico, che permetterebbero di ridurre i consumi elettrici e i costi in bolletta, la sostituzione dei corpi illuminanti presenti nell'intero stabile

In fase di sopralluogo è stato possibile effettuare un censimento delle luci presenti all'interno degli ambienti riscaldati.

Per tutto l'edificio sono installate lampade a fluorescenza a bassa efficienza. Si propone la sostituzione dei corpi illuminanti con tecnologia a LED che presentano una durata di vita molto più lunga e consumi molto più contenuti a parità di emissione luminosa.

In prima approssimazione si ipotizza una sostituzione 1 a 1 delle lampade presenti, con lampade a tecnologia LED, garantendo lo stesso livello di illuminazione attualmente presente. Questo permette, a pari illuminamento, di installare una potenza nominale più bassa, e quindi un consumo di energia elettrica minore.

	Ante - Operam	Post - Operam
Potenza installata per l'illuminazione	7,26 kW	1,262 kW
kWh/anno consumati	5.297 kWh	921 kWh

Si ottiene così un risparmio economico pari a:

Risparmio annuale di energia elettrica	5.338,67 kWh
Costo unitario €/kWh	0,174 €/kWh
Risparmio annuale in bolletta	928,93 €
Spesa media per l'energia elettrica	1.766,39 €
Risparmio percentuale rispetto al consumo medio	52,59 %



Si calcolano le tonnellate di CO2 evitate

kWh risparmiati	5.338,67 kWh
Fattore di conversione	400 g CO <sub>2</sub> /MJ
Tonnellate di CO <sub>2</sub> risparmiate	2,14 ton CO <sub>2</sub>

In base al progetto definitivo per effettuare l'intervento di sostituzione dei corpi illuminanti sopra descritto si stima un costo di intervento pari a 6.595 €.

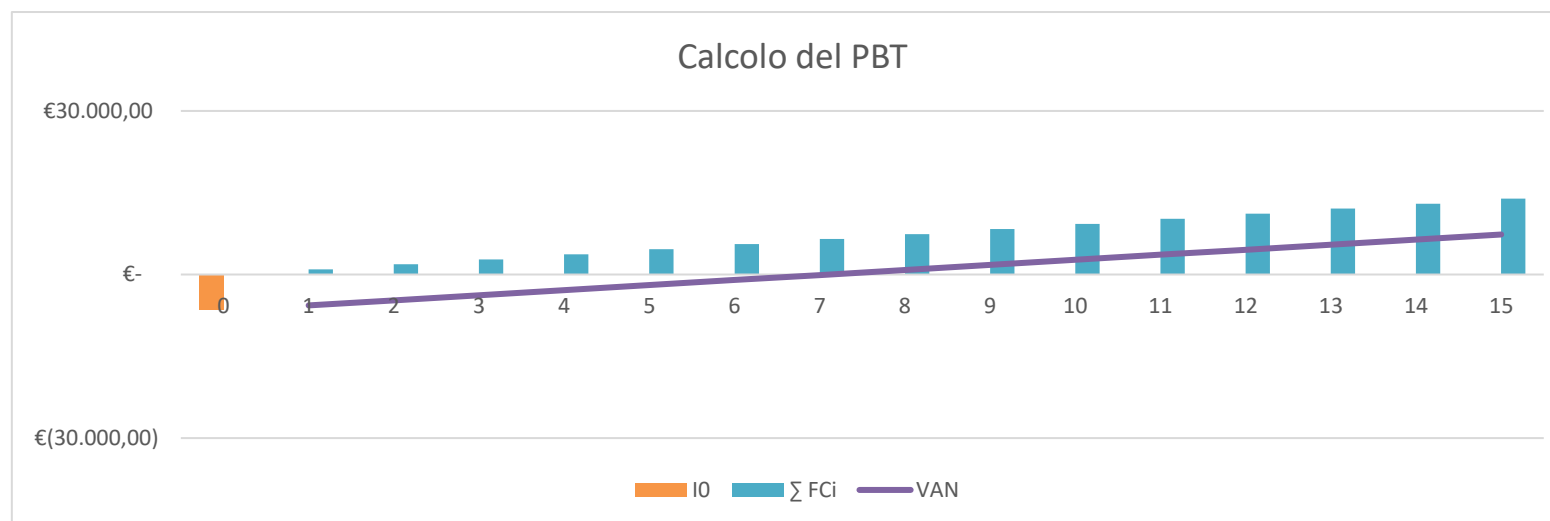
Di seguito vengono analizzati i flussi di cassa degli anni successivi alla realizzazione dell'intervento, al fine di individuare il Pay Back Time.

Investimento iniziale, I <sub>0</sub>	6.595 €
Risparmio annuale	928,93 €
Calcolo del PBT	7,1 anni

Diagnosi energetica

Considerando un periodo di tempo pari a 15 anni, i flussi di cassa cominciano ad essere positivi dopo il settimo anno.

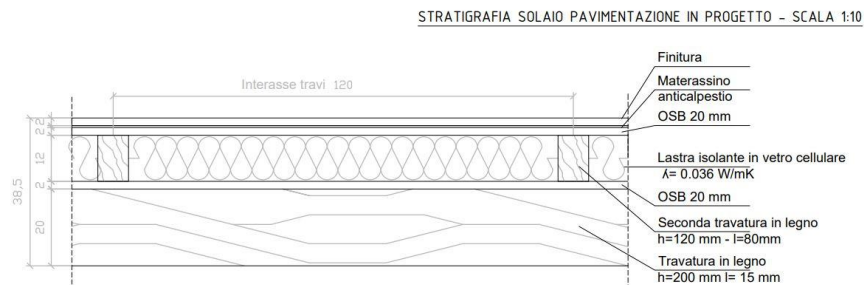
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IO	-€ 6.595,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCi	€ 928,93	€ 928,93	€ 928,93	€ 928,93	€ 928,93	€ 928,93	€ 928,93	€ 928,93	€ 928,93	€ 928,93	€ 928,93	€ 928,93	€ 928,93	€ 928,93	€ 928,93	€ 928,93
Σ FCi	928,93	€1.857,86	€2.786,79	€ 3.715,71	€ 4.644,64	€ 5.573,57	€ 6.502,50	€ 7.431,43	€ 8.360,36	€ 9.289,29	€ 10.218,21	€ 11.147,14	€ 12.076,07	€ 13.005,00	€ 13.933,93	
VAN	-€ 5.666,07	-€ 4.737,14	-€ 3.808,21	-€ 2.879,29	-€ 1.950,36	-€ 1.021,43	-€ 92,50	€ 836,43	€ 1.765,36	€ 2.694,29	€ 3.623,21	€ 4.552,14	€ 5.481,07	€ 6.410,00	€ 7.338,93	



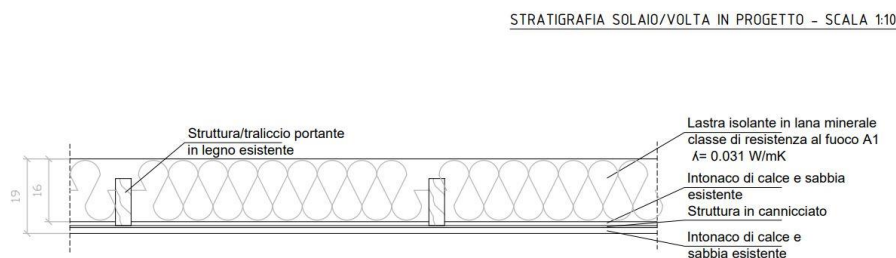
## Interventi sul vettore energetico termico: isolamento del pavimento e della volta superiore

Sulla base dell'analisi dello stato di fatto dell'edificio è stato individuato come intervento di efficientamento energetico che permetterebbero di ridurre i consumi relativi al riscaldamento, l'isolamento del pavimento della platea principale e quello della volta in canicciato che sovrasta la platea. L'intervento viene fatto contestualmente alla sostituzione dei serramenti che sono allo stato originale.

Il pavimento in legno della platea poggia su un'intercapedine di 1,20 m, che viene considerata non ventilata e per le dimensioni elevate non rappresenta una barriera reale sull'umidità. In fase di sopralluogo è stato riscontrato che alcune listarelle del parquet risultano sollevate e danneggiate dall'umidità. Il progetto definitivo prevede la coibentazione della pavimentazione, contestualmente al rifacimento del parquet, abbassando i piedini che lo sostengono posizionando sotto alla pavimentazione di legno uno strato di isolante di 12 cm con  $\lambda = 0.036 \text{ W/m}^2\text{K}$ , e una travatura in legno. La nuova stratigrafia prevede comunque un'intercapedine non ventilata di 14 cm sotto la pavimentazione.



L'isolamento della volta superiore in canicciato prevede invece il posizionamento di 16 cm di uno strato di isolante con  $\lambda = 0,031 \text{ W/m}^2\text{K}$  al di sopra della struttura lignea.



Diagnosi energetica

Il modello termico creato permette di calcolare i risparmi ottenibili a seguito dei due interventi di isolamento sopra introdotti. In base all'analisi condotta si rileva

Consumo previsto in kWh <sub>t</sub>	112.096 kWh
Costo di Gas Naturale Nm <sup>3</sup>	12.194,50 Nm <sup>3</sup>
Costo di Gas Naturale Sm <sup>3</sup>	12.877,39 Sm <sup>3</sup>
Risparmio ottenuto in Sm <sup>3</sup>	4.208,34 Sm <sup>3</sup>
Costo unitario del Gas Naturale €/Sm <sup>3</sup>	0,69 €/Sm <sup>3</sup>
Spesa prevista a seguito dell'intervento	8.889,76 €
Risparmio derivante dall'intervento	2.905,18 €
Risparmio percentuale	32,68 %

Si calcolano le tonnellate di CO<sub>2</sub> evitate

Gas Naturale risparmiato in Sm <sup>3</sup>	4.208,34 Sm <sup>3</sup>
Gas Naturale risparmiato in Nm <sup>3</sup>	3.985,17 Nm <sup>3</sup>
PCI	35,88 MJ/Nm <sup>3</sup>
Energia	142.987,81 MJ
Fattore di conversione	56 g CO <sub>2</sub> /MJ
Tonnellate di CO <sub>2</sub> risparmiate	8,01 ton CO <sub>2</sub>

In base al progetto definitivo per effettuare l'intervento di isolamento delle strutture sopra descritte si stima un costo di intervento pari a 82.034 €.

Di seguito vengono analizzati i flussi di cassa degli anni successivi alla realizzazione dell'intervento, al fine di individuare il Pay Back Time.

Investimento iniziale, I <sub>0</sub>	82.034 €
Risparmio annuale	2.905,18 €
Calcolo del PBT	28,1 anni

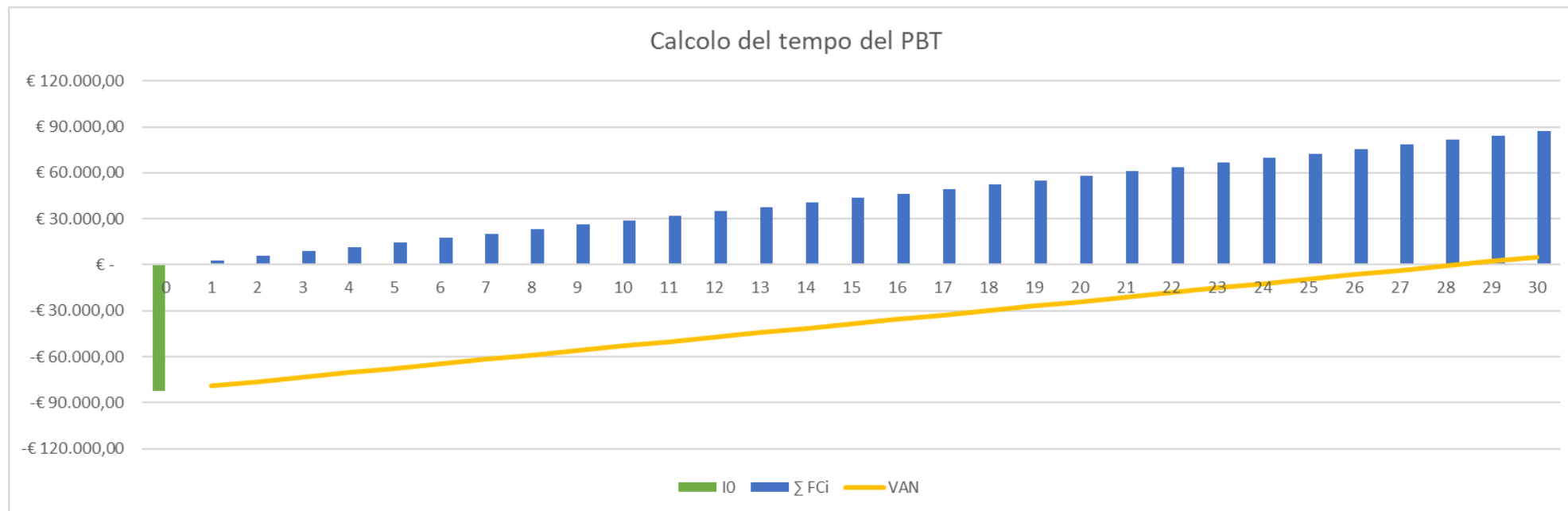
Considerando un periodo di tempo pari a 30 anni, i flussi di cassa cominciano ad essere positivi dopo il ventottesimo anno in poi.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Io	-€ 82.034,00	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FCi		€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18
Σ FCi		€ 2.905,18	€ 5.810,35	€ 8.715,53	€ 11.620,71	€ 14.525,89	€ 17.431,06	€ 20.336,24	€ 23.241,42	€ 26.146,60	€ 29.051,77
VAN		-€ 79.128,82	-€ 76.223,65	-€ 73.318,47	-€ 70.413,29	-€ 67.508,11	-€ 64.602,94	-€ 61.697,76	-€ 58.792,58	-€ 55.887,40	-€ 52.982,23

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Io	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FCi	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18
Σ FCi	€ 31.956,95	€ 34.862,13	€ 37.767,31	€ 40.672,48	€ 43.577,66	€ 46.482,84	€ 49.388,02	€ 52.293,19	€ 55.198,37	€ 58.103,55	€ 61.008,73
VAN	-€ 50.077,05	-€ 47.171,87	-€ 44.266,69	-€ 41.361,52	-€ 38.456,34	-€ 35.551,16	-€ 32.645,98	-€ 29.740,81	-€ 26.835,63	-€ 23.930,45	-€ 21.025,27

	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Io	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
FCi	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18	€ 2.905,18
Σ FCi	€ 63.913,90	€ 66.819,08	€ 69.724,26	€ 72.629,44	€ 75.534,61	€ 78.439,79	€ 81.344,97	€ 84.250,15	€ 87.155,32
VAN	-€ 18.120,10	-€ 15.214,92	-€ 12.309,74	-€ 9.404,56	-€ 6.499,39	-€ 3.594,21	-€ 689,03	€ 2.216,15	€ 5.121,32

Diagnosi energetica



## Interventi sul vettore energetico termico: isolamento del pavimento e della volta superiore e sostituzione dei serramenti

Al fine di ridurre le dispersioni termiche dell'involucro edilizio si propone da progetto la sostituzione delle chiusure trasparenti comprensive di infissi. Per chiusure trasparenti si intendono anche chiusure assimilabili, quali porte finestre e vetrate, anche se non apribili.

Attualmente sono presenti, su tutto l'involucro, finestre che presentano un telaio in alluminio senza taglio termico e vetro singolo; questo porta delle dispersioni notevoli di tutto l'involucro, per cui si propone un intervento di sostituzione con finestre che presentano una trasmittanza di  $U_w = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

Il modello termico creato permette di calcolare i risparmi ottenibili a seguito dei due interventi di isolamento sopra introdotti. In base all'analisi condotta si rileva

Consumo previsto in kWh <sub>t</sub>	102.730 kWh
Consumo di Gas Naturale Nm <sup>3</sup>	11.175,61 Nm <sup>3</sup>
Consumo di Gas Naturale Sm <sup>3</sup>	11.801,44 Sm <sup>3</sup>
Risparmio ottenuto in Sm <sup>3</sup>	5.284,29 Sm <sup>3</sup>
Costo unitario del Gas Naturale €/Sm <sup>3</sup>	0,69 €/Sm <sup>3</sup>
Spesa prevista a seguito dell'intervento	8.146,99 €
Risparmio derivante dall'intervento	3.647,95 €
Risparmio percentuale	44,78 %

Si calcolano le tonnellate di CO<sub>2</sub> evitate

Gas Naturale risparmiato in Sm <sup>3</sup>	5.284,29 Sm <sup>3</sup>
Gas Naturale risparmiato in Nm <sup>3</sup>	5.004,06 Nm <sup>3</sup>
PCI	35,88 MJ/Nm <sup>3</sup>
Energia	179.545,65 MJ
Fattore di conversione	56 g CO <sub>2</sub> /MJ
Tonnellate di CO <sub>2</sub> risparmiate	10,5 ton CO <sub>2</sub>

Diagnosi energetica

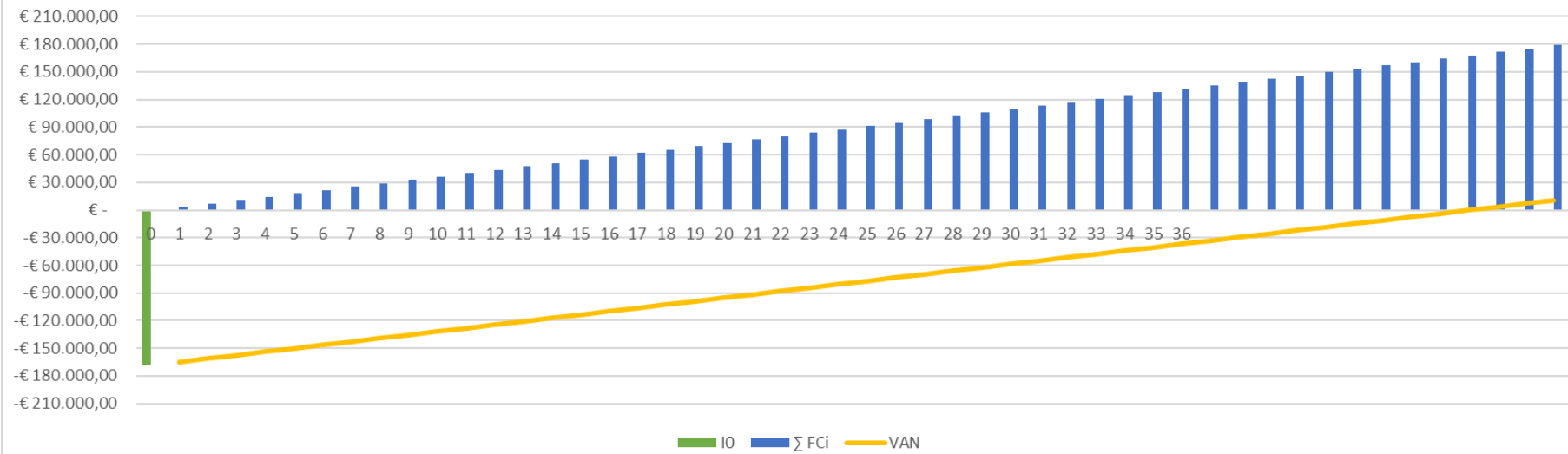
In base al progetto definitivo per effettuare l'intervento di isolamento delle strutture sopra descritte si stima un costo di intervento pari a 168.110 €.

Di seguito vengono analizzati i flussi di cassa degli anni successivi alla realizzazione dell'intervento, al fine di individuare il Pay Back Time.

Investimento iniziale, $I_0$	168.110 €
Risparmio annuale	3.647,95 €
Calcolo del PBT	46,1 anni



### Calcolo del tempo del PBT



## 7. Analisi degli indici IPE dopo gli interventi proposti

Gli interventi di efficientamento energetico proposti portano ad una riduzione della potenza totale dispersa, dell'energia utile al riscaldamento e del consumo di energia elettrica.

Di seguito viene proposta un'analisi riassuntiva della variazione degli indici di prestazione energetica evidenziando come cambiano gli indici di consumo a seguito degli interventi di efficientamento energetico, rispetto alla situazione Ante Operam.

Lo scenario che prevede la totale realizzazione degli interventi di efficientamento energetico proposti, ovvero l'isolamento della volta, del pavimento, la sostituzione delle chiusure vetrate e la sostituzione dei corpi illuminanti permettono di migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio e diminuire notevolmente il valore degli indici individuati.

Di seguito viene proposta una tabella riassuntiva degli interventi esposti.

	IPE <sub>u</sub>		IPE <sub>ill</sub>	
Ante-Operam	0,01799	tep/m <sup>2</sup>	6,870	kWh/m <sup>2</sup>
Isolamento pavimento e volta + sostituzione serramenti	0,01242	tep/m <sup>2</sup>	1,195	kWh/m <sup>2</sup>
Δ	<b>30,93%</b>		<b>82,61%</b>	

## Note su chi ha redatto la diagnosi

Nome e Cognome	Sara Zanardini
Qualifica professionale	Ingegnere energetico
Albo di appartenenza	Ordine degli ingegneri della provincia di Milano Settore Industriale
Matricola	A 32569

Nome e Cognome	Alberto Chialva
Qualifica professionale	Architetto
Albo di appartenenza	Ordine degli architetti della provincia di Torino
Matricola	10337

## Note sull'EGE di riferimento

Nome e Cognome	Ing. Bruno Sicca
Qualifica professionale	Ingegnere Civile
Matricola	5189J
EGE Civile	Certificato N. 20FI00242PU2

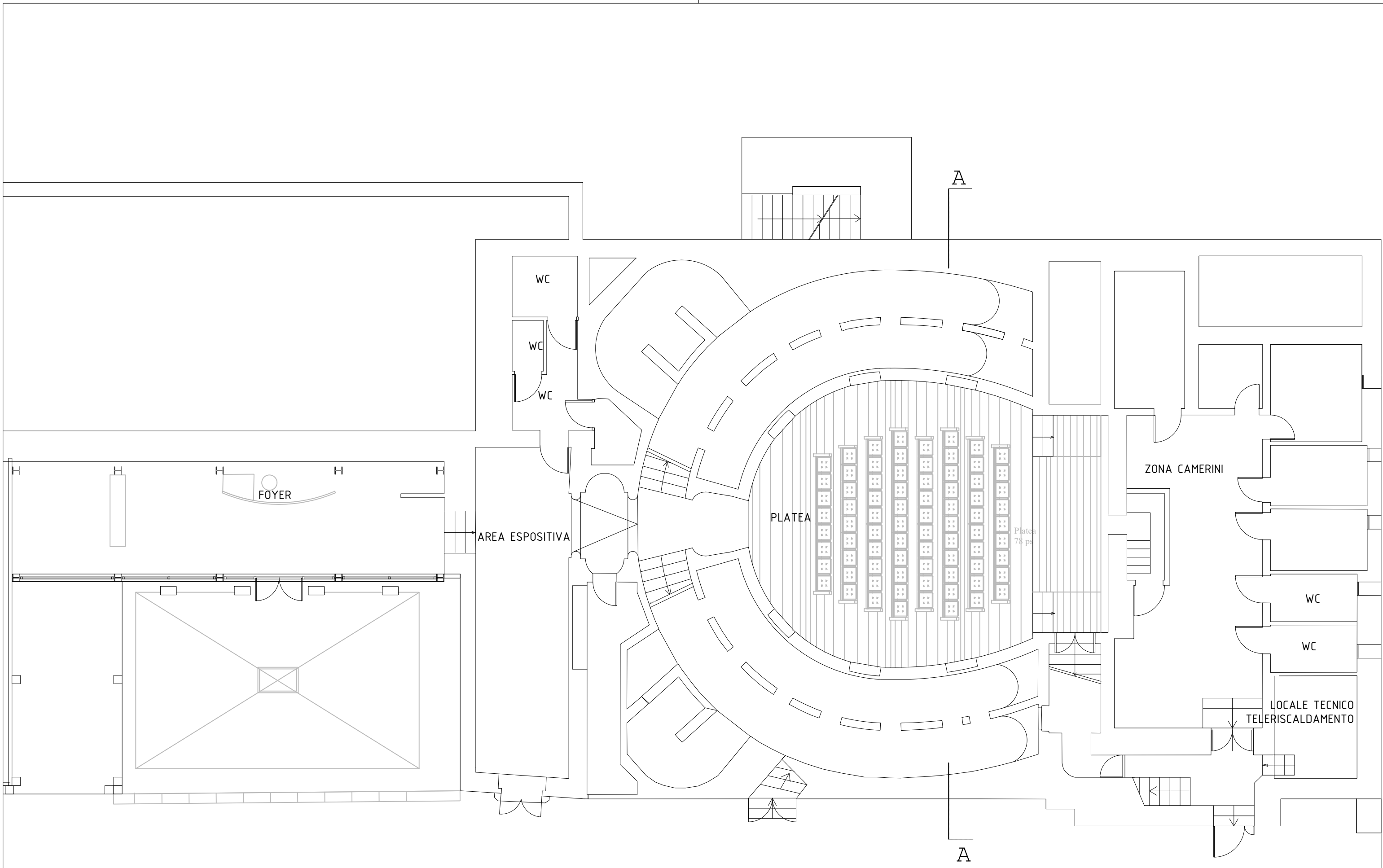
Promozione della ecoefficienza e  
riduzione dei consumi energetici nelle  
sale teatrali e nei cinema, da  
finanziare nell'ambito del PNRR

Ing Sara Zanardini  
Arch. Alberto Chialva

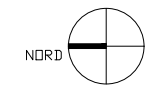
Diagnosi energetica

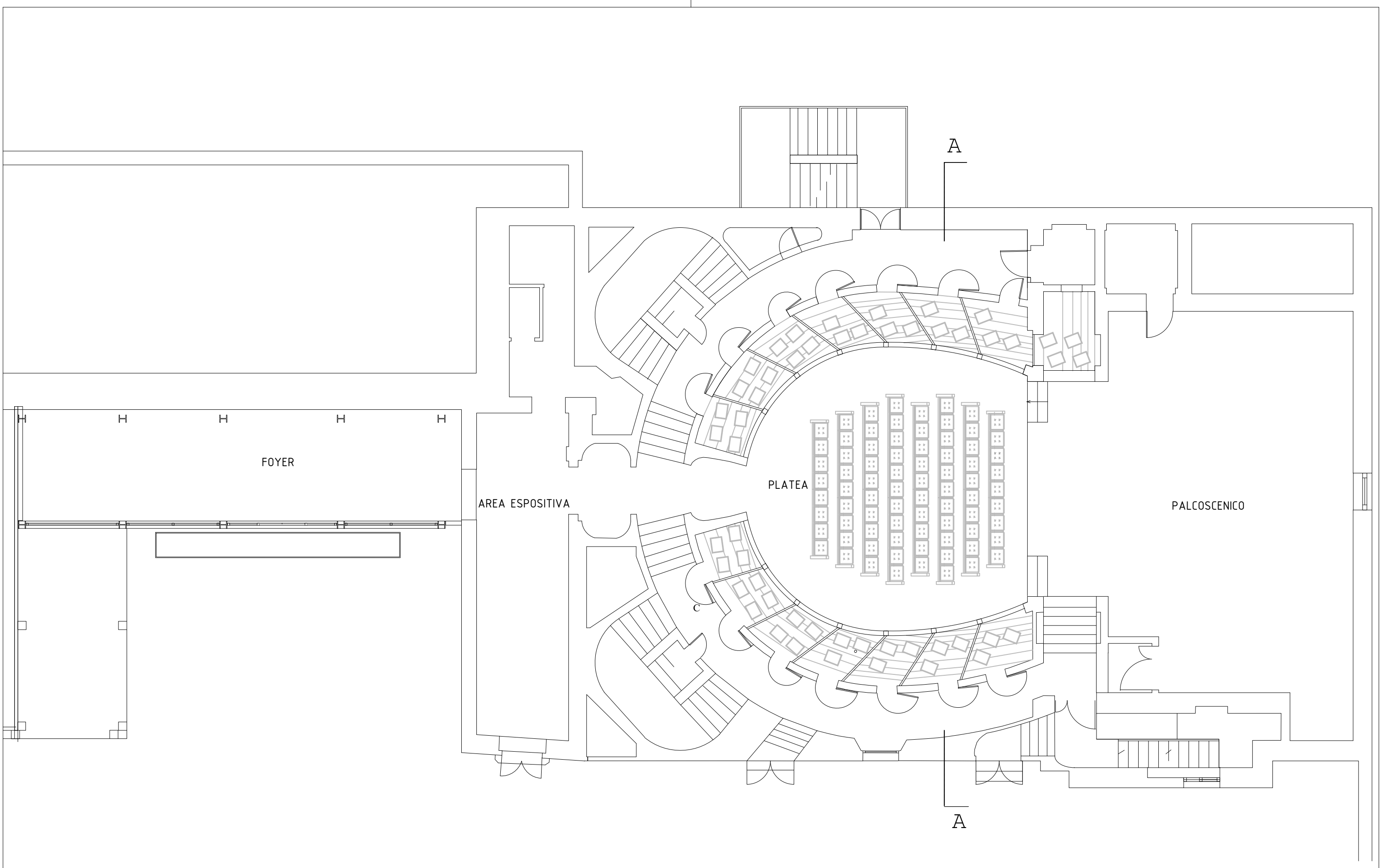
## **Allegati**

- Planimetrie dello stato di fatto



STATO IN PROGETTO - PRIMO LIVELLO - SCALA 1:100





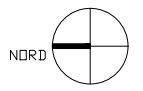
FOYER

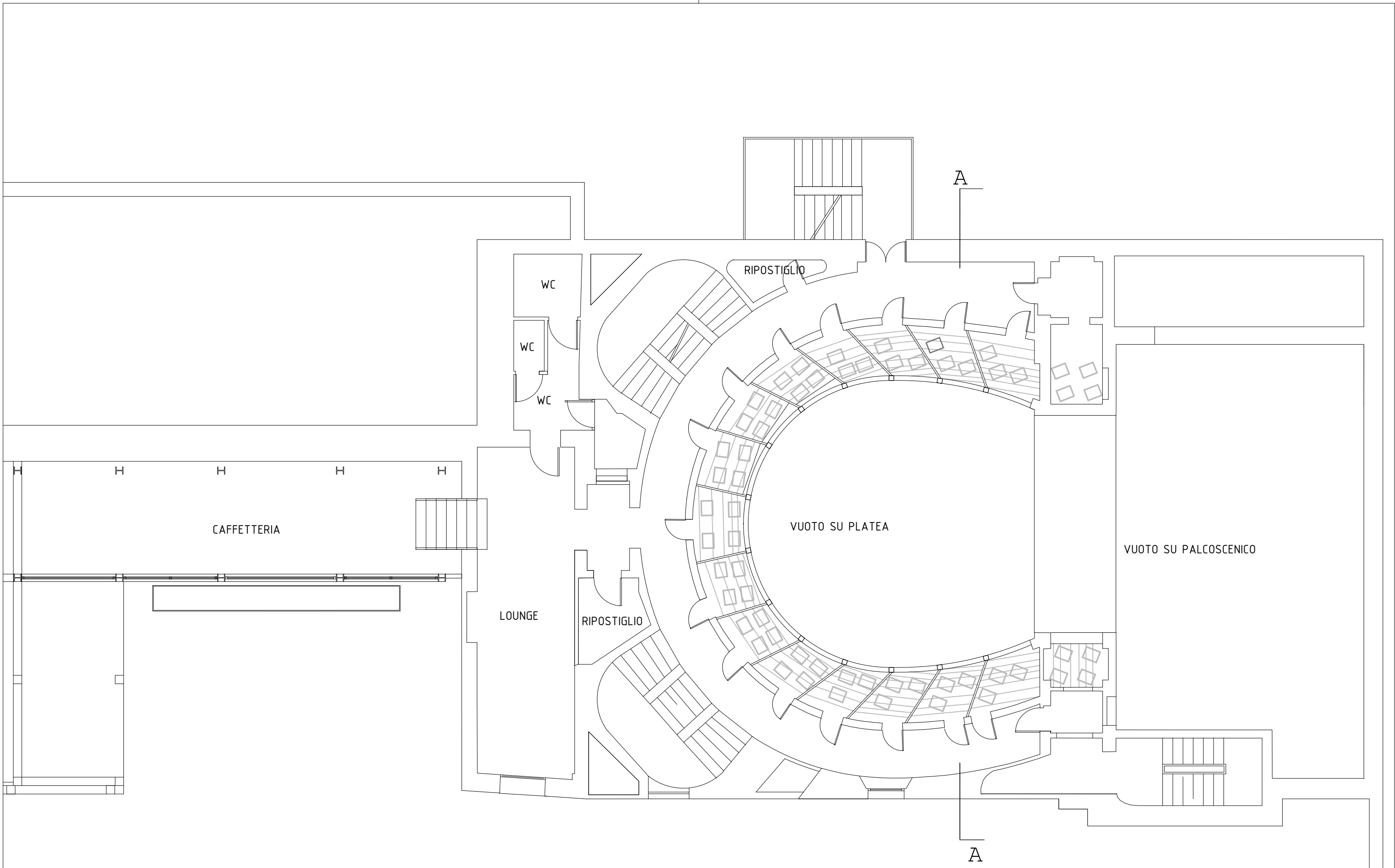
AREA ESPOSITIVA

PLATEA

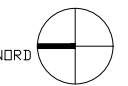
PALCOSCENICO

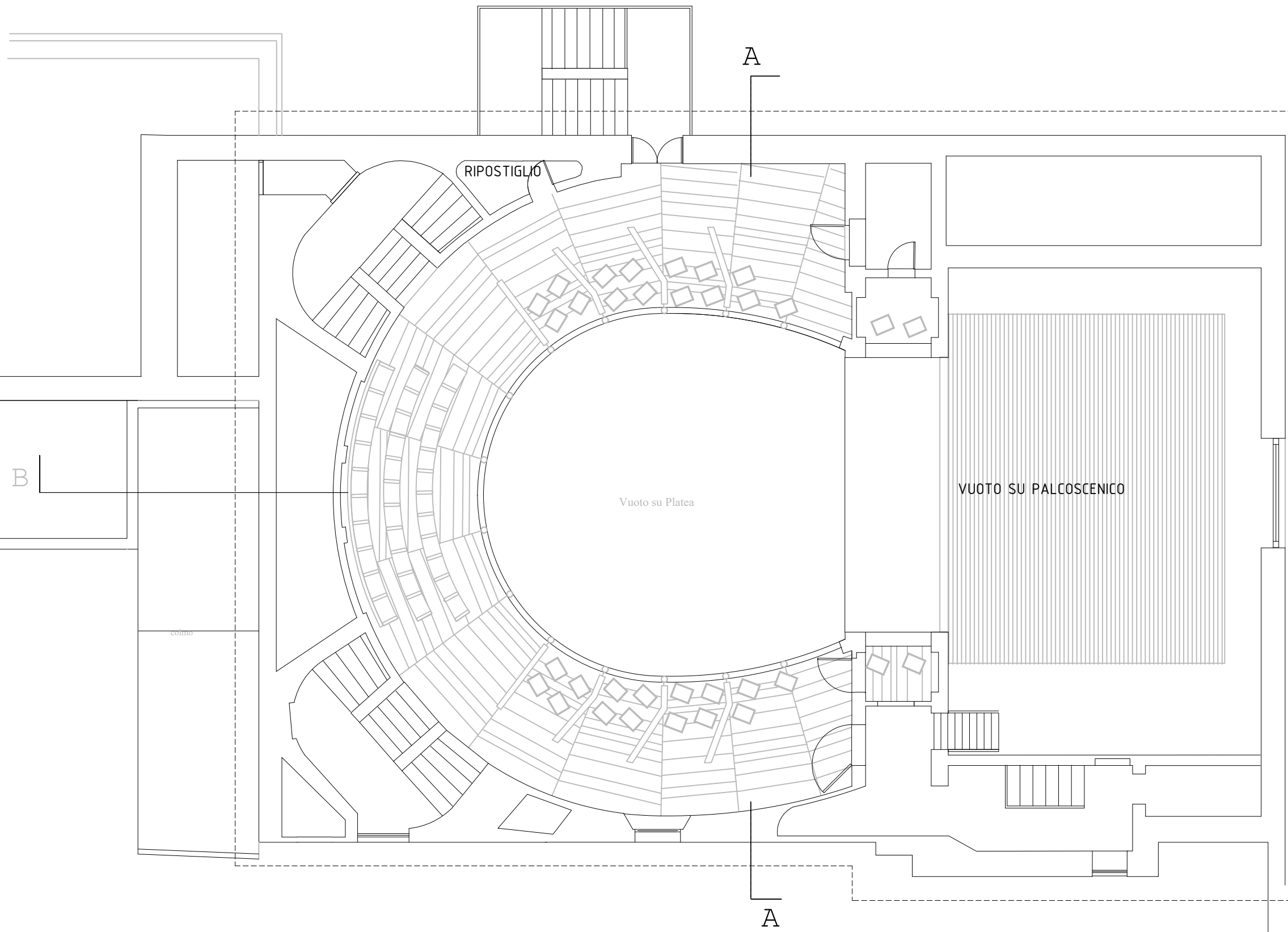
STATO IN PROGETTO - SECONDO LIVELLO - SCALA 1:100





STATO IN PROGETTO - TERZO LIVELLO - SCALA 1:100





STATO IN PROGETTO - QUARTO LIVELLO - SCALA 1:100

