TEMA

Technologies Engineering Materials Architecture

Journal Director R. Gulli

e-ISSN 2421-4574
Vol. 4, No. 1 (2018)

Issue edited by Editor in Chief M. D'Orazio

Cover illustration Archivio Gigi Gho

Editorial staff
Cover design: C. Mazzoli
Journal Manager: D. Prati

TEMA
Technologies
Engineering
Materials
Architecture
e-ISSN 2421-4574
Vol. 4, No. 1 (2018)

Demolition and reconstruction?

After the long seismic sequence named "Amatrice-Norcia-Visso", a large part of the Italian population realized the difficulty to obtain adequate safety levels for the diffuse building heritage. During the earthquake, characterized by a limited magnitude level (about 6.3), a large part of the building heritage, even if restored following the most recent technical codes, collapsed suddenly. The consequences for the population concerned were devastating. Several hundred people died and about 30,000 people moved to other locations by the sea without knowing if they could have returned to their native places, considering that some historical towns were completely destroyed. The particular extension of the damages with the collapse of entire urban centers has shown that the damage recorded can only be partially attributed to specific defects of some buildings or non-compliance with existing technical rules. More generally, the particular seismic sequence gave evidence of the difficulty to grant, at the same time, the preservation of the historical identity of these towns and the use of historical buildings with modern standards and adequate safety levels. As a consequence, the basic concept of the seismic codes relating to seismic with respect to intervention on the historical building heritage (improvement instead of adaptation) has been questioned and at the political as well as technical level a debate has emerged regarding the forms with which to face the emergency, envisaging the possibility of an extensive process of demolition and reconstruction.

The shock of the damage extension and the possible abandonment of entire areas of the nation, with important social and economic consequences, has once highlighted the centrality of said issues and the need to further deepen research areas such as those related to the issues of the seismic safety of the diffused building heritage to avoid the supremacy of simplified and purely

Dopo la lunga sequenza sismica denominata Amatrice-Norcia-Visso una parte significative dell'opinione pubblica ha realizzato l'enorme difficoltà di ottenere adeguati livelli di sicurezza rispetto ad azioni sismiche per il patrimonio edilizio storico diffuso. Durante l'evento sismico, caratterizzato, nelle scosse più intense, da una magnitudo non elevatissima (ca. 6.3) una grandissima parte di tale patrimonio è collassata rapidamente. La conseguenza è stata devastante per le popolazioni interessate. Oltre alle centinaia di morti si è innescato di fatto l'abbandono di interi territori. Ca. 30.000 persone si sono spostate verso le aree costiere senza sapere se sarebbero mai più rientrate nei luoghi di nascita, considerando la distruzione pressoché totale di interi centri urbani. La particolare estensione dei danni con il collasso di interi centri urbani, ha dimostrato come i danni registrati possano essere solo parzialmente attribuiti a difetti specifici di alcuni fabbricati o a non conformità di questi rispetto alle normative. Più in generale la sequenza sismica ha messo in evidenza la grande difficoltà che abbiamo ancora oggi nel coniugare la tutela dei caratteri culturali che caratterizzano l'edilizia diffusa ed i centri minori, le necessità derivanti dall'uso secondo moderni standard e adeguati livelli di sicurezza. Come conseguenza il concetto base che caratterizza i codici normativi relativi alla sismica rispetto all'intervento sul patrimonio edilizio storico (miglioramento rispetto ad adeguamento), è stato messo in discussione ed a livello politico oltre che tecnico è emerso un dibattito relativo alle forme con cui affrontare l'emergenza paventando la possibilità di un esteso processo di demolizione e ricostruzione.

Lo shock relativo all'estensione dei danni ed al possibile abbandono di intere aree della nazione, con importanti conseguenze sociali ed economiche ha messo in evidenza ancora una volta la centralità di tali temi e la necessità di approfondire ulteriormente ambiti di ricerca quali quelli relativi alle tematiche della sicurezza sismica del patrimonio edilizio diffuso per evitare l'insorgere ed il possibile dominio di approcci semplificati e puramente tecnologici e per questo del tutto parziali e per

technological (an therefore completely partial) approaches to adequately preserve the identity and the image (which is also part of the constructive culture) of these places, not only for cultural reasons but also for economic reasons, considering the touristic appeal of these places.

After this earthquake the need to give a further and significant impulse to research in this area emerged strongly, to the analysis of specific cases with the aim of finding solutions, which hardly will be general or generizable, but which will be useful to highlight useful orientations to guarantee security, adequate levels of life in the buildings that characterize the smaller centers, without losing the cultural identity that characterizes these places.

Marco D'Orazio

Editor

preservare adeguatamente l'identità e l'immagine (dei quali è parte anche la cultura costruttiva) di tali luoghi, tanto per motivazioni culturali che per motivazioni economiche, data l'attrattività di questi luoghi sotto il profilo turistico.

A seguito del terremoto è emersa con forza la necessità di dare un ulteriore e significativo impulso alla ricerca in tale ambito, all'analisi di casi specifici con lo scopo di trovare soluzioni, che difficilmente saranno generali o generalizzabili, ma che comunque saranno utili ad evidenziare indirizzi utili a garantire sicurezza, adeguati livelli di vita negli edifici che caratterizzano i centri minori, senza perdere l'identità culturale che caratterizza questi luoghi.

TEMA
Technologies
Engineering
Materials
Architecture
e-ISSN 2421-4574
Vol. 4, No. 1 (2018)

The recovery of the former University pediatric clinics in Cagliari: a project for the reuse, environmental redevelopment and structural and anti-seismic retrofitting of a modern building in a monumental centre

Carlo Atzeni*, Stefano Cadoni, Luigi Fenu, Francesco Marras, Paolo Putzulu, Francesco Sedda, Claudio Sirigu

Highlights

The main objective of the research is to examine intervention methodologies for the redevelopment of modern heritage with an interdisciplinary approach that combines the requirements of conservation with those of modification, which allow to respond with quality to the changed conditions of use.

Abstract

This paper discusses some of the issues related to the redevelopment of the modern building, with a rethink about the spaces consequent to the need to change its planned use that is structurally more burdensome and the related anti-seismic retrofitting. The case study concerns the project for the restoration and reuse of the former pediatric clinics of the University of Cagliari, according to an integrated method of intervention which, in the absence of historical documents, made it possible to reconstruct the material and structural characterisation of the building and its technical and constructional features.

Keywords

Modern recovery, Integrated project, Architecture and historic centres, Non-destructive techniques, Minimum space devices

1. INTRODUCTION

The redevelopment of modern architecture has become one of the essential priorities in the process of renewal in our cities, especially when placed in historical contexts of particular historical-monumental importance. Even in contexts where risks are almost non-existent as in Sardinia, seismic retrofitting has become an inescapable necessity which accompanies the process of rethinking the spatial, architectural, technological and performance aspects of buildings constructed in the 1900s, which are now considered to be authentic historical buildings (particularly those built up to the 1960s). Buildings that were constructed according to state-of-the-art experimental procedures for

Carlo Atzeni
DICAAR - Dipartimento di Ingegneria civile e Architettura, Università di Cagliari, via Santa Croce 67, Cagliari, 09124, Italia

Stefano Cadoni
DICAAR - Dipartimento di Ingegneria civile e Architettura, Università di Cagliari, via Santa Croce 67, Cagliari, 09124, Italia

Luigi Fenu
DICAAR - Dipartimento di Ingegneria civile e Architettura, Università di Cagliari, via Santa Croce 67, Cagliari, 09124, Italia

Francesco Marras
DICAAR - Dipartimento di Ingegneria civile e Architettura, Università di Cagliari, via Santa Croce 67, Cagliari, 09124, Italia

Paolo Putzulu
DICAAR - Dipartimento di Ingegneria civile e Architettura, Università di Cagliari, via Santa Croce 67, Cagliari, 09124, Italia

Francesco Sedda
DICAAR - Dipartimento di Ingegneria civile e Architettura, Università di Cagliari, via Santa Croce 67, Cagliari, 09124, Italia

Claudio Sirigu
DICAAR - Dipartimento di Ingegneria civile e Architettura, Università di Cagliari, via Santa Croce 67, Cagliari, 09124, Italia

* *Corresponding author*
Tel.: +39-0706755336;
e-mail: carlo.atzeni@unica.it

the period in which they were conceived, suffer nowadays from their own experimental genesis which, even in the more significant cases, requires regulatory and performance improvements, and more in general, an adaptation to contemporary uses. The case study of the redevelopment project (carried out with expert advice from DICAAR) concerning the former pediatric clinics of the University of Cagliari enables us to illustrate an integrated method of intervention for rethinking space, together with a hypothesis of planned use that is structurally more burdensome with the consequent anti-seismic retrofitting.

2. THE FORMER PAEDIATRIC CLINICS AND THE FIRST MODERN EXPERIENCES

The former University pediatric clinics are located in an urban area that historically represented the un-built margin between the mediaeval fortress of the Castello di Cagliari and the archaeological park of the Roman Amphitheatre. This is an intermediate position between the lower town (the historic district of Stampace) and the citadel (the Castello and the Park of Viale Buoncammino) along what is now Via Porcell, resulting from an imposing urban rethink by the neoclassical architect Gaetano Cima who, at the end of the 1800s, introduced a new connection with the fortified historic town. The city began its expansion outside the walls, through the foundation of the University's hospital and scientific complex. The hospital part consists substantially of two buildings: one from the early 1930s and the other started immediately after the war and completed in 1958. The first Pediatric Clinic was one of the first attempts to introduce modern culture into the architecture of Cagliari. However, these experiences that could be referred to as "pioneering" did not fully implement the formal opportunities offered by the reinforced concrete frame and the consequent opportunities for open plan structures and façades. Designers and builders of the era were still unable to totally abandon the techniques and languages related to the massive aspect of traditional wall construction work, resulting from a strong influence from the Pre-modern building elements which derive from a mix of techniques in which reinforced concrete frames coexist and cooperate with stone- or brick-wall structures.
Freed from the eclectic design, which at that time had characterised other University and institutional buildings in the city (Palazzo delle Scienze, Biology Institutes, Legione dei Carabinieri, etc.), the Pediatric Clinic approached the almost proto-rationalist language, which in the Twentieth Century asserted itself as a precursor of the heroic experience of the Italian

1. INTRODUZIONE

La riqualificazione dell'architettura moderna è ormai una delle priorità irrinunciabili nei processi di rinnovamento delle nostre città, specie quando inserita in contesti storici di particolare valore storico-monumentale. L'adeguamento antisismico, anche in contesti a rischio quasi nullo come quello sardo, è una necessità ineludibile che si accompagna al ripensamento spaziale, architettonico, tecnologico-prestazionale degli edifici costruiti nel novecento, ormai da considerarsi a pieno titolo storici (in particolare quelli costruiti sino agli anni '60). Architetture costruite secondo sperimentazioni d'avanguardia per il momento storico in cui sono state concepite scontano oggi la loro stessa genesi sperimentale che, anche nei casi maggiormente significativi, rende necessari l'adeguamento normativo, prestazionale e più in generale d'uso contemporaneo. Il caso studio del progetto di riqualificazione, (condotto con la consulenza scientifica del DICAAR) delle ex-cliniche pediatriche dell'Università di Cagliari, consente di illustrare una metodologia di intervento integrata per il ripensamento dello spazio, associato a un'ipotesi di variazione di programma d'uso strutturalmente più gravoso con conseguente adeguamento antisismico.

2. LE EX-CLINICHE PEDIATRICHE E LE PRIME ESPERIENZE MODERNE

Le ex Cliniche Pediatriche universitarie sorgono in un ambito urbano che storicamente ha rappresentato il margine non costruito fra la rocca medioevale del Castello di Cagliari e il parco archeologico dell'anfiteatro romano. Si tratta di una collocazione intermedia tra la città bassa (quartiere storico di Stampace) e la città alta (il Castello appunto e il parco del viale Buoncammino) lungo l'attuale via Porcell, risultato di un imponente ripensamento urbano dell'architetto neoclassico Gaetano Cima che, alla fine dell'800, introduceva una nuova connessione con la città storica fortificata. La città iniziava la sua espansione fuori dalle mura, attraverso la fondazione del polo ospedaliero-scientifico universitario. Il complesso delle cliniche è costituito sostanzialmente da due edifici; uno risalente ai primi anni '30 del Novecento, l'altro iniziato nell'immediato dopoguerra e terminato nel 1958. La prima Clinica pediatrica costituisce uno dei primi tentativi di introdurre la cultura moderna nell'architettura cagliaritana. Tuttavia, queste esperienze che si potrebbero definire "pionieristiche", non avevano del tutto recepito le opportunità formali del telaio in cemento armato e le conseguenti possibilità di pianta e facciata libere. I progettisti e costruttori dell'epoca ancora non riuscivano ad abbandonare del tutto le tecniche e i linguaggi legati alla dimensione massiva della costruzione muraria tradizionale, esito di una forte influenza del cantiere di matrice pre-moderna da cui discende una commistione di tecniche in cui i telai in cemento armato convivono e

Modern style. The "modern Italian approach to architecture" (Poretti, 2008) features a leading role played by thick walls both in the structural and formal conception of buildings.

Technological and constructional hybridisation is also a recurrent aspect in this particular case of the former Pediatric Clinics: on the one hand, they experimented with innovative solutions with horizontal elements in reinforced concrete and/or cement and brickwork, which enabled the reduction of their resistant sections and compressing components on the walls, and on the other hand, the elevated structure continued to be conceived according to the traditional scheme of the resistant cell with massive masonry structures. This is a mixed system which, albeit through a "spurious" conception that was still unable to fully benefit from the structural potential of reinforced concrete frame structures, led nevertheless to a substantial reduction in the size of structures towards a "structural optimisation" (Gulli. 2012) along with an improvement in the quality of space. The sections of horizontal elements and masonry were reduced compared to the recent past and the same wall structure was invariably strengthened by reinforced-concrete frame portions where the façade was prevalently characterised by openings on the front of the resistant box.

It was clearly a compromise: a cautious approach, a first contact with the new technology of reinforced concrete launched in those years in many buildings in Cagliari, while the experiments conducted primarily by Ferrobeton on buildings like the same Palazzo delle Scienze, the Legione dei Carabinieri or the Palazzina Scano al Corso were precursors to the introduction of the reinforced concrete frame, which would only become general practice in the Post-war Period.

In fact, the second Pediatric Clinic, known as the Clinica Macciotta (after its founder), was started just after the war and completed in 1958 and was also built according to the same pattern, with cement and brick slabs on walls that were almost exclusively in masonry. In this case, it is precisely the extremely interesting central hub, housing the stairwell in reinforced concrete and the front lobby and acting as a connection volume between the two mutually rotated building structures, that was built entirely using techniques that demonstrate a growing mastery of the technology and a fully framed structural system that addresses the structural union with the building which was conversely built with a masonry structure in brickwork. The role of this hub between the buildings is significant also in terms of the formal and linguistic characteristics and allows the entrance to stand out with a monumentality that is inherited from the recent past.

collaborano strutturalmente con setti murari lapidei o laterizi.
La Clinica pediatrica, liberata dal disegno eclettico che in quel periodo aveva caratterizzato altri edifici universitari e istituzionali della città (Palazzo delle scienze, Istituti biologici, Legione dei Carabinieri, ecc.), si avvicina al linguaggio, quasi proto-razionalista, che nel Novecento si afferma anticipando l'esperienza eroica del Moderno italiano. La "moderna via italiana all'architettura" (Poretti, 2008) si connota infatti per il protagonismo delle masse murarie sia nella concezione strutturale che formale degli edifici.
L'ibridazione tecnologica e costruttiva costituisce il dato ricorrente anche in questo particolare caso delle ex-cliniche pediatriche: da un lato si sperimentano soluzioni innovative con orizzontamenti in cemento armato e/o latero-cementizi, che consentono di ridurne sezioni resistenti e componenti spingenti sulle murature, dall'altro la struttura in elevazione continua ad essere concepita secondo lo schema tradizionale della cellula resistente con setti massivi e murari. Si tratta di un sistema misto che, seppur attraverso una concezione "spuria" ancora non del tutto in grado di beneficiare delle potenzialità strutturali delle strutture intelaiate in cemento armato, conduce comunque a una riduzione sostanziale degli ingombri strutturali verso una "ottimizzazione strutturale" (Gulli. 2012) insieme a un miglioramento della qualità spaziale. Le sezioni sia degli orizzontamenti che delle murature si riducono rispetto al recente passato e la stessa struttura muraria viene puntualmente rinforzata da porzioni di telaio in cemento armato laddove lo spartito di facciata vede prevalere il vuoto delle aperture sul pieno della scatola resistente. È chiaramente un compromesso: un approccio prudente, una prima presa di contatto con la nuova tecnologia del cemento armato rilanciato in quegli anni in molte realizzazioni cagliaritane, mentre le sperimentazioni condotte soprattutto dalla Ferrobeton su edifici come lo stesso Palazzo delle Scienze, la Legione dei Carabinieri o la Palazzina Scano al Corso anticipano l'introduzione del telaio in c.a., che diventerà pratica diffusa solo nel secondo dopoguerra. Infatti, anche la seconda Clinica pediatrica, nota come Clinica Macciotta (dal nome del suo fondatore), iniziata appunto nel dopoguerra e completata solo nel 1958, è costruita secondo lo stesso schema, con solai latero-cementizi su murature quasi esclusivamente in laterizi. In questo caso, proprio l'interessante snodo centrale che ospita il corpo scale in c.a. e l'atrio di ingresso e funge da volume di connessione fra i due corpi di fabbrica mutuamente ruotati, è interamente costruito con tecniche che dimostrano una crescente padronanza della tecnologia e un sistema strutturale interamente intelaiato che risolve il giunto strutturale con l'edificio invece realizzato con struttura muraria in laterizi. Il ruolo di questo snodo fra corpi di fabbrica è significativo anche sotto il profilo linguistico-formale e consente di segnalare l'ingresso con una monumentalità ereditata dal recente passato.

3. THE PROJECT FOR RESTORATION AND REUSE

The current situation provides a rather patchy picture as regards the state of conservation and general deterioration of the buildings that make up the complex.

While the former Pediatric Clinic was the subject of recent major maintenance work which completely revamped the external envelopes and partially the interior, the Clinica Macciotta building and the villa from the 1930s that completes the upper articulation of the complex, are in a substantially more significant state of disrepair: partially missing or flaking plasterwork; stone cladding on the façade in dangerously unstable conditions; inefficient and incorrectly-functioning rainwater drainage systems; antiquated doors and windows that are unable to ensure the building heat engineering performance characteristics; flat roofs with sealing properties in a highly critical condition. Moreover, the three buildings have also been colonised by a progressive "parasitism" from external systems, mostly on the south-facing rear side, according to an episodic process of additions linked to contingent needs that have never been associated with properly-planned intervention work. As a result, the flat roofs are in some cases totally occupied by obsolete machinery and pipework, while the façades are affected by risers of various natures and sizes. In terms of distribution, the three-building complex is currently fully navigable at all levels; an integrated system of connections on the floors and vertical connection elements, located in the different buildings, allows general circulation, albeit with some passages governed solely by flights of stairs and mezzanine floors between one building and the other (often of a temporary nature) which do not actually provide full accessibility to people with disabilities. The endowment of vertical connection systems provided by staircases and lifts, especially when assessed in light of the new intended use and the number of intended users, appears totally under-sized and inefficient. The division of spaces – the result of a system of intermediate partitions between the load-bearing masonry structures – is unsuited to the new intended use as it does not allow the rationalisation of the various functions of the rooms required by the new plans for the building and breaks up the available space excessively.

The redevelopment project for the Clinica Macciotta is the result of an integrated approach which looks initially at its intended reuse and is not limited to bringing the buildings into line with the updated structural, technological, safety, environmental and performance requirements by simply adding renewed elements, but seizes the opportunity to entertain a more

3. IL PROGETTO DI RECUPERO E RIUSO

Lo stato attuale restituisce un quadro piuttosto disomogeneo dello stato di conservazione e di aggressione impiantistica degli edifici che compongono il complesso.
Infatti, mentre la ex clinica Pediatrica è stata oggetto di un recente intervento di manutenzione straordinaria che ne ha riqualificato interamente gli involucri esterni e parzialmente le finiture interne, l'edificio della clinica Macciotta e il villino degli anni '30, che completa a monte l'articolazione del complesso, presentano una condizione generale di degrado sostanzialmente più elevata: intonaci parzialmente mancanti o in fase di distacco,; rivestimenti lapidei di facciata in pericolose condizioni di stabilità; sistemi di smaltimento delle acque meteoriche inefficienti e non correttamente funzionanti; infissi vetusti e non in grado di assicurare le performance termotecniche dell'edificio; coperture piane in condizione di tenuta fortemente critica. I tre edifici inoltre sono stati colonizzati nel tempo da un progressivo "parassitismo" impiantistico esterno, prevalentemente sul retro sud, secondo un processo di addizione episodico legato alle necessità contingenti e mai associato a una programmazione temporale degli interventi. Di conseguenza, le coperture piane sono occupate in alcuni casi totalmente da macchine e tubature non funzionanti, mentre le facciate sono interessate da colonne montanti di varie nature e dimensioni.
Sotto il profilo distributivo, allo stato attuale il complesso dei tre edifici è interamente attraversabile a tutti i livelli; un sistema integrato di collegamenti ai piani e di elementi di collegamento verticale, dislocati nei diversi corpi di fabbrica, consente infatti la circolazione indistinta, sia pure con alcuni passaggi regolati esclusivamente da rampe di scale, mezzi piani fra un edificio e l'altro spesso di natura provvisoria che di fatto non assicura la piena accessibilità anche ai portatori di disabilità. La dotazione degli impianti di collegamento verticale data dalle scale e dagli ascensori, specie se valutata alla luce della nuova destinazione d'uso e del numero di utenti previsti, appare assolutamente sottodimensionata e inefficiente. La suddivisione degli spazi, esito di un sistema di partizioni intermedie realizzate fra le strutture murarie portanti, risulta inadatto alla nuova destinazione d'uso in quanto non consente di razionalizzare le diverse funzioni dei vani richieste dal nuovo programma dell'edificio e fraziona eccessivamente lo spazio.
Il progetto di riqualificazione della clinica Macciotta è il risultato di un approccio integrato che partendo dalle istanze di riuso non si limita ad adeguare gli edifici alle aggiornate prescrizioni normative di natura strutturale, tecnologica, di sicurezza, ambientali e prestazionali in una sequenza semplicemente additiva, ma coglie l'occasione per dispiegare un pensiero più ampio, con l'obiettivo finale di una restituzione alla città di un complesso pienamente adeguato sotto tutti i profili e a diverse scale ad una nuova fase di vita. Il progetto

broadly encompassing idea, with the ultimate aim of giving back to the city a complex that is fully suited to a new phase of life in every respect and at every level. The plan proposes a renewed public dimension for the area, through the redefinition of a collective and easily navigable ground floor space, with study rooms for group activities, refreshment areas and the reacquisition of the open spaces on the terraces overlooking the historic city.

The permeability between the front and back on the ground level is an essential precondition in the new urban dimension and the roles between the part of the complex devoted to teaching, with classrooms and laboratory spaces, and the part intended for departmental activities with studies and meeting rooms are clearly defined in its longitudinal development, thus complying with the dictates regarding fire-prevention compartmentalisation, anti-seismic improvements and in terms of its functional and planned use.

In general the underlying principle for the redevelopment of the Pediatric Department of the Clinica Macciotta is that of minimum compatible intervention, associated with a systematic and careful purging of the various incongruous functional layers of engineering systems in order to restore the readability of the original historic complex. The categories of intervention referred to involve the building renovation of those parts of the envelope and the exteriors and also the major maintenance work for repairs to the interior, both in terms of the distribution network and the architecture. The intervention strategy can be summarised in the following three points:

1. a new layout for the distribution, accessibility and circulation network with a reconfiguration of the interior spaces that involve modifying some constructional elements in compliance with structural and seismic retrofitting (cross-bracing walls, intermediate floor slabs, staircases and lifts), the consolidation of the horizontal elements, demolition of lightweight partitioning walls, rebuilding of a new partitioning system for the spaces between the load-bearing walls and the reconstruction of a new system of vertical connection elements (integration and reconfiguration of staircases and lifts);
2. redevelopment of the base of the building and the surrounding outdoor areas by eliminating the added structures and incongruous volumes adjacent to the historic buildings and in the areas of pertinence in order to improve accessibility and permeability between the Interior and exterior of the building;
3. redevelopment of the spaces occupied by cumbersome and obsolete engineering systems; in particular, this involves the rehabilitation of the roofs of the historic buildings and the terraces overlooking the Fossa di

propone una rinnovata dimensione pubblica dell'area, attraverso la ridefinizione di un piano terra collettivo e attraversabile, con aule studio per attività di gruppo, punti ristoro e la riconquista degli spazi aperti dei terrazzamenti affacciati sulla città storica.

Se al livello del suolo la permeabilità tra fronte e retro è una precondizione irrinunciabile della nuova dimensione urbana, nello sviluppo longitudinale vengono ridefiniti i ruoli in modo chiaro tra la parte di complesso destinata alla didattica, con aule e spazi laboratorio e quella destinata alle attività di dipartimento con studi, aule riunioni, tenendo così insieme le istanze dettate dalle ragioni di compartimentazione antincendio, di efficientamento sismico e di natura funzionale e programmatica.

In generale il principio alla base della riqualificazione del Presidio Pediatrico della Clinica Macciotta è quello del minimo intervento compatibile, associato ad una sistematica e puntuale ripulitura dalle stratificazioni impiantistiche e funzionali incongrue, per recuperare la leggibilità del complesso storico originario. Le categorie di intervento a cui ci si riferisce sono quella della ristrutturazione edilizia per le parti dell'involucro e degli esterni e quella della manutenzione straordinaria per il riassetto degli interni, sia in termini distributivi che architettonici.

La strategia d'intervento si basa sinteticamente su tre punti:

1. *un nuovo assetto distributivo, di accessibilità e circolazione con riconfigurazione degli spazi interni che prevedono la modifica di alcuni elementi costruttivi in rispondenza ad un adeguamento strutturale e antisismico (muri di controvento, solai intermedi, corpi scale e ascensori), il consolidamento degli orizzontamenti, la demolizione di partizioni leggere, la ricostruzione di un nuovo sistema divisorio degli spazi fra le murature portanti, la ricostruzione di un nuovo sistema di elementi di collegamento verticale (integrazione e riconfigurazione di scale e ascensori);*
2. *riqualificazione del basamento dell'edificio e delle aree esterne prospicienti, attraverso l'eliminazione delle superfetazioni e volumi incongrui in adiacenza agli edifici storici e nelle aree di pertinenza allo scopo di migliorare l'accessibilità e permeabilità tra interno ed esterno dell'edificio;*
3. *riqualificazione degli spazi occupati da sistemi impiantistici ingombranti e non più necessari, in particolare si prevede la riqualificazione delle coperture degli edifici storici e dei terrazzamenti in affaccio sulla fossa di San Guglielmo, con conseguente ridefinizione del sistema impiantistico dell'intero complesso.*

La leggibilità del complesso storico è un obiettivo che viene perseguito attraverso due modalità operative combinate e complementari, una di sottrazione e una di addizione o sostituzione, il cui risultato è la definizione di una nuova immagine coordinata del complesso che non si limita alla restituzione dello stato

San Guglielmo [St. William's Ditch], with the consequent redefinition of the engineering plant systems for the entire complex.

The readability of the historical complex is an objective which is pursued through two combined and complementary operating procedures: one involving removals and one involving additions or replacements. The outcome of this is a new coordinated image of the complex that is not limited to returning the places to their original conditions, but also involves reorganising the system and its functions to meet contemporary needs. A particularly emblematic aspect of this is the replacement of the building connecting the Clinica Macciotta with the Pediatric Clinic which had "in the past resolved the question of connecting, in an almost improvised and rather incoherent manner, the old and the new buildings", which also includes some functional and technological improvements and was located there to coordinate the buildings of the two former clinics.

The plan for reuse of the two historical buildings involves the integration of the existing spaces through a systematic use of independent specialist units on formal terms compared to the existing autonomous units on functional and constructional terms, which enable an effective answer to be given to the themes of reuse and the relationship between "the old and the new". As a minimum unit, the box ensures the integration of specific functions which require recognition or which cannot effectively be placed within the existing historical elements due to issues regarding performance or because it would excessively sacrifice the space in the finest areas. Each box will be able to accommodate bathroom facilities, storerooms, classrooms and all those places where one intends to perform highly specialised tasks together with their technological requirements that were more difficult to achieve in the historic building.

The boxes are defined by the relationship that is established with the existing structures, according to their related positions: In-boxes, Between-box and Top-boxes.

a) In-boxes. They are wholly contained within existing spaces where specialised functions are introduced by modifying the overall distribution layout of the existing structure. These are the stairwells added to the building, that is intended for teaching purposes, and the redevelopment units in the former heating plant to be used as new teaching spaces.

b) Between-box. This is the most complex box among the ones included in the project: it will be sandwiched between the two differently-aged buildings and will replace the old connecting structure; it will solve the issue of longitudinal connection between the buildings and between the front and the rear of the

originario dei luoghi, ma ne riarticola l'impianto e le funzioni per rispondere alle esigenze contemporanee. Emblematico in questo senso è la sostituzione del corpo di raccordo tra l'edificio della Clinica Macciotta e quello della Pediatrica che aveva "risolto a suo tempo in modo quasi improvvisato e piuttosto incoerente il giunto vecchio-nuovo, che riassume in sé adeguamenti funzionali, tecnologici ed è interposto a coordinare gli edifici delle due ex cliniche.

Il programma di riuso dei due edifici storici prevede l'integrazione degli spazi esistenti attraverso un uso sistematico di unità specialistiche indipendenti sul piano formale rispetto alle preesistenze e autonome su quello funzionale e costruttivo, che consentono di dare una risposta efficiente ai temi del riuso e del rapporto "vecchio–nuovo" appunto. La scatola come unità minima garantisce l'integrazione di funzioni specifiche per le quali sia richiesta una riconoscibilità o che non sia efficiente collocare entro la preesistenza storica per questioni prestazionali o perché ne sacrificherebbe eccessivamente lo spazio negli ambienti più pregiati. Ogni scatola potrà accogliere servizi igienici, depositi, aule e tutti quei luoghi nei quali si prevedono di svolgere attività altamente specializzate a cui sono associati requisiti tecnologici più difficilmente raggiungibili nella fabbrica storica.

Le scatole sono definite dalla relazione che si stabilisce con le preesistenze, secondo la loro posizione reciproca: In-box, Between-box e Top-box.

a) In-box. Sono completamente contenute all'interno di vani esistenti in cui introducono funzioni specialistiche modificando l'assetto distributivo complessivo della preesistenza. Si tratta dei corpi scala aggiunti nell'edificio destinato alla didattica e delle unità di riqualificazione della ex centrale termica adibita nuovi spazi didattici.

b) Between-box. Si tratta della scatola più complessa tra quelle previste in progetto: inserita tra i due edifici di epoca diversa in sostituzione della vecchia connessione, risolve il raccordo longitudinale tra gli edifici e tra il fronte e il retro del sistema degli spazi esterni. Essa soddisfa i principi d'intervento e svolge un ruolo determinante per l'adeguamento sismico del complesso, eliminando l'inopportuno collegamento che aveva reso solidali i due edifici, altamente penalizzante in caso di sisma. Sul piano funzionale risolve in sé tutta la dotazione dei servizi igienici per l'intero edificio destinato alla didattica, il collegamento verticale di emergenza per l'edificio destinato agli studi, una minima dotazione aggiuntiva di spazi di lavoro e la collocazione, adeguatamente controllata sotto il profilo paesaggistico, delle macchine esterne dei nuovi impianti di climatizzazione. Nell'attacco al suolo la scatola between-box è totalmente attraversabile e mette in relazione diretta gli spazi pubblici a monte sulla via Porcell con i terrazzamenti affacciato sulla città storica.

c) Top-box. Sono collocate sulle coperture a terrazza, in aderenza ai corpi d'attico, il cui uso era essenzialmente di servizio tecnico. Il loro obiettivo è limitato al punto 3 dei principi di intervento, poiché

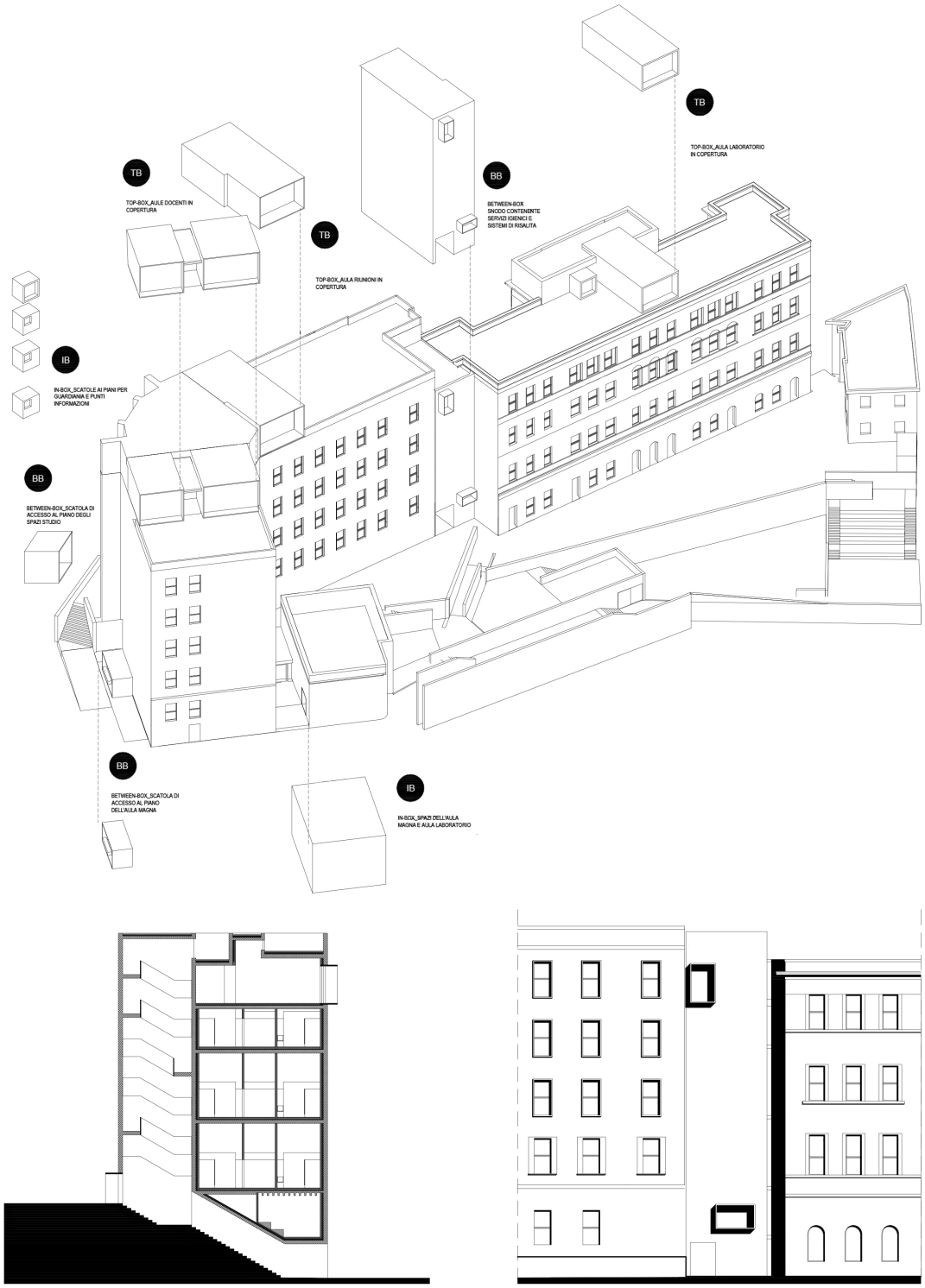

Figure 1. Exploded view of the project with the "parasite boxes". Detail of the new stairwell between the pre-existing structures.

system of outdoor spaces. It satisfies the principles of intervention and plays a decisive role in the seismic retrofitting of the complex, eliminating the inappropriate connecting structure that had made the two buildings united, which would be highly detrimental in the event of an earthquake. In functional

permettono il reale e completo riuso delle ampie superfici liberate dall'invadente impiantistica ospedaliera, attraverso l'incremento delle dotazioni di spazi di lavoro.
Le aree esterne sono finora state ignorate sia dai progetti originari, sia dagli interventi successivi,

terms, it resolves by itself all the requirements for bathroom facilities for the whole building used for teaching purposes, the emergency vertical connections for the study building, a minimum additional provision of workspaces and the positioning of the external engineering plant for the new air conditioning systems, that are compliant in terms of landscape planning requirements. At a ground level, the between-box is fully traversable and directly connects the upstream public spaces on Via Porcell with the terraces overlooking the historic city.

c) Top-boxes. These are placed on the terrace roofs, adjacent to the roof-top structures, whose use was essentially linked to technical utilities. Their purpose is limited to point 3 of the intervention principles, because they allow the real and complete reuse of large surface areas that are freed from the intrusive hospital plant systems and increase the provision of work spaces.

The outdoor areas had up to now been ignored by the original plans and the subsequent works and were exclusively an area of space for resolving engineering plant issues that have led to the current state of decay and impracticability. The project recognises the potential relational value between the upper and lower parts of the city and redefines a public plan in terms of ground levels and makes the full accessibility of the building a precondition for an overall improvement of the complex on an urban scale, through the redevelopment of the interior atria filtering devices between the inside and the outside. As regards the building itself, the permeability and the connection between the public spaces to the north on Via Porcell and those to the south on the terraces enables the natural ventilation dynamics to be enhanced and the overall heating and hygrometric well-being of users to be improved. The intervention involves a ground project that redefines the terraces for the redevelopment of the outdoor areas, where possible reacquiring the lines of the original ground layout while maintaining the objective of maximum viability and accessibility for all. In this way, the project generates new collective spaces not intended solely for the academic community but integrated with the city as common social areas and for moving between the areas of the city. It also offers a response to the need for water drainage coming down from the slope with a coherent system of rainwater collection and management that involves its containment, slowdown, drainage and potential reuse, associated with a general restoration of a satisfactory level of soil permeability. This last factor is particularly important in areas that are excessively "mineral" such as historic centres, because rainwater flows on the surface and causes damage and inconvenience during heavy rainfall. Improvements to the nature of ground surfaces through controlled planning and proper water management, taking

costituendo esclusivamente una riserva di spazio per la risoluzione dei problemi impiantistici che ne hanno determinato l'attuale stato di degrado e impraticabilità. Il progetto riconosce il potenziale valore relazionale tra città alta e bassa e ridefinisce un piano pubblico alla quota del terreno, ponendo l'accessibilità completa dell'edificio, attraverso la riqualificazione degli atri interni come dispositivi filtro tra interno ed esterno, come precondizione per un completo adeguamento alla scala urbana del complesso. Alla scala dell'edificio la permeabilità e la connessione tra gli spazi pubblici a nord sulla via Porcell e quelli a sud sui terrazzamenti permette di potenziare le dinamiche di ventilazione naturale e migliorare il benessere termo-igrometrico degli utenti. L'intervento ha previsto un progetto del suolo che ridisegna i terrazzamenti per riqualificare le aree esterne, riprendendo dove possibile le linee del sedime originario ma ponendosi l'obiettivo della massima percorribilità e accessibilità per tutti. Il progetto genera così nuovi spazi collettivi non destinati alla sola comunità accademica ma integrati con la città sia come luoghi dello stare che come attraversamenti urbani tra le sue parti. Esso inoltre propone una risposta alle necessità di smaltimento delle acque di ridiscesa dal pendio con un sistema coerente di captazione e gestione dell'acqua meteorica che prevede il suo rallentamento, contenimento, drenaggio e potenziale riuso, associato a un generale ripristino di un soddisfacente grado di permeabilità del suolo. Quest'ultimo fattore è particolarmente importante in ambiti eccessivamente "minerali" come i centri storici, poiché l'acqua piovana scorre superficialmente causando danni e disagi durante le forti precipitazioni. Il miglioramento della natura dei suoli attraverso il suo controllo progettuale e una corretta gestione dell'acqua, tenendo conto della particolare conformazione a "impluvium" dell'area urbana in cui si opera, rappresenta insieme un obiettivo e una necessità ineludibili per ristabilire un corretto rapporto tra architettura e contesto ambientale.

4. DALLA CONOSCENZA ALL'ADEGUAMENTO ANTISISMICO: IL PROGETTO STRUTTURALE

CLINICA PEDIATRICA. La Clinica Pediatrica fu costruita utilizzando diverse tipologie sia murarie che negli orizzontamenti. I solai del primo piano sono in putrelle d'acciaio e voltine, mentre negli altri piani sono in cemento armato gettato in opera di diverse tipologie con blocchi di laterizio e interasse delle nervature di varie misure, ma anche con travetti prefabbricati in calcestruzzo e blocchi forati del medesimo materiale. Gli orizzontamenti del piano seminterrato sono stati realizzati con volte a botte. Le murature sono anch'esse di varia tipologia e dimensione; una buona parte delle stesse sono realizzate con "opus incertum" in calcarenite di Cagliari, altre in muratura di mattoni pieni mentre negli ultimi piani (piano quarto ed il piccolo attico) si rinvengono murature in mattoni semipieni. In particolare, lungo la facciata sud i muri portanti

into account the particular "impluvium" style conformation of the urban area in question, represent essential objectives and requirements in order to restore a proper relationship between architecture and the environmental context.

4. FROM KNOWLEDGE TO ANTI-SEISMIC RETROFITTING: THE STRUCTURAL PLAN

PAEDIATRIC CLINIC. The Pediatric Clinic was built using various types of brick walls and horizontal elements. The floor slabs on the first floor are made of steel girders and small vaults, while the other floors are made of cast-in-place reinforced concrete of different types with bricks and inter-placed load-bearing elements of various sizes, but also with pre-fabricated concrete joists and hollow blocks of the same material. The horizontal elements of the basement were made with barrel vaults. The walls are also of various types and sizes: a significant part is made with "opus incertum" consisting of calcarenite from Cagliari, and others with solid brick masonry while on the top floors (fourth floor and small attic) there is masonry consisting of semi-full bricks.

In particular, along the southern façade the load-bearing walls are comparatively narrow (45-50 cm), even if these are also made from calcarenite "opus incertum". The building has no bond-beams except in the roof floor-slab and the floor-slab between the third and fourth floors; the latter was built several years after the first three levels. The connecting stairways were all built in reinforced concrete.

CLINICA MACCIOTTA. Compared to the Pediatric Clinic, the walls of the Clinica Macciotta have wider foundation walls (70-90 cm on the ground floor, about 100 cm in the basement) almost entirely made of solid bricks. The building, however, has a greater height (5-7 levels). The ground plan shape consists of two wings that are mutually-rotated by about 120° with a central hub where there is a large reinforced concrete stairwell of particular architectural interest, characterised by a triangular shape. The dividing walls on the floors above the first plug in the upper floors are made from calcarenite "opus incertum" (65-80 cm thick).

The floor slabs are substantially divided in two types: a floor slab of cement and bricks cast in situ and a floor slab with prefabricated beams and hollow concrete bricks located in the North Wing. The presence of reinforced concrete bond-beams was found in all floor slabs which, in load tests showed an excellent degree of jointing.

sono di spessore abbastanza ridotto (45-50 cm), nonostante anche questi siano realizzati con l'"opus incertum" in calcarenite. L'edificio non presenta cordoli eccetto che nel solaio di copertura e in quello di interpiano fra il terzo e il quarto piano; quest'ultimo venne realizzato diversi anni dopo i primi tre livelli. Le scale di collegamento sono state tutte realizzate in cemento armato.

CLINICA MACCIOTTA. Rispetto alla clinica pediatrica, le strutture murarie della Clinica Macciotta hanno alla base muri di maggior spessore (70-90 cm al piano terra, circa 100 cm nel piano seminterrato) quasi totalmente in mattoni pieni. Lo sviluppo è però maggiore in altezza (5-7 livelli). La conformazione planimetrica è costituita da due bracci ruotati reciprocamente di circa 120° con uno snodo centrale in cui è ubicato un ampio corpo scale in c.a. di particolare interesse architettonico, caratterizzato da una pianta triangolare. Le murature di spina nei piani superiori al primo sono in calcarenite con "opus incertum" (spessori 65-80 cm). I solai si differenziano sostanzialmente in due tipi: un solaio latero-cementizio dominante gettato in opera e un solaio a travetti prefabbricati e tavelle in calcestruzzo localizzati nell'ala nord. Si è riscontata la presenza di cordoli in c.a. in tutti i solai i quali, nelle prove di carico eseguite, hanno mostrato un ottimo grado di incastro.

INDAGINI STRUTTURALI. Al fine di procedere con l'adeguamento normativo dell'edificio, è necessario dapprima individuare alcune caratteristiche di fondamentale importanza come la geometria degli elementi strutturali, i dettagli strutturali (armature, collegamenti, ecc.) e le proprietà meccaniche dei materiali. Tali dati possono essere ricavati dalla documentazione reperita, da adeguati rilievi in sito e dall'esecuzione di prove di verifica statica tra le quali: prove distruttive (PD) ovvero carotaggi con relativa rottura dei campioni prelevati, prove parzialmente distruttive; (PPD) quali le prove di estrazione pull-out, quelle con i martinetti piatti, quelle endoscopiche; prove non distruttive (PND) quali le prove sclerometriche, termografiche, pacometriche, ultrasoniche, e le prove di carico su solai. Assumendo il livello di conoscenza LC1, qualora non si avessero informazioni sperimentali sulla resistenza delle murature dei due edifici, si dovrebbero utilizzare valori minimi di resistenza e i relativi coefficienti di sicurezza sarebbero molto penalizzanti. Per tale motivo si eseguono prove sperimentali, quali quelle coi martinetti piatti, che consentono di avere una stima più accurata della resistenza della muratura fino a raggiungere un livello di conoscenza LC3. Ciò consente di fare più appropriate scelte per il progetto strutturale di consolidamento.

MODELLAZIONE E ANALISI. Sono state eseguite due tipi di modellazione, una per analisi "lineari" (compresa quella per i carichi non sismici) ed una per analisi statiche "non lineari" utilizzando il metodo del telaio equivalente. L'intervento progettuale

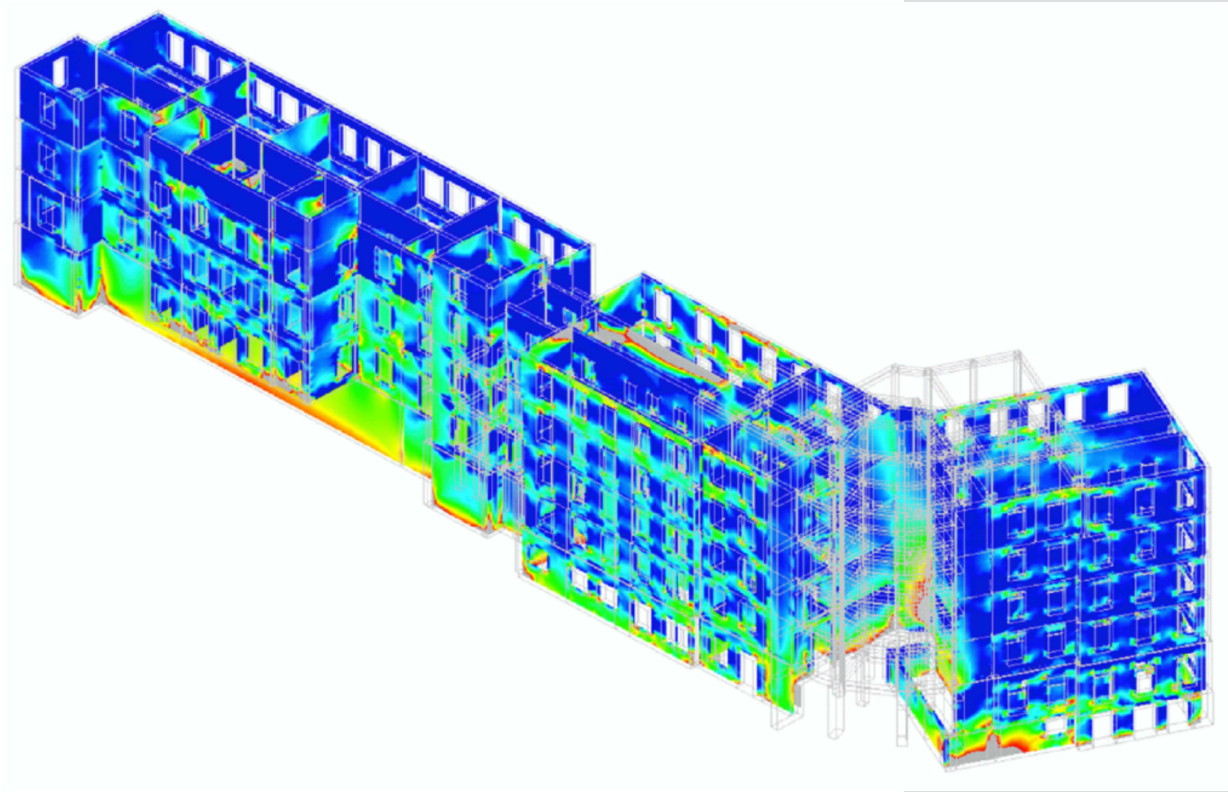

Figure 2. Compression level assessed with FEM method with linear static analysis, made on the entire building.

STRUCTURAL SURVEYS. In order to proceed with the regulatory retrofitting of the building, it is necessary to identify some characteristics of fundamental importance such as the geometry of the structural elements, structural details (reinforcements, connections, etc.) and the mechanical properties of the materials. Such data can be obtained from the existing documentation, from suitable site surveys and with static tests including: destructive tests (DT) i.e. core samplings with the breakage of taken samples, partially destructive tests; (PDT) such as pull-out tests, tests with flat jacks and endoscopic tests; non-destructive tests (NDT) such as sclerometer tests, thermographic tests, cover meter tests, ultrasonic tests and load tests on floor slab structures. Assuming an LC1 knowledge level, if there is no experimental information on the resistance of the walls of the two buildings, we should use minimum resistance values and the related safety coefficients would be significantly penalising. That is why some experimental tests are necessary, such as those with flat jacks that allow us to obtain a more accurate assessment of the strength of the masonry until reaching an LC3 level of knowledge. This allows us to make more appropriate choices for the structural design of consolidation.

MODELLING AND ANALYSIS. We used two types of modelling, one for "linear" analyses (including that for non-seismic loads) and one for "non-

è consistito nella demolizione della scala, l'inserimento di un nuovo corpo scala e dei servizi igienici, l'inserimento di aperture e cerchiature in alcuni muri di controvento, l'eventuale rinforzo dei muri portanti più deboli. Si è proceduto quindi a confrontare il comportamento dell'edificio prima e dopo l'intervento progettuale e si è utilizzata sia l'analisi statica lineare che l'analisi dinamica modale, effettuate entrambe con il metodo agli elementi finiti (FEM). Infatti, anche in Sardegna (che è la zona meno sismica d'Italia anche fra le zone 4) è prescritta una completa verifica sismica. Solitamente, alla luce delle basse accelerazioni previste, tale verifica non è limitativa più che nel caso di altre azioni orizzontali quali, per esempio, quella del vento. Nel caso specifico, però, la prescrizione dei Vigili del Fuoco di porre l'archivio previsto in progetto negli ultimi piani ha portato ad un'azione sismica di effetto non trascurabile. Nella fase di verifica del progetto strutturale, l'inserimento di un giunto fra le due parti di edificio (clinica pediatrica e clinica Macciotta) ha consentito una loro modellazione indipendente. Per cogliere il vantaggio della buona deformabilità delle strutture murarie nel loro piano, se ne è valutato il comportamento sismico dopo l'intervento progettuale tramite l'analisi statica non-lineare attraverso il metodo del telaio equivalente (push-over). Modellare mediante l'analisi statica non-lineare l'intero edificio lungo oltre 120 m, sarebbe stato assai complesso, perché diversi solai dei rispettivi edifici non sono alla stessa quota e diventa quindi molto difficile, in particolar modo su un

linear" static analyses according to the equivalent frame method. The project consisted of the demolition of the staircase, the addition of a new staircase and bathroom facilities, the addition of openings, including trimmings on certain cross-bracing walls and the reinforcement of weaker load-bearing walls. We then proceeded to perform a comparison of the behaviour of the building before and after the project works, using the linear static analysis and the dynamic modal analysis, both carried out using the finite element method (FEM). In fact, even in Sardinia (which is the least-seismic area in Italy, even among the seismic areas 4) a complete seismic assessment is required. Usually, in light of the expected low accelerations, this kind of assessment is no more restrictive than other horizontal actions such as, for example, the wind action. In this case, however, there was a requirement from the Fire Department to locate the archive included in the project on the upper floors and this led to a significant seismic effect. In the assessment phase of the structural design, the inclusion of a joint between the two parts of the building (Pediatric Clinic and Macciotta) allowed the modelling to be done independently. To take advantage of the good deformability of the walls, we assessed their seismic behaviour after the project intervention through a non-linear static analysis using the equivalent frame method (push-over). Modelling the entire building which is longer than 120 m, using the non-linear static analysis, would have been rather complicated, because a number of the floor slabs of the respective buildings are not at the same level and the effective modelling of the effects of the horizontal actions of the floor slabs on the cross-bracing walls would become extremely difficult, especially on a building of this size. The analyses we performed highlighted the probable need for a reinforcement intervention on the less-thick walls made of calcarenite with "opus incertum" while the simulations on the behaviour of solid brick walls had a positive outcome, showing that their resistance should be of an acceptable level.

STRUCTURAL CHECKS. The models created with suitable software, show that the linear static assessments were not satisfied, especially for vertical loads due to the fact that the implementation of the requirements indicated in the regulations in force (N. T. C. D.M. - Italian Ministerial Decree on Construction Technical Regulations of 14/01/2008 – Circ. 02/02/2009) require the use of high safety coefficients. When performing the non-linear static assessments (push-over), the behaviour of the walls was shown to be much more satisfactory; this is because the bearing capacity of the masonry structure remains high even in the presence of significant stress, with a ductile behaviour of the whole building in the plastic range. This is also

edificio di tali dimensioni, modellare efficacemente l'effetto dell'azione orizzontale dei vari solai "in falso" sui muri di controvento. Le analisi effettuate hanno palesato come appaia probabile dover realizzare un intervento di rinforzo sui muri di minor spessore in calcarenite con "opus incertum" mentre le simulazioni sul comportamento delle murature in mattoni pieni hanno rilevato che esse dovrebbero avere resistenza accettabile.

VERIFICHE STRUTTURALI. Le modellazioni realizzate mediante adeguati software, mostrano che le verifiche in ambito statico lineare non risultano soddisfatte specie per i carichi verticali a causa del fatto che l'applicazione delle prescrizioni indicate nelle norme attuali (N. T. C. D.M. 14/01/2008 – Circ. 02/02/2009) impongono l'utilizzo di elevati coefficienti di sicurezza. Effettuando le verifiche di tipo statico non-lineare (push-over), il comportamento delle murature a fronte dei carichi orizzontali si è invece mostrato assai più soddisfacente; ciò in quanto la portanza della struttura muraria rimane elevata anche a fronte di elevati spostamenti, con comportamento duttile dell'insieme dell'edificio in campo plastico. Ciò tanto più in quanto la clinica Macciotta è dotata di cordoli in ogni solaio che ne migliorano il comportamento nel resistere alle azioni orizzontali. Per ampliare alcune aule, il progetto prevede di unire fra loro ambienti separati da muri di controvento che vengono aperti rinforzandoli adeguatamente con cerchiature in acciaio che devono però essere sufficientemente deformabili per non limitare la duttilità dell'edificio e non provocare concentrazioni di sforzo nella muratura nel caso fossero troppo rigide. Il modello ha distinto la differente rigidezza dei solai senza cordoli con putrelle in acciaio da quella dei solai in cemento armato specie quando incordolati. Le volte della clinica pediatrica, sono state modellate all'interno del software approssimandole nel comportamento statico a solai piani con adeguata rigidezza. Infine, la variazione d'uso fa ritenere altamente probabile l'esecuzione di interventi di consolidamento degli orizzontamenti (solai) con un graticcio di sottostanti travi in acciaio al fine di garantire un'adeguata portanza e minori deformazioni (specie dei solai con putrelle in acciaio) a seguito degli incrementi di carico previsti. Quanto alle fondazioni, si è considerata necessaria la conoscenza della geometria delle fondazioni continue al di sotto delle murature, nonché delle caratteristiche geotecniche e sismiche del terreno.

5. CONCLUSIONI

La riqualificazione delle ex cliniche pediatriche si inserisce in un filone ormai consolidato del recupero del moderno, che riconosce il valore di innovazione di cui questi edifici sono stati portatori inserendoli a pieno titolo nell'ambito del patrimonio costruito storico da tutelare.
Il riuso costituisce, com'è noto, la strategia più efficace per assicurare la lunga durata agli edifici ma comporta

because the Clinica Macciotta is provided with bond-beams on each floor slab structure, which improve their performance in withstanding horizontal actions. To extend certain classrooms, the project plans to join together some areas separated by cross-bracing walls by opening them and adequately strengthening them with steel frames which must be sufficiently flexible in order not to limit the flexibility of the building and not to cause stress concentrations in the masonry, if they turned out to be too rigid. The model distinguished the different stiffness of the steel-beam floor structures without bond-beams from that of the reinforced concrete floor slabs especially when provided with bond-beams. The vaults of the Paediatric Clinic were modelled in the software and were approximated to flat floor structures with adequate stiffness as regards their static behaviour. Finally, the change of use leads one to believe that is is highly likely that some consolidation works for the horizontal structural elements (floor slabs) are necessary, with an underlying grid of steel beams to ensure adequate carrying capacity and less deformation (especially on floor slabs with steel beams), as a consequence of the expected load increments. With regards to the foundations, it is necessary to know the geometry of the continuous foundations underneath the walls, as well as the geo-technical and seismic characteristics of the ground.

anche continui adeguamenti di natura normativa, strutturale, tecnologica, ambientale, prestazionale oltre che spaziale. Il progetto presentato fa propria questa strategia e intende coniugare le differenti istanze di adeguamento che ne conseguono con una visione sistemica. In questo modo ad esempio l'intervento riqualifica il basamento e le aree esterne dell'edificio gestendo un sistema di ventilazioni naturali lungo gli atrii, e affianca dispositivi minimi, attraverso le categorie per "scatole", in grado di gestire i distacchi tra i due edifici e di accogliere, assorbendole al proprio interno, funzioni specifiche oltre a contribuire al consolidamento strutturale. Recupero e adeguamento sismico diventano occasione per ridefinire una rinnovata architettura fondata sul principio del minimo intervento che permette la lettura dei caratteri originari della fabbrica storica e concentra in alcuni dispositivi riconoscibili le addizioni puntuali, senza snaturarne l'immagine e senza rinunciare al miglioramento della sua efficienza tecnico-prestazionale. La conoscenza, lo studio delle tecniche, delle geometrie e dei dettagli strutturali con le proprietà meccaniche dei materiali sono strumenti fondamentali per ricostruire il modello strutturale in grado di soddisfare gli adeguamenti anti-sismici in un'architettura moderna in cui progetto spaziale e strutturale integrati danno avvio a una nuova fase di vita e d'uso dell'edificio riqualificato.

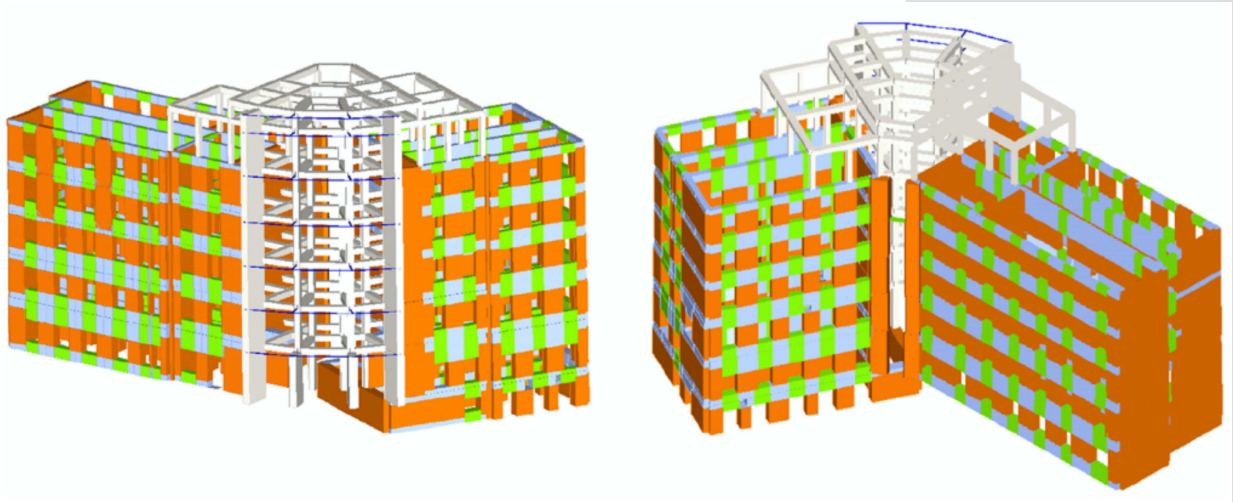

Figure 3. Structural modelling using the equivalent frame method after inserting the joint between the two buildings.

5. CONCLUSIONS

The redevelopment of the former pediatric clinics is part of a well-established recovery trend regarding modern heritage, that recognises the importance of the innovation used to design these buildings by considering them as authentic examples of historical heritage buildings worth safeguarding.

The reuse is, as known, the most effective strategy for ensuring durability to

buildings but also involves continuous adjustments in terms of regulation, structure, technology, environment, space and performance. The presented project embraces this strategy and aims to combine the resulting different improvement aspects within a systemic vision. In this way, for example, the intervention re-develops the base of the building and its external areas, managing a natural ventilation system along the atria, and includes minimum support devices, through categories of "boxes", capable of managing the separations between the two buildings and embracing specific functions inside them in addition to contributing to the whole structural consolidation. The restoration and seismic retrofitting works represent the opportunity to redefine a new architecture based on the principle of minimum intervention that allows for the reading of the original characters of the historical building and translates the careful additions into recognisable devices, without altering the image of the building and without compromising the improvements to its technical and performance efficiency. The knowledge, the study of techniques, of geometries and structural details including the mechanical properties of materials, are fundamental tools needed to reconstruct a structural model capable of meeting the anti-seismic retrofitting in a modern architecture building where spatial and structural designs are integrated and give birth to a new phase of life and use of the redeveloped building.

6. REFERENCES

[1] Poretti S., *Modernismi italiani. Architettura e costruzione nel Novecento*, Roma, Gangemi, 2008.

[2] Gulli R., *Struttura e costruzione*, Firenze, Firenze University press, 29-32, 2012.

[3] Masala F., *Architettura dall'Unità d'Italia alla fine del '900*, Nuoro, Ilisso, 2001.

[4] Lagomarsino, S., Galasco, A. & Penna, A., *Nonlinear macro-element dynamic analysis of masonry buildings*. In: Proc. ECCOMAS conf. computational methods in structural dynamics and earthquake engineering. (COMPDYN), Crete, 2007.

[5] Penna A., Lagomarsino, S. & Galasco A., *A nonlinear macro-element model for the seismic analysis of masonry buildings*. Earthquake Engineering & Structural Dynamics 43: 159-179, 2014.

[6] Magenes G., & Della Fontana A., *Simplified non-linear seismic analysis of masonry buildings.* Proc. of the British Masonry Society 8: 190-195, 1998.

[7] Magenes G., A *method for pushover analysis in seismic assessment of masonry buildings.* 12th World Conf. on Earthquake Engineering. Auckland, New Zealand. January 30-February 4 2000, paper n. 1866, 2000.

[8] Augenti N., *Il calcolo sismico degli edifici in muratura*. Torino, UTET, 2004.

[9] Cupelloni L., *Materiali del Moderno. Campo, temi e modi del progetto di riqualificazione.* Roma, Gangemi, 2017.

[10] AA.VV., *La costruzione dell'architettura. Temi e opere del dopoguerra italiano*. Roma, Gangemi, 2009.