

Music therapy: innovative strategies and solutions for a multidisciplinary approach to design spaces with high acoustic performances

Diletta Romagnolo¹, Angelo Bertolazzi¹, Giorgio Croatto¹, Eleonora Strada¹, Umberto Turrini^{1,*}

¹ Department of Civil, Environmental and Architectural Engineering, University of Padova, Via Marzolo, 9, 35131 Padova, Italy; angelo.bertolazzi@unipd.it, giorgio.croatto@unipd.it, umberto.turrini@unipd.it

* corresponding author

Keywords

Music Therapy, modular solution, nZEB, sound absorption, variable absorption

Abstract

The paper presents the first research results concerning the identification of innovative building design solutions for the performance of Music Therapy, by the use of both modular nZEB (Nearly Zero Energy Building) technology and a specific variable absorption acoustic design. To date, both in Italy and abroad, spaces for Music Therapy are configured as inadequate environments, since they lack specific acoustic properties. The final effectiveness of the therapeutic treatment, carried out on fragile subjects, is undermined by the fact that such spaces are mainly improvised or not specifically designed for this activity. To respond to these critical issues, various modular building solutions with specific functions (therapeutic and administrative) have been evaluated. On these solutions, especially on the therapy rooms, acoustic assessments have been carried out using variable absorption acoustic design specifically tailored to the type, position and movement of corrective sound furniture and to the various sound sources in the environment. These assessments have proven to be of fundamental importance to ensure an effective dialogue between the different needs of patients and professionals.

1. Introduction

The paper presents the first results of an ongoing research in the ICEA Department of the University of Padua, that aims to improve the performance of the spaces for Music Therapy. The research focuses on the design of such spaces thought a critical analysis of the shortcomings and by proposing innovative solutions to resolve them. It is important to underline the role of Music Therapy related to the health: it improves indeed physical and psychological well-being, reduces stress, expands cognitive abilities. However, especially, it alleviates and treats the discomforts related to chronic or terminal diseases, to facilitate motor, emotional and social re-education, by allowing people with serious neurological deficiencies to establish alternative communication channels to verbal ones. So, it is necessary that architecture considers these specific performance objectives, to guarantee an effective final therapeutic action.

The research allowed the identification of new strategies and systems for the creation of

environments suitable for fragile patients within the Music Therapy issue. The specific goal was to design acoustically performing spaces through the implementation of «variable absorption» acoustic design, to adapt to all the specific needs related to both pathologies and sound sources. This approach aimed to identify innovative building modules for Music Therapy, by using nZEB (Nearly Zero Energy Building) technology and a specific variable absorption acoustic design. The first step was the involvement of the professionals through a survey (online questionnaires, telephone and in-person interviews and visits to the workplaces). This was strictly necessary since the need to identify the effective and real critical issues and, therefore, the related needs of therapy environments use, to a better definition of their technical-design features.

The survey on an Italian music therapists' sample was also necessary to describe the Italian state of the art, and it is the topic of the first part of the paper. The survey is essential since the lack of significant data and research in the literature on the characteristics of the environments for therapy sessions topic. The critical analysis of the state of the art, underlined how the main problem is the space-quality inadequacy of these places, related to the specific needs of therapists and patients. At same time it was fundamental to identify the essential data as the basis of the research (i.e. the people to be addressed the Music Therapy is addressed, the methods to apply it, the elements to be put inside the room).

The following section outlines the research goals: the general one consists in solving the critical issues found throughout the national territory, by defining criteria to be able to design buildings specifically suited for Music Therapy. Since this therapy addresses a wide spectrum of conditions, both pathological and non-pathological, it was necessary to propose versatile, modular and calibrated solutions based on the specific patients' needs, relating to the complex problems that make them fragile subjects within society. Specifically, it was then proven essential to ensure a high acoustic performance of music therapy rooms.

The third section concerns the methodological approach, describing how a survey was used to collect statistical data to define technical-design criteria, and how the «variable absorption» acoustic design created specific spaces adaptable to all the different and multiple needs of professionals and patients in relation to the pathology.

The fourth section presents the results of the research about the identification of a modular construction system composed of several units with different functions: an «Individual Therapy Module», a «Group Therapy Module» and a «Service Module». The first two accommodate functions specific to Music Therapy, together with all the necessary accessory environments. The third one is used instead for administrative functions.

The solutions identified respond, first of all, to the need to have spaces dedicated exclusively to therapy, by distinguishing between the «Services» and «Therapy» modules. The latter has its own specific identity and is recognizable by patients, spatially and figuratively, as a safe place for free expression.

The buildings features (dimensional, functional, layout, etc.) emerged from the investigations carried out with professionals, based on the specific psycho-physical conditions of the patients. The necessary attention to be paid to the rooms for the Music Therapy sessions has led to a specific design of these spaces, from formal, functional, and thermo-hygrometric comfort perspectives, and especially from acoustic comfort and quality perspectives, with a following study of the placement of elements made of sound-absorbing materials specifically designed for this purpose. Thanks to specific systems on guide for the movement of these, it has been possible to define multiple acoustic-spatial configurations according to the different active sound source (musical or vocal), making the rooms of Music therapy acoustically designed with «variable absorption».

Finally, the methodology application and the design solutions are verified in a real case study, the former "Ospedale Casa della Salute" in Schio, (Vicenza). The structure does not have specific rooms for Music Therapy and it was therefore the right occasion to validate the research by inserting some experimental modules within the building in compliance with the existing plants to optimize solar exposure and visual points. This case study tested and demonstrated the specific and innovative characteristics of the solutions identified in terms of size, functionality, materials, construction and movement, and finally reversibility.

2. State of the art

Although Music Therapy is a fairly recent discipline and profession, born in the 20th century, the idea that music could bring benefits to people dates back to around 3000 BC, when shamans produced rhythmic melodies to heal the sick (Aquino, 2017). In ancient times there was a belief in a sort of “spiritual power” related to the music strongly linked to religious beliefs. Today the science is used and neurological processes are investigated to find an objective explanation for the changes induced by musical experiences.

In Music Therapy, the therapist, using musical experiences and the relationships that develop through them, aims to enhance and restore the patient's functionality, for an improvement in the quality of life. The areas of application are preventive, rehabilitative and therapeutic, and nowadays Music Therapy is carried out in many structures (i.e. schools, health facilities, day and social centres, etc.). The pathologies treated are indeed many: from motor and sensory deficits, to psychic, neurological and developmental disorders, to social and relational emotional problems. The therapy is carried out with an active or passive approach, individually or in groups, using different methods, international and national.

Music Therapy is clearly a very complex field, due to the variety of patients treated and structures involved, methods, approaches and operational tools used. Therefore, to design adequate spaces we must consider all these aspects. As anticipated, to evaluate them were necessary both a review on the Music Therapy topic literature and a survey on a sample of professionals.

2.1. The Background: critical review of the literature

The analysis of the specific reference literature has highlighted the scarcity of information relating to spaces for Music Therapy. These are purely qualitative and lack specific analyses that consider the multiple parameters for the design process. Furthermore, the indications provided remain generic and abstract, without the support of concrete examples, which highlights how currently in Italy there is a lack of specific design criteria and effective solutions for therapy environments.

The Music Therapy room is described as an environment that must be stimulating for exploration and learning, safe, stable, private, well-defined and therefore recognizable, free in the choice of times, spaces and tools to be used (Scardovelli & Cremaschi Trovesi, 2005). Therefore, much attention is paid to the psychological nature of the environment, certainly an important aspect for the treatment, but which must not exclude the technical-functional one, equally fundamental and a requirement for achieving the therapeutic objectives.

At a dimensional level, only the generic indication of foreseeing «average dimensions»¹ is found (Postacchini et al., 2014), data that is not sufficient for the definition of design parameters, since it is not geometric and not correlated to the number of people present in the environment or to the pathological condition of the patient.

Other indications provided highlight the need for good acoustic insulation, both from and to the outside, achievable by placing the therapy room in non-chaotic areas and using, for example, sound-absorbing panels, specific doors and windows, etc. (Benenzon et al., 1997). However, the music therapy room requires specific attention in acoustic design, with a study of the type and placement of materials based on the active sound sources. Therefore, the generic indications provided in the literature are not sufficient, but an in-depth analysis is necessary, which will be illustrated later.

Other suggestions concern the use of wood, on the floor (floating) and/or on the wall, to provide surfaces to sense sound vibrations, the recessing of the wardrobes to avoid unsafe protrusions, the attention to environmental hygiene and the presence of adjacent services (Benenzon et al., 1997). These are certainly useful data to consider when designing a music therapy environment, but they must be integrated.

¹ By «average dimensions» we mean neither too large to avoid a dispersive and isolating climate for certain patients, nor too small to allow group activities and free movement (Postacchini et al., 2014; Benenzon et al., 1997).

The literature reports some examples of music therapy interventions and, regarding the environment, they mainly provide information on the arrangement of the furniture and instruments based on the pathology and the specific characteristics of the patient. The cases identified concern limited experiences of specific interventions calibrated on the subjects treated, and therefore do not provide generally applicable indications.

We can cite limited experiments in individual therapy (Demaestri & Manarolo, 2000; Manarolo, 2009) characterized by the presence of a few pieces of furniture and a piano placed at the perimeter, and by musical instruments that can be arranged differently within the room, to accommodate the patient's motor and exploratory tendencies. The instruments can be positioned in the centre of the room (Figure 1a), in a corner opposite the piano (Figure 1b) or on the perimeter (Figure 2a).

In cases of group therapy, the arrangement of the instruments is often found in the centre of the room, and the seats around it (Bonardi, 2007) (Figure 2b).

From the analysis of the experiences presented in the literature, we can deduce the importance of having a free and essential space, modifiable according to specific needs.

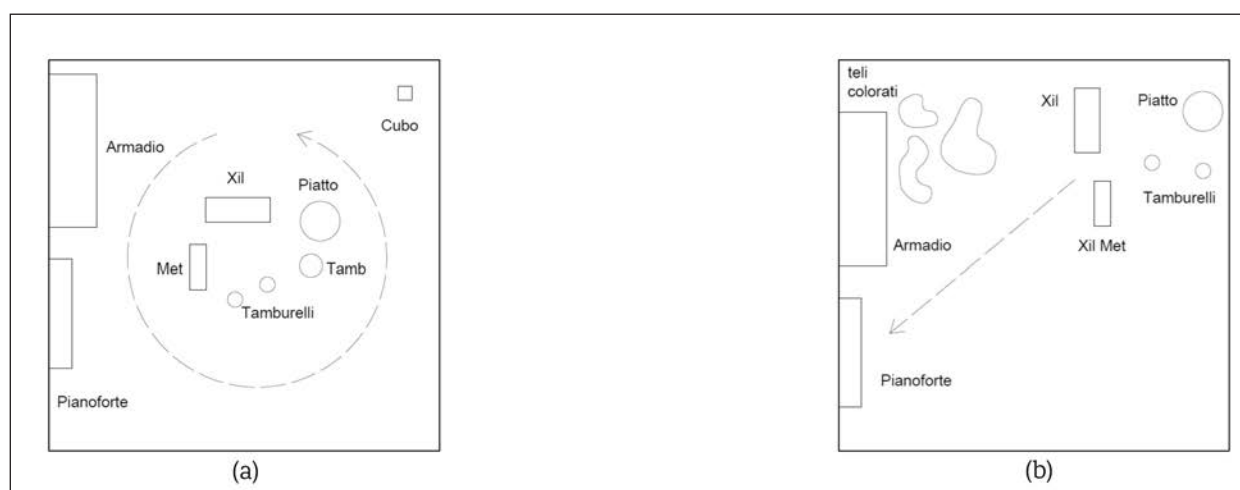


Figure 1. (a) Layout diagram of an individual music therapy room, with musical instruments in the centre to accommodate the hyperactive patient's tendency to run in circles, in order to translate the expressive body channel into a sound/musical one (from Demaestri & Manarolo, 2000); (b) Layout diagram of an individual music therapy room, with musical instruments in the opposite corner of the piano to accommodate the exploration methods of an autistic subject (from Demaestri & Manarolo, 2000).

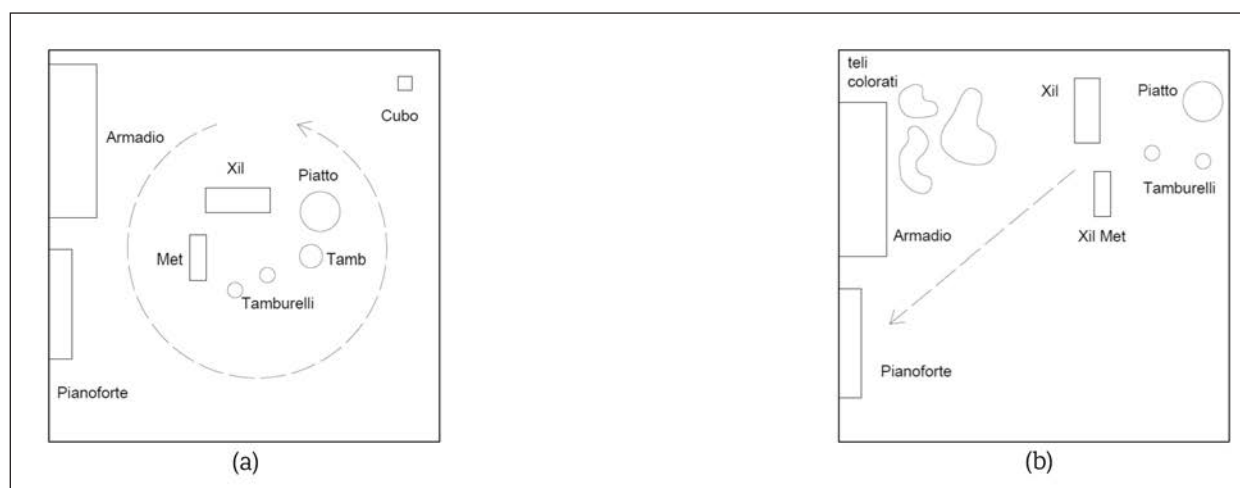


Figure 2. (a) Layout diagram of an individual music therapy room, with musical instruments placed around the perimeter to support the patient's tendency to explore the environment by coming into contact with the walls (from Demaestri & Manarolo, 2000); (b) layout diagram of a group music therapy room, with musical instruments placed in the centre of the room, with seats around to define and circumscribe the relational sound-musical space (from Bonardi, 2007).

2.2. The Survey: the dialogue with the professionals

The lack of attention to the technical-design elements of therapy rooms normally made available to professionals was verified thanks to a specific survey involving a sample of Italian professionals. In this paragraph, the part relating to the state of the art is illustrated, while in paragraph 4.1 the part of the methodology followed.

First of all, it emerged that only about 18% of music therapists work in a dedicated private studio, while the remaining 82% use spaces provided by hosting structures (both public and private), which must be readapted for the new function, having been designed for a different intended use. It follows that most of the Music Therapy rooms used today are not specifically designed, and therefore have functional limitations, which make it difficult to satisfy the multiple needs of patients and professionals. However, even private studios must readapt existing spaces, often being created within the same home of the professionals. In Italy, there are no examples of newly built and specifically designed Music Therapy studios or centres. This, according to the music therapists interviewed, represents a serious shortcoming, since it limits the achievement of therapeutic objectives and the stimulus to research in this disciplinary field (Ezzu & Messaglia, 2017).

Another problem that emerged is that professionals have in almost all cases only one room available to carry out individual and group treatments, which instead require different spatial dimensions. The aforementioned prescription of «average dimensions» (Postacchini et al., 2014) is certainly a simplification due to the current situation, but music therapists indicate that it is preferable and optimal to have two rooms of different sizes for individual or group sessions, calibrated to the needs of patients (orientation, safety and freedom of movement). Currently there is no evidence of this need.

The importance of sound insulation² in the therapy room has emerged, yet it is currently insufficient in 80% of cases, where acoustic disturbances due to external noise are present. Professionals emphasize the importance of environmental acoustic quality, but also report that the rooms provided to them do not have specific acoustic devices related to the activities to be carried out and the types of musical instruments used. Sometimes, sound-absorbing panels are present which, free-positioned and fixed, whose properties are not specifically studied, so they're insufficient and inadequate.

Moreover, the host facilities often do not provide other service spaces linked with the therapy room (i.e. storage rooms for instruments or therapist's office). The survey underlined that 60% of the professionals interviewed must carry their personal instruments with them every day, due to a lack of both materials provided by the facility and dedicated storage spaces. This is not only an inconvenience but also a limit to the possibility of using some kind of heavy and bulky instruments, therefore difficult to transport daily/frequently. Furthermore, 70% of therapists do not have a dedicated office to compile systematically and collect the patients' documentation, and to receiving the guardians who accompany the patient if necessary.

3. Research goals

Following the literature analysis, which highlighted the dimensional, functional and acoustic inadequacy of the spaces currently used by therapists, the research aimed to resolve these lacks by setting itself several goals.

First of all, there is the need to provide places specifically designed for Music Therapy, excluding the use of not-suited spaces in pre-existing buildings. This is fundamental to meet the specific needs of patients and therapists. It is essential to design a dedicated and exclusive environment, which in addition to the room for sessions has reserved accessory spaces. Furthermore, separate therapy rooms must be provided for individual and group treatment, with

² Sound insulation is the set of interventions to limit sounds coming from an adjacent environment, internal or external (Butera, 1975).

specific dimensional and layout parameters, defined on the basis of the subjects involved (number of people present at the same time, pathologies involved, etc.). Furthermore, these environments must be easily integrated with the structures that currently offer these treatments, in order to preserve and enhance the service.

A fundamental aspect is the in-depth study of the environmental acoustics. In Music Therapy indeed, both the maximization of the sound quality produced by musical instruments and the voice, and the noise isolation from adjacent rooms or the outside, are particularly significant for the treatment effectiveness. This is to avoid distracting the patients and the loss of acoustic information, and to ensure freedom of expression within the environment.

This led to the need to make therapy rooms acoustically efficient spaces, adaptable to different requirements (Benenzon et al., 1997; Postacchini et al., 2014), focusing on both sound insulation and sound absorption³: the former, as mentioned earlier, is necessary to avoid compromising the activities carried out inside the therapy room; the latter is important to prevent acoustic dispersion or excessively high sound intensities (Postacchini et al., 2014), which could lead to distractions or communication difficulties (Benenzon et al., 1997). Furthermore, it is essential that the room adjusts its sound absorption capacity to maximize acoustic quality in every situation, regardless of the sound source present. The ultimate goal is to identify innovative modular building solutions for the performance of Music Therapy, using both nZEB modular construction techniques and a specific acoustic design with variable absorption. To this end, thanks to the skills of the research group and the specific survey, it was possible to identify spatial, environmental and technological requirements to define the missing performance requirements framework. Design and technological solutions were proposed and then validated on a real case study, based on the critical analyses of the results achieved and the specific needs related to the patients' pathologies.

4. The integrated methodological approach

4.1. Data collection: design parameters setting

Since the lack of information on the technical requirements of a Music Therapy environment, the participation of professionals in the definition of the need's framework, which took place through the same specific survey cited in paragraph 2.2. The survey involved a sample of Italian professionals, providing fundamental data for the definition of design criteria for innovative and specific spaces for music therapy. The approach implemented considered the participation of music therapists as essential in the process of identifying the requirements for the design of specific therapeutic spaces, as the best experts on the real needs of patients in relation to their pathologies.

The survey was structured in several sections, regarding the different aspects of design interest, such as: Music Therapy treatments and methods, types of patients, room dimensions, locations/structures involved, instrumentation, furnishings, lighting; materials, colours, serving spaces, natural elements, thermal and acoustic comfort.

Each question was structured in two parts (the current and the ideal condition), to have the today National situation, but also – and above – all to define the real needs of professionals and therefore the design parameters of the Music Therapy environments, fundamental to integrate the data resulting from the critical analysis of the literature and to resolve the critical issues encountered.

4.2. The acoustic analyses

The highlighted importance of environmental acoustics in the music therapy room led to the need to study both sound insulation and sound absorption, defining the acoustic parameters for

³ Sound absorption, also called "acoustic correction", is the set of techniques designed to improve the acoustic comfort of a room, its internal acoustics (Butera, 1975).

performance control and the calculation methods for verifying their values. From these, the geometric requirements of the room and the materials to be used were then determined.

Sound insulation was analysed considering the sound insulation rating index R_w ⁴, using a specific software, Insul⁵. To examine sound absorption, important to ensure the environmental acoustic quality, an initial study was made, which was focused on the relationship between potential «acoustic defects»⁶ (Lazzarin & Strada, 2007) and the dimensions and shape of the room. Then the parameters that describe the sound field of an enclosed space were analysed, such as reverberation time τ_{60} ⁷, sound pressure level⁸, clarity indices C50 and C80⁹, critical distance¹⁰, and intelligibility represented by STI¹¹ (Lazzarin & Strada, 2007; Butera, 1975).

The first reference parameter was the reverberation time. It should be noted that in Music Therapy there are various potentially active sound sources within the environment: a wide and varied range of musical instruments¹² (Postacchini et al., 2014), stereo recording and playback systems, or the voice (speech or singing) (Manarolo, 2020). Optimal τ_{60} values at 2000 Hz differ depending on the sound sources present, such as percussion, piano, solo and choral singing, wind instruments, strings, and guitar (Gazzetta Ufficiale, 2008).

To achieve high acoustic performance within the Music Therapy room for each category of sound source used, it was necessary to implement a «variable absorption» acoustic design¹³ (Lazzarin & Strada, 2007; Butera, 1975). The process began by selecting and designing panel elements with specific absorption properties, followed by studying their movement in the space to generate specific acoustic configurations.

The compliance with the optimal value ranges of the parameters under analysis for these layouts was verified using a specific software, EASE 4.4¹⁴, which allowed to create three-dimensional models of the therapy rooms, by associating the modelled elements with materials with the respective absorption properties, and by placing specific loudspeakers¹⁵ to simulate the presence of various sound sources used in Music Therapy.

⁴ The sound insulation rating index, R_w , defines the acoustic isolation performance of the separating element between two rooms. It is measured in decibels (dB) (UNI, 2024; UNI, 2017).

⁵ Insul is a program for predicting the sound insulation of walls, floors, ceilings and windows. It can be used to estimate the sound transmission loss (TL) and sound transmission class (STC), for noise insulation calculations, or for designing partitions. Insul is useful for rapidly evaluating new materials or systems, or for studying the effects of changes made to existing projects (Marshall Day Acoustics, 2017).

⁶ Acoustic defects include echo, close echo, flutter, distortion, acoustic shadows, concentrations, resonance effects. (Lazzarin & Strada, 2007).

⁷ The reverberation time, τ_{60} , is related to the progressive loss of energy of reflected sound waves after the sound source has stopped. An excessive time causes the masking of speech syllables or the blend of musical notes, while a too-short period results in the sound intensity not being sufficiently reinforced. It is measured in seconds [s]. (Lazzarin & Strada, 2007; Butera, 1975).

⁸ The sound pressure level provides an indication of the quality of the sound field, measuring the actual auditory perception of the listener, as the human ear does not respond linearly to sound pressure. As regards the direct waves, the «Direct Sound Pressure Level» is defined, while as regards the total sound field, the «Total Sound Pressure Level» ($L_{p_{TOT}}$) is defined. These levels are measured in decibels [dB]. (Lazzarin & Strada, 2007; Butera, 1975).

⁹ The parameters used to control clarity are the Speech Clarity Index (C50) and the Musical Clarity Index (C80). They indicate if differences, respectively between voices or between multiple notes played simultaneously or in quick succession, are distinctly perceived. They are measured in decibels [dB]. (Lazzarin & Strada, 2007; Butera, 1975).

¹⁰ The critical distance, D_c , defines the area within a room where the direct sound field predominates. It is useful for determining the placement of sound-absorbing elements. It is measured in meters [m]. (Lazzarin & Strada, 2007; Butera, 1975).

¹¹ Intelligibility refers to the ability to perceive the informational content within the sound field. For an evaluation specifically related to speech, the Speech Transmission Index (STI) is primarily used. It is measured on a scale from 0 to 1, where higher values indicate better intelligibility. (Lazzarin & Strada, 2007; Butera, 1975).

¹² In the survey, therapists reported using chordophones (93%), membranophones and idiophones (90%), electrophones (78%), and aerophones (58%).

¹³ «Variable absorption» design consists in creating a space that can change its sound absorption properties according to specific needs. This approach involves the study of specific acoustic elements, whose position can be changed within the environment. (Lazzarin & Strada, 2007; Butera, 1975).

¹⁴ The EASE 4.4 software, to assess the acoustic and electro-acoustic properties of an environment, applies a hybrid calculation method (the calculation algorithms combine image-source methods with ray tracing techniques) and provides different types of acoustic simulations, prediction and analysis. The process considers both the characteristics of the room in question (geometry and materials) and of the sources (AFGM, 2023).

¹⁵ The loudspeakers are defined with properties of directivity, sensitivity, impedance, power and sound pressure level. (AFGM, 2023).

5. Results

5.1. Design criteria: the survey main output

From the critical analysis of the statistical results, the technical-design requirements for the Music Therapy room were obtained.

In detail, at a functional level, 90%, 92%, 80% and 87% of the interviewees respectively believe that a storage room for the instruments, a bathroom adjacent to and for the exclusive use of the therapy room, an office for the therapist, and a waiting room should be provided (Figure 3). Furthermore, 100% of them underlined the need to have two Music Therapy rooms differentiated for individual and group treatment. From the critical analysis of the statistical results, the technical-design requirements for the Music Therapy room were obtained.

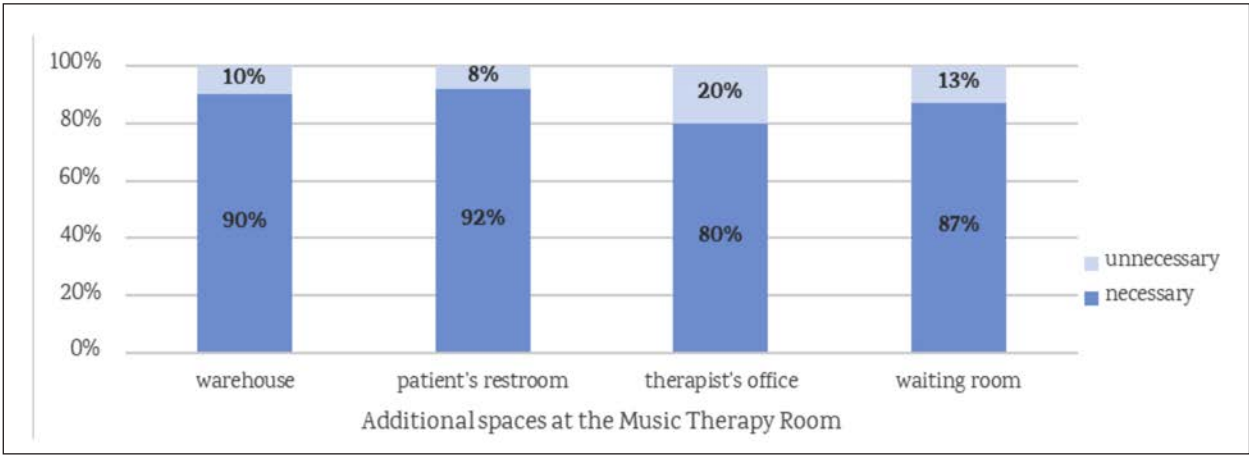


Figure 3. Diagram showing the percentage distribution of survey responses regarding the need or otherwise for second-level functional areas to the music therapy room, such as the storage room for instruments, the adjacent and exclusive-use toilet, the therapist’s office and the waiting room.

To evaluate the suitable size of the two environments, it was necessary to cross-reference the surface values with the number of people indicated¹⁶ as being present on average in a session: from two to five subjects for individual therapy, from four to fifteen for group therapy. The outcome of the evaluation is an individual music therapy room of 27 m² and a group music therapy room of 45 m².

To define the rooms’ layout, it was considered that – according to 92% of therapists – the furniture must be essential, that is, only the elements necessary for the session in progress must be present, which therefore vary according to the patients.

Most of the furniture (chairs, tables, rugs, paintings, etc.) and instruments must be therefore introduced when necessary, while only some are always present (i.e. armchairs, sofas and the piano) indicated by 82% of interviewees as necessary, preferably a grand or baby grand (60%).

Moreover, following the 82% of professionals, the position of these elements must be fixed to be a reference, and perimeter to allow the placement of other movable objects according to needs. Other results obtained concern the need to pay particular attention to the design of acoustic design and thermal design of the environment, which are indispensable respectively for 97% and 82% of interviewees (Figure 4).

¹⁶ The survey underlined that the people who can be present in a music therapy room, in addition to the patient(s) and the music therapist, are the co-therapist, the parent(s), or other social health figures (health worker, psychologist, neuropsychiatrist, speech therapist, psychomotor therapist, etc.).

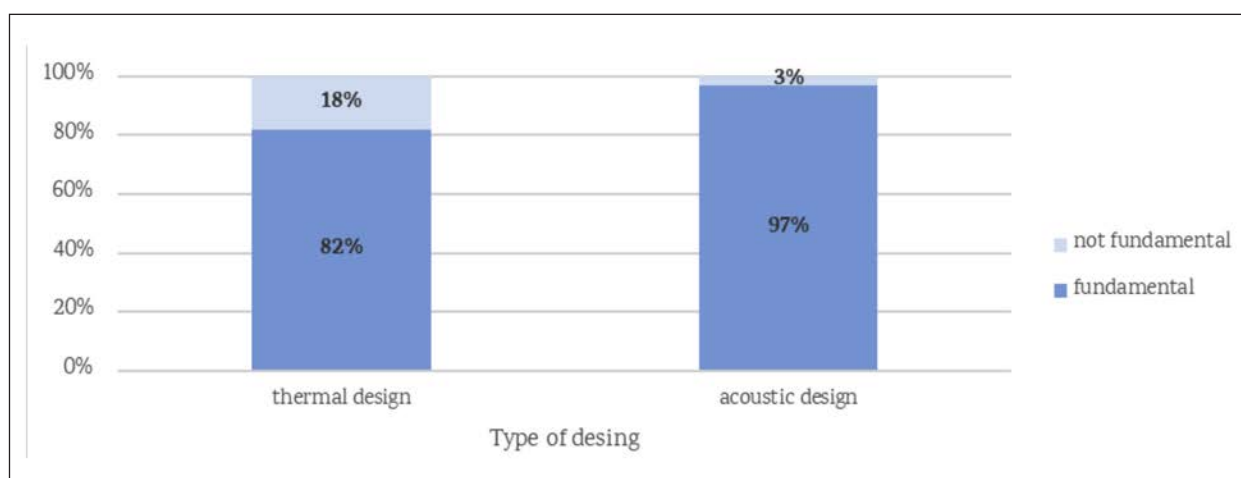


Figure 4. Diagram showing the percentage distribution of survey responses regarding the need or not for thermal and acoustic design of the Music Therapy room.

The importance of lighting must also be considered: it must be both artificial, with intensity (100%) and color (80%) adjustment, and clearly natural. The 75% of therapists consider the view of the outside useful, when it is not chaotic and therefore a cause of distraction.

The view of natural elements is particularly optimal (70%), as a factor of relaxation and temporal orientation. This is generally true, with the exception of certain specific categories of patients, which therefore make it necessary to provide adequate darkening systems.

5.2. Modular solutions

All the assessments made have led to the definition of further design criteria for Music Therapy structures, such as: modularity, aggregation, prefabrication, small size, accessibility, independence, high acoustic and thermal performance. Modular elements allow the creation of functional units of reduced size, for easy placement in various sites, and aggregation between them, to meet the different needs of potential clients. Prefabricated systems, combined with a completely dry construction, allow for a reduction in time and ease of installation, as well as any dismantling or relocation. The structures must be independent, both in terms of functionality and energy, to maintain themselves in operation. Finally, as already underlined, it is essential to guarantee high thermal and, above all, acoustic performance.

To achieve all the objectives, after evaluating different options, the most advantageous solution appeared to be to design three modules: two «Therapy Modules», one for individual treatment and one for group treatment, and a «Services Module», with an administrative function¹⁷.

It is necessary to differentiate between the «Therapy» and «Services» modules to meet the different needs of the facilities that currently offer music therapy treatment, since some already have an administrative part with a waiting room. The duplication of the «Therapy Module» is necessary since some music therapists and facilities perform only one type of treatment, individual or group. 55% of the survey sample indicated that they perform both services, while 25% work individually and the remaining 20% in groups. The three modular solutions allow us to meet the different needs of buyers, offering versatility and ensuring both the formal independence of the facilities and the possibility of aggregation. Even the small dimensions, 80 m² («Service Module»), 100 m² («Individual Therapy Module») and 170 m² («Group Therapy Module»), adhere to these principles, considering that the locations often have small adjacent areas.

¹⁷ From the survey conducted as part of the research, it emerged that the structures that currently perform Music Therapy in Italy are: hospitals, hospices, private health facilities, day and rehabilitation centres, retirement homes, RSA, RSD, private Music Therapy studios, schools of various levels, of music and Music Therapy, associations and cooperatives, social health centres, family homes and penitentiaries.

The «Therapy Modules» have all the functions necessary for carrying out the sessions: an entrance, a storage room/warehouse, the therapy room, separate toilets for patients and staff, an office for the therapist and a technical room. The linear distribution, placed on the perimeter, allows easy aggregation with the other structures, gives access to all the rooms, except the technical room and a bathroom, which must be for the exclusive use of patients (Figure 5). The Music Therapy room has a planimetric shape such that it does not have parallel opposite surfaces (both for the walls and for the floors), not allowing the formation of standing waves¹⁸. The few elements present in the room, such as the grand piano, a comfortable seat and acoustic panels of various types, placed on metal guides on the floor and walls, are placed around the perimeter to leave freedom in the arrangement of the activities.

The «Service Module» is a complementary structure, with the main function of waiting room with secretary. The modules have a simple layout shape, functionally optimized to easily adapt to various contexts.



Figure 5. (a) Functional layout of the Individual Therapy Module; (b) Functional planimetric representation of the Services Module; (c) Functional planimetric representation of the Group Therapy Module; (d) Functional legend for the plans of the three project modules.

By the constructive point of view (Figure 6), the use of “dry” techniques¹⁹ allows the use of prefabricated elements, simplifying and accelerating therefore the installation schedule. The

¹⁸ Standing waves are formed by the superposition of two periodic waves, the direct one and the reflected one, with the same frequency and that travel in opposite directions. Their formation can lead to an inhomogeneous sound field, with accentuated and prolonged sounds at certain frequencies, and with possible distortion phenomena (Butera, 1975).

¹⁹ Dry construction systems do not involve the use of water during the construction phases, but rather an assembly of the various components using mechanical joints and connections.

structure of the modules is made of laminated beams²⁰ and CLT panels²¹. The thermal and acoustic insulation performances are guaranteed by the use, in the perimeter walls of the modules and the therapy room, of two layers of rock wool, interposed between the wooden structure and of different densities. This solution allows a greater reduction of the sound pressure level at the various frequencies. The modules rest on prefabricated plinths, connected to the structure by adjustable metal supports, optimal for installation even in already built-up areas. The system also allows the buildings to be raised from the ground and therefore to provide additional protection against humidity. Internal thermal comfort is also achieved through the VMC²², which is based on a compact aggregate powered by a photovoltaic system, to ensure heating, cooling, air recirculation and production of domestic hot water (DHW).

All these measures to control the thermo-hygrometric properties guarantee the modules performances similar to those of an nZEB building²³.

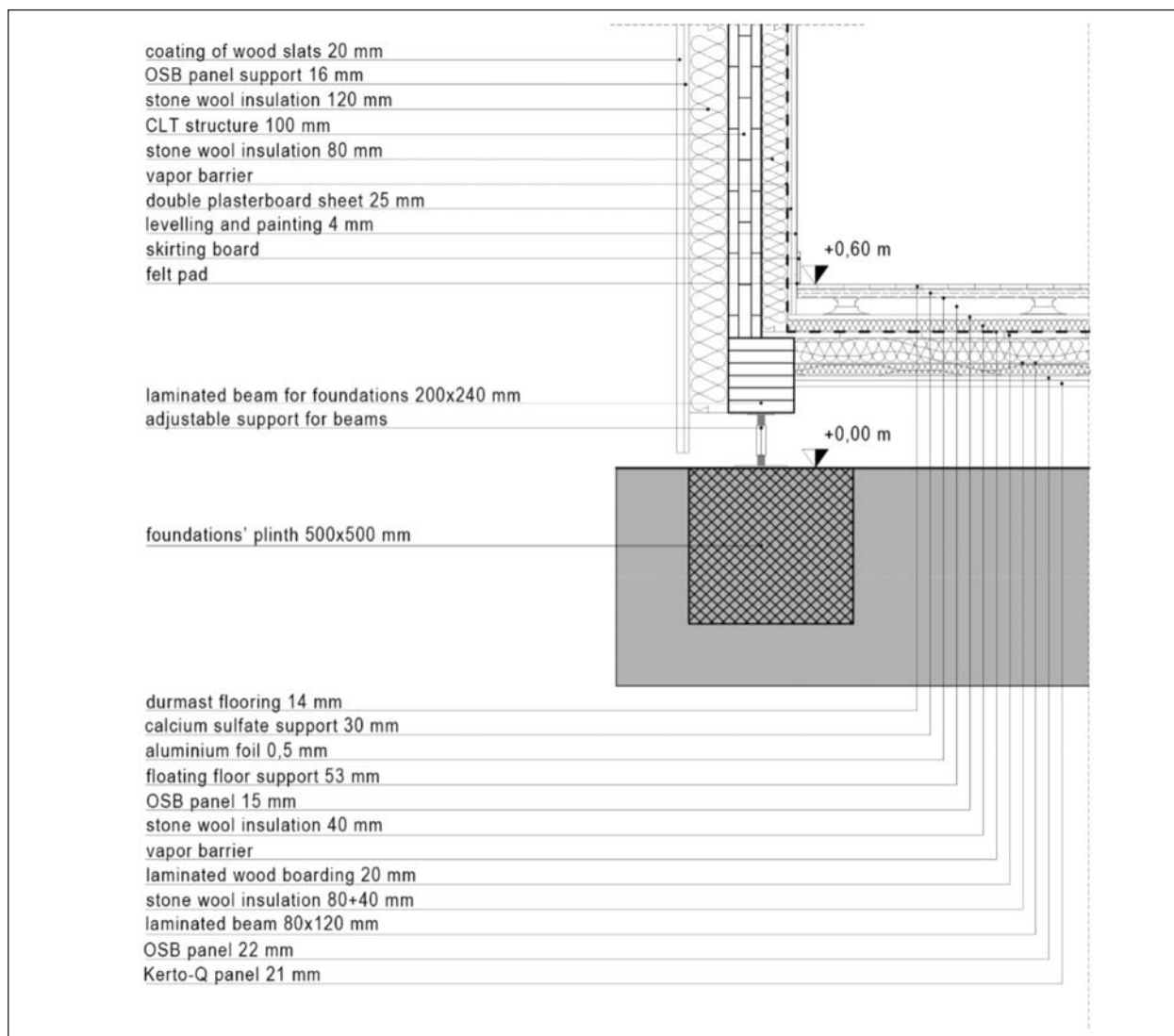


Figure 6. Construction detail of the foundation system, perimeter wall and internal distribution floor, sectioned.

²⁰ Laminated timber is a composite material, produced by joining "lamellae" (wooden planks) with opposing grains lengthwise using comb joints.

²¹ The CLT (Cross Laminated Timber) panel is made of solid wood with cross-laminated layers and glued with perpendicular fibres.

²² VMC (Controlled Mechanical Ventilation) is a system that produces a continuous flow of air between the internal and external environments, ensuring air recirculation in internal environments.

²³ An nZEB (Nearly Zero Energy Building) is a «building with very high energy performance in which the very low or almost zero energy requirement is covered to a significant extent by energy from renewable sources, produced on site» (Costanzo, 2019).

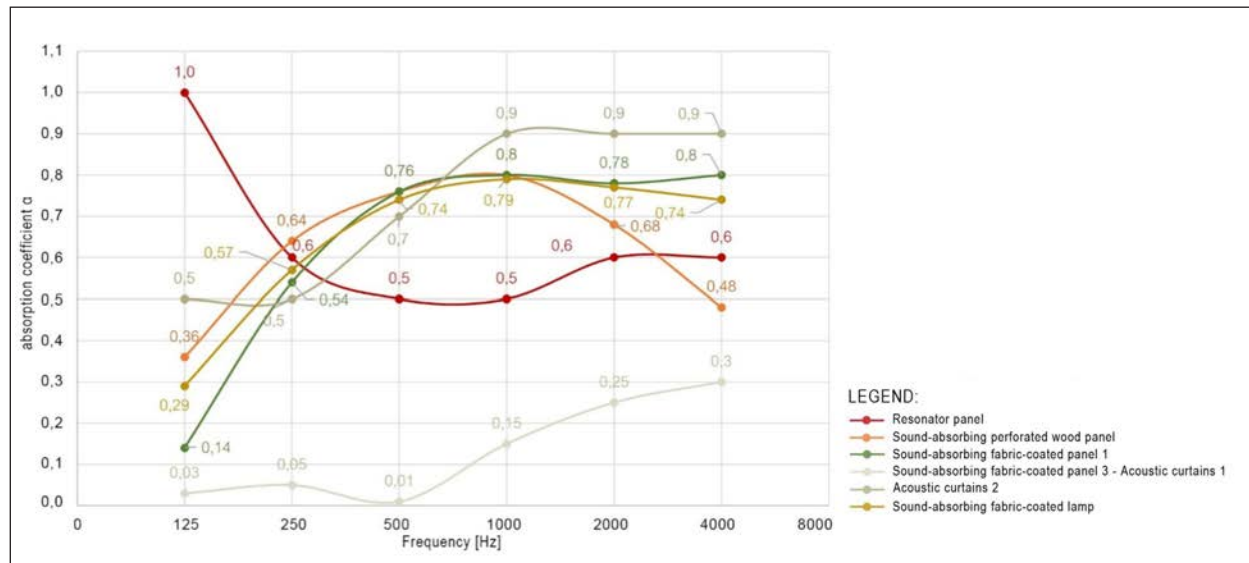


Figure 7. Graph of the absorption properties of the acoustic elements used for the optimization of the rooms.

Regarding the elements used for acoustic treatment of the therapy rooms, four types of panels, two types of curtains and a specific model of acoustic lamp were provided. Each one has different absorption properties (Figure 7), to optimize the room's response to sound waves across all frequencies and for all potentially active sound sources. Almost all the panels utilize a system of metal guide to overlap, creating six different acoustic-spatial configurations (three for the individual therapy room and three for the group therapy room), corresponding to the optimal τ_{60} values at 2000 Hz for the various sound sources (Gazzetta Ufficiale, 2008) (Figure 8).

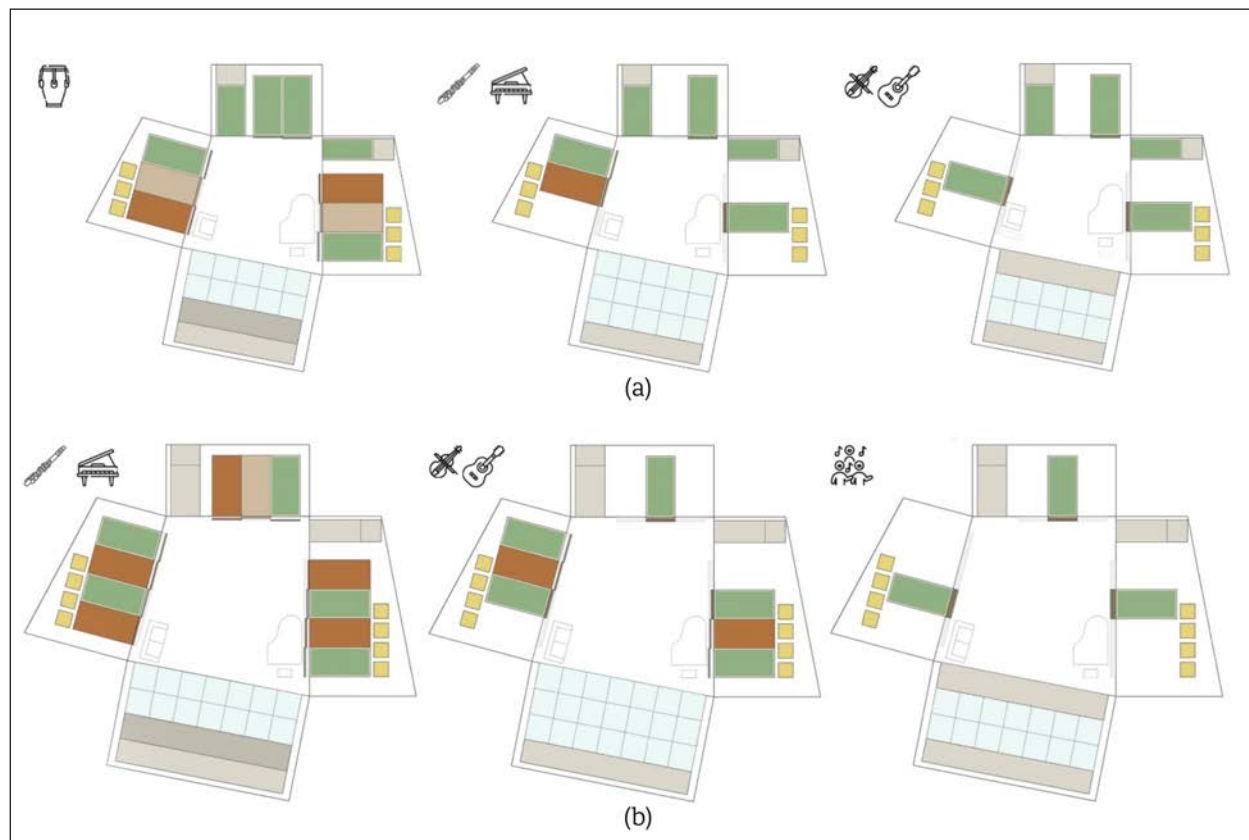


Figure 8. (a) Representation of the acoustic-spatial configurations of the individual therapy room; (b) Representation of the acoustic-spatial configurations of the group therapy room.

5.3. Verification of design solutions: acoustic analyses of the therapy rooms.

As previously mentioned, the acoustic analyses were concentrated on the most important spaces: the Music Therapy rooms, for which an adequate sound insulation of the peripheric building elements was guaranteed. In fact, the sound insulation power of the walls of the therapy rooms is estimated to be $R_w=64$ dB, using the software *Insul* (Figure 9).

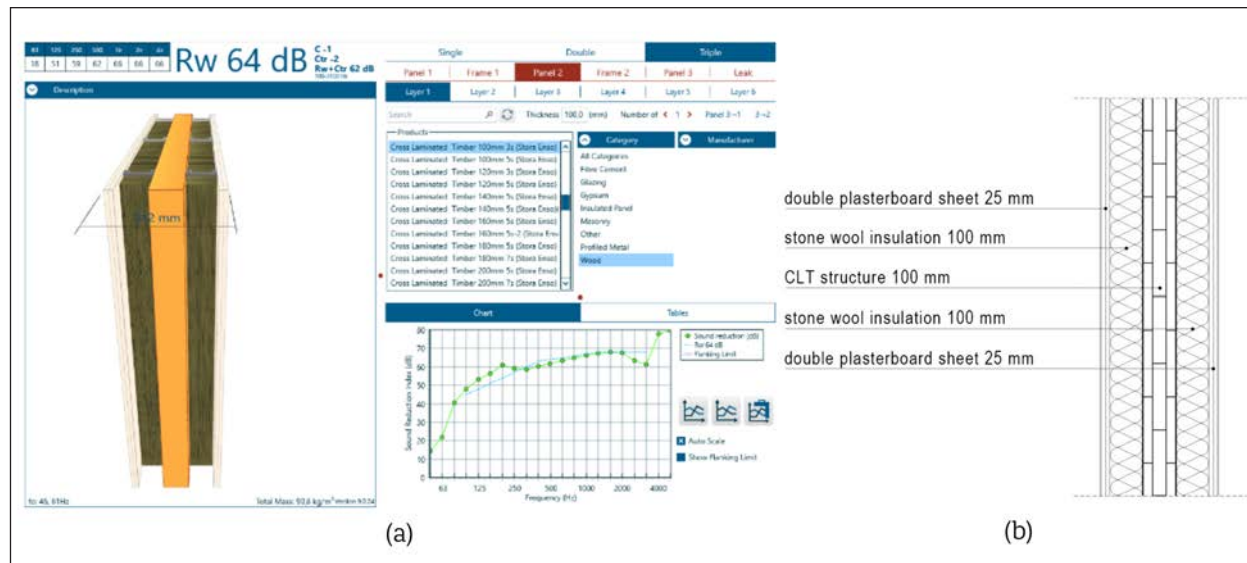


Figure 9. (a) Stratigraphy of the perimeter walls of the Music Therapy rooms, for which acoustic insulation was verified; (b) Screenshot of the Insul software with the results in terms of R_w for the inserted stratigraphy.

The acoustic quality of the environment is primarily controlled by the evaluation of the reverberation time τ_{60} . Before the introduction of specific sound-absorbing elements, both the individual therapy room and the group therapy room had relatively high τ_{60} values, measured for the octave band frequencies (125-250-500-1000-2000-4000 Hz), which were 0.92-1.23-1.46-1.88-1.95-1.97 s and 1.13-1.41-1.45-1.67-1.68-1.71 s, respectively. In both cases, the values increased with frequency, but from 125 Hz to 4000 Hz there was a doubling of the percentage increase in the individual therapy room (+114%) compared to the group therapy room (+51%). This is likely because smaller rooms have a poorer distribution of resonances and a less favourable ratio between reflected energy and energy reaching the listener (Adami, 2015).

The individual therapy room is optimized for three scenarios corresponding to optimal τ_{60} values at 2000 Hz of 0.4 s, 0.6 s, and 0.7 s, referred respectively to percussion, wind instruments, and guitar or string instruments as sound sources (Gazzetta Ufficiale, 2008). For the percussion, between the theoretical and achieved, after the intervention, τ_{60} curves, there is a $\Delta\tau$ of less than 0.10 s at all points corresponding to the analysed frequencies: at 125-250-500 Hz, the difference is 0.01 s; at 1000 Hz, 0.02 s; at 2000 Hz, 0.06 s; and at 4000 Hz, 0.03 s (Figure 10). This compliance ensures the effectiveness of the acoustic optimization. The comparison between the achieved τ_{60} values for percussion with the initial values shows an average $\Delta\tau\%$ of 62 s, lower at 125 Hz (25 s) and higher at 4000 Hz (76 s). This is due to the fact that optimizing the room required significantly lowering the pre-intervention curve at higher frequencies. In fact, the initial curve shows an opposite trend to the optimal one, which has lower τ_{60} values at higher frequencies and higher values at lower frequencies. This is because the human ear requires more reinforced sound at lower frequencies.

The considerations made for the individual therapy room in the case of percussion instruments also apply to the other two cases. Through the movement of acoustic elements, it was possible to achieve an average $\Delta\tau$ of 0.05 s for wind instruments and 0.06 s for string instruments, between the optimal theoretical curve and the obtained curve. At central frequencies (500-1000 Hz), these values drop to 0.03 s and 0.04 s, respectively. In comparison to the initial

situation, the average $\Delta\tau$ corresponds to 46% and 41%, respectively. All configurations correctly present $\Delta\tau$ values lower at central frequencies, which are the most relevant.

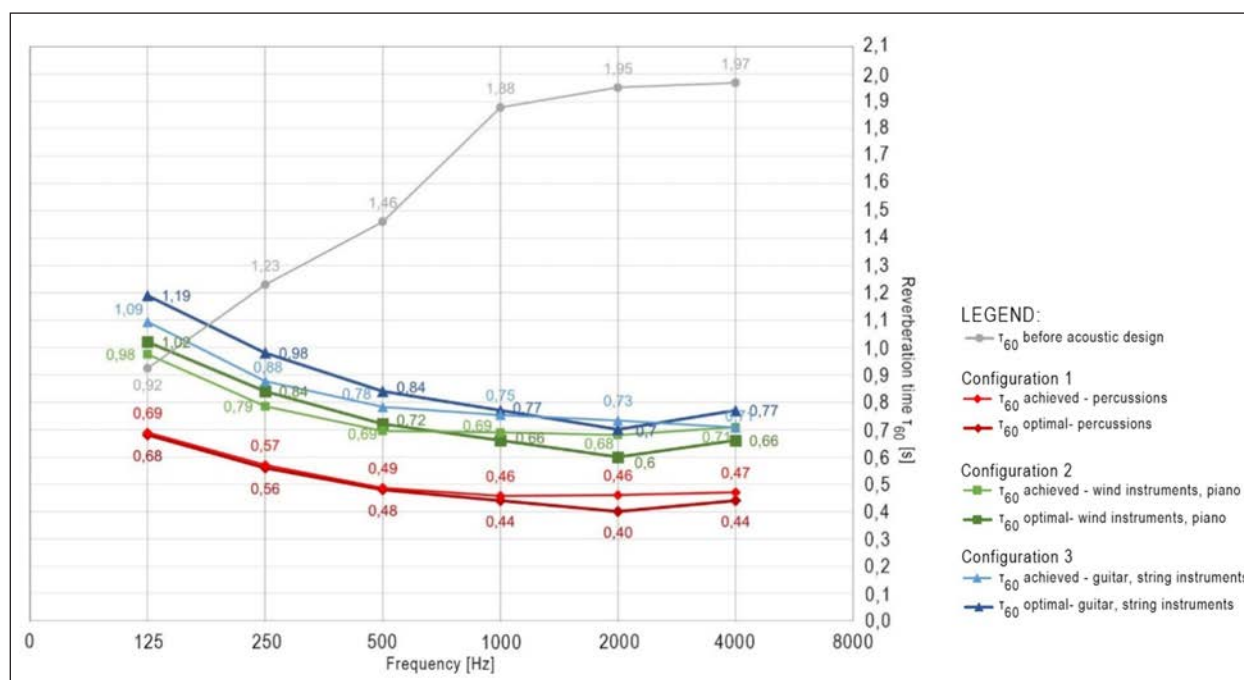


Figure 10. Comparison graph of reverberation times in the individual therapy room, in the pre-acoustic correction scenario, and in the three acoustic-spatial configurations, optimized for percussion, wind instruments and piano, guitar and string instruments.

The same analyses were conducted for the group therapy room (Figure 11). In the optimized configuration for string instruments, the average $\Delta\tau$ is 0.03 s, which is lower than the 0.06 s of the individual therapy room, demonstrating a slightly easier control of the reverberation time in the

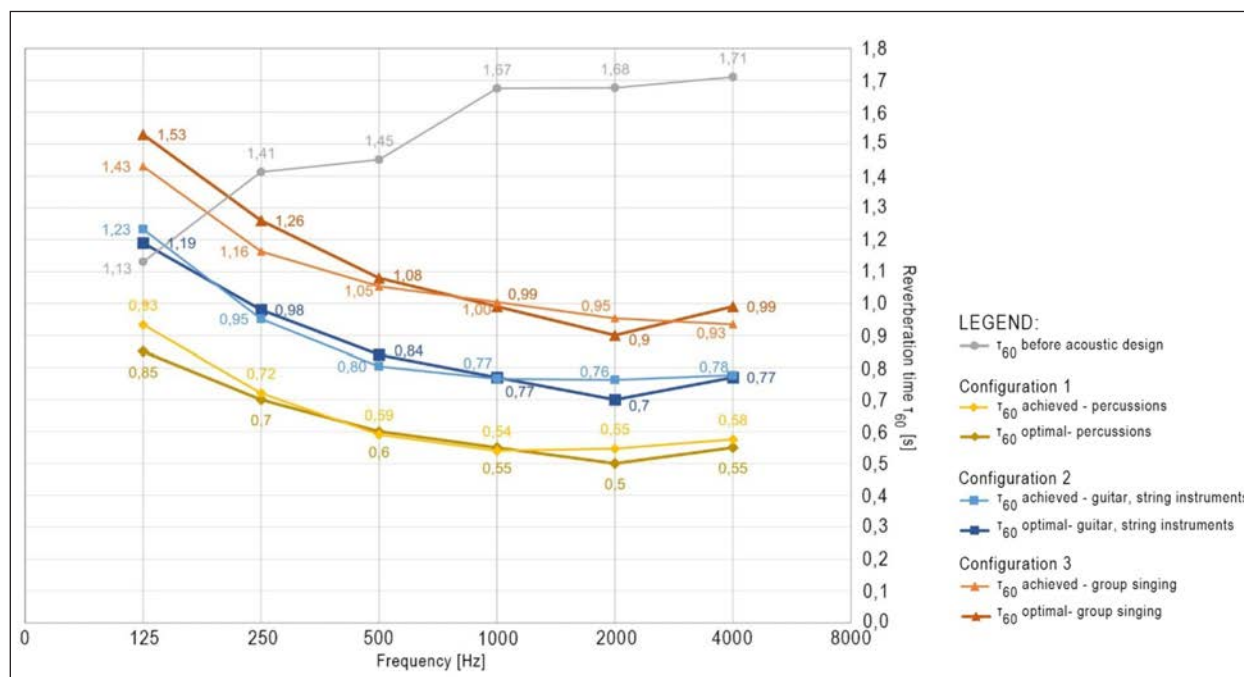


Figure 11. Comparison graph of reverberation times in the group therapy room, in the pre-acoustic correction scenario, and in the three acoustic-spatial configurations, optimized for wind instruments and piano, guitar and string instruments, and group singing.

larger room, while still maintaining an optimal difference of values, as it is below 0.10 s. For the smaller room, the $\Delta\tau$ at 500 Hz and 1000 Hz are 0.06 s and 0.02 s, respectively, while for the larger room they are 0.04 s and 0.0 s. In the group room configurations, the average $\Delta\tau$ values are 0.03 s for wind instruments and piano, and 0.03 s for string instruments, guitar, and group singing.

Like the reverberation time, the other acoustic parameters mentioned above were analysed using three-dimensional models generated in EASE 4.4. The results in terms of total sound pressure level (L_{ptot}) and clarity, measured by the C50 index, were particularly significant.

For the first parameter, at the significant central frequency of 1000 Hz, a uniform distribution of values across the space emerges for the individual therapy room with piano or wind instruments as sound sources. The values range from 67.49 dB at the centre of the room, where the two active sources are placed as loudspeakers in the 3D model, to 62.96 dB at the perimeter (Figure 12a). With a ΔL_{ptot} of only 4.53 dB, the effectiveness of the acoustic treatment is clearly demonstrated, as well as the homogeneity of the sound field.

Similarly, under the same conditions, the group therapy room shows ΔL_{ptot} values ranging from 68.49 dB to 63.60 dB, resulting in a ΔL_{ptot} of only 4.89 dB, a value very close to the previous situation (Figure 12b). In this case as well, there is a general uniformity in the sound field, with higher values coinciding with the position of the loudspeakers. Specifically, four of these correspond to the «male voice» sources, which, at the frequency of 1000 Hz, has a higher intensity than the other four «female voice» speakers, explaining the higher resulting sound pressure level of the former.



Figure 12. Graphical visualization of the total sound pressure level at 1000 Hz, with piano or wind instruments as sound sources, in the floor plan of the individual therapy room; (b) Graphical visualization of the total sound pressure level at 1000 Hz, with piano or wind instruments as sound sources, in the floor plan of the group therapy room.

The clarity index C50 was also evaluated at all octave band frequencies. At 1000 Hz, with piano or wind instruments as sound sources, the maximum value of 9.72 dB is reached at the centre of the individual therapy room, due to the presence of the loudspeakers (Figure 13a). The distribution of values is quite uniform, and always greater than 3 dB, with a minimum value of 3.76 dB.



Figure 13. Graphical visualization of the clarity index C50 at 1000 Hz, with piano or wind instruments as sound sources, in the floor plan of the individual therapy room; (b) Graphical visualization of the clarity index C50 at 1000 Hz, with piano or wind instruments as sound sources, in the floor plan of the group therapy room.

The group therapy room shows a similar behaviour, with a maximum value of 8.5 dB where the four male voices are placed (Figure 13b). An average value of 5 dB is estimated to be uniformly distributed around the central space. The lowest C50 value is 1.68 dB, located only in the unused peripheric areas.

6. Validation of the design solutions identified through a case study

The validity of the design criteria identified and the applicability of the proposed modular solutions were verified by their insertion in a green area of the former “Ospedale Casa della Salute” in Schio, Vicenza (Figure 14). The choice of this context is functionally optimal due to its proximity to the healthcare facility, to carry out other possible treatments in parallel with Music Therapy, and due to the already prepared presence of accessible spaces.

Furthermore, the placement of the modules on a green area is significant in demonstrating their low impact and integrative nature, inserted in compliance with the existing plantings.

The existing plants must be preserved because they provide benefits at both a therapeutic level, having a calming and temporal orientation function, and acoustically, helping to reduce surrounding noise.

Access is possible via suitable raised paths, adaptable according to the specific needs of the lot, to easily relate to the existing paths.

The positioning of the modules is also influenced by functional and lighting characteristics. The Service Module, having an administrative function and regulating the incoming and outgoing flows to the complex, is close to the healthcare facility, at the entrance to the intervention area (Figure 15). Furthermore, it is positioned in such a way as to turn the windows of the waiting room towards the green area, in opposition to the road.

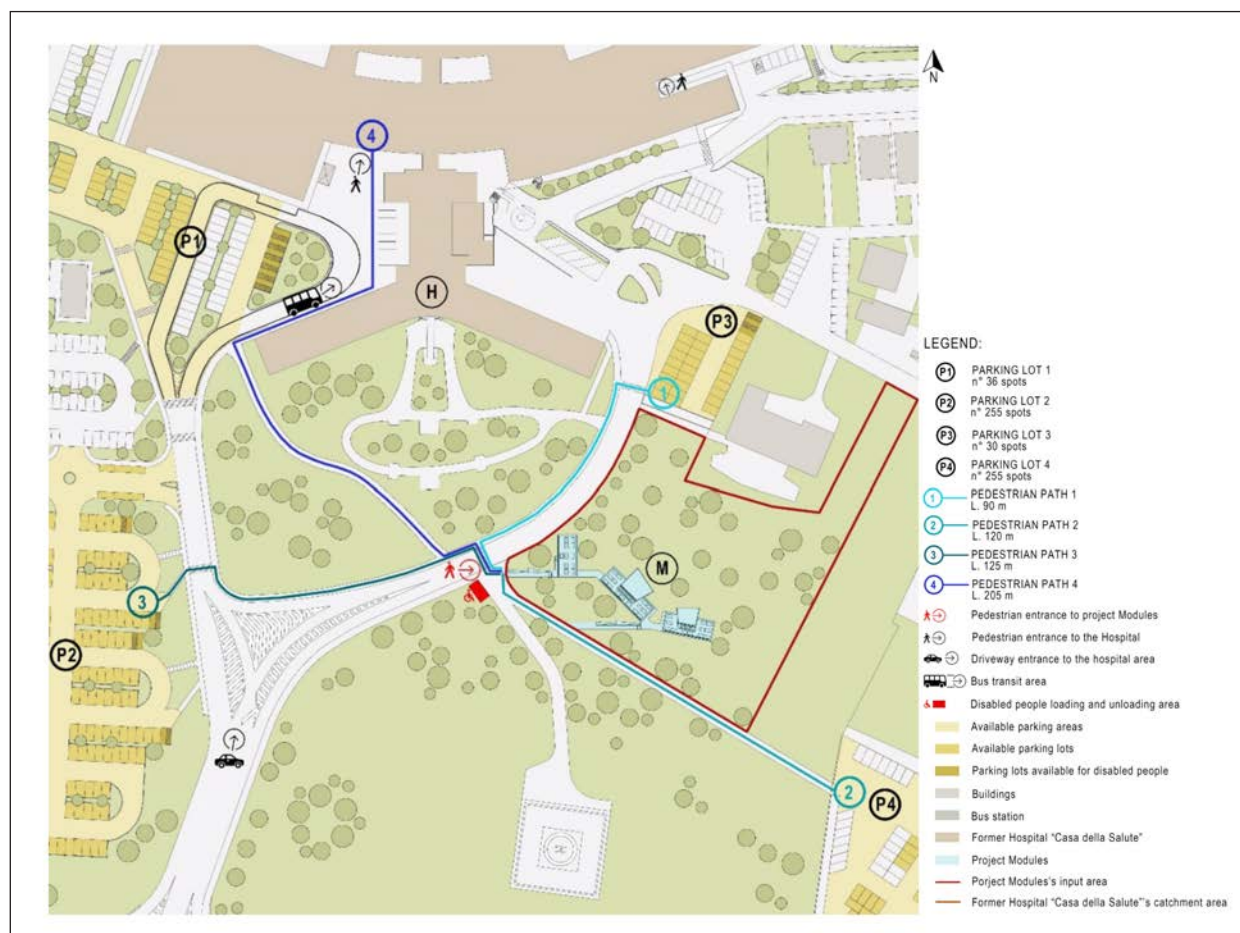


Figure 14. Layout plan of the project within the area of the former Casa della Salute Hospital in Schio.

The Therapy Modules are located a short distance from it and, despite having a shading system designed for any orientation, they are positioned to turn the large windows to the north, so as to never have direct and dazzling light inside the Music Therapy rooms. Furthermore, all the structures are positioned to minimize the journey from the planned parking areas.

The proposed installation is aimed at demonstrating the versatility of the modules designed, which – thanks to their small size – can be easily placed in multiple contexts, respecting functionality and pre-existing conditions. Furthermore, reversibility and low impact are guaranteed by the use of dry technologies and prefabricated systems, which primarily concern the foundation.

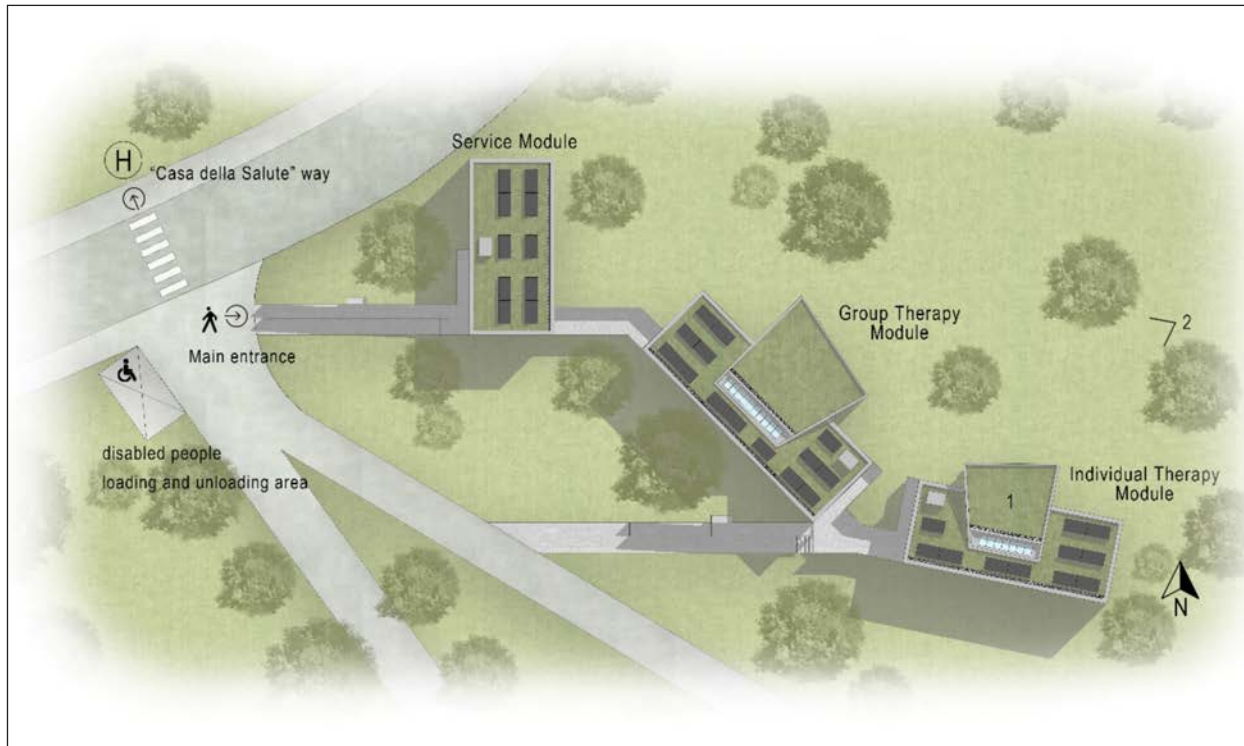


Figure 15. Planimetric diagram of the project lot, with insertion of the three modular solutions identified.



Figure 16. Project rendering of the interior of the individual therapy room; (b) Project rendering of the exterior of the two Therapy Modules.

7. Conclusions

The work has allowed to critically analyse the current situation in Italy regarding the spaces where Music Therapy is performed, which are almost always inadequate in terms of size, functionality, and above all acoustics. A survey has allowed us to define the specific critical issues and the related needs, especially in terms of acoustic performance, related to these environments, and to define the design criteria.

The variable absorption acoustic design allowed to conceive two Music Therapy rooms, one for individual treatment and the other for group treatment, which are able to adapt their absorption capacity according to the various sound sources, vocal (solo and group singing) and musical (piano, percussion, wind instruments, string instruments, guitar, etc.). The extensive acoustic analyses, also carried out using a specific software, have provided optimal values for all the acoustic parameters investigated and in all the assumed configurations, demonstrating the high acoustic performance of the therapy rooms.

Through the hypothesis of inserting the three modular units inside a green area in a healthcare context, the applicability, the integrative nature and the low impact of the proposed solutions were verified. In the future, it could be interesting to also perform economic evaluations of these solutions, in relation to different layouts and use of alternative materials that guarantee the same acoustic performance of the therapy rooms. Furthermore, the verified applicability of the modular solutions can be extended to other contexts in which Music Therapy is currently carried out.

Bibliography

- Adami I. (2015). *Indicazioni pratiche per un avere buon ambiente d'ascolto*. <https://acusticaapplicata.com/indicazioni-pratiche-per-un-avere-buon-ambiente-dascolto/>
- AFGM Ahnert Feistel Media Group. (n.d.). *EASE 4.4 User's Manual*. <https://www.afmg.eu/en/ease-44-users-manual> [accessed on 30.06.2023]
- Aquino K. (2017). *Ma la musica fa bene?*. <https://www.neamente.com/ma-la-musica-fa-bene/>
- Benenzon R.O., de Gainza V.H. & Wagner G. (1997). *La nuova musicoterapia*. Roma, Phoenix.
- Bonardi G. (2007). *Dall'ascolto alla musicoterapia*. Mercatelo sul Metauro (PU), Progetti Sonori.
- Butera L. (1975). *Architettura acustica. Teoria e tecnica del controllo del suono nelle costruzioni*. Roma, Gorlich.
- Costanzo E. (cur.). (2019). *Osservatorio degli edifici a energia quasi zero (nZEB) in Italia 2016-2018*. ENEA. <https://www.efficienzaenergetica.enea.it/pubblicazioni/osservatorio-degli-edifici-a-energia-quasi-zero-nzeb-in-italia-2016-2018.html>
- Decreto del Presidente della Provincia di Bolzano 7 luglio 2008, n.26, "Regolamento per la costruzione di scuole di musica" (2008, 7 luglio) (Italia). Gazzetta Ufficiale. <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2009/07/11/009R0393/s3>
- Demaestri F. & Manarolo G. (2000), *Il trattamento musicoterapico di soggetti autistici*. Musica & Terapia, 2, 15-22.
- Ente Nazionale Italiano di Unificazione. (2024). *Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Applicazione delle norme tecniche alla tipologia costruttiva nazionale - Parte 1: metodo di calcolo semplificato basato su grandezze a numero unico* (UNI 11175-1). <https://store.uni.com/uni-11175-1-2024>
- Ente Nazionale Italiano di Unificazione. (2017). *Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti - Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti* (UNI EN ISO 12354-1). <https://store.uni.com/uni-en-iso-12354-1-2017>
- Ezzu A. & Messaglia R. (2017). *Introduzione alla Musicoterapia. Storia, fondamenti, modelli, applicazioni cliniche, glossario*. Torino, Musica Pratica & Didattica Attiva.
- Lazzarin R. & Strada M. (2007). *Elementi di acustica tecnica* (2. ed.). Padova, CLEUP editore.
- Manarolo G. (cur.). (2009). *Psicologia della musica e Musicoterapia. Appunti per un dialogo*. Torino, Cosmopolis.

- Manarolo G. (cur.). (2020). *Manuale di musicoterapia. Teoria, metodi e strumenti per la formazione*. Roma, Carocci editore.
- Marshall Day Acoustics. (2017). *Insul version 9 Sound Insulation Prediction Program Users Manual*. <https://www.insul.co.nz/download/> [accessed on 13.06.2024]
- Postacchini P.L., Ricciotti, A. & Borghesi M. (2014). *Musicoterapia* (2. ed.). Roma, Carocci editore.
- Scardovelli M. & Cremaschi Trovesi G. (2005). *Il suono della vita. Musicoterapia fra famiglia, scuola, società*. Roma, Armando Editore

Musicoterapia: strategie e soluzioni innovative per un approccio multidisciplinare alla progettazione di spazi ad elevate performance acustiche

Diletta Romagnolo¹, Angelo Bertolazzi¹, Giorgio Croatto¹, Eleonora Strada¹,
Umberto Turrini^{1,*}

¹ Department of Civil, Environmental and Architectural Engineering, University of Padova, Via Marzolo, 9, 35131 Padova, Italy; angelo.bertolazzi@unipd.it, giorgio.croatto@unipd.it, umberto.turrini@unipd.it

* corresponding author

Parole chiave

musicoterapia, soluzioni modulari, nZEB, fonoassorbimento, assorbimento variabile

Abstract

L'articolo espone le risultanze di una ricerca che ha per oggetto l'individuazione di soluzioni progettuali edilizie innovative per lo svolgimento della Musicoterapia, derivate dall'impiego sia di tecniche costruttive modulari nZEB (Nearly Zero Energy Building) che di una specifica progettazione acustica ad assorbimento variabile. Ad oggi, sia in Italia che anche all'estero, gli spazi per la Musicoterapia si configurano come ambienti inadeguati allo svolgimento della stessa, poiché sono privi di proprietà acustiche specifiche. L'efficacia finale del trattamento terapeutico, svolto su soggetti fragili, è inficiata dal fatto che tali spazi sono da intendersi generalmente "di risulta", improvvisati o non specificatamente progettati per tale attività. Per rispondere a tali criticità, sono state valutate diverse soluzioni edilizie modulari con funzioni specifiche (terapeutiche ed amministrative). Su tali soluzioni, e in dettaglio sulle sale di terapia, sono state svolte valutazioni acustiche utilizzando la progettazione acustica ad assorbimento variabile specificatamente declinata in rapporto al tipo, alla posizione e alla movimentazione degli arredi fono correttivi e in funzione delle varie sorgenti sonore presenti nell'ambiente. Tali valutazioni sono risultate di fondamentale importanza per garantire un dialogo efficace tra le diversificate esigenze di pazienti e professionisti.

1. Introduzione

Il contributo espone i risultati di una ricerca, condotta presso il Dipartimento ICEA dell'Università di Padova, che ha visto affrontare la tematica degli spazi per lo svolgimento della Musicoterapia, evidenziandone le mancanze e proponendo delle soluzioni innovative per la risoluzione delle stesse.

È importante sottolineare il ruolo della musicoterapia in rapporto alla salute per migliorare il benessere fisico-psicologico, ridurre lo stress, migliorare le capacità cognitive, ma in special modo per alleviare e curare i disagi legati alle patologie croniche o terminali, per facilitare la rieducazione motoria, emotiva e sociale, e per permettere a soggetti con gravi deficienze neurologiche di stabilire canali di comunicazione alternativi a quelli verbali. A tal fine, è necessario che l'architettura tenga

in considerazione questi specifici obiettivi prestazionali, per garantire un'efficace azione terapeutica finale.

La ricerca ha consentito l'individuazione di nuove strategie e sistemi per la realizzazione di ambienti adatti ad accogliere pazienti fragili nell'ambito della terapia musicale. Nello specifico, si è mirato all'ideazione di spazi acusticamente performanti attraverso l'implementazione della progettazione acustica «ad assorbimento variabile», per adattarsi a tutte le specifiche necessità relazionate sia alle patologie sia alle sorgenti sonore.

Tale approccio è volto all'individuazione di moduli edilizi innovativi per la Musicoterapia, realizzati mediante tecniche costruttive nZEB ed una specifica progettazione acustica ad assorbimento variabile. Il punto di partenza è stato il coinvolgimento dei professionisti diretti interessati attraverso una *survey*, condotta tramite questionari distribuiti online, colloqui telefonici e di persona, includendo anche visite presso le sedi di lavoro dei partecipanti. La collaborazione deriva dalla necessità di identificare le concrete criticità e conseguenti necessità legate all'uso degli ambienti di terapia, per definire conseguentemente le caratteristiche tecnico-progettuali degli stessi.

La *survey* su un campione di musicoterapeuti italiani è stata anche necessaria per descrivere lo stato dell'arte su scala nazionale, presentato nella prima parte del contributo, data la mancanza in letteratura di dati e ricerche significative relative alle caratteristiche degli ambienti per le sedute di terapia. Da tale analisi critica dello stato dell'arte è emerso il principale problema dell'inadeguatezza di tali spazi alle specifiche esigenze di terapeuti e pazienti. È stata, però, fondamentale nell'individuazione dei dati essenziali da porre alla base della ricerca, quali i soggetti a cui si rivolge la Musicoterapia, le modalità di svolgimento della stessa, oltre che le caratteristiche e gli elementi da prevedere per le sale utilizzate.

Segue la sezione che delinea gli obiettivi della ricerca, di cui quello generale consiste nel risolvere le criticità riscontrate su tutto il territorio nazionale, definendo criteri per poter progettare efficacemente edifici specificatamente preposti alla Musicoterapia. In particolare, rivolgendosi tale terapia ad un ampio spettro di condizioni, sia patologiche che non, è risultato necessario proporre soluzioni versatili, modulari e calibrate sulle specifiche necessità dei pazienti, in relazione alle problematiche complesse che li rendono soggetti fragili all'interno della società. Nello specifico, poi, si è dimostrato fondamentale garantire elevate prestazioni acustiche delle sale di Musicoterapia.

La terza sezione concerne l'approccio metodologico, descrivendo come per mezzo di una *survey* sia stato possibile raccogliere dati statistici per la definizione di criteri tecnico-progettuali, e come attraverso una progettazione acustica «ad assorbimento variabile» siano stati generati degli spazi adattabili a tutte le differenti e molteplici esigenze di professionisti e pazienti in relazione alla patologia.

Nella quarta sezione sono esposti i risultati della ricerca, che riguardano l'individuazione di un sistema costruttivo modulare composto da più unità con funzioni differenti: un "Modulo Terapia Individuale", un "Modulo Terapia di Gruppo" e un "Modulo Servizi". I primi due accolgono al loro interno funzioni proprie della Musicoterapia, assieme a tutti gli ambienti accessori necessari, mentre il terzo è adibito a funzioni amministrative.

Le soluzioni individuate rispondono, innanzitutto, alla necessità di avere degli spazi dedicati esclusivamente alla terapia, resa distinguendo tra modulo "Servizi" e "Terapia", in modo tale che quest'ultimo abbia una sua specifica identità e sia riconoscibile dai pazienti, spazialmente e figurativamente, come luogo sicuro e di libera espressione.

Le caratteristiche di tali edifici (dimensionali, funzionali, di layout, ecc.) sono emerse anche dalle indagini svolte con i professionisti, in funzione delle specifiche condizioni psico-fisiche dei pazienti. La necessaria attenzione da porre alle sale per lo svolgimento delle sedute di Musicoterapia ha portato ad una progettazione specifica di queste, dai punti di vista formale, funzionale, di *comfort* termo-igrometrico, e soprattutto di *comfort* e qualità acustici, con conseguente studio della collocazione di elementi costituiti da materiali fonoassorbenti specificatamente progettati. Grazie a specifici sistemi su guida per la movimentazione di questi, è stato possibile definire molteplici configurazioni acustico-spaziali in funzione della differente sorgente sonora (musicale o vocale) attiva, rendendo le sale di Musicoterapia progettate acusticamente "ad assorbimento variabile".

Infine, per verificare sperimentalmente l'applicabilità della metodologia individuata e delle

soluzioni progettuali derivanti, è proposto come caso studio un inserimento delle stesse in un'area dell'Ex Ospedale Casa della Salute a Schio, nel vicentino. La struttura non dispone di sale per la Musicoterapia specifiche ed è stata quindi l'occasione per validare la ricerca svolta mediante l'inserimento di alcuni moduli sperimentali all'interno delle adiacenze dell'edificio nel rispetto delle piantumazioni presenti e ottimizzando l'esposizione solare e i punti visuali, dimostrando le caratteristiche specifiche ed innovative delle soluzioni individuate in termini dimensionali, funzionali, materici, di cantierizzazione e movimentazione, ed infine di reversibilità.

2. Stato dell'arte

Seppure la Musicoterapia sia una disciplina ed una professione piuttosto recente, nata nel XX secolo, l'idea che la musica potesse portare dei benefici alle persone risale a circa il 3000 a.C., quando gli sciamani producevano melodie ritmiche per guarire i malati (Aquino, 2017). Se nell'antichità si credeva ad una sorta di "potere spirituale" insito nella musica, legato anche alle credenze religiose, oggi si sfrutta la scienza e si indagano i processi neurologici per trovare una spiegazione oggettiva ai cambiamenti indotti dalle esperienze musicali.

In Musicoterapia il terapeuta, utilizzando le esperienze musicali e i rapporti che si sviluppano attraverso di esse, mira a potenziare e ripristinare le funzionalità del paziente, per un miglioramento della qualità della vita. Gli ambiti di applicazione sono preventivo, riabilitativo e terapeutico, ed oggi la Musicoterapia viene svolta in molte strutture, come scuole, strutture sanitarie, centri diurni, sociali e altri. Infatti, le patologie trattate sono molteplici, dai deficit motori e sensoriali, ai disturbi psichici, neurologici e dello sviluppo, ai problemi emotivi sociali e relazionali. La terapia viene svolta con approccio attivo o passivo, individualmente o in gruppo, utilizzando diversi metodi, internazionali o nazionali.

Appare evidente che la Musicoterapia è un ambito molto complesso, per la varietà di pazienti trattati e strutture coinvolte, di modalità, approcci e strumenti operativi utilizzati. Dunque, per progettare in modo adeguato è fondamentale considerare tutti questi aspetti. Come anticipato, per valutarli si sono rese necessarie sia una revisione della letteratura in merito alla Musicoterapia, sia una *survey* su un campione di professionisti.

2.1. Il Background: la revisione critica della letteratura

L'analisi della letteratura specifica di riferimento ha evidenziato la scarsità di informazioni relative agli spazi per la Musicoterapia, essendo queste prettamente di carattere qualitativo e prive di analisi specifiche che tengano conto dei molteplici parametri che intercorrono nel processo progettuale. Inoltre, le indicazioni fornite rimangono generiche ed astratte, senza il supporto di esempi concreti, che fa emergere come attualmente in Italia manchino specifici criteri progettuali e soluzioni efficaci di ambienti di svolgimento della terapia.

La stanza di Musicoterapia viene descritta come un ambiente che dev'essere stimolante per l'esplorazione e l'apprendimento, sicuro, stabile, riservato, ben delimitato e dunque riconoscibile, libero nella scelta di tempi, spazi e strumenti da utilizzare (Scardovelli & Cremaschi Trovesi, 2005). Viene posta, dunque, molta attenzione al carattere psicologico dell'ambiente, sicuramente un aspetto importante per il trattamento, ma che non deve escludere quello tecnico-funzionale, altrettanto fondamentale e requisito per il raggiungimento degli obiettivi terapeutici.

A livello dimensionale, si ritrova solo l'indicazione generica di prevedere «dimensioni medie»¹ (Postacchini et al., 2014), dato non sufficiente per la definizione di parametri progettuali, poiché non geometrico e non correlato al numero di persone presenti nell'ambiente o alla condizione patologica del paziente.

¹ Per «dimensioni medie» si intende né troppo grandi per evitare un clima dispersivo ed isolante per certi pazienti, né troppo piccole per permettere attività di gruppo e il libero movimento (Postacchini et al., 2014; Benenzon et al., 1997).

Altre indicazioni fornite riguardano la necessità di un buon isolamento acustico, da e verso l'esterno, ottenibile collocando l'ambiente di svolgimento delle sedute in zone non caotiche e utilizzando per esempio pannelli fonoassorbenti, porte e finestre specifiche, ecc. (Benenzon et al., 1997). La sala di Musicoterapia, però, richiede un'attenzione specifica nella progettazione acustica, con uno studio del tipo e del posizionamento dei materiali in funzione delle sorgenti sonore attive. Non sono, dunque, sufficienti le generiche indicazioni fornite in letteratura, ma è necessaria un'analisi approfondita, che verrà illustrata in seguito.

Altri suggerimenti riguardano l'utilizzo del legno, a pavimento (flottante) e/o a parete, per fornire superfici di percezione delle vibrazioni sonore, l'incasso delle armadiature per evitare sporgenze poco sicure, l'attenzione all'igiene ambientale e la presenza di servizi adiacenti (Benenzon et al., 1997). Dati certamente utili da considerare nella progettazione di un ambiente musicoterapico, ma che necessitano di integrazione.

All'interno delle opere gli autori riportano alcuni esempi di interventi musicoterapici e, riguardo all'ambiente, forniscono principalmente informazioni sulla disposizione dell'arredo e dello strumentario in funzione della patologia e delle specifiche caratteristiche del paziente. I casi individuati riguardano ridotte esperienze di interventi specifici calibrati sui soggetti trattati, e dunque non forniscono indicazioni generalmente applicabili.

Si possono citare limitate sperimentazioni di terapia individuale (Demaestri & Manarolo, 2000; Manarolo, 2009) caratterizzate dalla presenza di pochi elementi di arredo e di un pianoforte posti al perimetro, e da strumenti musicali che possono essere disposti diversamente all'interno della sala, per assecondare le tendenze motorie ed esplorative del paziente. La strumentazione può essere posizionata al centro della sala (Figura 1a), in un angolo opposto al pianoforte (Figura 1b) o perimetralmente (Figura 2a).

Nei casi di terapia di gruppo si ritrova spesso la disposizione degli strumenti al centro della sala, e delle sedute attorno (Bonardi, 2007) (Figura 2b).

In generale, dall'analisi delle esperienze presentate in letteratura si può dedurre l'importanza di avere uno spazio libero ed essenziale, modificabile a seconda delle specifiche esigenze.

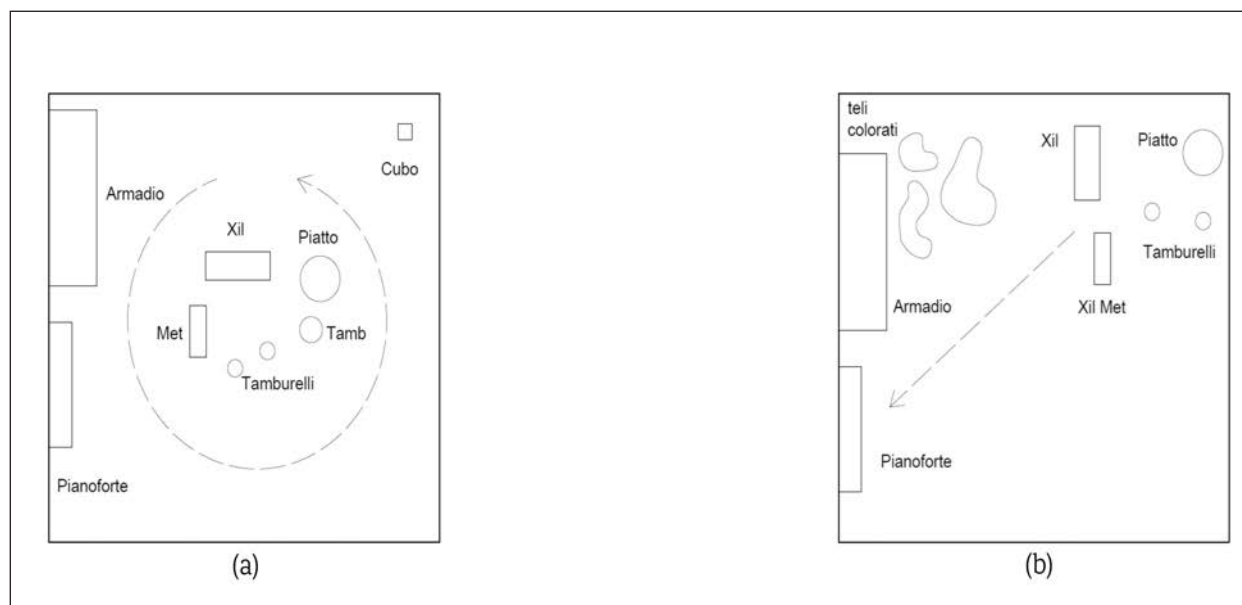


Figura 1. (a) Rappresentazione planimetrica di una stanza di Musicoterapia individuale, con strumenti musicali al centro per assecondare la tendenza del paziente iperattivo a correre in cerchio, al fine di tradurre il canale espressivo corporeo in sonoro/musicale (Demaestri & Manarolo, 2000); (b) Rappresentazione planimetrica di una stanza di Musicoterapia individuale, con strumenti musicali all'angolo opposto del pianoforte per assecondare le modalità di esplorazione di un soggetto autistico (da Demaestri & Manarolo, 2000).

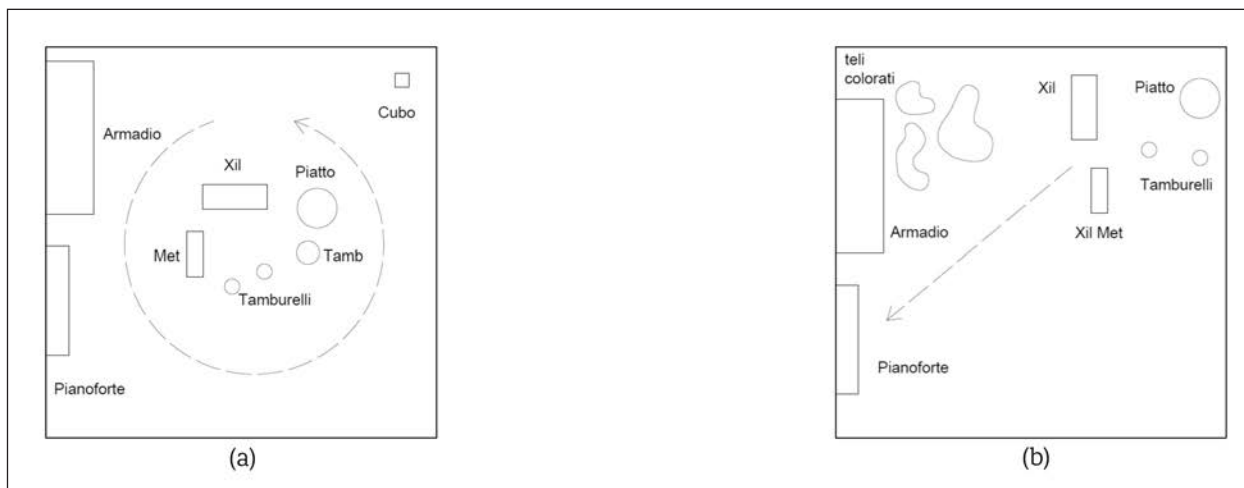


Figura 2. (a) Rappresentazione planimetrica di una stanza di Musicoterapia individuale, con strumenti musicali posti perimetralmente a sostegno della tendenza del paziente ad esplorare l'ambiente entrando a contatto con le pareti (da Demaestri & Manarolo, 2000); (b) Rappresentazione planimetrica di una stanza di Musicoterapia di gruppo, con strumenti musicali posizionati al centro della sala, con sedute attorno per definire e circoscrivere lo spazio relazionale sonoro-musicale (da Bonardi, 2007).

2.2. La survey: il confronto diretto con i professionisti

L'attuale mancanza di attenzione agli elementi tecnico-progettuali delle sale per la terapia messe normalmente a disposizione dei professionisti è stata verificata grazie ad un'indagine specifica che ha coinvolto un campione di professionisti da tutta l'Italia. In questo paragrafo, viene illustrata la parte relativa allo stato dell'arte, mentre nel paragrafo 4.1 la parte della metodologia seguita.

Innanzitutto, è emerso che solo il 18% circa dei musicoterapeuti lavora in uno studio privato dedicato, mentre il restante 82% sfrutta spazi forniti da strutture (pubbliche e private) ospitanti, che devono essere riadattati per la nuova funzione, essendo stati progettati per una destinazione d'uso differente. Ne consegue che la maggior parte delle sale di Musicoterapia ad oggi utilizzate non sono specificatamente progettate, e dunque hanno dei limiti funzionali, che rendono difficile soddisfare le molteplici esigenze di pazienti e professionisti. Tuttavia, anche gli studi privati devono riadattare spazi già esistenti, essendo spesso ricavati all'interno della stessa abitazione dei professionisti. Ad oggi, in Italia, non sono presenti esempi di studi o centri di Musicoterapia di nuova costruzione e di specifica progettazione. Questo, secondo gli stessi musicoterapeuti intervistati, rappresenta una grave mancanza, poiché limita il raggiungimento degli obiettivi terapeutici e lo stimolo alla ricerca in tale ambito disciplinare (Ezzu & Messaglia, 2017).

Un'altra problematica emersa è che i professionisti hanno nella quasi totalità dei casi a disposizione una sola sala per effettuare trattamenti individuali e di gruppo, che richiedono invece dimensioni spaziali differenti. La già citata prescrizione di «dimensioni medie» (Postacchini et al., 2014) è certamente una semplificazione dovuta alla situazione attuale, ma i musicoterapeuti indicano come preferenziale e sicuramente ottimale avere due sale di dimensione differente per le sedute individuali o di gruppo, calibrate sulle esigenze di orientamento, sicurezza e libertà di movimento dei pazienti. Attualmente non c'è riscontro di tale necessità.

È emersa l'importanza del fonoisolamento² della sala di terapia, che però ad oggi non è sufficiente nell'80% dei casi, in cui è presente un disturbo acustico nell'ambiente dovuto a rumori esterni. I professionisti sottolineano l'importanza della qualità acustica ambientale, ma riferiscono anche che negli ambienti messi a loro disposizione non vi sono dispositivi acustici specifici, relazionati all'attività da svolgere e ai tipi di strumenti musicali utilizzati. Occasionalmente sono presenti dei pannelli fonoassorbenti che, posizionati casualmente e in modo fisso, e con proprietà non studiate ad hoc, risultano insufficienti e inadeguati.

²Il fonoisolamento è l'insieme degli interventi atti a limitare i suoni provenienti da un ambiente attiguo, interno o esterno (Butera, 1975).

Oltre a ciò, le strutture ospitanti spesso non mettono a disposizione altri spazi utili a servire la sala di terapia, quali un magazzino per lo strumentario e un ufficio per il terapeuta. Il 60% dei professionisti intervistati ha infatti riferito di dover portare con sé i propri strumenti personali in ogni giornata lavorativa, per mancanza sia di materiale fornito dalla struttura sia di ripostigli dedicati. Questo, oltre ad essere un fattore di scomodità, limita anche la possibilità di utilizzare certi tipi di strumenti pesanti ed ingombranti, dunque difficilmente trasportabili quotidianamente/frequentemente. Inoltre, i terapeuti per il 70% sono privi di un ufficio dedicato, utile per compilare e raccogliere sistematicamente la documentazione dei pazienti, e per ricevere all'occorrenza i tutori che accompagnano gli stessi.

3. Obiettivi della ricerca

Alla luce dell'analisi dello stato dell'arte, che ha evidenziato l'inadeguatezza dimensionale, funzionale ed acustica degli spazi attualmente ad uso dei terapeuti, la ricerca si è posta diversi obiettivi.

Innanzitutto, vi è la necessità di fornire dei luoghi specificatamente progettati per la Musicoterapia, escludendo l'utilizzo di spazi di risulta in strutture preesistenti, per andare incontro alle specifiche esigenze di pazienti e terapeuti. È fondamentale ideare un ambiente dedicato ed esclusivo, che oltre alla sala per le sedute abbia spazi accessori riservati. Inoltre, vanno previste distinte sale di terapia per il trattamento individuale e di gruppo, ognuna con specifici parametri dimensionali e di layout, definiti sulla base dei soggetti coinvolti (numero di persone presenti contemporaneamente, patologie coinvolte, ecc.).

Tali ambienti, inoltre, devono risultare facilmente integrabili con le strutture che ad oggi offrono questi trattamenti, in modo tale da preservare e valorizzare il servizio.

Un aspetto fondamentale riguarda lo studio approfondito dell'acustica ambientale. Infatti, in Musicoterapia risultano particolarmente significative, per l'efficacia del trattamento, sia la massimizzazione della qualità dei suoni prodotti dagli strumenti musicali e dalla voce, sia l'isolamento dai rumori provenienti da locali attigui o esterni, per evitare la distrazione dei pazienti e la perdita di informazione acustica, e per garantire libertà d'espressione all'interno dell'ambiente. Ne è derivata la necessità di rendere le sale di terapia spazi acusticamente performanti, adattabili alle differenti esigenze (Benenzon et al., 1997; Postacchini et al., 2014), ponendo l'attenzione sia al fonoisolamento sia al fonoassorbimento³: il primo, come anticipato, per non compromettere lo svolgimento delle attività svolte all'interno della sala di terapia; il secondo per evitare dispersioni acustiche o intensità sonore troppo elevate (Postacchini et al., 2014), dunque distrazioni o complicazioni nella comunicazione (Benenzon et al., 1997). Inoltre, è essenziale che la sala adatti la sua capacità di assorbimento delle onde sonore per massimizzare la qualità acustica in ogni situazione, qualunque sia la sorgente sonora presente.

L'obiettivo ultimo è quello di individuare soluzioni modulari edilizie innovative per lo svolgimento della Musicoterapia, utilizzando sia tecniche costruttive modulari nZEB che una specifica progettazione acustica ad assorbimento variabile. A tal fine, grazie alle competenze del gruppo di ricerca e allo svolgimento di una *survey* specifica, è stato possibile individuare requisiti spaziali, ambientali e tecnologici atti a definire il quadro esigenziale prestazionale mancante. Sulla base delle analisi critiche delle risultanze raggiunte e delle specifiche esigenze legate alle patologie dei pazienti, sono state, quindi, proposte soluzioni progettuali e tecnologiche validate poi su un caso studio reale.

4. L'approccio metodologico integrato

4.1. Data *collection*: la definizione dei parametri progettuali

Data la mancanza di informazioni sui requisiti tecnici di un ambiente per la Musicoterapia, la partecipazione dei professionisti alla definizione del quadro esigenziale, avvenuta tramite la mede-

³ Il fonoassorbimento, anche detto "correzione acustica", è l'insieme di tecniche atte a migliorare il *comfort* acustico di un ambiente, la sua acustica interna (Butera, 1975).

sima *survey* specifica citata nel paragrafo 2.2 in merito allo stato dell'arte, ha visto coinvolto un campione di professionisti del settore da tutta l'Italia, fornendo dati fondamentali per la definizione di criteri progettuali di spazi innovativi e specifici per la terapia musicale. L'approccio messo in atto ha considerato come imprescindibile la partecipazione dei musicoterapeuti nel processo di identificazione dei requisiti per la progettazione di spazi terapeutici specifici, in quanto massimi esperti delle reali esigenze dei pazienti in relazione alle loro patologie.

La *survey* è stata strutturata in più sezioni, riguardanti i diversi aspetti d'interesse progettuale, quali: trattamenti e metodi di Musicoterapia; tipologie di pazienti; dimensioni della sala; sedi/strutture coinvolte; strumentazione; arredamento; illuminazione; materiali; colori; spazi serventi; elementi naturali; *comfort* termico e acustico.

Ogni domanda è stata strutturata in due parti, quali la condizione attuale e la condizione ideale, per avere un quadro della situazione attualmente presente a livello nazionale, ma anche e soprattutto per definire le reali esigenze dei professionisti e dunque i parametri progettuali degli ambienti per la Musicoterapia, fondamentali per integrare i dati risultati dall'analisi critica della letteratura e per risolvere le criticità riscontrate.

4.2. Le analisi acustiche

Sottolineata l'importanza dell'acustica ambientale nella sala di Musicoterapia, è stato necessario studiare sia il fonoisolamento sia il fonoassorbimento, definendo i parametri acustici di controllo delle prestazioni e i metodi di calcolo per la verifica dei loro valori. Da questi sono stati poi derivati i requisiti geometrici della sala e i materiali da utilizzare.

Il fonoisolamento è stato analizzato considerando l'indice di valutazione del potere fonoisolante R_w ⁴, mediante l'utilizzo di un *software* specifico, Insul⁵. Per il fonoassorbimento, da considerare per garantire la qualità acustica ambientale, c'è stato innanzitutto uno studio della relazione tra possibili «difetti acustici»⁶ (Lazzarin & Strada, 2007) e dimensioni e conformazione dell'ambiente, seguito dall'indagine dei parametri che descrivono il campo sonoro di un ambiente chiuso, come il tempo di riverberazione τ_{60} ⁷, il livello di pressione sonora⁸, gli indici di chiarezza C50 e C80⁹, la distanza critica¹⁰ e l'intelligibilità rappresentata da STI¹¹ (Lazzarin & Strada, 2007; Butera, 1975).

Il primo parametro di riferimento è stato il tempo di riverberazione. Si deve considerare che in Musicoterapia sono varie le sorgenti sonore potenzialmente attive all'interno dell'ambiente: si possono utilizzare uno strumentario musicale ampio e vario¹² (Postacchini et al., 2014), impianti di re-

⁴ L'indice di valutazione del potere fonoisolante R_w definisce le prestazioni di isolamento acustico dell'elemento di separazione tra due ambienti. Viene misurato in dB (UNI, 2024; UNI, 2017).

⁵ Insul è un programma per la previsione dell'isolamento acustico di pareti, pavimenti, soffitti e finestre. Può essere utilizzato per stimare la perdita di trasmissione del suono (TL) e la classe di trasmissione del suono (STC), da utilizzare nei calcoli dell'isolamento acustico, o per progettare partizioni. Insul è utile per valutare rapidamente nuovi materiali o sistemi, o per studiare gli effetti delle modifiche apportate ai progetti esistenti (Marshall Day Acoustics, 2017).

⁶ I difetti acustici sono l'eco, l'eco ravvicinato, il flutter, la distorsione, le ombre acustiche, le concentrazioni, gli effetti di risonanza (Lazzarin & Strada, 2007).

⁷ Il tempo di riverberazione τ_{60} è legato alla progressiva perdita di energia delle onde riflesse, dopo che la sorgente sonora si è fermata. Un tempo eccessivo porta a mascherare le sillabe del linguaggio o a confondere tra loro le note musicali, mentre un periodo troppo breve fa sì che l'intensità del suono non sia sufficientemente rinforzata. Viene misurato in [s] (Lazzarin & Strada, 2007; Butera, 1975).

⁸ Il livello di pressione sonora dà indicazione sulla qualità del campo sonoro, misurando la percezione uditiva reale dell'ascoltatore, in quanto l'orecchio umano non risponde linearmente alla pressione sonora. Relativamente alle onde dirette si definisce il "Livello di pressione sonora diretto", mentre relativamente al campo sonoro totale il "Livello di pressione sonora totale" ($L_{p_{tot}}$). Vengono misurati in [dB] (Lazzarin & Strada, 2007; Butera, 1975).

⁹ I parametri per il controllo della chiarezza sono l'indice di chiarezza per il parlato C50 e l'indice di chiarezza per la musica C80, che segnalano se si distinguono in modo nitido le differenze rispettivamente tra le voci o tra più note suonate simultaneamente o in rapida successione. Vengono misurati in [dB] (Lazzarin & Strada, 2007; Butera, 1975).

¹⁰ La distanza critica D_c definisce l'area di un ambiente entro la quale prevale il campo sonoro diretto. È utile nel definire il posizionamento di elementi fonoassorbenti. Viene misurata in [m] (Lazzarin & Strada, 2007; Butera, 1975).

¹¹ L'intelligibilità definisce la possibilità di recepire il messaggio informativo contenuto nel campo sonoro. Per una valutazione legata strettamente al parlato viene utilizzato principalmente l'indice di trasmissione del parlato STI. Viene misurato su una scala da 0 a 1, dove i valori maggiori indicano una migliore intelligibilità. (Speech Transmission Index) (Lazzarin & Strada, 2007; Butera, 1975).

¹² I terapeuti hanno indicato nella *survey* di utilizzare strumenti cordofoni (93%), membranofoni e idiofoni (90%), elettrofoni (78%) e aerofoni (58%).

gistrazione-riproduzione stereofonica o la voce (parlato, cantato) (Manarolo, 2020). Sono previsti dei valori di τ_{60} a 2000 Hz ottimali differenti in funzione delle fonti sonore presenti, quali percussioni, pianoforte, canto solista e corale, fiati, archi e chitarra (Gazzetta Ufficiale, 2008).

Volendo ottenere prestazioni acustiche elevate all'interno della sala di Musicoterapia per ogni categoria di fonte sonora utilizzata, è stato necessario fare una progettazione acustica "ad assorbimento variabile"¹³ (Lazzarin & Strada, 2007; Butera, 1975). Il processo è partito da scelta e progettazione di elementi a pannello con specifiche proprietà di assorbimento, per poi studiarne la movimentazione nell'ambiente per generare configurazioni acustiche specifiche.

Il rispetto dei range di valori ottimali dei parametri in analisi per queste ultime è stato verificato mediante l'utilizzo di un *software* specifico, EASE 4.4¹⁴, con cui si sono generati modelli tridimensionali delle sale di terapia, associando agli elementi modellati dei materiali con le relative proprietà d'assorbimento valutate, e inserendo degli *speakers*¹⁵ specifici per simulare la presenza delle varie sorgenti sonore utilizzate in Musicoterapia.

5. Risultati

5.1. Criteri progettuali: i principali risultati della survey

Dall'analisi critica dei risultati dell'indagine statistica si sono ottenuti i requisiti tecnico-progettuali per la sala di Musicoterapia.

In particolare, a livello funzionale rispettivamente il 90%, il 92%, l'80% e l'87% degli intervistati ritiene sia da prevedere un magazzino per lo strumentario, un bagno in adiacenza e ad uso esclusivo della sala di terapia, un ufficio per il terapeuta, e una sala d'attesa (Figura 3). Inoltre, il 100% degli stessi ha sottolineato la necessità di avere due sale di Musicoterapia differenziate per il trattamento individuale e di gruppo.

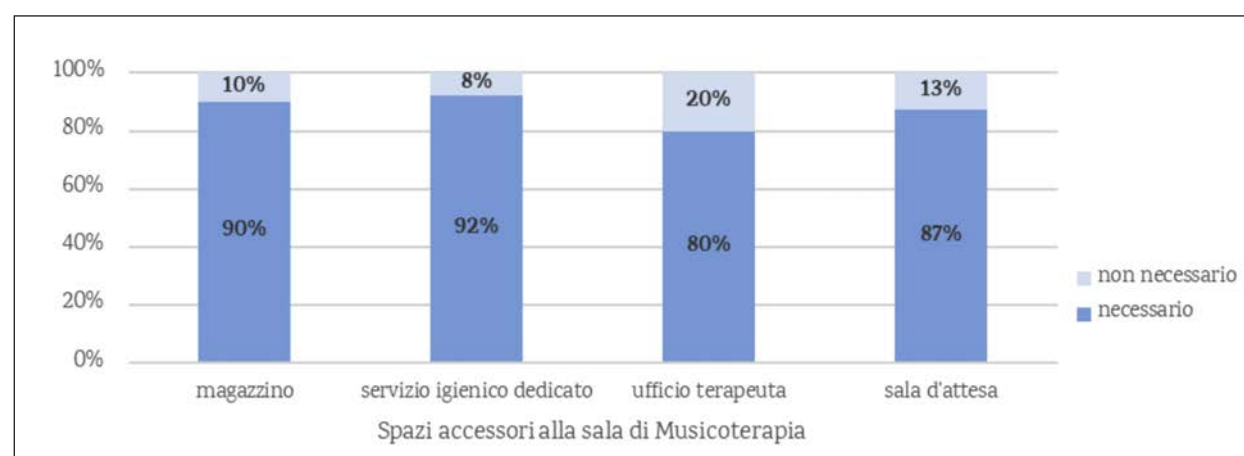


Figura 3. Grafico raffigurante la distribuzione percentuale delle risposte alla survey in merito alla necessità o meno degli ambienti accessori alla sala di Musicoterapia, quali il magazzino per lo strumentario, il servizio igienico adiacente e ad uso esclusivo, l'ufficio per il terapeuta e la sala d'attesa.

¹³ La progettazione «ad assorbimento variabile» consiste nell'ideazione di uno spazio che può cambiare le sue proprietà di assorbimento delle onde sonore in funzione delle specifiche esigenze. Tale approccio consiste nello studio di specifici elementi acustici, di cui è possibile variare il posizionamento all'interno dell'ambiente (Lazzarin & Strada, 2007; Butera, 1975).

¹⁴ Il *software* EASE 4.4, per valutare le proprietà acustiche ed elettro-acustiche di un ambiente, applica un metodo di calcolo ibrido (gli algoritmi di calcolo combinano i metodi *image-source* con le tecniche di *ray tracing*) e fornisce diversi tipi di simulazioni, predizioni e analisi acustiche. Il processo tiene conto sia delle caratteristiche della sala in esame (geometria e materiali), sia di quelle delle sorgenti (AFGM, 2023).

¹⁵ Gli *speakers*, cioè gli altoparlanti, sono definiti con proprietà di direzionalità, sensibilità, impedenza, potenza e livello di pressione sonora (AFGM, 2023).

Per valutare la dimensione idonea dei due ambienti è stato necessario incrociare i valori di superficie con il numero di persone¹⁶ indicate come mediamente presenti in una seduta: da due a cinque soggetti per la terapia individuale, da quattro a quindici per quella di gruppo. L'esito della valutazione è una stanza di Musicoterapia individuale di 27 m² e una stanza di Musicoterapia di gruppo di 45 m². Per definire il layout delle sale è stato tenuto conto che secondo il 92% dei terapeuti l'arredo dev'essere essenziale, vale a dire che devono essere presenti solo gli elementi necessari alla seduta in corso, che dunque variano in funzione dei pazienti. Ne consegue che la maggior parte di arredi (sedie, tavoli, tappeti, quadri, ecc.) e strumenti vanno introdotti all'occorrenza, mentre solo alcuni sono sempre presenti, come eventuali poltrone, divani e il pianoforte, indicato dall'82% degli intervistati come necessario, preferibilmente di tipo a coda o a mezza coda (60%). Sempre per l'82% dei professionisti, la posizione di tali elementi dev'essere fissa per essere di riferimento, e perimetrale per permettere la collocazione degli altri oggetti movibili a seconda delle esigenze. Altri risultati ottenuti riguardano la necessità di porre particolare attenzione nella progettazione dell'acustica e della termica dell'ambiente, indispensabili rispettivamente per il 97% e l'82% degli intervistati (Figura 4).

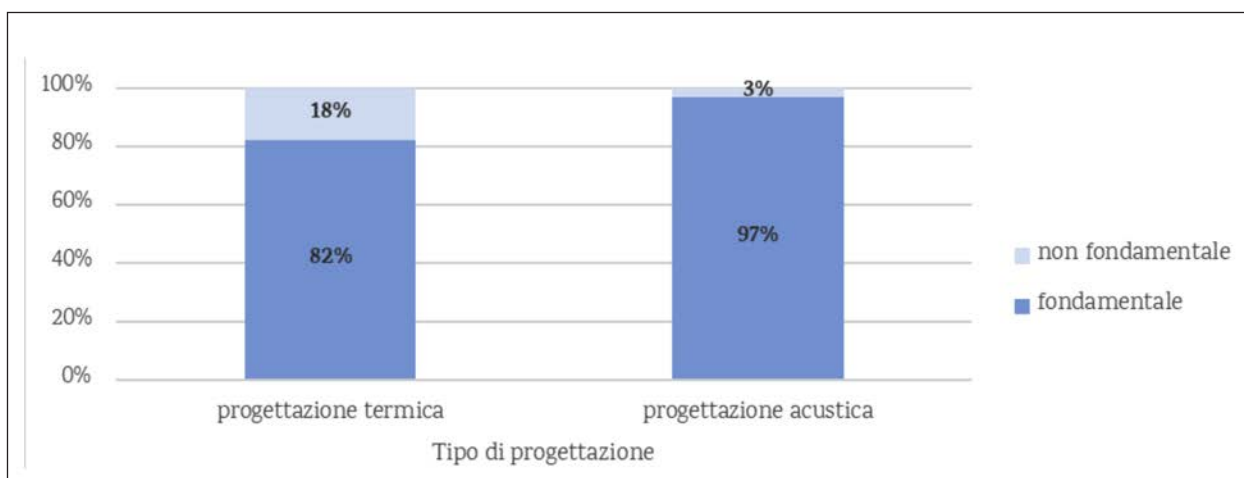


Figura 4. Grafico raffigurante la distribuzione percentuale delle risposte alla *survey* in merito alla necessità o meno di una progettazione termica ed acustica della sala di Musicoterapia.

Va considerata anche l'importanza dell'illuminazione, che dev'essere sia artificiale, con regolazione dell'intensità (100%) e del colore (80%), sia chiaramente naturale. Il 75% dei terapeuti ritiene la visione dell'esterno utile, nel caso in cui questo non sia caotico e dunque motivo di distrazione. Particolarmente ottimale risulta la vista di elementi naturali (70%), come fattore di rilassamento e di orientamento temporale. Questo vale in via generale, ad esclusione di certe categorie specifiche di pazienti, che rendono dunque necessario prevedere adeguati sistemi di oscuramento.

5.2. Le soluzioni modulari

Tutte le valutazioni fatte hanno portato alla definizione di ulteriori criteri progettuali per strutture per la Musicoterapia, quali: modularità, aggregabilità, prefabbricabilità, dimensioni contenute, accessibilità, indipendenza, alte prestazioni acustiche e termiche. Gli elementi modulari permettono di realizzare unità funzionali di dimensione ridotta, per una facile collocazione in vari siti, e aggregabili tra loro, per rispondere alle diverse necessità dei possibili committenti. I sistemi prefabbricati, abbinati ad una costruzione totalmente a secco, consentono la riduzione dei tempi e la facilità di messa in opera, così

¹⁶ Dalla *survey* condotta è risultato che le persone che possono essere presenti in una stanza di Musicoterapia, oltre al/ai paziente/i e al musicoterapeuta, sono il co-terapeuta, il/i genitore/i, o altre figure sociosanitarie (operatore sanitario, psicologo, neuropsichiatra, logopedista, psicomotricista, ecc.).

come di un eventuale smantellamento o ricollocazione. Le strutture devono essere indipendenti, in termini sia funzionali sia energetici, per automantenersi in funzione. Infine, come già sottolineato, è fondamentale garantire elevate *performance* termiche e, soprattutto, acustiche.

Per il raggiungimento di tutti gli obiettivi prefissati, valutate differenti opzioni, la soluzione apparsa più vantaggiosa è stata quella di progettare tre moduli: due «Moduli Terapia», uno per il trattamento individuale e uno per quello di gruppo, e un «Modulo Servizi», con funzione amministrativa.

È necessario differenziare in modulo «Terapia» e «Servizi» per venire incontro alle differenti necessità delle strutture¹⁷ che ad oggi offrono il trattamento musicoterapico, poiché alcune hanno già al loro interno una parte amministrativa con sala d'attesa. La duplicazione del «Modulo Terapia» è necessaria poiché alcuni musicoterapeuti e strutture eseguono un solo tipo di trattamento, individuale o di gruppo. Il 55% del campione della *survey* ha indicato di effettuare entrambi i servizi, mentre il 25% lavora individualmente e il restante 20% in gruppo. Le tre soluzioni modulari permettono di andare incontro alle differenti esigenze degli acquirenti, offrendo versatilità e garantendo sia l'indipendenza formale delle strutture sia la possibilità di aggregazione. Anche le dimensioni contenute, di 80 m² («Modulo Servizi»), 100 m² («Modulo Terapia Individuale») e 170 m² («Modulo Terapia di Gruppo»), si attengono a tali principi, considerando che spesso le sedi dispongono di aree adiacenti ridotte.

I «Moduli Terapia» sono studiati per avere al loro interno tutte le funzioni necessarie allo svolgimento delle sedute: un ingresso, un ripostiglio/magazzino, la sala di terapia, i servizi igienici differenziati per pazienti e personale, un ufficio per il terapeuta e un vano tecnico. Il distributivo lineare, posto perimetralmente per permettere la facile aggregazione con le altre strutture, dà accesso a tutti gli ambienti, tranne il vano tecnico e un bagno, che dev'essere ad uso esclusivo dei pazienti (Figura 5). La stanza di



Figura 5. (a) Rappresentazione planimetrica funzionale del Modulo Terapia Individuale; (b) Rappresentazione planimetrica funzionale del Modulo Servizi; (c) Rappresentazione planimetrica funzionale del Modulo Terapia di Gruppo; (d) Legenda funzionale per le planimetrie dei tre moduli di progetto.

¹⁷ Dalla *survey* condotta nell'ambito della ricerca è emerso che le strutture che ad oggi in Italia eseguono al loro interno Musicoterapia sono: ospedali, hospice, strutture sanitarie private, centri diurni e di riabilitazione, case di riposo, RSA, RSD, studi privati di Musicoterapia, scuole di vari livelli, di musica e Musicoterapia, associazioni e cooperative, centri sociosanitari, case-famiglia e penitenziari.

Musicoterapia ha una conformazione planivolumetrica tale da non avere superfici opposte parallele (sia per le pareti che per i solai), non permettendo la formazione di onde stazionarie¹⁸. Sono posti perimetralmente, per lasciare libertà nella predisposizione delle attività, i pochi elementi presenti nella sala, quali il pianoforte a coda, una seduta comoda e pannelli acustici di diverso tipo, posti su guide metalliche a pavimento e a parete.

Il «Modulo Servizi» è una struttura complementare, con funzione principale di sala d'attesa con segreteria.

I moduli hanno una conformazione planivolumetrica semplice, ottimizzata a livello funzionale per adattarsi facilmente a vari contesti

A livello costruttivo (Figura 6) l'utilizzo di tecniche "a secco"¹⁹ permette l'utilizzo di elementi prefabbricati e dunque di semplificare e accelerare i tempi di messa in opera. Con lo stesso fine, la struttura dei moduli è realizzata in travi lamellari²⁰ e pannelli di CLT²¹.

Le prestazioni termiche e di isolamento acustico sono garantite dall'utilizzo, nelle pareti perimetrali di moduli e sala di terapia, di due strati di lana di roccia, interposti alla struttura lignea e di differente densità per una riduzione maggiore del livello di pressione sonora alle varie frequenze.

I moduli poggiano su plinti prefabbricati, collegati alla struttura tramite supporti metallici regolabili, ottimali per essere installati anche in aree già edificate. Il sistema, inoltre, permette di rialzare gli edifici rispetto al terreno e dunque di fornire un'ulteriore protezione contro l'umidità.

Il *comfort* termico interno si realizza anche tramite la VMC²², che fa capo ad un aggregato compatto alimentato da un impianto fotovoltaico, per garantire riscaldamento, raffrescamento, ricircolo d'aria e produzione di acqua calda sanitaria (ACS).

Tutte queste misure di controllo delle proprietà termo-igrometriche garantiscono ai moduli prestazioni assimilabili ad un edificio nZEB²³.

In merito agli elementi utilizzati per la correzione acustica delle sale di terapia, si sono previste quattro tipologie di pannello, due tipi di tendaggio e un modello specifico di lampada acustica, con differenti proprietà di assorbimento (Figura 7) per ottimizzare la risposta delle stanze alle onde sonore a tutte le frequenze e per tutte le possibili sorgenti attive. Quasi tutti i pannelli sfruttano un sistema di guide metalliche per sovrapporsi, a generare sei configurazioni acustiche-spaziali differenti (tre per la sala di terapia individuale, tre per quella di gruppo), corrispondenti ai valori di τ_{60} ottimali a 2000 Hz per le varie sorgenti sonore (Gazzetta Ufficiale, 2008) (Figura 8).

5.3. Verifica delle soluzioni progettuali: le analisi acustiche delle sale di terapia

Come anticipato, le analisi acustiche si sono concentrate sugli ambienti di maggiore importanza: le sale di Musicoterapia, per le quali è stato garantito un adeguato isolamento acustico degli elementi edilizi perimetrali. Infatti, il potere fonoisolante delle pareti delle stanze di terapia è stimato, mediante l'utilizzo del *software* Insul, pari a $R_w=64$ dB (Figura 9).

La qualità acustica dell'ambiente è controllata innanzitutto dalla valutazione del tempo di riverberazione τ_{60} . Prima di inserire elementi fonoassorbenti specifici, sia la sala di terapia individuale che quella di gruppo presentavano valori di τ_{60} piuttosto elevati, valutati per le frequenze in banda d'ottava (125-250-500-1000-2000-4000 Hz) pari rispettivamente a 0,92-1,23-1,46-1,88-1,95-1,97 s e a 1,13-1,41-1,45-1,67-1,68-1,71 s. In entrambi i casi i valori aumentano all'aumentare della frequenza, ma dai

¹⁸ Le onde stazionarie sono formate dalla sovrapposizione di due onde periodiche, quella diretta e quella riflessa, con la stessa frequenza e che viaggiano in direzioni opposte. La loro formazione può portare ad avere un campo sonoro disomogeneo, con suoni accentuati e prolungati a certe frequenze, e con possibili fenomeni di distorsione (Butera, 1975).

¹⁹ I sistemi costruttivi a secco non prevedono l'utilizzo di acqua nelle fasi di lavorazione, bensì un assemblaggio delle diverse componenti, mediante giunzioni e connessioni di tipo meccanico.

²⁰ Il legno lamellare è un materiale composito, prodotto unendo per lunghezza le "lamelle" (assi di legno) con le venature contrapposte tramite giunti a pettine.

²¹ Il pannello di CLT (Cross Laminated Timber) è realizzato in legno massiccio a strati incrociati e incollati con le fibre perpendicolari.

²² La VMC (Ventilazione Meccanica Controllata) è un sistema che produce un flusso d'aria continuo tra ambiente interno ed esterno, garantendo il ricircolo d'aria negli ambienti interni.

²³ Un edificio nZEB (Nearly Zero Energy Building) è un «edificio ad altissima prestazione energetica in cui il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta in situ» (Costanzo, 2019).

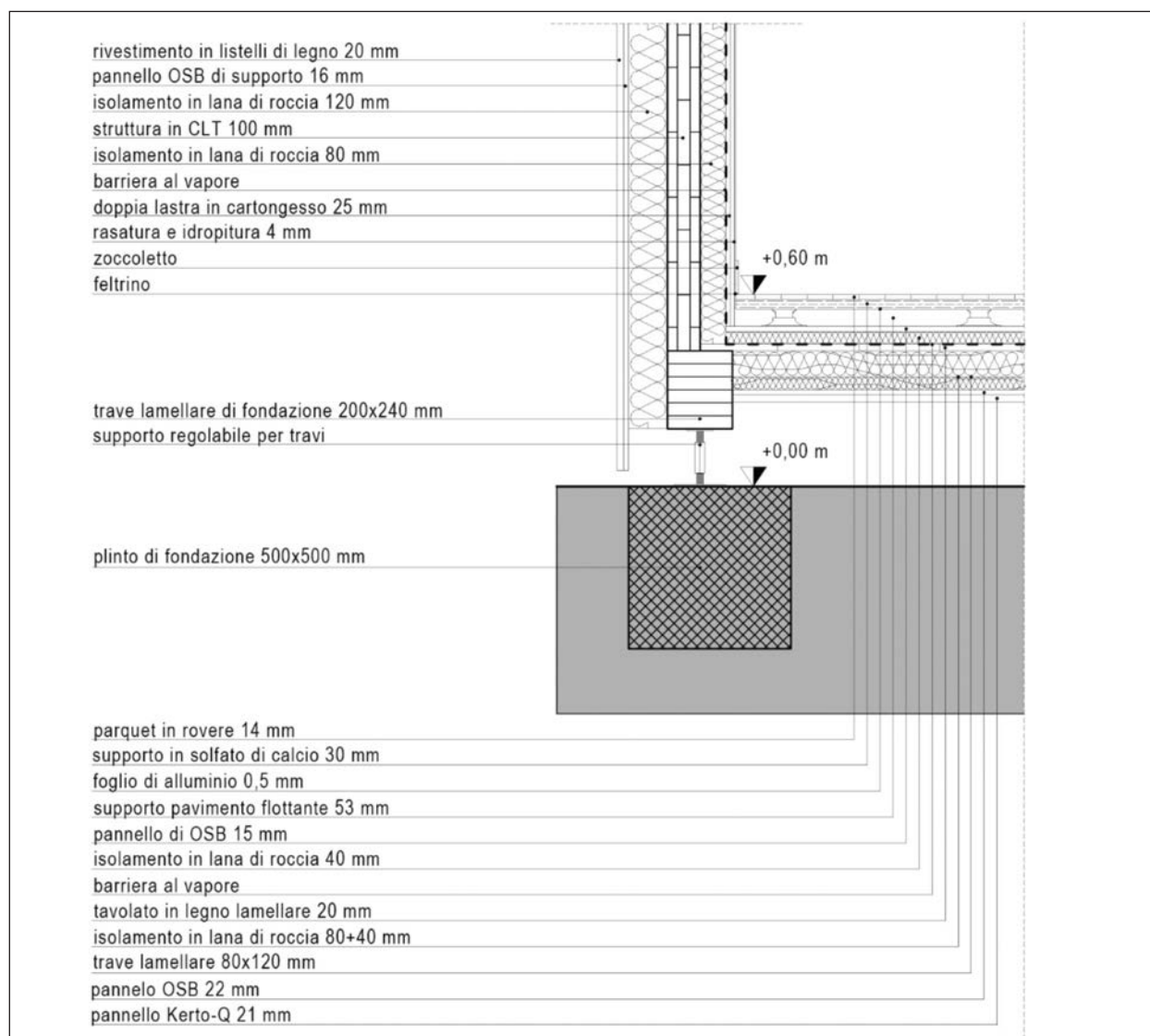


Figura 6. Dettaglio costruttivo del sistema di fondazione, della parete perimetrale e del solaio del distributivo interno, sezionati.

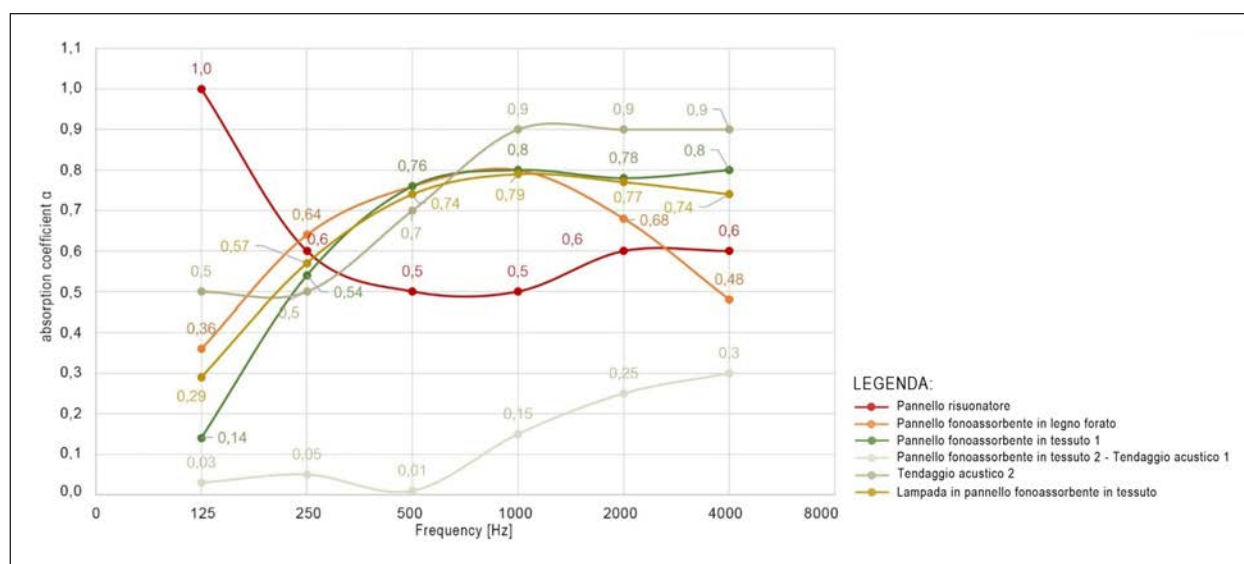


Figura 7. Grafico delle proprietà di assorbimento degli elementi acustici utilizzati per l'ottimizzazione delle sale.

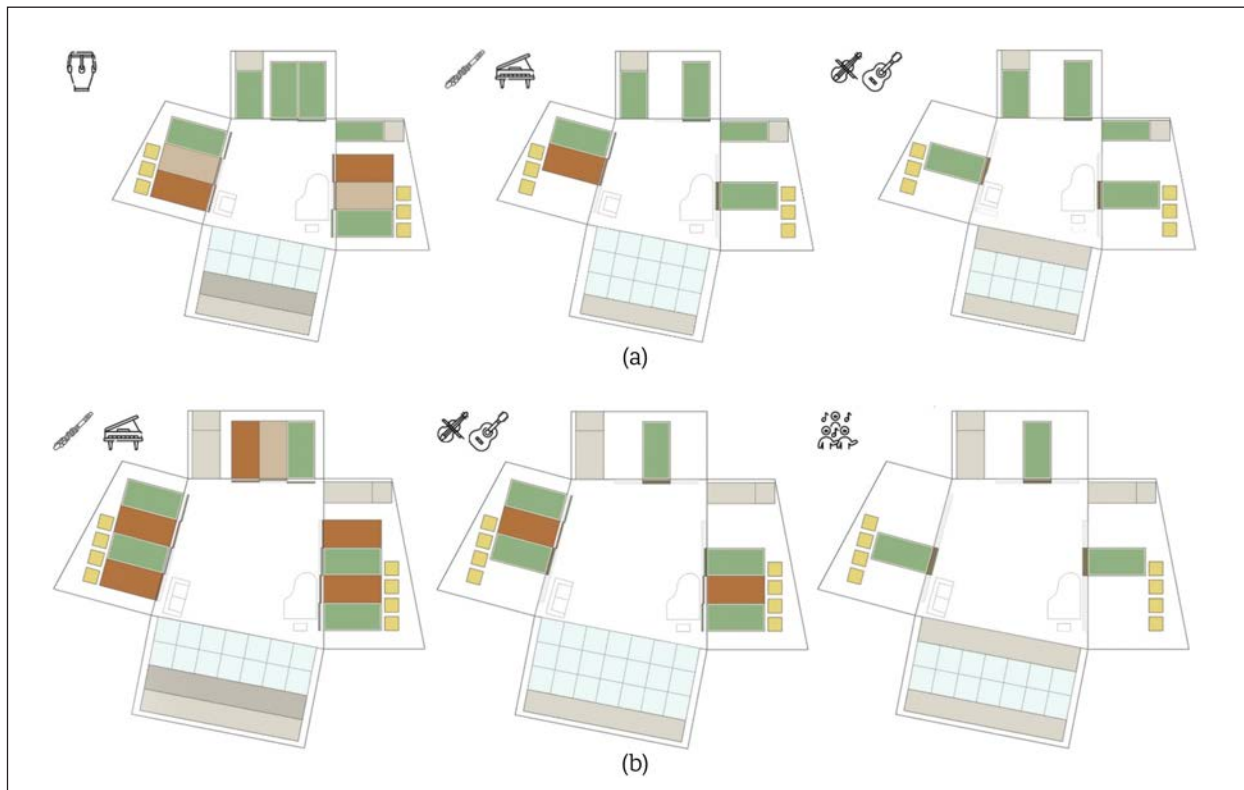


Figura 8. (a) Rappresentazione delle configurazioni acustiche-spaziali della sala di terapia individuale; (b) Rappresentazione delle configurazioni acustiche-spaziali della sala di terapia di gruppo.

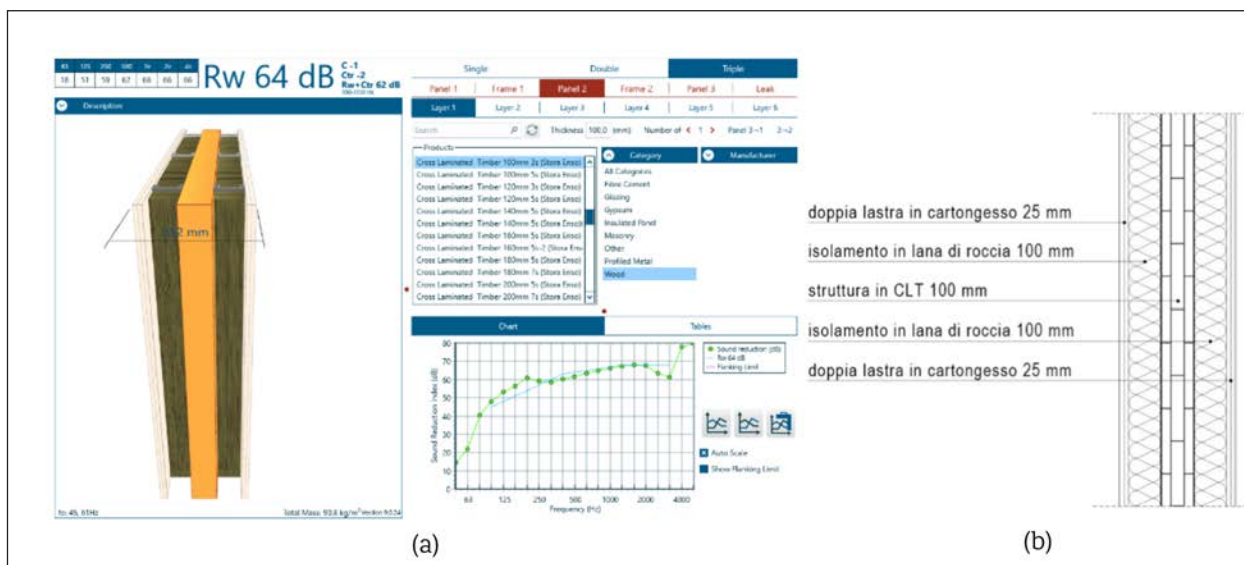


Figura 9. (a) Stratigrafia delle pareti perimetrali delle sale di Musicoterapia, delle quali si è verificato l'isolamento acustico; (b) Schermata del *software* Insul con i risultati in termini di *Rw* per la stratigrafia inserita.

125 Hz ai 4000 Hz si riscontra un incremento percentuale doppio nella sala di terapia individuale (+114%) rispetto alla sala di terapia di gruppo (+51%), probabilmente imputabile al fatto che stanze di dimensioni inferiori hanno una peggiore distribuzione delle risonanze e un rapporto meno vantaggioso tra energia riflessa e quella che arriva all'ascoltatore (Adami, 2015).

La sala di terapia individuale è ottimizzata per tre casistiche corrispondenti a τ_{60} ottimali a 2000 Hz pari a 0,4 s, 0,6 s e 0,7 s, riferiti rispettivamente a percussioni, a fiati, e ad archi e chitarra

come sorgenti sonore (Gazzetta Ufficiale, 2008). Nel caso delle percussioni, tra la curva di τ_{60} teorica e ottenuta, a seguito dell'intervento, vi è in tutti i punti corrispondenti alle frequenze analizzate un $\Delta\tau$ inferiore a 0,10 s: a 125-250-500 Hz è pari a 0,01 s, a 1000 Hz a 0,02 s, a 2000 Hz a 0,06 s e a 4000 Hz a 0,03 s (Figura 10). Tale osservanza garantisce l'efficacia dell'ottimizzazione acustica. Dal confronto tra i valori di τ_{60} ottenuti per le percussioni e quelli di partenza risulta un $\Delta\tau\%$ medio di 62 s, minore a 125 Hz (25 s) e maggiore a 4000 Hz (76 s), dovuto al fatto che per ottimizzare la sala è stato necessario abbassare notevolmente la curva pre-intervento alle alte frequenze. Infatti, la stessa ha una tendenza opposta rispetto all'andamento ottimale, che invece ha valori di τ_{60} minori alle alte frequenze e maggiori alle basse frequenze, avendo in tale situazione l'orecchio umano necessità maggiore di avere un suono rinforzato.

Le considerazioni fatte per la sala individuale nel caso delle percussioni valgono anche per le altre due casistiche. Tramite la movimentazione degli elementi acustici è stato possibile ottenere un $\Delta\tau$ medio, tra la curva teorica ottimale e quella ottenuta, di 0,05 s per i fiati e di 0,06 s per gli archi. Nelle frequenze centrali (500-1000 Hz) tali valori scendono a 0,03 s e 0,04 s. Rispetto poi alla situazione di partenza, i $\Delta\tau\%$ medi corrispondono rispettivamente a 46 s e 41 s. Tutte le configurazioni presentano, correttamente, $\Delta\tau$ inferiori alle frequenze centrali, che sono quelle di maggiore interesse.

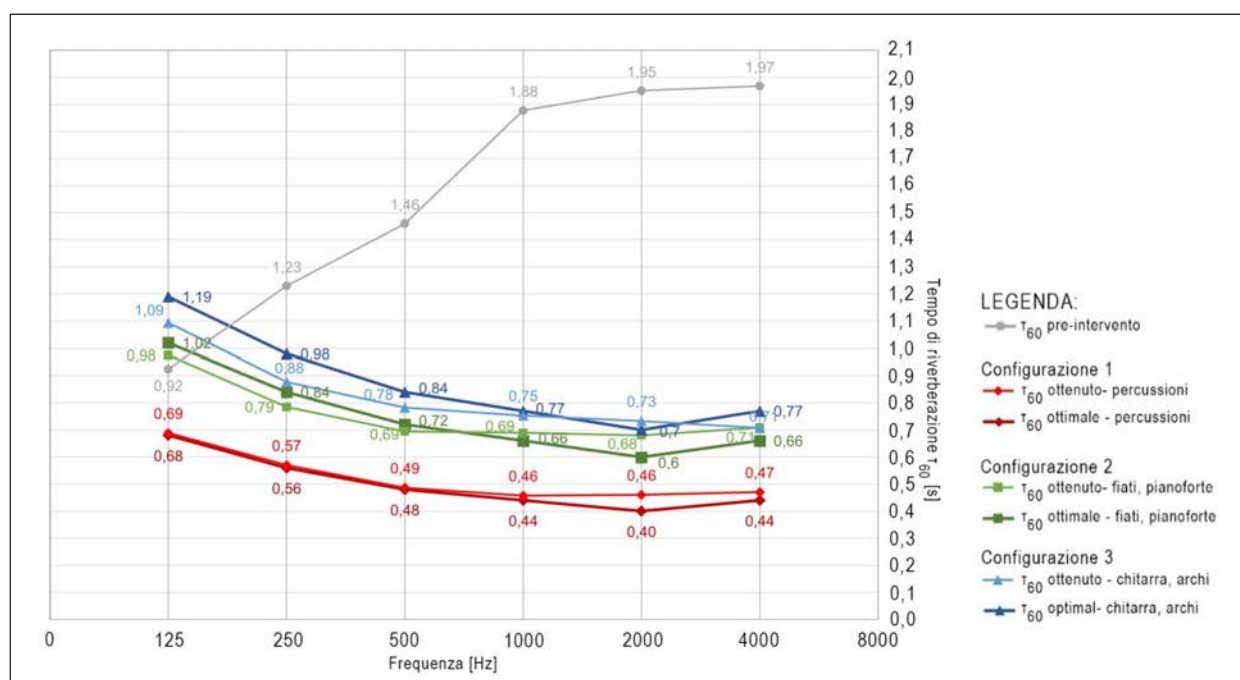


Figura 10. Grafico di confronto dei tempi di riverberazione nella sala di terapia individuale, nel caso pre-correzione acustica e nelle tre configurazioni acustiche-spaziali ottimizzate rispettivamente per strumenti a percussione, fiato e pianoforte, archi e chitarra.

Le medesime analisi sono state condotte per la sala di terapia di gruppo (Figura 11). Nella configurazione ottimizzata per gli archi il $\Delta\tau$ medio è pari a 0,03 s, valore inferiore agli 0,06 s della sala di terapia individuale, dimostrando una modesta maggiore facilità nel controllo del tempo di riverberazione nella stanza di dimensione maggiore, seppur garantendo una differenza di valori ottimale poiché inferiore a 0,10 s. Per la sala più piccola si ha un $\Delta\tau$ alle frequenze di 500 Hz e 1000 Hz rispettivamente di 0,06 s e 0,02 s, mentre per la sala maggiore di 0,04 s e 0,0 s.

Nelle configurazioni della sala di gruppo i $\Delta\tau$ medi sono pari a 0,03 s per fiati e pianoforte, e 0,03 s per archi, chitarra e canto corale.

Come per il tempo di riverberazione, sono stati valutati gli altri parametri acustici sopra citati attraverso l'utilizzo di modelli tridimensionali generati in EASE 4.4. Particolarmente significativi sono stati i risultati in termini di livello di pressione sonora totale L_{ptot} e di chiarezza, con l'indice C50.

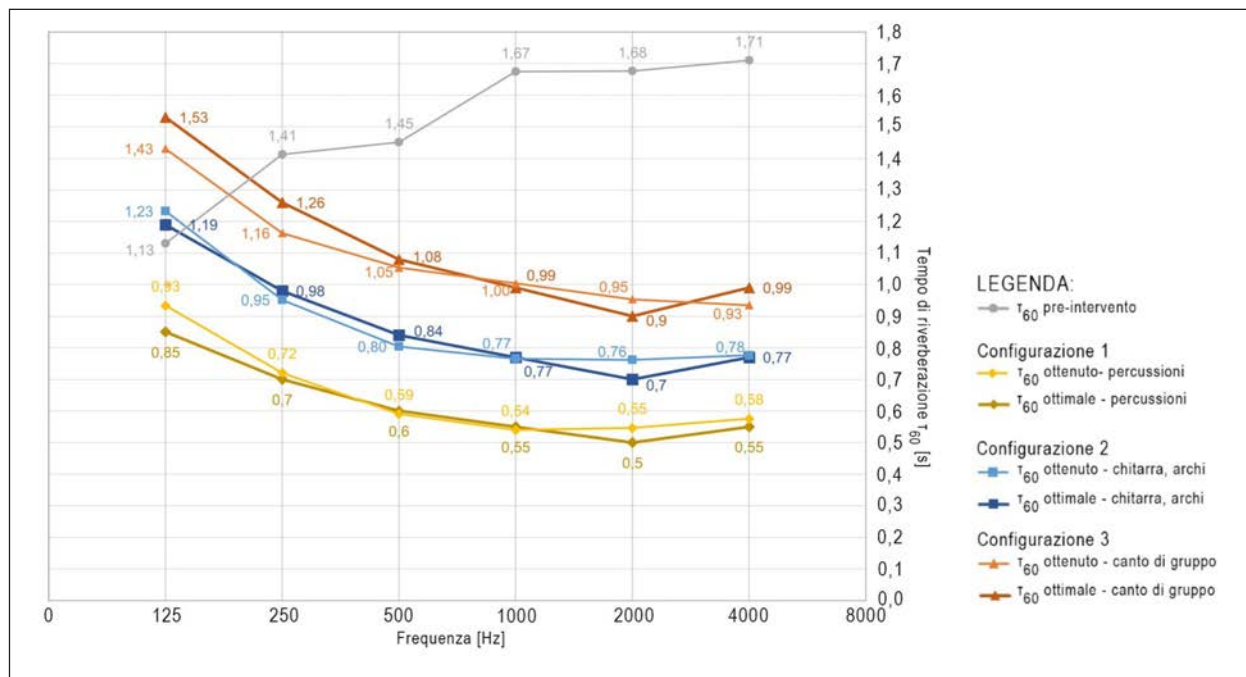


Figura 11. Grafico di confronto dei tempi di riverberazione nella sala di terapia di gruppo, nel caso pre-correzione acustica e nelle tre configurazioni acustiche-spaziali ottimizzate rispettivamente per strumenti a fiato e pianoforte, archi e chitarra, canto di gruppo.

Per il primo parametro, alla frequenza centrale significativa di 1000 Hz emerge, per la sala di terapia individuale con fonti sonore pianoforte o fiati, una distribuzione dei valori uniforme su tutto lo spazio, che va dal valore di 67,49 dB al centro della sala, in corrispondenza delle due sorgenti attive inserite come *speakers* nel modello 3D, a quello di 62,96 dB al perimetro (Figura 12a). Con un ΔL_{ptot} di soli 4,53 dB è ampiamente dimostrata l'efficacia del trattamento acustico, così come l'omogeneità del campo sonoro.

Similmente accade, nelle medesime condizioni, per la sala di terapia di gruppo, che riporta valori di ΔL_{ptot} tra 68,49 dB e 63,60 dB, dunque mostra un ΔL_{ptot} di soli 4,89 dB, valore molto vicino alla situazione precedente (Figura 12b). Anche in questo caso c'è una generale uniformità del campo sonoro e i valori maggiori coincidono con la posizione degli *speakers*. In particolare, quattro di questi corrispondono alla fonte «voce maschile», che alla frequenza di 1000 Hz ha un'intensità più elevata rispetto a quella degli altri quattro altoparlanti «voce femminile», a spiegazione del risultante livello di pressione sonora superiore dei primi.



Figura 12. (a) Visualizzazione grafica del livello di pressione sonora totale, a 1000 Hz, con fonti sonore pianoforte o fiati, nella planimetria della stanza di terapia individuale; (b) Visualizzazione grafica del livello di pressione sonora totale, a 1000 Hz, con fonti sonore pianoforte o fiati, nella planimetria della stanza di terapia di gruppo.

Anche l'indice di chiarezza C50 è stato valutato a tutte le frequenze in banda d'ottava. A 1000 Hz, con sorgenti sonore pianoforte o fiati, al centro della sala di terapia individuale si raggiunge il valore massimo di 9,72 dB, per la presenza degli *speakers* (Figura 13a). La distribuzione dei valori è piuttosto omogenea e sempre maggiore di 3 dB, con un valore minimo pari a 3,76 dB.

La sala di gruppo ha un comportamento simile, con un valore massimo di 8,5 dB in corrispondenza delle quattro voci maschili (Figura 13b). Attorno allo spazio centrale è valutato un valore medio di 5 dB uniformemente distribuito. Il valore inferiore di C50 è pari a 1,68 dB, presente esclusivamente nelle aree perimetrali non utilizzate.



Figura 13. (a) Visualizzazione grafica dell'indice di chiarezza C50, a 1000 Hz, con fonti sonore pianoforte o fiati, nella planimetria della stanza di terapia individuale; (b) Visualizzazione grafica dell'indice di chiarezza C50, a 1000 Hz, con fonti sonore pianoforte o fiati, nella planimetria della stanza di terapia di gruppo.

6. Validazione delle soluzioni progettuali individuate attraverso un caso studio

La verifica della validità dei criteri progettuali individuati e dell'applicabilità delle soluzioni modulari proposte vede il loro inserimento in un'area verde dell'Ex Ospedale Casa della Salute a Schio, nel vicentino (Figura 14). La scelta di tale contesto risulta funzionalmente ottimale per la vicinanza alla struttura sanitaria, in caso di necessità di effettuare parallelamente alla Musicoterapia altri trattamenti, e per la già predisposta presenza di spazi accessibili. Inoltre, la collocazione dei moduli su un lotto verde è significativa nel dimostrare il basso impatto e il carattere integrativo degli stessi, inseriti nel rispetto delle piantumazioni presenti. Gli elementi vegetali sono da preservare poiché forniscono benefici a livello sia terapeutico, avendo una funzione calmante e di orientamento temporale, sia acustico, contribuendo a ridurre i rumori circostanti. L'accesso è possibile tramite idonei percorsi rialzati, adattabili a seconda delle specifiche esigenze del lotto, per relazionarsi facilmente con i tracciati già presenti.

Il posizionamento dei moduli è influenzato anche da caratteri funzionali e di illuminazione. Il Modulo Servizi, avendo una funzione amministrativa e regolando i flussi d'entrata e d'uscita al complesso, è l'edificio posizionato più vicino alla struttura sanitaria, all'ingresso dell'area di progetto (Figura 15). Inoltre, è collocato in modo tale da rivolgere le finestrate della sala d'attesa verso l'area verde, in opposizione alla strada. I Moduli Terapia si trovano a poca distanza dallo stesso e, pur avendo un sistema di ombreggiamento progettato per qualsiasi orientamento, sono collocati in modo tale da rivolgere le grandi vetrate a nord, per non avere mai luce diretta e abbagliante all'interno delle sale di Musicoterapia. Inoltre, tutte le strutture sono posizionate per minimizzare il tragitto dalle aree parcheggio previste.

L'installazione proposta è volta a dimostrare la versatilità dei moduli ideati, che grazie alle loro dimensioni ridotte sono facilmente collocabili in molteplici contesti, nel rispetto della funzionalità e delle preesistenze. Inoltre, la reversibilità e il basso impatto sono garantiti dall'utilizzo di tecnologie a secco e sistemi prefabbricati, che riguardano in primis la fondazione.

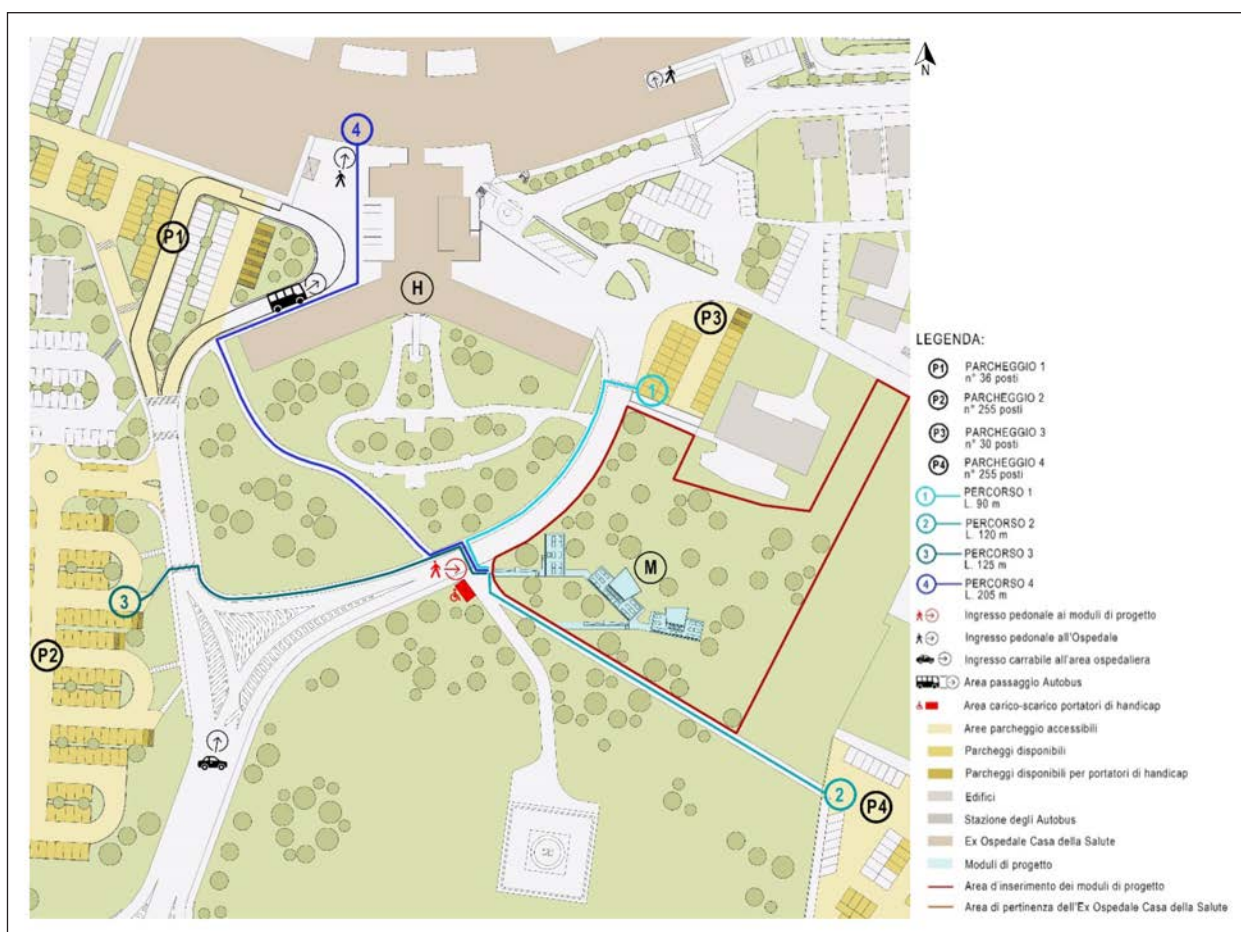


Figura 14. Planimetria di inquadramento del progetto all'interno dell'area dell'Ex Ospedale Casa della Salute a Schio.

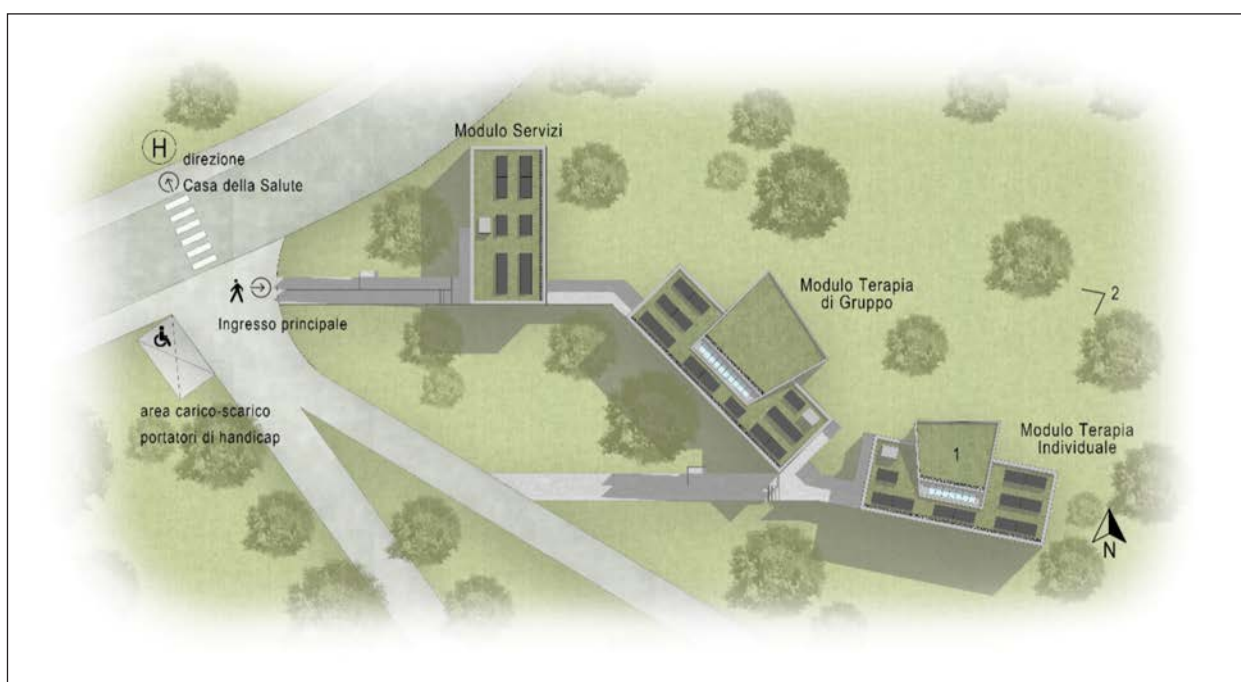


Figura 15. Planivolumetrico del lotto di progetto, con inserimento delle tre soluzioni modulari individuate.



Figura 16. (a) Render di progetto dell'interno della sala di terapia individuale; (b) Render di progetto dell'esterno dei due Moduli Terapia.

7. Conclusioni

Il lavoro ha permesso di analizzare criticamente la situazione presente ad oggi in Italia sugli spazi di svolgimento della Musicoterapia, quasi sempre inadeguati in termini dimensionali, funzionali, e soprattutto acustici. Una *survey* ha consentito di definire le specifiche criticità e le relative necessità, soprattutto in termini di prestazioni acustiche, legate a tali ambienti, e di definirne i criteri progettuali. La progettazione acustica ad assorbimento variabile ha permesso di concepire due sale di Musicoterapia, una per il trattamento individuale e l'altra per quello di gruppo, che sono in grado di adattare la loro capacità di assorbimento in funzione delle varie sorgenti sonore vocali (voce solista e corale) e musicali (pianoforte, percussioni, fiati, archi, chitarra, ecc.). Le analisi acustiche approfondite, eseguite anche mediante l'utilizzo di uno specifico *software*, hanno restituito valori ottimali per tutti i parametri acustici indagati e in tutte le configurazioni ipotizzate, dimostrando le elevate prestazioni acustiche delle sale di terapia.

Attraverso l'ipotesi d'inserimento delle tre unità modulari all'interno di un'area verde in un contesto sanitario si sono verificati l'applicabilità, il carattere integrativo e il basso impatto delle soluzioni proposte.

In futuro, potrebbero essere interessante eseguire anche valutazioni economiche di tali soluzioni, in rapporto a differenti layout e impiego di materiali alternativi che garantiscano le medesime prestazioni acustiche delle sale di terapia. Inoltre, la verificata applicabilità delle soluzioni modulari può essere estesa ad altri contesti in cui ad oggi viene svolta la Musicoterapia.

Bibliografia

- Adami I. (2015). *Indicazioni pratiche per un avere buon ambiente d'ascolto*. <https://acusticaapplicata.com/indicazioni-pratiche-per-un-avere-buon-ambiente-dascolto/>
- AFGM Ahnert Feistel Media Group. (n.d.). *EASE 4.4 User's Manual*. <https://www.afmg.eu/en/ease-44-users-manual> [accesso il 30.06.2023]
- Aquino K. (2017). *Ma la musica fa bene?*. <https://www.neamente.com/ma-la-musica-fa-bene/>
- Benenzon R.O., de Gainza V.H. & Wagner G. (1997). *La nuova musicoterapia*. Roma, Phoenix.
- Bonardi G. (2007). *Dall'ascolto alla musicoterapia*. Mercatelo sul Metauro (PU), Progetti Sonori.
- Butera L. (1975). *Architettura acustica. Teoria e tecnica del controllo del suono nelle costruzioni*. Roma, Gorlich.
- Costanzo E. (cur.). (2019). *Osservatorio degli edifici a energia quasi zero (nZEB) in Italia 2016-2018*. ENEA. <https://www.energiaenergetica.enea.it/pubblicazioni/osservatorio-degli-edifici-a-energia-quasi-zero-nzeb-in-italia-2016-2018.html>
- Decreto del Presidente della Provincia di Bolzano 7 luglio 2008, n.26, "Regolamento per la costruzione di scuole di musica" (2008, 7 luglio) (Italia). Gazzetta Ufficiale. <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2009/07/11/009R0393/s3>

- Demaestri F. & Manarolo G. (2000), *Il trattamento musicoterapico di soggetti autistici*. Musica & Terapia, 2, 15-22.
- Ente Nazionale Italiano di Unificazione. (2024). *Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Applicazione delle norme tecniche alla tipologia costruttiva nazionale - Parte 1: metodo di calcolo semplificato basato su grandezze a numero unico* (UNI 11175-1). <https://store.uni.com/uni-11175-1-2024>
- Ente Nazionale Italiano di Unificazione. (2017). *Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti - Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti* (UNI EN ISO 12354-1). <https://store.uni.com/uni-en-iso-12354-1-2017>
- Ezzu A. & Messaglia R. (2017). *Introduzione alla Musicoterapia. Storia, fondamenti, modelli, applicazioni cliniche, glossario*. Torino, Musica Practica & Didattica Attiva.
- Lazzarin R. & Strada M. (2007). *Elementi di acustica tecnica* (2. ed.). Padova, CLEUP editore.
- Manarolo G. (cur.). (2009). *Psicologia della musica e Musicoterapia. Appunti per un dialogo*. Torino, Cosmopolis.
- Manarolo G. (cur.). (2020). *Manuale di musicoterapia. Teoria, metodi e strumenti per la formazione*. Roma, Carocci editore.
- Marshall Day Acoustics. (2017). *Insul version 9 Sound Insulation Prediction Program Users Manual*. <https://www.insul.co.nz/download/> [accesso il 13.06.2024]
- Postacchini P.L., Ricciotti, A. & Borghesi M. (2014). *Musicoterapia* (2. ed.). Roma, Carocci editore.
- Scardovelli M. & Cremaschi Trovesi G. (2005). *Il suono della vita. Musicoterapia fra famiglia, scuola, società*. Roma, Armando Editore

