



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA**

Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale

CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE DELL'INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE
XXXII CICLO

**GLI ALLOGGI COMPOSTI DA PANNELLI PREFABBRICATI NEL PERIODO DEL
SOCIALISMO ALBANESE**

Linee guida per il recupero energetico, funzionale e sociale

Coordinatore: Ch.mo Prof. Marco Marani

Supervisore: Ch.mo Prof. Giorgio Croatto

Dottorando: Anisa Lama

INDICE

- p. 7 **INTRODUZIONE**
- p. 15 **1. PRESENTE E FUTURO PER LA SOSTENIBILITÀ ENERGETICA DELL'EDILIZIA ALBANESE**
- 1.1 OBIETTIVI E OBBLIGHI DELL'ALBANIA NEL QUADRO DELL'ADESIONE ALL'UNIONE EUROPEA
- 1.2 QUADRO ENERGETICO IN ALBANIA
- Riferimenti bibliografici
- p. 29 **2. ARCHITETTURA RESIDENZIALE DEL SOCIALISMO ALBANESE 1945-1990**
- 2.1 ANALISI DEL QUADRO STORICO E POLITICO DI RIFERIMENTO
- 2.2 IL PATRIMONIO RESIDENZIALE PROGETTATO
- 2.3 LO STATO DI FATTO DEL PATRIMONIO COSTRUITO
- 2.4 LA FORTIFICAZIONE DELL'ALBANIA DAL 1967 AL 1986
- Riferimenti bibliografici
- p. 61 **3. GLI ALLOGGI COMPOSTI DA PANNELLI PREFABBRICATI IN ALBANIA**
- 3.1 SOLUZIONI ARCHITETTONICHE E FUNZIONALI
- 3.2 COMPOSIZIONE DEGLI ELEMENTI PREFABBRICATI
- 3.3 ASPETTI TECNOLOGICI E PRODUTTIVI
- 3.4 LA PROGETTAZIONE DELLE FACCIATE E LE FINITURE ESTERNE ED INTERNE
- 3.5 I BUNKER URBANI
- 3.5.1 I RIFUGI ANTICROLLO NEL SEMINTERRATO DEGLI EDIFICI RESIDENZIALI
- 3.5.2 RIFUGI DI SOCCORSO NELLE ZONE APERTE DEI QUARTIERI RESIDENZIALI
- Riferimenti bibliografici
- p. 95 **4. RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI CON PANNELLI PREFABBRICATI: RECENTI APPLICAZIONI IN ALBANIA ED IN ALTRI PAESI EUROPEI**
- 4.1 APPROCCIO A - DEMOLIZIONE
- 4.2 APPROCCIO B - RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA
- 4.3 APPROCCIO C - RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E FUNZIONALE
- 4.4 CONSIDERAZIONI SULL'EFFICACIA DELLE ESPERIENZE EUROPEE ED ALBANESE DELLA RIQUALIFICAZIONE DELL'EDILIZIA RESIDENZIALE PREFABBRICATA
- Riferimenti bibliografici

- p. 121
5. **INDAGINE CONOSCITIVA DELLO STATO DI FATTO DEGLI ALLOGGI COMPOSTI DA PANNELLI PREFABBRICATI IN ALBANIA**
- 5.1 CASO STUDIO - ANALISI DEL DEGRADO MATERIALE E FUNZIONALE
 - 5.2 ANALISI DEL DEGRADO PRESTAZIONALE
 - 5.3 ANALISI DEL CONSUMO ENERGETICO DI UN APPARTAMENTO RINNOVATO PER UN PERIODO DI QUATTRO ANNI
 - 5.4 INDAGINE CON I RESIDENTI DEGLI ALLOGGI COMPOSTI DA PANNELLI PREFABBRICATI
 - 5.5 PRINCIPALI CRITICITÀ RISCOSE
- p. 155
6. **AZIONI PROGETTUALI E TECNOLOGICHE PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEL COSTRUITO**
- 6.1 INTERVENTI PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DELL'INVOLUCRO
 - 6.1.1 ISOLAMENTO DELLE PARETI OPACHE
 - 6.1.2 SOSTITUZIONE DELLE SUPERFICI TRASPARENTI COMPRENSIVE DI INFISSI
 - 6.2 SISTEMA DI OMBREGGIAMENTO
 - 6.3 NUOVO SISTEMA EFFICIENTE PER LA CLIMATIZZAZIONE ED ALTRI IMPIANTI ELETTRICI
 - 6.4 ILLUMINAZIONE EFFICIENTE E APPARECCHI A BASSO CONSUMO ENERGETICO
 - 6.5 UTILIZZO DI FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI - IMPIANTO SOLARE TERMICO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA
 - 6.6 SISTEMA DI RISCALDAMENTO/RAFFRESCAMENTO PASSIVO
Riferimenti bibliografici
- p. 177
7. **SCENARI DI RIQUALIFICAZIONE URBANA E DEL SINGOLO EDIFICIO**
- 7.1 SCENARIO 1
 - 7.2 SCENARIO 2
 - 7.3 SCENARIO 3
 - 7.4 ASPETTO STRUTTURALE DEL PIANO AGGIUNTIVO
 - 7.4.1 Lo stato di fatto delle strutture esistenti in riferimento ai requisiti del periodo in cui sono progettate
 - 7.4.2 Stato di fatto delle strutture prefabbricate in riferimento ai codici aggiornati della progettazione strutturale
 - 7.4.3 Proposta per la struttura del nuovo piano aggiuntivo
 - 7.4.4 Descrizione delle tecnologie costruttive e dei materiali proposti
 - 7.5 CONSIDERAZIONI SULL'APPLICABILITÀ DEI SCENARI PROPOSTI
- p. 211
8. **VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'EDIFICIO PRIMA E DOPO L'INTERVENTO PER TRE DIVERSE ZONE CLIMATICHE**
- 8.1 INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA
 - 8.1.1 STATO DI FATTO
 - 8.1.2 INTERVENTI MIGLIORATIVI SULL'INVOLUCRO
 - 8.1.3 INTERVENTI IMPIANTISTICI

- 8.1.4 SOLUZIONI GLOBALI
- 8.1.5 ULTERIORI SIMULAZIONI SULL'INVOLUCRO
- 8.2 RISULTATI E COMMENTI
 - 8.2.1 INTERVENTI SULL'INVOLUCRO
 - 8.2.2 INTERVENTI MIGLIORATIVI SUGLI IMPIANTI
 - 8.2.3 INTERVENTI MIGLIORATIVI SIA SULL'INVOLUCRO CHE SUGLI IMPIANTI
 - 8.2.4 INTERVENTI MIGLIORATIVI SULL'INVOLUCRO con diversi spessori delle coibentazioni
- 8.3 CALCOLO RISPARMI ECONOMICI ATTESI
- 8.4 CALCOLO COSTI INVESTIMENTI E STIMA DEI TEMPI DI RITORNO

p. 245

RIFLESSIONI CONCLUSIVE

APPENDICI

APPENDICE A

Disegni tecnici dell'edilizia residenziale costruita con pannelli prefabbricati bidimensionali preparati dall'Istituto degli Studi di Progettazione n. 1, conservati presso l'Archivio Centrale Tecnico della Costruzione

APPENDICE B

Questionario sulle condizioni, l'utilizzo energetico e le prospettive della famiglia nei confronti delle tecnologie per migliorare l'efficienza energetica negli alloggi con pannelli prefabbricati in Albania

APPENDICE C

Elaborati grafici degli scenari proposti

APPENDICE D

Caso studio nel quartiere Ali Demi

APPENDICE E

Codici di progettazione, normative e standard per la progettazione delle strutture per la sopraelevazione

APPENDICE F

Caratteristiche delle stratificazioni e tabelle dei calcoli della valutazione delle prestazioni energetiche dell'edificio prima e dopo l'intervento in tre diverse zone climatiche

INDICE DELLE ABBREVIAZIONI

AKBN - Agenzia Nazionale delle Risorse Naturali

AQSHF - Archivio Centrale del Film Albanese

AQTN - Archivio Centrale Tecnico dell'Edilizia

CDN - Contributi Determinati a livello Nazionale

FEE - Fondo per l'Efficienza Energetica

ISTAT - Istituto Albanese di Statistica

ISP n. 1 - Istituto degli Studi di Progettazione n. 1

ISPVM - l'Istituto degli Studi e Progettazione delle Opere Protettive

ISKN -Istituto degli Studi e Ricerca delle Costruzioni

KTP - Condizioni Tecniche di Progettazione

PNAEE - Piano Nazionale d'Azione per l'Efficienza Energetica

PKBR - Piano Nazionale delle Energie Rinnovabili

PNIUE - Piano Nazionale per l'Integrazione all'Unione Europea

SNE - Strategia Nazionale Energetica

UTP - Linee Guida Tecniche di Progettazione

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change

INTRODUZIONE

INTRODUZIONE

Per la politica albanese, aderire all'Unione Europea è diventato un obiettivo strategico di primaria importanza. Come stato membro della Comunità dell'Energia¹, e paese candidato per l'ingresso nell'Unione Europea, il governo si è impegnato ad attuare tutti gli obblighi derivanti dal trattato e, nell'ambito del processo di adesione, il pieno allineamento della legislazione nazionale con quella dell'Unione Europea (l'Acquis Comunitario). Questo obbligo di allineamento della legislazione incide certamente sul settore dell'efficienza energetica, fissando obblighi chiari per l'Albania a tal proposito. Inoltre l'Albania ha aderito alla Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) dal 1995 e al Protocollo di Kyoto nel 2005. In più, durante la conferenza di Parigi tenutasi nel luglio del 2016, lo stato albanese ha firmato la "Carta della sostenibilità dei Balcani Occidentali", rendendo evidente la necessità di implementare l'efficienza energetica, la promozione e l'uso delle energie rinnovabili ed il sostegno delle politiche ecologiche per contrastare i cambiamenti climatici.

In riferimento al trattato della Comunità dell'Energia, l'Albania negli ultimi anni ha fatto passi importanti e fino ad oggi ha adottato una serie di misure legislative relative al miglioramento dell'efficienza energetica. A tal fine sono state adottate una serie di direttive che fanno parte dell'Acquis Comunitario e che devono essere obbligatoriamente attuate dagli Stati membri, sviluppando così un quadro giuridico completo che mira a migliorare la situazione di efficienza energetica in generale e degli edifici in particolare.

Infatti il Piano Nazionale per l'Integrazione all'Unione Europea (PNIUE) include misure

a breve e medio termine, con l'obiettivo di allineare la legislazione albanese affinché tutti i settori soddisfino gli standard definiti nell'Acquis dell'Unione Europea.

Tuttavia come si mostrerà nel capitolo 1, al momento attuale l'attuazione della Direttiva 2010/31/EC del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo in termini di efficienza energetica da parte dell'Albania è ancora basso. A tal fine, considerando le aspirazioni dell'Albania relative all'adesione all'UE (e rispettare gli obiettivi fissati dell'UE per la riduzione dei gas serra entro il 2050), gli accordi firmati per questo scopo ed i Trattati di cui fa parte, possiamo dire che la riduzione del consumo energetico è diventato ormai uno degli obiettivi principali per l'Albania. Ormai è infatti chiaro che l'efficienza energetica è un elemento chiave per ridurre il consumo di energia, ridurre le emissioni inquinanti e stimolare lo sviluppo economico del paese.

Tuttavia, nonostante i passi di carattere legislativo intrapresi dall'Albania e il progresso raggiunto a tal proposito, possiamo dire che, per quanto riguarda la situazione del paese, dettata da fattori economici e storici, resta ancora molta strada da percorrere in termini di miglioramento dell'efficienza energetica.

Tenendo in conto che l'edilizia è tra i principali settori consumatori di energia, per raggiungere gli obiettivi nazionali l'Albania deve continuare a concentrarsi sullo sviluppo di politiche per la riqualificazione energetica del patrimonio immobiliare esistente. L'attuale domanda di energia nel settore dell'edilizia residenziale rappresenta al giorno d'oggi una sfida difficile per l'Albania. Nonostante la crescente domanda di energia elettrica da parte del settore residenziale,

.....
1 La Comunità dell'Energia è un'organizzazione internazionale che riunisce l'UE e i paesi vicini per creare un mercato energetico integrato ed estendere le norme e i principi del mercato Europeo.

possiamo dire che la qualità del servizio di alimentazione è molto inferiore alla media dell'Unione Europea. Oggi, il riscaldamento degli ambienti rappresenta la maggior parte del consumo energetico finale. Nel futuro si prevede l'aumento della domanda per il raffreddamento degli ambienti. Perciò le misure di efficienza energetica negli edifici esistenti sono fondamentali per conseguire gli obiettivi nazionali, garantire un rifornimento energetico sicuro, ridurre i consumi energetici e conseguire un rifornimento energetico sostenibile.

Considerando che per l'Albania il settore residenziale è il primo settore per consumo di elettricità nel paese con il 47% rispetto al consumo totale (Istat 2011), le misure per il miglioramento energetico degli edifici esistenti sono fondamentali e avranno un impatto importante in questo processo. Per questo motivo sarà necessario studiare strategie a breve, medio e lungo termine che riguardino la riqualificazione profonda, e misure che siano concrete (per migliorare le prestazioni energetiche) ed efficaci in termini di costi.

In tale quadro, la situazione economica e politica dell'Albania e la mancanza di conoscenza ed esperti in materia di efficienza energetica hanno ovviamente rallentato lo sviluppo delle strategie di riqualificazione energetica. Tuttavia, per tenere il passo con gli ambiziosi obiettivi dell'Unione Europea, l'Albania deve accelerare l'attuazione delle strategie per la riqualificazione energetica nel costruito. Molto spesso questi importanti processi decisionali si svolgono in modo astratto. L'identificazione di strumenti operativi e misure per il risparmio energetico può aiutare a rendere più tangibile questo processo e può servire come guida agli enti pubblici per migliorare le strategie e per catalizzare gli investimenti nella riqualificazione energetica.

Considerando che gli edifici residenziali rappresentano anche in Albania il settore con le maggiori potenzialità di risparmio energetico ed il fatto che la maggior parte dello stock edilizio albanese è stato edificato quando i requisiti di efficienza energetica erano inesistenti o limitati, si ritiene di grande interesse lo studio del potenziale

di risparmio energetico in questo settore. In questo quadro lo studio mira ad evidenziare metodi e misure indicativi per trasformare in edifici efficienti il patrimonio residenziale costruito durante il periodo del socialismo, per valutare il grado degli interventi necessari e per creare una visione di come conseguire gli obiettivi comunitari dell'Albania in materia di efficienza energetica.

Infatti più della metà degli edifici presenti in Albania oggi sono stati costruiti durante il socialismo, negli anni che vanno dal 1945 al 1990, e presentano notevoli problemi, soprattutto in relazione alle prestazioni energetiche e alle condizioni di benessere dei loro abitanti. Nel primo Dopoguerra, il problema principale era il grande fabbisogno abitativo, dovuto alle distruzioni avvenute durante il conflitto unitamente alla crescita demografica delle città. Considerando che l'economia si basava principalmente sull'industria, il trend dell'urbanizzazione era in crescita, l'obiettivo del governo era di soddisfare la domanda di abitazioni, progettando città e spazi urbani funzionali e capaci di accogliere un grande numero di lavoratori.

A fronte della continua domanda di nuovi alloggi, lo stato, per rispondere a tale richiesta, decise di intraprendere la strada dell'industrializzazione edilizia e della prefabbricazione, la quale, secondo l'esperienza degli altri paesi dell'Europa - si quelli orientali che quelli occidentali, riduceva considerevolmente la mano d'opera, i tempi ed ovviamente i costi di costruzione. Se da un lato lo sviluppo delle industrie dei materiali da costruzione ha permesso vantaggi economici in termini di materiali e tempi, dall'altro la standardizzazione degli edifici ha comportato la loro ripetizione, indipendentemente dalle condizioni climatiche, del contesto storico e dalla cultura del paese. Intanto negli anni '70 continuava a crescere la richiesta di abitazioni nei centri urbani, lo stato, questa volta con il sostegno della Repubblica Popolare Cinese, continuò la strada dell'industrializzazione e della prefabbricazione pesante dell'edilizia residenziale. Tra le tipologie principali, basate su diverse tecnologie costruttive pro-

venienti dalla Cina, gli edifici con pannelli bidimensionali prefabbricati rappresentano la tipologia più diffusa. Tramite il nuovo sistema industrializzato di prefabbricazione si potevano ridurre significativamente i costi ed accorciare il periodo di costruzione. Dal punto di vista tecnico e costruttivo questa tipologia costituivano un miglioramento rispetto alle tecniche precedenti, degli anni '50 ad esempio permetteva di ridurre del 40% circa le spese di costruzione e richiedeva il 35% in meno delle ore di lavoro. La costruzione degli edifici prefabbricati continuerà fino alla fine del regime socialista.

Oggi, 28 anni dopo la fine del regime socialista, questi immobili si presentano con notevoli problemi, soprattutto in relazione alle prestazioni energetiche e alle condizioni di benessere. La mancanza di manutenzione e di investimenti, così come la costruzione scadente e un settore delle costruzioni compromesso, ha fatto sì che questi edifici abbiano ora bisogno di interventi di recupero. Anche lo spazio pubblico urbano negli anni ha perso il suo significato. Mancano i spazi sicuri per bambini, spazi di ritrovo, per le attività del tempo libero, spazi verdi e servizi.

Gran parte di questi complessi sono in cattive

condizioni e mostrano segni di degrado, soprattutto per mancanza di investimenti. Risulta di particolare interesse l'analisi dello stato di degrado, in quanto rispecchia un duplice aspetto: il primo legato alla vetustà del fabbricato ed il secondo, molto più complesso e di difficile soluzione, dettato dall'intervento inappropriato dei proprietari con eventuali volumi aggiuntivi, danneggiando sia il loro alloggio che l'intero complesso.

Con uno sguardo attraverso la storia degli edifici residenziali del dopoguerra e dell'approccio progettuale durante il socialismo, e delle soluzioni tecnologiche di tipo industrializzato, la tesi si pone l'obiettivo di comprendere e studiare questi edifici, i loro aspetti costruttivi e distributivi originari, evidenziandone il degrado materiale, prestazionale e funzionale. Lo scopo principale è quello di individuare in maniera più concreta gli interventi necessari per la riqualificazione funzionale, energetica e sociale di questo patrimonio, caratterizzato da basse prestazioni energetiche e con consumatori in condizioni di maggiore povertà energetica rispetto alle altre tipologie edilizie residenziali. L'obbiettivo è stato di aiutare a creare una visione chiara ed identificare diverse strategie di intervento

METODOLOGIA DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA		
1. FASE CONOSCITIVA	1. FASE IDEATIVA	1. ELABORAZIONE DEI RISULTATI
<ul style="list-style-type: none"> • Quadro normativo di riferimento • Analisi bibliografica ragionata • Analisi d'archivio • Indagine con gli abitanti • Analisi dello stato di fatto del manufatto e del contesto <ul style="list-style-type: none"> - Edifici prefabbricati <ul style="list-style-type: none"> • Rilievo metrico e fotografico • Indagine termografica • Analisi del consumo energetico • Rilievo metrico e fotografico dei rifugi • Determinazione delle criticità, esigenze ed obiettivi prioritari • Analisi di esempi significativi 	<ul style="list-style-type: none"> • Definizione delle azioni progettuali e tecnologiche per la riqualificazione energetica del costruito • Proposte progettuali di riqualificazione energetica e funzionale su scala urbana e del singolo edificio <ul style="list-style-type: none"> • Scenario 1 • Scenario 2 a, b • Scenario 3 	<ul style="list-style-type: none"> • Valutazione delle prestazioni energetiche prima e dopo l'intervento per tre diverse zone climatiche • Calcolo risparmi economici attesi • Calcolo costi investimenti

Figura 1. Fasi delle attività di ricerca

di risparmio energetico, mantenendo equilibri efficienti in termini di costi.

L'attività di ricerca si è sviluppata in tre fasi principali, dove la prima fase conoscitiva inizia con un approfondimento del quadro energetico ed un'analisi critica del sistema normativo sul risparmio energetico dell'Albania in relazione agli obiettivi individuati dall'Unione Europea, mettendone in evidenza gli obblighi, le criticità, e i vantaggi. In seguito si è passati all'analisi dello stato di fatto del patrimonio costruito in modo da identificarne le criticità tecniche, economiche e sociali, necessaria per individuare delle linee guida per la riqualificazione sostenibile di questo patrimonio. La ricerca dunque, data la varietà costruttiva dell'edilizia residenziale albanese del secondo dopoguerra, si è focalizzata in particolare sui complessi residenziali con pannelli prefabbricati bidimensionali, verificandone criticità e problematiche di natura prestazionale energetica. L'indagine ha anche approfondito il tema della consapevolezza degli abitanti nei confronti della riqualificazione, in vista dell'adattamento del progetto alla situazione esistente, dal punto di vista tecnico ma anche socio-economico.

La ricerca relativa all'analisi delle prestazioni energetiche si è concentrata su di un caso studio, quello relativo al Quartiere n. 9 (Pupulitet) nella città di Tirana. Il blocco è parte di uno dei più grandi complessi urbani della città composto da edifici con pannelli prefabbricati, ed è composto da tre edifici corpi di fabbrica dotati di 10 vani scala che servono due appartamenti per piano, per un totale di 112 unità residenziali. Il rilievo (metrico e fotografico) è servito ad individuare il comportamento dell'involucro edilizio, degrado materiale e prestazionale, stato della struttura, interventi impropri etc. L'analisi è stata completata da un'indagine termografica ad infrarossi, con particolare attenzione alla temperatura delle superfici, a dispersioni di calore, presenza di ponti termici, guasti di isolamento termico, stato dei pannelli, etc.

Le ricerche condotte su questo caso studio, ma valide anche per gli altri edifici realizzati con le medesime tecniche costruttive, hanno evidenziato la bassa qualità dell'edi-

ficio, in relazione agli aspetti energetici e di comfort ambientale. L'analisi è servita ad individuare gli elementi critici dal punto di vista energetico:

- L'isolamento dei pannelli esterni e del solaio di copertura
- Le giunzioni dei pannelli
- I serramenti e gli infissi
- Il vano scala
- Le logge/i balconi
- L'umidità di risalita o l'umidità ascendente

Una successiva rielaborazione critica dei dati ottenuti ha evidenziato come le principali problematiche si manifestino nell'elevato flusso interno/esterno, la presenza di umidità di condensa e una scarsa efficienza energetica dell'involucro, che è alla base dell'elevato fabbisogno energetico sia per il riscaldamento che per il raffrescamento.

La ricerca relativa alla consapevolezza degli abitanti e alla loro capacità di riqualificare tali edifici è stata condotta attraverso un sondaggio condotto tra gli abitanti di edifici in pannelli prefabbricati, che ha coinvolto cinque città dell'Albania. Durante l'indagine sono stati intervistati 108 residenti di cui 31 nella città di Tirana, 25 nella città di Fier, 17 nella città di Lushnje, 12 nella città di Burrel e 23 nella città di Durrës, nel periodo tra il 10.10.2017 e il 20.05.2018. L'obiettivo del sondaggio era quello di verificare anche i consumi energetici, le abitudini e la qualità della vita in questi alloggi.

Il questionario dell'indagine conoscitiva sulle caratteristiche degli edifici, il consumo energetico e l'approccio sostenibile degli abitanti negli alloggi prefabbricati in calcestruzzo è stato articolato in sei sezioni tematiche:

- Caratteristiche e condizioni dell'abitazione
- La caratterizzazione degli impianti e dei servizi dell'abitazione
- Analisi dell'utenza
- Interventi/Manutenzione
- Consumi
- Approccio sostenibile degli abitanti

La ricerca ha riguardato anche i bunker costruiti durante lo stesso periodo, ovvero quello del Socialismo, in particolare i rifugi per la popolazione civile, i quali sono parte

integrante dei complessi residenziali analizzati. Dopo la rottura delle relazioni con l'Unione Sovietica e la Repubblica Popolare Cinese, l'Albania divenne gradualmente uno dei paesi più isolati al mondo. Come reazione al rischio di attacchi e alla paura dell'invasione di Enver Hoxha, nel 1967 iniziò la fortificazione su larga scala dell'Albania. In seguito sono stati spesi parecchi soldi per la costruzione di circa 750.000 bunker di cemento armato. Oggi queste opere sono abbandonate ed in stato di degrado. Considerando che l'elevato costo di demolizione supererebbe quello della loro ristrutturazione e mantenimento, a causa anche della mancanza di spazi pubblici e per i servizi, questo patrimonio architettonico e storico, oggi degradato e dimenticato, deve essere recuperato. Il reperimento di informazioni su questi edifici sotterranei è stato reso difficile dalla segretezza con cui sono stati costruiti al tempo – solo fino a pochi anni fa il materiale era classificato come segreto – e dal non facile accesso attuale. Tuttavia sono stati eseguiti dei rilievi di diversi rifugi a Tirana, per individuare le tipologie più ricorrenti.

Dopo un'analisi generale dello stato di fatto del patrimonio costruito albanese si è scelto di analizzare diversi esempi internazionali di buone pratiche, i quali aiutano a dare una panoramica generale delle diverse modalità con cui è stato affrontato questo tema. Infatti il dibattito sul futuro degli edifici prefabbricati negli ultimi anni è stato al centro dell'attenzione per i paesi europei, in particolare nell'Europa dell'Est, dove il numero di questi edifici è considerevole. L'approccio è stato in gran parte simile, concentrandosi principalmente sul recupero sostenibile. Per una buona parte dei casi si è intervenuti solo sul miglioramento energetico dell'involucro, essendo allo stesso tempo indispensabile ed economicamente sostenibile. In altri casi più sporadici, a parte la riqualificazione energetica, si è intervenuti anche sulla riorganizzazione funzionale delle unità residenziali che, però, comporta dei costi più elevati e, considerando la fascia economica degli abitanti di questa tipologia di edifici, si tratta di un progetto molto più difficile da sostenere. Infatti la maggior parte di que-

sti interventi sono progetti pilota finanziati dallo stato o da donatori. È chiaro che il supporto finanziario, la politica di incentivazione e le agevolazioni fiscali siano indispensabili per consentire la realizzazione di questi interventi, considerando la bassa fascia economica di gran parte degli abitanti di questi alloggi.

Il gran numero di iniziative finalizzate al miglioramento delle prestazioni energetiche del patrimonio costruito testimonia la consapevolezza, a livello internazionale, dell'importanza della definizione di una metodologia comune di approccio verso soluzioni efficaci ed innovative. La maggior parte dei progetti e degli studi analizzati si concludono con la stesura di linee guida capaci di orientare i professionisti verso interventi efficaci su questo patrimonio edificato.

In seguito all'analisi approfondita dello stato di fatto del manufatto oggetto di riqualificazione le criticità evidenziate e l'analisi dei esempi internazionali, occorre definire le soluzioni migliori ed adeguate alla tipologia dell'edificio in relazione al contesto climatico di appartenenza, in base alle criticità dell'edificio in questione e, ovviamente, alle risorse che si possono investire.

Basandosi su manuali, linee guida e esempi di buone pratiche sono stati definiti gli strumenti più comuni ed importanti usati per la riqualificazione energetica degli edifici esistenti.

In seguito la fase ideativa si completa con alcune riflessioni metodologiche per il recupero funzionale ed energetico, evidenziando i criteri di approccio per il recupero sostenibile che consistono in un insieme di diverse metodiche di intervento. Per la valutazione dei possibili schemi di intervento per la loro riabilitazione con un ottimale rapporto costi/benefici sono stati sviluppati tre diversi scenari con interventi significativi, da quello più economico (Scenario 1) a quelli più ambiziosi con approccio multidisciplinare dove si integrano diversi aspetti progettuali, economici e sociali (Scenario 2 e 3). La grande varietà degli strumenti applicabili nel secondo scenario rende difficile la valutazione della fattibilità economica di questo approccio. Invece per la valutazione degli interventi di riqualificazione e trasformazione dei bunker di soccorso in spazi pubbli-

ci (Scenario 3), è indispensabile studiare strumenti finanziari e misure necessarie per facilitare ed agevolare il processo. Di conseguenza, è particolarmente complesso determinare se i criteri e gli strumenti di approccio siano convenienti.

Considerando che lo Scenario 1 rappresenta gli interventi base ed indispensabili per assicurare il miglioramento dell'efficienza energetica e del comfort abitativo delle unità residenziali la terza fase della ricerca si concentra nella valutazione delle prestazioni energetiche dell'edificio prima e dopo l'intervento per questo particolare scenario. In seguito sono stati analizzati diversi

interventi di riqualificazione energetica sia per l'involucro esterno che per il sistema impiantistico. Per accertarsi della corretta replicabilità delle proposte in tutto il paese, sono state effettuate ulteriori simulazioni sull'involucro edilizio per ogni zona climatica andando a verificare il miglioramento che si ottiene con diversi spessori di coibentazione termica e con infissi a triplo vetro per individuare la soluzione economicamente più conveniente. Il passo conclusivo di questo lavoro è stato quello di svolgere delle analisi economiche per valutare la convenienza ed i tempi di ritorno dei possibili investimenti.

CAPITOLO 1

PRESENTE E FUTURO PER LA
SOSTENIBILITÀ ENERGETICA
DELL'EDILIZIA ALBANESE

1.1 OBIETTIVI E OBBLIGHI DELL'ALBANIA NEL QUADRO DELL'ADESIONE ALL'UNIONE EUROPEA

L'adesione all'Unione Europea è diventato l'obiettivo primario e strategico della politica Albanese. Il programma governativo mira ad avviare, quanto prima, il processo di negoziazione per l'adesione e il compimento delle fasi chiave verso questo importante processo. L'Albania è un Paese candidato per l'adesione nell'Unione Europea, con decisione del Consiglio Europeo del giugno 2014¹.

Il Piano Nazionale per l'Integrazione all'Unione Europea (PNIUE)² include misure a breve e medio termine, con l'obiettivo di allineare la legislazione albanese affinché tutti i settori soddisfino gli standard definiti nell'Acquis dell'Unione Europea. Il PNIUE viene revisionato annualmente per verificare i progressi raggiunti, non solo nel ritmo della conformazione, ma anche nell'attuazione della legislazione conformata.

L'Albania dal 2006 è membro anche della Comunità dell'Energia³, e, come parte contraente, si è impegnata ad attuare tutti gli obblighi derivanti dal trattato e all'adozione della normativa fondamentale basilare nel settore dell'energia e, in particolare, nel campo dell'efficienza energetica. Allo stesso tempo, l'Albania, come paese candidato per l'Unione Europea, ha firmato l'Accordo di Stabilizzazione e Associazione nel 2006 e uno dei suoi principali obblighi nell'ambi-

to del processo di adesione è il pieno allineamento della legislazione nazionale con quella dell'Unione Europea (l'Acquis Comunitario). Questo obbligo di allineamento della legislazione incide certamente sul settore dell'efficienza energetica, fissando obblighi chiari per l'Albania a tale riguardo. A questo proposito possiamo dire che l'adesione alla Comunità dell'Energia ed il processo di adesione all'UE hanno spinto l'Albania a migliorare il settore energetico, grazie alla cooperazione con altri paesi dei Balcani occidentali, e ad armonizzare la legislazione albanese con l'Acquis dell'UE. Documento chiave per il settore dell'energia del paese è anche la "Strategia Nazionale Energetica 2018-2030"⁴ (SNE), la quale definisce gli obiettivi nazionali per sostenere lo sviluppo economico e chiede di rispettare gli impegni previsti dal trattato della Comunità dell'Energia e il processo di integrazione nell'UE e degli altri accordi internazionali, migliorando la sicurezza dell'approvvigionamento di energia e riducendo al minimo l'impatto ambientale a costi accessibili per i cittadini albanesi a tutti i settori dell'economia del paese.

Inoltre l'Albania ha aderito alla Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) dal 1995 e al Protocollo di Kyoto nel 2005. Durante la

.....
1 Legge n. 9590, del 27 luglio 2006, in materia di "Sulla ratifica dell'Accordo di Stabilizzazione e Associazione tra la Repubblica albanese e l'Unione europea. Disponibile su <<http://dap.gov.al/publikime/dokumenta-strategjik/61-marreveshja-e-stabilizim-asociimit>> [Data di accesso: 18/05/2018].

2 Decisione del Consiglio dei ministri n. 246, data 9.5.2018, Piano Nazionale per l'Integrazione all'Unione Europea 2018-2020.

3 L'accessione alla Comunità dell'Energia è stata approvata dal parlamento albanese ed è entrato in vigore con la Legge n. 9501, del 3.4.2006, "Sulla ratifica del trattato che istituisce la Comunità dell'Energia".

4 Decisione n. 480 del Consiglio dei Ministri, del 31 luglio 2018 in materia di "Strategia Nazionale Energetica 2018-2030".

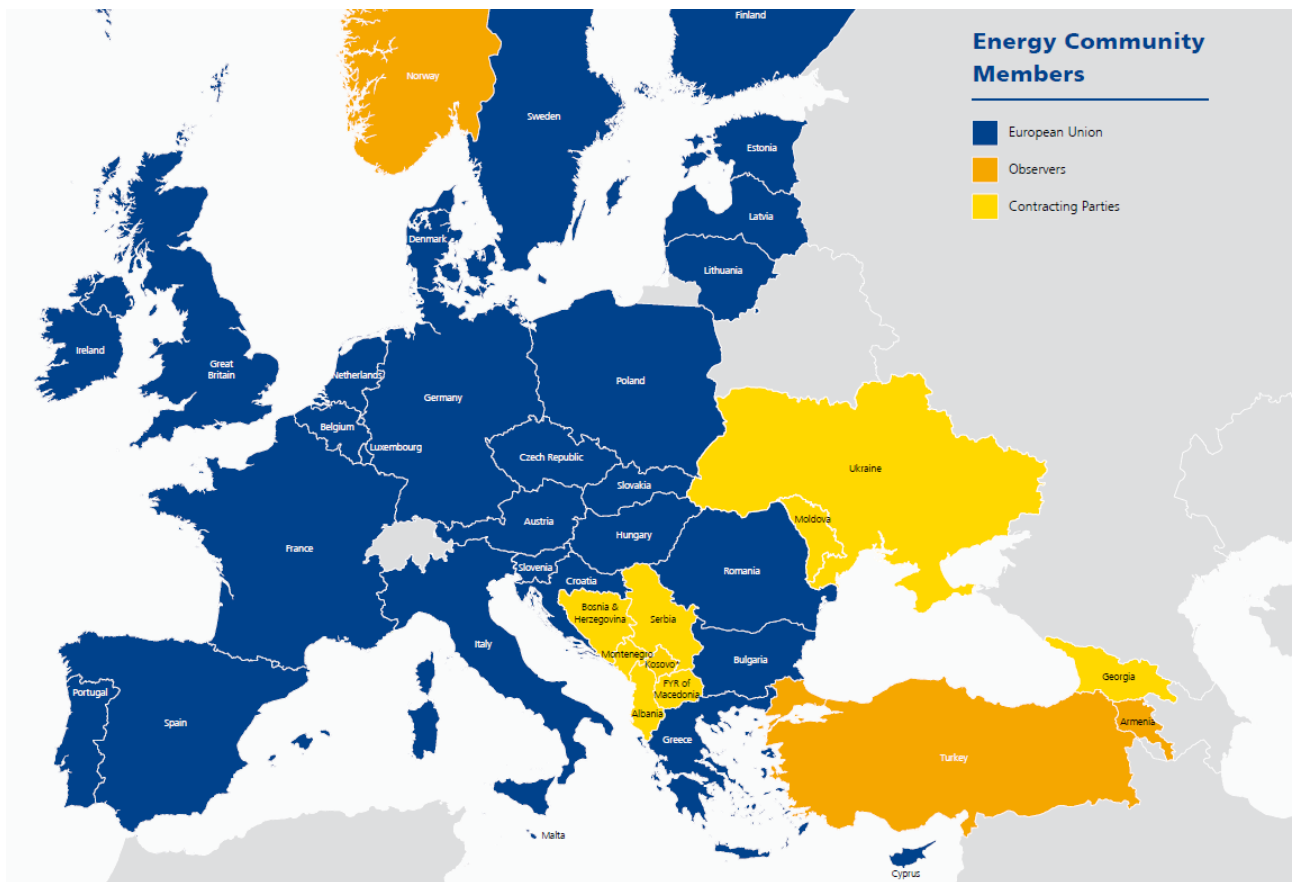


Figura 1. Membri della Comunità dell'Energia [Comunità dell'Energia 2019]

conferenza di Parigi, nel Luglio del 2016⁵, lo stato albanese ha firmato la “Carta della sostenibilità dei Balcani Occidentali”, sottolineando la necessità di implementare l’efficienza energetica, la promozione e l’uso delle energie rinnovabili e di sostenere delle politiche per contrastare i cambiamenti climatici. Secondo la “Strategia Energetica Nazionale 2018-2030” l’Albania ha avviato il processo di trasformazione da un paese in via di sviluppo a un paese sviluppato. Questo processo è parte fondamentale del cammino verso l’adesione all’Unione Europea e comprende: lo sviluppo di capacità a livello nazionale per il monitoraggio e il rapporto annuale dei gas ad effetto serra;

la redazione e l’attuazione di politiche e strategie per ridurre i gas ad effetto serra; trasporre e attuare l’Acquis dell’UE per i cambiamenti climatici. Nell’ambito dell’accordo di Parigi del settembre 2015, l’Albania ha presentato l’impegno del contributo nazionale a ridurre le emissioni di CO₂ dell’11,5% nel 2030, rispetto allo scenario base del 2016. L’inclusione in questa ampia agenda ha sicuramente portato l’Albania all’accelerazione del processo di allineamento della legislazione primaria a quella dell’Unione Europea. La priorità nel settore dell’efficienza energetica per l’Albania rimane il pieno adeguamento della legislazione e della creazione della normativa

.....
 5 L’accordo di Parigi è stato firmato il 22 aprile 2016 e ratificato il 21 settembre 2016. Questo accordo richiede a tutte le parti contraenti di fare il massimo sforzo attraverso “contributi determinati a livello nazionale” (CDN). A questo proposito l’Albania, come firmataria dell’accordo di Parigi, ha fissato l’impegno del suo CDN a ridurre fino al 2030 rispetto allo scenario di riferimento (dati del 2016) le emissioni di CO₂ dell’11,5% (con una riduzione di 708 kt di CO₂).

secondaria nel campo dell'efficienza energetica che consente la creazione di organismi (pubblici o privati) e l'attuazione dei programmi. Si prevede che il pieno adeguamento avvenga attraverso atti sub-giuridici che entreranno in vigore in conformità con la Legge n. 124/2015 del 12.11.2015 "In materia di efficienza energetica" e la Legge 116/2016 "Prestazione energetica degli edifici". Nel frattempo, il progetto di decisione del Consiglio dei Ministri "in merito all'approvazione del regolamento sulle categorie, condizioni, qualifiche e requisiti di esperienza per l'autorizzazione di auditori energetici e società e servizi energetici" è in fase di stesura. Inoltre si sta lavorando sull'attivazione del Fondo per l'Efficienza Energetica dell'Agenzia Nazionale per l'audit energetico e l'associazione dei Servizi Energetici.

L'allineamento con la legislazione dell'UE sull'efficienza energetica, allo stesso tempo, supporta le misure richieste dalla Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC). Gli esempi includono le azioni nazionali di mitigazione, a cui i paesi in via di sviluppo sono invitati a contribuire volontariamente, compresa l'individuazione di strategie di sviluppo a basse emissioni di carbonio che promuovano la mitigazione degli impatti dei cambiamenti climatici e l'attuazione di contributi determinati nazionali. Tali misure richiedono lo sviluppo e l'attuazione di un gran numero di politiche per l'efficienza energetica allo scopo di ridurre le emissioni di carbonio.

In riferimento al trattato della Comunità dell'Energia, l'Albania negli ultimi anni ha fatto grandi passi e fino ad oggi ha adottato una serie di misure legislative relative al miglioramento dell'efficienza energetica. A tal fine sono state adottate una serie di direttive che fanno parte dell'Acquis Comunitario e che devono essere obbligatoriamente attuate dagli Stati membri, sviluppando così un quadro giuridico completo che mira a migliorare la situazione di efficienza energetica in generale e degli edifici in particolare, regolate dai seguenti

riferimenti normativi:

- Legge n. 124/2015 del 12.11.2015 "Sull'efficienza energetica", che allinea parzialmente la Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2012/27/CE "Sull'efficienza energetica". Questa legge mira anche a progettare ed attuare politiche e regole nazionali per incentivare, promuovere e migliorare l'uso efficiente dell'energia (con l'obiettivo di risparmiare energia nell'ambito dell'obiettivo nazionale definito nei piani d'azione nazionali per l'efficienza energetica), ed aumentare la sicurezza dell'approvvigionamento oltre che a rimuovere le barriere nel mercato dell'energia.

- La Legge 116/2016 "Sulla prestazione energetica nell'edilizia", che si avvicina parzialmente alla Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2010/31/EC "Sulla prestazione energetica nell'edilizia". Questa Legge mira a stabilire un quadro giuridico per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici, tenendo conto delle condizioni locali e climatiche del paese, le condizioni del comfort interno degli edifici, nonché del costo effettivo della costruzione di nuovi edifici e la ricostruzione degli edifici esistenti.

- Decisione del Consiglio dei Ministri n. 852, del 07.12.2016 "Sulla costituzione e le modalità di organizzazione e funzionamento dell'Agenzia per l'efficienza energetica", che è l'istituzione responsabile per l'attuazione delle politiche e la promozione delle misure di efficienza energetica.

- Decisione del Consiglio dei Ministri n. 619 del 07.09.2011 "Sull'adozione del piano d'azione nazionale per l'efficienza energetica 2011-2018".

- Decisione del Consiglio dei Ministri n. 709, del 01.12.2017 "Sull'adozione del secondo e terzo piano nazionale d'azione per l'efficienza energetica per l'Albania,

2017-2020". Il PNAEE⁶ comprende politiche/misure nazionali per promuovere e migliorare l'uso efficiente dell'energia e il risparmio energetico in base agli obiettivi nazionali. Similmente al primo piano nazionale⁷, le priorità sono di promuovere ed accedere agli investimenti per l'efficienza energetica, in particolare negli edifici.

- Decisione del Consiglio dei Ministri n. 480 del 31.07.2018 "Approvazione della Strategia Energetica Nazionale per il Periodo 2018-2030".

consumo energetico rimane ormai uno degli obiettivi principali per l'Albania. Tuttavia, nonostante i progressi fino ad oggi raggiunti nel consolidamento istituzionale e nel quadro giuridico riguardo all'energia, il passo successivo indispensabile è l'adozione della normativa secondaria che garantisca l'effettiva attuazione della legge sull'efficienza energetica e quella sulla prestazione energetica degli edifici.

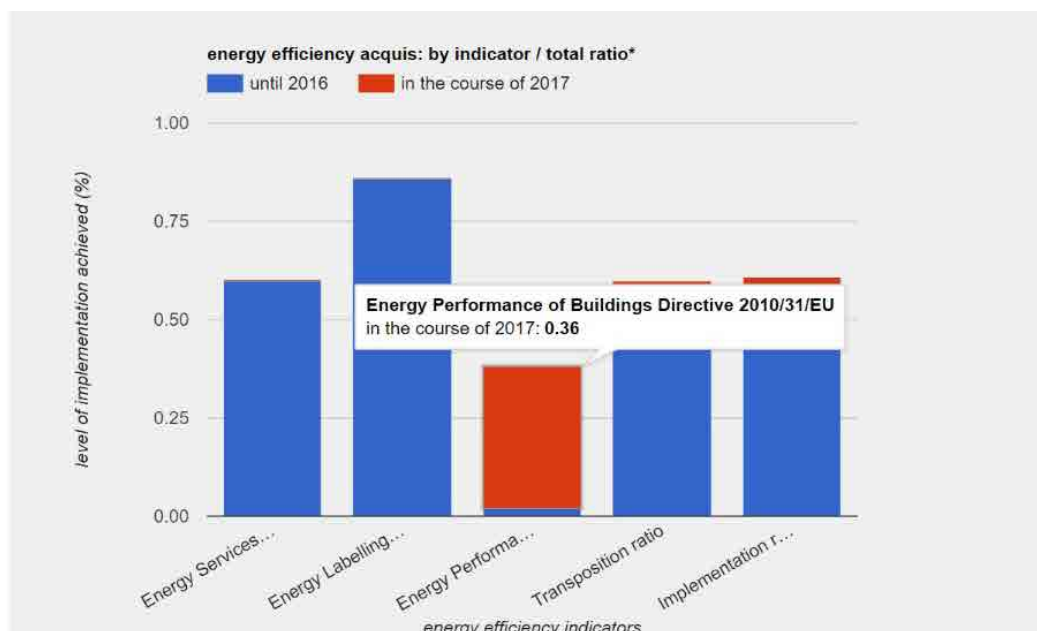


Figura 2. Rapporto di attuazione dell'Albania in termini di efficienza energetica [Segretariato della Comunità dell'Energia 2018]

Come si vede in figura 2, attualmente il rapporto dell'attuazione della Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2010/31/EC in termini di efficienza energetica da parte dell'Albania è basso. A tal fine, considerando le aspirazioni dell'Albania per l'adesione all'UE, gli accordi firmati per questo scopo ed i Trattati di cui fa parte, possiamo dire che la riduzione del

La legge sull'efficienza energetica (Legge n. 124/2015) dovrebbe essere modificata per recepire non solo parzialmente ma completamente la Direttiva 2012/27/CE "Sull'efficienza energetica". Inoltre l'Agenzia per l'efficienza energetica, come organismo chiave di attuazione ed assistenza tecnica, dovrebbe iniziare ad operare a pieno regime. L'impegno del settore

6 Piano Nazionale d'Azione per l'Efficienza Energetica

7 Il primo "Piano Nazionale d'Azione per l'Efficienza Energetica, 2011-2018" è stato approvato con Decisione del Consiglio dei Ministri n. 619, data 7.9.2011. Il piano si basa sulle direttive dell'UE 2006/32/CE, 2010/31/EP e 2010/30/CE e contiene una descrizione delle misure necessarie per migliorare l'efficienza energetica nei settori dell'economia.

privato attraverso lo sviluppo dei mercati e dello stabilimento della società di servizi energetici (ESCO) del Fondo per l'efficienza energetica è necessario per fornire ulteriori competenze ed opportunità di finanziamento per misure e progetti nel campo dell'efficienza energetica in Albania⁸.

Attualmente la normativa secondaria in processo di redazione è la seguente:

- Decisione sull'approvazione della metodologia per il calcolo della prestazione energetica degli edifici e delle unità immobiliari.
- Decisione sull'approvazione dei requisiti minimi della prestazione energetica degli edifici e degli elementi costruttivi dell'edificio.
- Decisione sull'approvazione della metodologia per il calcolo dei livelli ottimali dei costi degli edifici, delle unità immobiliari e degli elementi costruttivi.
- Piano nazionale per aumentare il numero degli edifici a energia quasi zero.
- Istruzioni sulle tariffe dei servizi per gli esperti che rilasciano il certificato di efficienza energetica.

- Decisione sull'approvazione delle procedure e delle condizioni delle certificazioni energetiche dell'edificio e del software di certificazione nazionale.
- Decisione sull'approvazione dei criteri e delle procedure di verifica per il certificato di efficienza energetica.
- Decisione sull'approvazione delle categorie degli edifici, che saranno soggetti ad esclusione.

Da quanto detto risulta evidente che anche per l'Albania l'efficienza energetica dello stock edilizio è l'elemento chiave per ridurre il consumo dell'energia, ridurre le emissioni di gas inquinanti e stimolare lo sviluppo economico del paese. Tuttavia, nonostante i passi di carattere legislativo intrapresi dall'Albania e il progresso raggiunto a tale riguardo, possiamo dire che, per quanto riguarda la situazione del paese, dettata da fattori economici e storici, resta ancora molto da fare in termini di miglioramento operativo dell'efficienza energetica. Tenendo conto che il settore dell'edilizia è tra i principali consumatori di energia, per raggiungere gli obiettivi nazionali l'Albania deve continuare a concentrarsi sullo sviluppo di politiche per la riqualificazione energetica dello stock edilizio esistente.


Indicatore dell'Efficienza energetica	Stato di implementazione	Descrizione
Efficienza energetica degli edifici		<p>La legge sull'efficienza energetica degli edifici è stata adottata nel 2016, ma ci sono stati pochi progressi rispetto all'adozione della legislazione secondaria. Sono stati effettuati progetti di riqualificazione energetica solo in un numero limitato di edifici.</p>

Figura 3. Attuazione dell'efficienza energetica in Albania [Segretariato della Comunità dell'Energia 2018]

.....
 8 Segretariato della Comunità dell'Energia, 1 settembre 2018. *Rapporto di attuazione annuale*. Disponibile su <www.energy-community.org/dam/jcr:05c644e0-3909-4c26-84f5-e1cddb63e1af4/ECS_IR2018.pdf> [Data di accesso: 12/01/2019].

1.2 QUADRO ENERGETICO IN ALBANIA

Dopo il rapido declino degli anni '90, nel 2008 l'Albania ha registrato una crescita economica del 7,5%⁹. Negli anni successivi alla crisi finanziaria globale, la crescita economica è diminuita, ma a partire dal 2014 l'economia ha ripreso a crescere. Per mantenere alto il tasso della crescita economica, l'Albania deve garantire da un lato energia a lungo termine, sicura, accessibile e sostenibile, e dall'altro lato deve utilizzare le risorse energetiche che possiede, oppure acquistare energia nel modo più efficiente e razionale possibile.

Secondo la Strategia Nazionale Energetica (2018), l'approvvigionamento dell'energia primaria in Albania è dominato dal petrolio, dall'energia idroelettrica e dall'elettricità importata (Fig. 4 a), che indica che le importazioni dei prodotti petroliferi, dell'energia elettrica e una piccola quantità di carbone rappresentano oltre il 56% del consumo di energia primaria. Inoltre si nota che le tre più importanti fonti primarie di energia sono i prodotti di petrolio, l'elettricità e legna da ardere. La generazione di energia elettrica è quasi interamente ottenuta tramite impianti idroelettrici, dove, secondo i dati di fine del 2016, si ha una capacità installata totale di 2011 MW. Le risorse idriche sono le fonti energetiche rinnovabili più importanti per la produzione dell'elettricità del paese e, considerando le risorse nazionali, la produzione può raddoppiare. L'Albania importa l'elettricità dai paesi vicini, anche se le importazioni sono diminuite in modo progressivo negli ultimi dieci anni, dopo l'aumento della produzione nazionale di elettricità e la riduzione delle perdite di

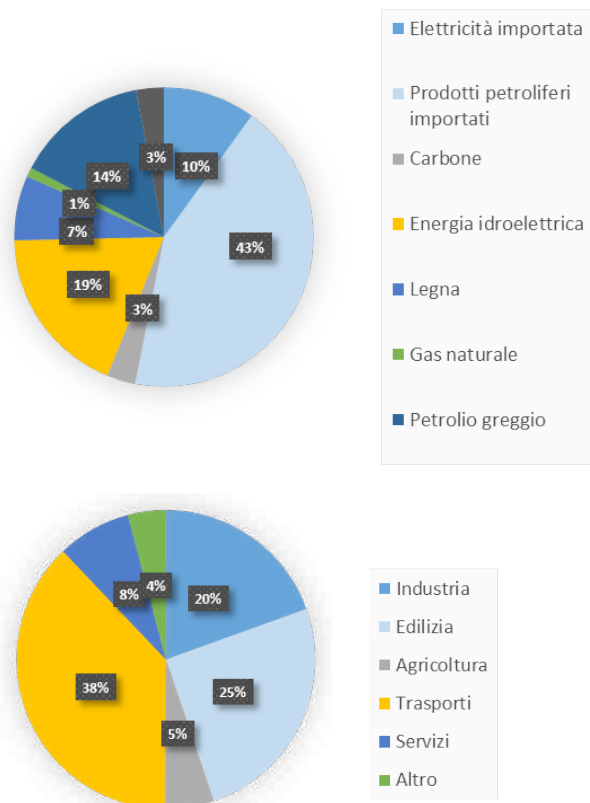


Figura 4. (a) Fonti di energia primaria e importazioni nel 2014, (b) Consumo finale di energia per settori nel 2014 [SNE 2018]

energia elettrica nel sistema di distribuzione. In contrasto con la situazione nell'UE, la produzione di energia primaria in Albania è aumentata in modo considerevole tra il 2006 e il 2016, complessivamente del 67,8%¹⁰.

⁹ La Banca Mondiale in Albania. Disponibile su < <https://www.worldbank.org/en/country/albania> > [Data di accesso: 20/01/2019].

¹⁰ Eurostat, 28/05/2018. *Paesi dell'allargamento, statistiche energetiche*. Disponibile su <<http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/10/06/20018>> [Data di accesso: 10/01/2019].

Produzione Totale (mille tep)			
	2006	2011	2016
EU-28	885491	803269	757318
Albania	1154	1434	1936

Figura 5. Produzione di energia primaria, 2006-2016 [Eurostat]

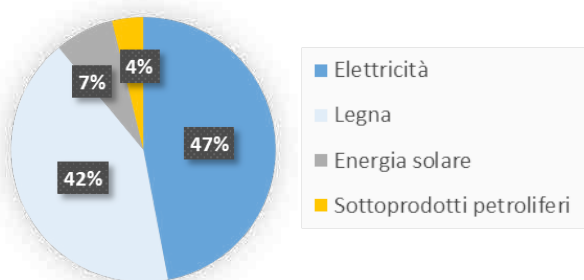


Figura 6. Fonti d'energia nel settore residenziale in Albania [PNAEE, 2018]

La nuova legge sul settore elettrico è stata approvata nell'aprile del 2015 ed è conforme alla Direttiva 2009/72/CE e del Regolamento (CE) n. 714/2009. Tuttavia, la legislazione secondaria deve ancora essere completamente attuata, supportando in questo modo l'implementazione del terzo pacchetto energetico del piano nazionale d'azione per l'efficienza energetica.

Per quanto riguarda il consumo di energia (Fig. 4b), si mostra che il settore dei trasporti consuma la maggior quantità di energia finale (37,8%), seguito dal settore residenziale (25,3%), quello industriale (19,5%), i servizi (8%) e l'agricoltura (5,3%). Nel frattempo, per quanto riguarda il solo consumo di elettricità, possiamo dire che il settore residenziale è il primo settore di consumo con il 47% rispetto al consumo totale di elettricità nel paese. Inoltre, il settore residenziale consuma alti valori da altre fonti, come legna da ardere (con circa il 42% del totale), energia solare (7,2%) e 3,8% di sottoprodotti petroliferi.

Albania: facts and figures in energy efficiency		
Main data and energy efficiency indicators	2014 ¹	2015 ²
Total primary energy supply (TPES)	2.336 ktoe	2.228 ktoe
Energy Intensity (TPES/GDP)	0,18 toe / 1.000 USD	0,17 toe / 1.000 USD
TPES/Population	0,81 toe/capita	0,77 toe/capita
Total final energy consumption (TFEC)	2.131 ktoe	2.076 ktoe
Share of TFEC by sector / residential	26%	26%
Share of TFEC by sector / services	8%	9%
Share of TFEC by sector / industry	17%	14%
Share of TFEC by sector / transport	39%	41%
Share of TFEC by sector / others	6%	6%
Share of TFEC by sector / non-energy use	4%	4%

Figura 7. Domanda totale di energia, risparmio energetico e obiettivo a breve e lungo termine in % [Segretariato della Comunità dell'Energia]

Secondo gli standard internazionali, il settore petrolifero in Albania è ridotto, anche se resta importante per il futuro dell'economia albanese, considerando che ci sono ancora enormi riserve non esplorate di petrolio e gas naturale. Per quanto riguarda il settore del gas naturale, in Albania non è sviluppato e ha una produzione trascurabile (1% delle fonti di energia primaria) e allo stesso tempo non è collegato alla rete europea del gas, anche se la situazione rimarrà tale ancora per poco. Infatti l'Albania è uno dei paesi di transito per il gasdotto Trans Adriatic, che trasporterà il gas dell'Azerbaigian dalla Grecia verso l'Italia. Si prevede che entro la fine del 2020 il gasdotto dovrebbe fornire all'Albania la possibilità di utilizzare il gas naturale per l'uso in tutti i settori dell'economia. Di fatto uno degli obiettivi della Strategia Nazionale dell'Energia è lo sviluppo della distribuzione della retta del gas naturale in modo da fornire fino a un totale del 20% delle fonti di energia primaria fino al 2030. Certamente per questo saranno necessari importanti investimenti nella costruzione ed espansione della rete di distribuzione di gas nel paese. Considerando la produzione trascurabile di gas naturale e il mancante collegamento alla rete europea, quasi tutti i servizi energetici (riscaldamento, raffrescamento degli ambienti, produzione dell'acqua calda per l'uso sanitario, cottura, illuminazione etc.) per i settori residenziali e terziari sono coperti dall'elettricità, dalla legna e dai prodotti petroliferi¹¹. Dato che le fonti energetiche sono utilizzate in tutti i settori dell'economia (come abitazioni, servizi pubblici e privati, industria, trasporti e agricoltura), il legame tra lo sviluppo economico del paese e la sua domanda di energia è considerato un problema chiave e richiede lo sviluppo di un si-

stema energetico di supporto.

Uno degli obiettivi principali dell'UE è di ridurre il consumo energetico e le perdite di energia in tutti i settori. Nella figura 8 si nota il progresso, dove un numero considerevole degli Stati Membri hanno ridotto il consumo energetico tra il 1996 e il 2006 e la crescita del consumo di energia è stata registrata solo in due Stati membri per il periodo dal 2006 al 2016, l'Estonia e la Polonia¹². L'Albania, invece, ha registrato un aumento del 6,6% del consumo di energia (aumento di un valore di 2,3 Mtep nel 2016)¹³.

Gross inland energy consumption, 2016

	1996 (in Mtoe)	2006 (in Mtoe)	2016 (in Mtoe)	1996 > 2006 (growth rate)	2006 > 2016 (growth rate)
EU	1 733.5	1 839.7	1 641	6.1%	-10.8%
Belgium	56.7	58.1	57.5	2.3%	-1.0%
Bulgaria	23.0	20.4	18.1	-11.3%	-11.1%
Czech Republic	43.1	46.5	41.8	8.0%	-10.4%
Denmark	23.0	21.0	17.1	-8.5%	-17.2%
Germany	352.9	351.8	317.3	-0.4%	-9.8%
Estonia	6.1	5.5	6.2	-9.8%	13.4%
Ireland	11.7	15.6	14.8	33.0%	-4.9%
Greece	24.5	31.8	24.1	20.7%	-23.8%
Spain	98.3	144.4	122.2	45.5%	-15.4%
France	255.2	272.4	248.7	6.7%	-8.7%
Croatia	8.1	9.7	8.6	19.9%	-11.8%
Italy	162.4	188.3	154.7	16.0%	-17.8%
Cyprus	2.1	2.8	2.4	23.0%	-7.3%
Latvia	4.6	4.8	4.4	4.0%	8.0%
Lithuania	9.3	8.5	7.0	-8.2%	-17.7%
Luxembourg	3.4	4.7	4.2	39.5%	-11.1%
Hungary	26.9	27.9	25.7	3.7%	-8.0%
Malta	0.7	0.9	0.7	26.2%	-22.5%
Netherlands	79.2	63.3	78.5	-5.1%	-5.7%
Austria	28.9	34.3	33.9	18.4%	1.1%
Poland	103.1	96.9	99.9	-6.0%	3.2%
Portugal	20.5	28.2	23.3	27.8%	-11.2%
Romania	47.9	40.6	32.4	-15.3%	-20.2%
Slovenia	6.3	7.3	6.5	15.0%	-7.2%
Slovakia	18.7	18.9	16.5	3.4%	-17.5%
Finland	31.7	37.5	34.6	18.2%	-7.7%
Sweden	52.7	49.8	49.2	-5.9%	-0.8%
United Kingdom	231.8	230.8	189.4	-0.5%	-17.8%
Iceland	7.5	4.2	5.6	67.0%	33.4%
Norway	23.1	27.6	28.4	19.5%	2.8%
Montenegro	-	1.1	1.0	-	13.9%
Former Yugoslav Republic of Macedonia	2.9	2.9	2.7	0.9%	-7.3%
Albania	1.4	2.1	2.3	52.7%	6.6%
Serbia	16.6	16.7	15.4	0.9%	7.7%
Turkey	67.1	94.1	130.7	40.3%	48.4%
Bosnia & Herzegovina	-	-	6.7	-	-
Kosovo	-	2.0	2.7	-	37.2%
Moldova	-	-	2.4	-	-
Ukraine	150.3	135.8	91.3	-9.6%	-32.7%

: Data not available

The source dataset can be found [here](#).

Figura 8. Consumo energetico nazionale lordo nel 2016 [Eurostat 2017]

.....

11 Il gas più utilizzato per l'uso domestico è il GPL (gas di petrolio liquefatto), in bombole o contenitori esterni.

12 L'Estonia con aumento del 13,4% di 6,2 Mtep nel 2016 e la Polonia con aumento del 3,2% di 99,9 Mtep nel 2016.

13 Queste figure sono pubblicate da Eurostat, l'ufficio statistico dell'Unione Europea, e sono completate da un articolo sui risparmi dell'energia nell'UE. Eurostat, 28/05/2018. *Paesi dell'allargamento. statistiche energetiche*. Disponibile su < <http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/10/06/20018>> [Data di accesso: 10/01/2019].

L'attuale domanda di energia nel settore dell'edilizia residenziale rappresenta ad oggi una sfida difficile per l'Albania¹⁴. Nel 2013, il consumo finale di energia in questo settore era pari al 30% del consumo nazionale (Eurostat 2015) e il settore era responsabile del 60% dell'uso di elettricità come parte del consumo finale di energia (SLED 2015). Rispetto ai dati del 2008, si può capire che c'è una crescente tendenza del consumo di energia da parte del settore edile, e come conseguenza c'è un aumento del consumo di elettricità in questo settore. Secondo le stime fatte nel rapporto SLED¹⁵ in relazione alla tipologia degli edifici in Albania ed alla modellizzazione della sua trasformazione a basse emissioni di carbonio, il consumo energetico finale nel 2015 nel settore residenziale per i servizi di energia termica (riscaldamento e raffrescamento degli ambienti e riscaldamento dell'acqua sanitaria) era di 4,9 miliardi kWh, di cui il 54% sono stati raggiunti dall'elettricità, il 37% dal legno e il 9% dal gas liquido, con emissione di circa 96.000 tonnellate di CO₂ associate al consumo di gas liquido. L'aumento del consumo di energia totale ed elettricità è il risultato del miglioramento della qualità della vita e della richiesta di maggiore comfort da parte degli abitanti. Seguendo le tendenze del mercato e basandosi sui risultati delle simulazioni nel rapporto di SLED, si ipotizza un rapido aumento di riscaldamento con energia elettrica delle abitazioni esistenti. Per questo motivo, si prevede che durante il 2015-2030 il consumo di energia elettrica¹⁶ aumenterà all'incirca del 2,2% l'anno, mentre il consumo di legna da ardere e gas liquido

diminuirà di circa l'11% l'anno e del 10% l'anno rispettivamente.

Nonostante la crescente domanda di energia elettrica da parte del settore residenziale, possiamo dire che la qualità del servizio di alimentazione è molto inferiore alla media dell'Unione Europea. A questo proposito si deve considerare anche il fatto che le abitazioni in Albania vengono riscaldate o raffrescate solo per poche ore al giorno e solo nei locali utilizzati e ad oggi, il riscaldamento degli ambienti rappresenta quindi la maggior parte del consumo energetico finale. Nel futuro si prevede l'aumento della domanda per il raffrescamento degli ambienti. Nel 2030, si prevede che il riscaldamento degli ambienti consumerà il 56% del consumo finale di energia, il raffrescamento dell'ambiente il 29% e il 15% verrà consumato per il riscaldamento dell'acqua¹⁷. Perciò le misure di efficienza energetica negli edifici esistenti e di nuova costruzione sono fondamentali per conseguire gli obiettivi nazionali, migliorare la sicurezza del rifornimento energetico, ridurre i consumi energetici e conseguire un rifornimento energetico sostenibile. Il consumo energetico negli edifici esistenti dovrebbe essere ridotto nonostante la crescente richiesta di consumo necessaria per assicurare il miglioramento della qualità di vita.

In sintesi, possiamo dire che i problemi principali che verranno affrontati nel futuro dello sviluppo economico del paese e nel settore energetico in particolare sono l'aumento del consumo di energia per abitante e, allo stesso tempo, il mantenimento di un livello di intensità energetica relativamente

.....
14 NOVIKOVA, A., SZALAY, Z., SIMAKU, GJ., THIMJO T., SALAMON, B., PLAKU, TH., e CSOKNYAI, T., 2015. *La tipologia del parco immobiliare in Albania e la modellazione della loro trasformazione a Basse Emissioni di Carbone*. Centro Ambientale Regionale. Disponibile su <<http://sled.rec.org/building.html>> [Data di accesso: 10/10/20017].

15 SLED è un progetto che supporta il processo per lo sviluppo di basse emissioni nell'Europa sudorientale.

16 Il consumo di energia nel settore residenziale considera i servizi energetici per il riscaldamento e raffrescamento degli ambienti, riscaldamento dell'acqua sanitaria, cucina, illuminazione ed elettrodomestici.

17 Decisione n. 709, del 1 dicembre 2017, in materia di "Approvazione del Secondo e Terzo Piano d'Azione Nazionale per l'Efficienza Energetica per l'Albania, 2017-2020".

più basso, che richiedono la promozione di un'economia efficiente e competitiva.¹⁸

Attualmente l'intensità energetica¹⁹ in Albania è considerata alta rispetto agli altri paesi della regione. Mentre l'intensità energetica dell'UE è diminuita tra il 2006 e il 2016, nei paesi dell'allargamento dell'UE il livello equivalente di consumo nel 2016 era più elevato, e l'Albania aveva un'intensità superiore all'88% (Eurostat, 2018)²⁰. Ciò è legato a una serie di fattori da considerare, come la struttura economica, lo standard di vita, il basso sviluppo industriale, le vecchie tecnologie, le preferenze di trasporto ed il fatto che la maggior parte del consumo di energia va al settore residenziale etc. Per raggiungere l'obiettivo ambizioso dell'Albania entro il 2030 di ridurre le emissioni di CO₂ del 23% rispetto al loro livello nel 2015, il governo si basa principalmente sul cambiamento del tipo di energia e nella transizione dal gas liquido all'elettricità. Raggiungere questi obiettivi richiede sforzi più ambiziosi attraverso politiche e investimenti maggiori rispetto a quelli attuali per l'efficienza energetica dello stock edilizio. Considerando che il settore residenziale è il primo settore di consumo di elettricità nel paese con il 47% rispetto al consumo totale, le misure per il miglioramento energetico degli edifici esistenti sono fondamentali e avranno un impatto importante in questo processo. Per questo motivo sarà necessario studiare strategie a breve, medio e lungo termine che riguardino la riqualificazione profonda e misure che siano concrete (per migliorare le prestazioni energetiche) ed efficaci in termini di costi.

Nella Strategia Nazionale Energetica per il periodo 2018-2030, l'Albania, basandosi sulle migliori pratiche dell'UE, ha definito diverse misure di finanziamento ed incentivi che si possono intraprendere per stimolare gli investimenti in materia di efficienza

energetica. Tuttavia fino ad oggi in Albania i finanziamenti rivolti all'efficienza energetica consistono principalmente in prestiti a tasso agevolato dedicati alle ristrutturazioni mirate, per migliorare la prestazione energetica degli immobili e l'uso dei pannelli solari.

La SNE evidenzia anche l'importanza del Fondo per l'Efficienza Energetica (FEE), per sostenere il finanziamento di interventi di efficienza energetica, promuovendo il coinvolgimento degli organismi finanziari e investitori privati. Inoltre il FEE deve fornire finanziamenti e prestiti per interventi di riqualificazione energetica realizzati da cittadini privati in bisogno e povertà energetica. L'allocazione del FEE e l'attivazione dell'Agenzia dell'Efficienza Energetica sono un passo importante nel conseguimento degli obiettivi nazionali in materia di efficienza energetica.

In tale quadro, la situazione economica e politica dell'Albania e la mancanza di conoscenza ed esperti in materia di efficienza energetica hanno ovviamente rallentato lo sviluppo delle misure di efficienza energetica. Tuttavia, per tenere il passo con le ambizioni dell'Unione Europea, l'Albania deve accelerare l'attuazione delle strategie per la riqualificazione energetica nel costruito. Molto spesso questi importanti processi decisionali si svolgono in modo astratto. L'identificazione di strumenti e misure per il risparmio energetico può aiutare a rendere più tangibile questo processo e può servire come guida agli enti pubblici per migliorare le strategie e per catalizzare gli investimenti nella riqualificazione energetica.

Considerando che gli edifici residenziali rappresentano il settore con le maggiori potenzialità di risparmio energetico ed il fatto che la maggior parte degli edifici residenziali in Albania sono stati costruiti quando i requisiti di efficienza energeti-

.....
18 Decisione n. 480 del Consiglio dei Ministri, del 31 luglio 2018 in materia di "Strategia Nazionale Energetica 2018-2030".

19 L'intensità energetica rappresenta l'efficienza energetica del sistema produttivo ed economico di un paese e viene calcolata tramite il rapporto del consumo energetico e il prodotto interno lordo.

20 Eurostat, 28/05/2018. *Paesi dell'allargamento, statistiche energetiche*. Disponibile su <<http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/10/06/20018>> [Data di accesso: 10/01/2019].

ca erano inesistenti o limitati, si ritiene di grande interesse lo studio del potenziale di risparmio energetico in questo settore. In questo quadro lo studio mira a evidenziare metodi e misure indicativi per trasformare in edifici efficienti il patrimonio residenziale costruito durante il periodo del socialismo, per valutare il grado degli interventi necessari e per creare una visione di come conseguire gli obiettivi dell'Albania in materia di efficienza energetica.

La priorità nel settore dell'efficienza energetica per l'Albania rimane l'adozione della normativa secondaria che garantisca l'effettiva attuazione della legge sull'efficienza energetica e quella sulla prestazione energetica degli edifici. Il passo successivo indispensabile è quello di evidenziare in maniera più concreta gli interventi necessari per migliorare la prestazione energetica

degli edifici residenziali.

L'obiettivo di questa ricerca è di aiutare a creare una visione chiara ed identificare diverse strategie di intervento di risparmio energetico, mantenendo equilibri efficienti in termini di costi. In questo quadro è indispensabile studiare misure economicamente adatte per le diverse fasce economiche di questi edifici. Ovviamente gli strumenti finanziari e le misure necessarie per facilitare gli investimenti di efficienza energetica devono essere definiti ed attuati per agevolare gli interventi negli edifici esistenti residenziali. Dei progetti pilota affiancati a strumenti finanziari dovrebbero essere usati per dare dei risultati pratici e concreti ed iniziare a verificare i risultati attesi delle strategie nazionali di riqualificazione tramite il monitoraggio dei risultati.

Riferimenti bibliografici

Agenzia internazionale per l'energia. Total Primary Energy Supply (TPES) by source, Albania 1990 - 2016. Disponibile su <<https://www.iea.org/statistics/?country=ALBANIA&year=2016&category=Energy%20supply&indicator=TPESbySource&mode=table&dataTable=BALANCES>> [Data di accesso: 22/02/2018].

Agenzia internazionale per l'energia. Nationally Determined Contribution (NDC) to the Paris Agreement: Albania. Disponibile su <<https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/albania/name-155695-en.php>> [Data di accesso: 22/02/2018].

Centro ambientale EDEN, 2018. *Valutazione delle Prestazioni Energetiche negli Edifici attraverso il concetto della povertà energetica*. Tirana: Express Print and Communication. Disponibile su <http://www.senior-a.al/docs/Raport_Vleresimi_i_performances_se_energjiise.pdf> [Data di accesso: 12/01/2019].

Decisione n. 246 del Consiglio dei Ministri, del 9 maggio 2018, relativa al “Piano Nazionale per l’Integrazione all’Unione Europea 2018-2020”.

Decisione n. 709, del 1 dicembre 2017, in materia di “Approvazione del Secondo e Terzo Piano d’Azione Nazionale per l’Efficienza Energetica per l’Albania, 2017-2020”.

Decisione n. 619 del Consiglio dei Ministri, del 7 settembre 2011. Piano d’Azione Nazionale per l’Efficienza Energia, 2011-2018.

Decisione n. 480 del Consiglio dei Ministri, del 31 luglio 2018 in materia di “Strategia Nazionale Energetica 2018-2030”.

Decisione n. 38 del Consiglio dei Ministri, del 16 gennaio 2003 in materia di “l’Appro-

vazione delle norme, regole e condizioni per la progettazione e costruzione, produzione e conservazione del calore negli edifici”. Ai sensi dell’articolo 100 della Costituzione e dell’articolo 5 della legge n. 8937, del 12 novembre 2002 “Sulla conservazione del calore negli edifici”, su proposta del Ministro dell’Industria e dell’Energia.

Eurostat, 28/05/2018. *Paesi dell’allargamento, statistiche energetiche*. Disponibile su <<http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/10/06/20018>> [Data di accesso: 10/01/2019].

La Banca Mondiale in Albania. Disponibile su <<https://www.worldbank.org/en/country/albania>> [Data di accesso: 20/01/2019].

Legge n. 9501, del 3 aprile 2006, in materia di “Sulla ratifica del Trattato che istituisce la Comunità dell’Energia”.

Legge n. 9590, del 27 luglio 2006, in materia di “Sulla ratifica dell’Accordo di Stabilizzazione e Associazione tra la Repubblica albanese e l’Unione europea. Disponibile su <<http://dap.gov.al/publikime/dokumenta-strategjik/61-marreveshja-e-stabilizim-asociimit>> [Data di accesso: 18/05/2018].

NOVIKOVA, A., SZALAY, Z., SIMAKU, G.J., THIMJO T., SALAMON, B., PLAKU, TH., e CSOKNYAI, T., 2015. *La tipologia del parco immobiliare in Albania e la modellazione della loro trasformazione a Basse Emissioni di Carbone*. SLED, Centro Ambientale Regionale. Disponibile su <<http://sled.rec.org/building.html>> [Data di accesso: 10/10/20017].

Quadro per gli investimenti dei Balcani occidentali Infrastruttura di progetto Assistenza tecnica 4 (IPF 4), 2016. *Piano ge-*

nerale del gas per l'Albania e Piano di identificazione di progetti. Piano generale per l'infrastruttura del gas.

Segretariato della Comunità dell'Energia, 1 settembre 2018. *Rapporto di attuazione annuale*, p. 25-39. Disponibile su < http://www.energy-community.org/dam/jcr:05c644e0-3909-4c26-84f5-e1cdb63e1af4/ECS_IR2018.pdf > [Data di accesso: 10/03/2019].

CAPITOLO 2

GLI ALLOGGI COMPOSTI DA
PANNELLI PREFABBRICATI IN
ALBANIA

2.1 ANALISI DEL QUADRO STORICO E POLITICO DI RIFERIMENTO

Durante gli undici anni del regno di Zog I¹, in Albania si assistette ad un rapido sviluppo ed alla modernizzazione del paese, che risultava arretrato in seguito a cinque secoli di dominio turco. L'occupazione turca (1384-1912) aveva fortemente influenzato le tradizioni culturali e religiose dell'Albania. Le città avevano acquisito dei tratti orientali, adottando una struttura urbana irregolare, compatta, medievale in cui predominavano gli edifici religiosi, le abitazioni di uno o due piani con giardino ed i bazar in cui si svolgevano le attività commerciali ed artigianali. Sotto la monarchia, con il sostegno dell'Italia, è iniziata la costruzione della nuova Albania. Durante il movimento moderno in Albania, nel periodo tra le due guerre mondiali, è stato molto importante il contributo di vari progettisti albanesi che hanno studiato in Europa e sono diventati protagonisti del modernismo Albanese, tra cui Qemal Butka, Anton Lufi, Sadi Pashallari Skënder Luarasi, Kristo Sotiri, etc., i quali sono stati autori di numerosi edifici, sia pubblici che privati, con diverse funzioni, tra cui banche, teatri, alberghi, ville, alloggi multifamiliari, sia in città che nei villaggi. L'architettura prodotta non sempre era risultato della creatività degli architetti: essi, infatti, molto spesso veniva chiesto di riprodurre l'architettura di edifici importanti che rappresentavano il regime. Con la fuga di re Zog I (1939), il colonialismo del governo fascista ha portato cambiamenti radicali nell'architettura e nell'urbanistica, guidati da un gruppo di giovani architetti razionalisti italiani. I motivi principali che ispirarono la nuova architettura furono "il classicismo e la mediterraneità" (Vokshi 2012). Lo stile mediterraneo razionale prendeva in considerazione il contesto urbano, intrecciando elementi dell'architettura tra-

.....
1 Ahmet Lekë Bej Zog, re d'Albania dal 1928 al 1939.

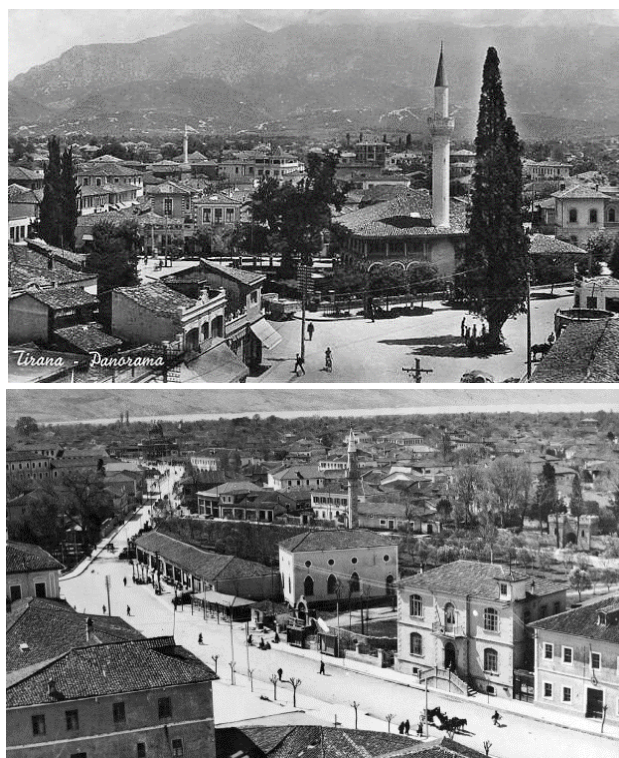


Figura 1. Foto della città di (a) Tirana e (b) Shkodra negli anni '20



Figura 2. (a) Ville nella città di Tirana 1938, (b) Monumento per la Regina d'Albania Sadije Toptani, Arch. Qemal Butka

dizionale albanese. Tra i molti professionisti italiani, come artisti, architetti e ingegneri, che hanno contribuito alla costruzione di tanti capolavori (oggi testimonianze storiche e simboli del periodo chiamato “degli italiani”), possiamo citare Gherardo Bosio², Armando Brasini, Florestano di Fausto, Giulio Bertè, Antonio Maraini, Vittorio Ballio Morpurgo³. Con la capitolazione dell'Italia in Albania nel 1943, si sono interrotti anche i finanziamenti e di seguito terminò il grande periodo di costruzione.

Al termine della seconda guerra mondiale il paese era devastato. In seguito, il nuovo regime si alleò con l'Unione Sovietica. Questa fu interpretata come una mossa contro il fascismo ed il nazismo combattuti durante le guerre. Grazie alle nuove alleanze con l'URSS e la Jugoslavia, l'Albania ricevette un sostegno militare ed economico, che portò a sviluppi notevoli, anche se vincolati dalla politica dei nuovi alleati.

In questo periodo sono avvenuti cambiamenti radicali, non solo nella struttura politica, ma anche in quella economica e sociale. Il nuovo regime ha imposto una nuova ideologia, la quale si è riflessa anche nella pianificazione urbana e architettonica. Il nuovo regime ereditò da una parte il classicismo ed il razionalismo monumentale

.....
 2 Nel 1939 come sottosegretario agli Affari Albanesi per il Ministero Italiano, Gherardo Bosio diresse l'ufficio per l'edilizia e l'urbanistica dell'Albania, dove progettò i piani regolatori per diverse città, tra cui quella di Tirana, Elbasan, Valona etc. e dei principali edifici pubblici. CRESTI, C., 1996. *Gherardo Bosio, architetto fiorentino, 1903-1941*. Firenze: Pontecorboli.

3 VOKSHI, A., 2012. *Tracce dell'architettura Italiana in Albania 1925-1943*. Tesi di dottorato, Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Progettazione Architettonica - Disegno, Storia, Progetto; GIUSTI, M., A., 2016. *Albania. Architettura e città 1925-1943*. Firenze: Maschietto Editore.



Figura 3. L'asse principale di Tirana che connette (a) Piazza Littorio (b) Piazza Skënderbeu, in cui hanno dato il loro contributo diversi architetti italiani, tra cui Gherardo Bosio, Giulio Bertè, Armando Brasini e altri [Vokshi 2012]



Figura 4. Edifici pubblici nelle piazze menzionate (a) Accademia delle belle arti in Piazza Littorio e (b) edifici ministeriali in Piazza Skënderbeu [Koha Jonë]

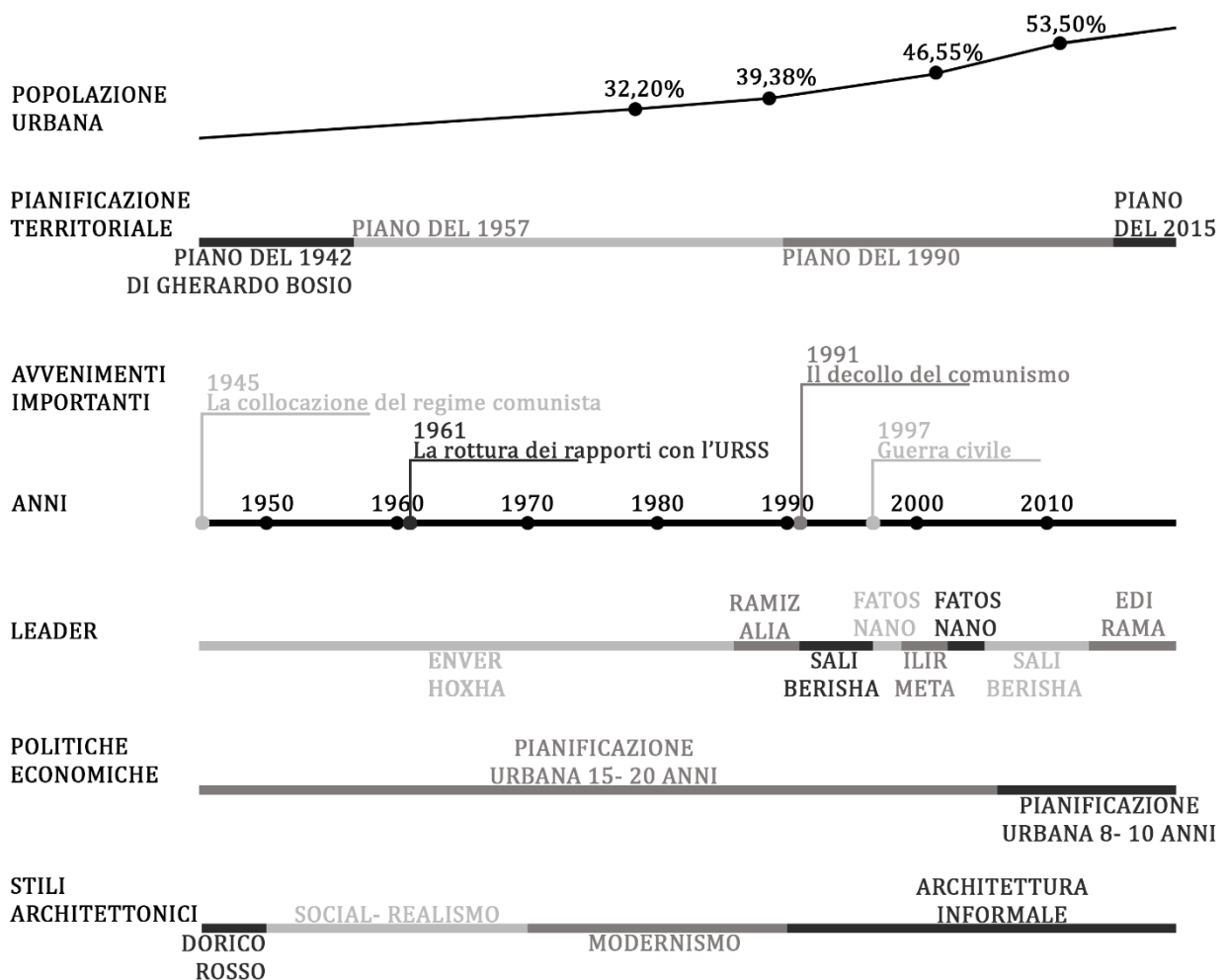


Figura 5. Gli avvenimenti più importanti nel corso degli anni dal 1945 - 2015 [Shameti 2013, riprodotto da Keci 2016]

chiamato “architettura moderna”⁴ e dall’altra un’architettura tradizionale di “fabbricazione ottomana”, rappresentata da una varietà di edifici bassi con giardino. Questi si riflettono in due diverse tipologie formali urbane evidenti, le quali, anche se a volte in contrapposizione, in complesso formano una struttura compatta con valori originali autoctoni che rappresentano l’urbanistica albanese del periodo (Faja 2010). Tra le molte problematiche da affrontare agli inizi del regime totalitario c’era la ne-

cessità di definire un nuovo quadro identitario per l’architettura albanese, per esprimere gli ideali e la filosofia del socialismo. Inizialmente, con l’idea di continuare il suo percorso iniziato precedentemente alla seconda guerra mondiale, con l’arrivo della modernizzazione l’architettura del comunismo sarà influenzata dall’architettura moderna europea e dal Razionalismo Italiano. Questo si vede in progetti importanti, a partire dai piani regolatori per arrivare a vari piani urbani delle città principali. A par-

.....
 4 In Albania, il termine “architettura moderna” è stato interpretato in diversi modi ed usato, in modo non sempre corretto, per rappresentare il rinnovamento dei principi di progettazione e non, come in Europa, per riferirsi a uno dei più importanti movimenti storici degli anni '20 e '30.

te l'influenza del razionalismo occidentale, l'architettura socialista è stata influenzata anche dal modernismo dell'Unione Sovietica nei paesi dell'Europa dell'Est, come la Cecoslovacchia, l'Ungheria, la Polonia etc. In Russia, dopo la rivoluzione del 1917 e la formazione della repubblica socialista, lo stile moderno ha influenzato anche l'arte e l'architettura, dove il nuovo governo, per rendere visibili le sue ideologie (tecnologia, utilitarismo e progresso sociale), si è focalizzato nella costruzione di città moderne e funzionali. Dopo la devastazione della guerra, la Russia si è trovata in un caos sociale; infatti, la capitale era distrutta e mancavano le infrastrutture e gli alloggi. Gli architetti dovevano tradurre in pratica le nuove linee estetiche, i materiali e le tecniche costruttive. Con l'obiettivo di far fronte alle necessità abitative, la progettazione si concentrerà su edifici modulari con forme semplici e modeste, anche per via delle limitate condizioni economiche del paese. "Non il vecchio, non il nuovo, ma il necessario" fu la frase coniata nei primi anni '20 da Vladimir Tatlin, visionario e architetto del movimento moderno⁵. È iniziata così una trasformazione urbana basata sulla pianificazione territoriale precisa.

La coesistenza dei diversi flussi del modernismo, dell'eclettismo e del proletario non si è protratta a lungo. Di seguito, nel 1932, i diversi gruppi artistici ed architettonici sono stati forzatamente sostituiti dall'architettura del realismo socialista. Questo movimento ha soffocato tutte le correnti creative sviluppatesi dopo la Rivoluzione.

Lo stile del realismo socialista sovietico è stato definito anche come lo stile del proletariato, in quanto combina l'immagine artistica con la cultura del proletariato. Nel congresso degli artisti Sovietici tenuto a Mosca nel 1934, Maksim Gorkij dichiarò che "l'opera d'arte deve avere forma realista e contenuto socialista".

Influenzata strettamente dai nuovi alleati, l'architettura albanese inizialmente seguirà lo stile del Realismo socialista, nella com-

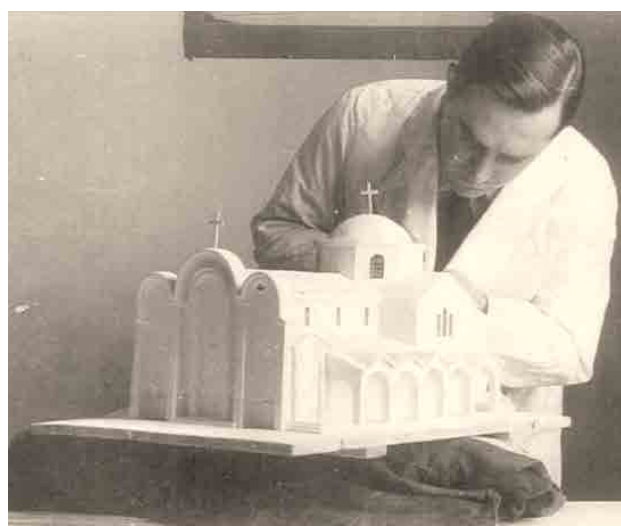


Figura 6. (a, b) Cinema "Nasional" 1926, (c) immagine dell'Arch. Skënder Luarasi 1942

.....
5 KOPP, A., 1985. *Architettura costruttivista in URSS*. New York: St. Martins Press.

binazione del monumentalismo con lo stile neoclassico con colonne, archi e facciate ornamentate in grande scala. In seguito questo stile fu chiamato “gotico Staliniano” mentre in Albania fu chiamato “dorico rosso”.

L’unione Sovietica è stata la madre di questo movimento, che, dopo la seconda guerra mondiale, è stato imposto anche negli altri paesi socialisti dell’Europa Centrale e dell’Est, tra cui anche l’Albania.

L’approccio positivo iniziale verso l’architettura moderna molto presto sarà combattuto dal nuovo regime totalitario albanese. Diversamente dagli altri paesi dell’Europa, che, inizialmente, per ragioni politiche ed ideologiche, hanno supportato l’arte e la cultura moderna, il totalitarismo comunista soffocò l’individualismo creativo. Ispirata all’Unione Sovietica, l’architettura albanese fin dall’inizio ha seguito il movimento culturale ed artistico del realismo socialista. Comandata dal partito comunista che dominava il paese, i principi dell’architettura e dell’urbanistica del Realismo Socialista venivano approvati nelle riunioni plenarie del Partito unico di eletti.

Grazie ai buoni rapporti con l’Unione Sovietica nelle prime fasi, i vari professionisti (urbanisti, architetti ed ingegneri sovietici) hanno collaborato come consulenti per le istituzioni albanesi di progettazione. Per mancanza di professionisti e di una facoltà di ingegneria e architettura nel paese, lo stato inviava a studiare all’estero coloro che successivamente diverranno non solo i primi tecnici albanesi, ma anche i protagonisti dei nuovi principi dell’architettura del regime, chiamata anche “Realismo Socialista”. Il nuovo stile è stato ovviamente supportato dagli architetti che, nel dopoguerra, si sono formati nelle scuole d’architettura dell’Unione Sovietica, come l’architetto Koço Miho, Gani Strazimiri, Eqerem Dobi, etc. Lo stile del realismo socialista, accettato, ormai, come lo stile architettonico nazionale albanese, è stato trattato come un mezzo politico ed ideologico per proteggersi dall’influenza dell’architettura occidentale e capitalista, ignorando e combattendo parallelamente il lavoro della prima generazione degli architetti del modernismo. Il regime ha creato un clima di paura, di restrizione dell’individua-

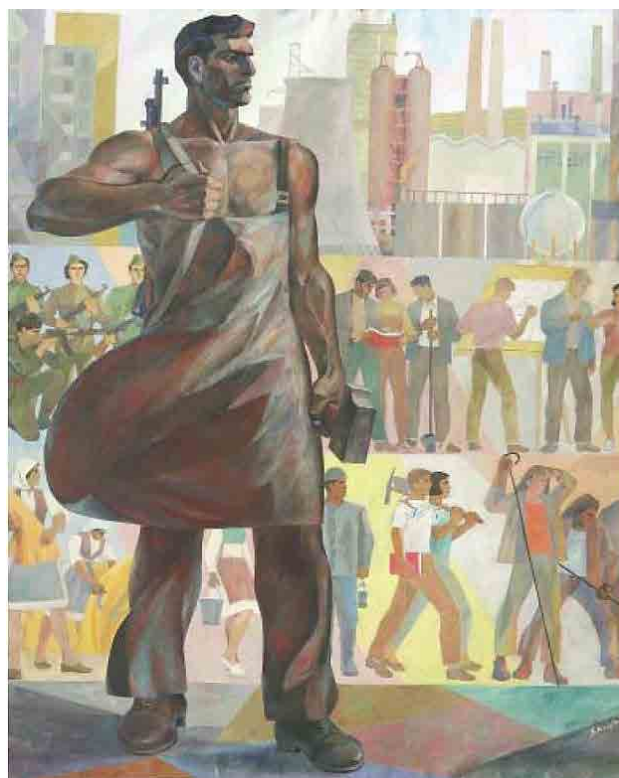


Figura 7. Pitture che riflettono l’ideologia del Realismo Socialista (a) “Padrone del paese” di Spiro Kristo, 1969, (b) “La costruttrice” di Bardhyl Dule 1971.

lismo e dell'indipendenza creativa. La propaganda verso l'uso di questo stile cresceva specialmente quando i rapporti con l'occidente si inasprivano.

La massima che riassume l'indirizzo del Realismo Socialista, ovvero "nazionale nella forma e socialista nel contenuto", è rimasto solamente un dogma politico, perché non ha avuto dei valori esecutivi e non ha contribuito in nessun modo allo sviluppo di un nuovo stile e di nuove tecniche di progettazione.

I primi edifici del realismo socialista in Albania sono infatti quelli di carattere amministrativo, sociale e culturale, dove l'architettura si è ampiamente ispirata al classicismo novecentesco europeo⁶.

La tecnica costruttiva del nuovo stile architettonico del classicismo socialista consisteva in muratura portante in laterizio a vista o intonacato. Le tecniche tradizionali non permettevano la realizzazione di edifici su vasta scala. Tra le prime opere apparse, che contrastano con il paesaggio della città verde di Tirana, ci sono gli alloggi collettivi nel quartiere Shallvare e Agimi dell'architetto Gani Strazimiri (Fig. 8, 10). Questi alloggi si presentano con problemi e carenze funzionali, costruttive ed economiche. Il nuovo stile del realismo socialista nell'architettura degli alloggi collettivi del complesso "Shallvare" era inappropriato alla natura e al contesto, per lo stile di vita e le preferenze dei residenti (Shameti 2013). Con l'obiettivo principale di imporre un nuovo stile si è data importanza alla forma piuttosto che alla funzione.

Negli anni Sessanta, con la rottura dei rap-

.....

6 Tra le opere più importanti si può citare lo Studio Cinematografico "Shqipëria e Re" (La Nuova Albania), che è una riproduzione del Teatro Invernale a Sochi dell'architetto e padre dell'architettura stalinista Ivan Vladislavovich Zholtovsky (Fig. 9). L'edificio in stile neoclassico è circondato da colonne in stile corinzio che sostengono i frontoni, con statue poste sopra il frontone principale. Altri edifici importanti che vale la pena citare sono l'edificio del Comitato Centrale del Partito Comunista d'Albania a Tirana e il Teatro di Scutari (progettati da Arch. Anton Lufi), e la Fabbrica tessile "Stalin".



Figura 8. Gli edifici di "Shallvare" 1953, arch. Gani Strazimiri [AQTN]



Figura 9. (a) Studio Cinematografico, completato nel 1952, Tirana, (b) Teatro Invernale nella città di Sochi in Russia completato nel 1937.

porti politici tra l'Albania e l'URSS e con i nuovi rapporti stabiliti con la Cina (1960-1978), sono avvenuti cambiamenti nella società, nella cultura, nell'arte e, ovviamente, anche nell'architettura; quest'ultima prese il ruolo di tramite tra il regime e il popolo e si presentò al servizio della popolazione, priva di sfarzi ornamentali e senza alcuna traccia del neoclassicismo russo. Inizia così un nuovo periodo di respiro e di libertà creativa, ma che risponde alle esigenze funzionali. Questo periodo, però, si associa ad un impoverimento economico del paese, con evidenti ripercussioni anche nel campo dell'architettura, che diventa sempre più economica e funzionale ai principi dell'architettura moderna. Questo non ha fermato gli architetti albanesi nelle tentazioni di offrire la perfezione funzionale ed estetica per l'economia del tempo.

All'inizio lo sforzo maggiore era rivolto alla pianificazione urbana e residenziale. Si è iniziato a progettare diversamente basandosi di più sui principi del modernismo occidentale, sulla base dei quali si sono definite per la prima volta le normative nazionali di progettazione.

Il nuovo tipo concepisce in modo innovativo gli spazi, facendo attenzione ai bisogni degli abitanti, con cortili e spazi comuni pubblici e verdi, per l'esposizione a sole, aria e luce.

I nuovi principi si riflettono già nel nuovo piano regolatore approvato nel 1957, dove fu deciso che dentro il primo anello gli edifici residenziali sarebbero stati di massimo quattro piani con una densità di 350 abitanti/ha, mentre fuori dall'anello gli edifici avrebbero avuto un'altezza massima di tre piani.

Già prima della rottura dei rapporti politici tra l'Albania e l'Unione Sovietica (1961) erano iniziati i tentativi di orientare i progetti verso nuovi principi funzionali ed estetici. Anche se l'architettura moderna non è mai stata approvata dal governo Socialista (in quanto era considerata non adatta per la cultura del regime e troppo vicina all'occidente), essa si è diffusa in modo silenzioso ed insistente.

Sono stati gli architetti che avevano studiato all'estero i primi che, nonostante le difficoltà



Figura 10. Durante la costruzione degli edifici Shallvare, Arch. Gani Strazimiri 1952 [AQTN]



Figura 11. Palazzo dello Sport "Aslan Rusi" nella città di Tirana 1962, Arch. Koço Miho



Figura 12. Piano regolatore del 1957 [Belgo 2009]

ed i rischi che affrontavano, hanno promosso ed applicato i principi di rinnovamento razionale e funzionale. Gli sfarzi ornamentali del neoclassicismo sovietico sono stati sostituiti dalle forme e dai volumi puri e puliti del razionalismo internazionale. Gli edifici residenziali, con un nuovo spirito di semplicità e freschezza, sono apparsi piano piano in tutte le città principali. Anche se con perplessità e paura, hanno trovato il sostegno anche da parte del popolo.

Tra i primi progetti si può citare il complesso residenziale dell'architetto Petraq Kolevica, iniziato nel 1960, il quale, con l'obiettivo di usare nuovi elementi architettonici moderni, si presentava con una nuova distribuzione funzionale: il porticato continuo del piano terra, logge e balconi per ogni appartamento, ampie finestre e colori forti. Questi erano elementi che, secondo lo stato, promuovevano un'architettura borghese⁷ (Kolevica 1997).

Il linguaggio architettonico del razionalismo⁸ verrà applicato anche nell'architettura degli edifici pubblici amministrativi, sociali e culturali. Un esempio è il Palazzo della Cultura a Tirana, il quale è diventato simbolo della Nuova Albania.

Iniziato con il sostegno degli architetti sovietici, dopo la rottura dei rapporti con la Russia, gli architetti albanesi, come una sfida personale e nazionale, tramite questo progetto dovevano mostrare che il paese sarebbe potuto andare avanti anche senza il sostegno dell'URSS.

Dopo un lungo periodo, negli anni '60, gli architetti albanesi saranno finalmente i protagonisti principali dell'architettura della

.....

7 Anche se in fase di esecuzione sono stati fatti vari tentativi per alterare il più possibile le facciate, l'architetto Kolevica, con passione ed insistenza, è riuscito a realizzare il complesso così come era stato progettato.

8 Lo sviluppo industriale insieme al razionalismo albanese, diversamente dagli altri paesi, si è sviluppato negli anni Sessanta. Nella figura 15 si mostra la somiglianza tra il Palazzo dei Congressi, uno degli esempi più rappresentativi del razionalismo e iniziato nel 1938, e il Palazzo di Cultura, l'edificio che rappresenta la nuova Albania, iniziato nel 1959.



Figura 13. Nuovi edifici negli assi principali della capitale (a) Via "Durrësit", (b) Via "Kavajës", anni Sessanta [AQTN]



Figura 14. Complesso residenziale in via Kavajës completato nel 1963, edificio in via Vaso Pasha nella città di Tirana 1969, Arch. Petraq Kolevica

“Nuova Albania”. Agli architetti che hanno studiato all'estero si affiancano con dinamismo anche i nuovi laureati della scuola albanese. Riflesso della nuova ideologia sono gli edifici principali pubblici come il Museo Nazionale, la Galleria Nazionale dell'Arte e l'Hotel Tirana nella piazza centrale della città⁹. Tra le strutture alberghiere più importanti costruite nei centri urbani si può citare Hotel Skampa (Fig. 16) nella città di Elbasan, progettato dall'architetto Valentina Pistoli¹⁰, l'Hotel Butrinti nella città di Saranda, progettato dall'architetto Anton Lufi, e tanti altri, che hanno segnato gli skyline delle città albanesi. La nuova architettura verticale, accolta con tanto entusiasmo dalla società, ha di nuovo provocato la reazione del governo totalitario.

Infatti il periodo della libertà espressiva non durò a lungo, perché nel 1974, seguendo le decisioni del IV Plenum, il governo ha iniziato una guerra aperta, con l'oppressione dell'arte e della letteratura che rappresentavano e contenevano tracce del capitalismo. A questa visione non è sfuggita neanche l'architettura e, infatti, sono stati puniti severamente vari progettisti moderni. Gli architetti nelle loro opere furono obbligati ad utilizzare forme e materiali che non richiamassero quelli aulici fortemente osteggiati dal regime.

Significativo in merito è quanto accaduto all'architetto della Biblioteca di Korça, Petraq Kolevica, il quale è stato criticato in quanto modernista sotto l'influenza occidentale per le facciate senza finestre oppure con finestre ampie fuori misura. Lo stesso è accaduto al nuovo teatro di Fier, progettato dall'architetto Sokrat Mosko, il quale è stato criticato per le forme che rispecchiavano le chiese tipiche dei paesi capitalisti e che promuovevano la propaganda borghese-revisionista (Faja 2010). In seguito si è incaricato un nuovo gruppo di progettisti di cambiare completamente le facciate e la forma

.....
 9 Hotel Tirana di quindici piani; è rimasto l'edificio più alto del paese fino alla fine degli anni '90.

10 Valentina Pistoli è il primo architetto donna in Albania. Durante la sua carriera, lunga 32 anni, ha realizzato quasi 160 progetti in tutta l'Albania.



Figura 15. (a) Palazzo dei congressi di Adalberto Libera, Roma e (b) Palazzo della Cultura di Anton Lufi, Tirana.

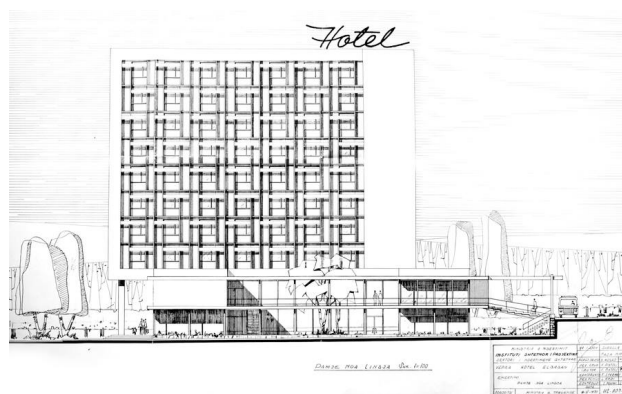
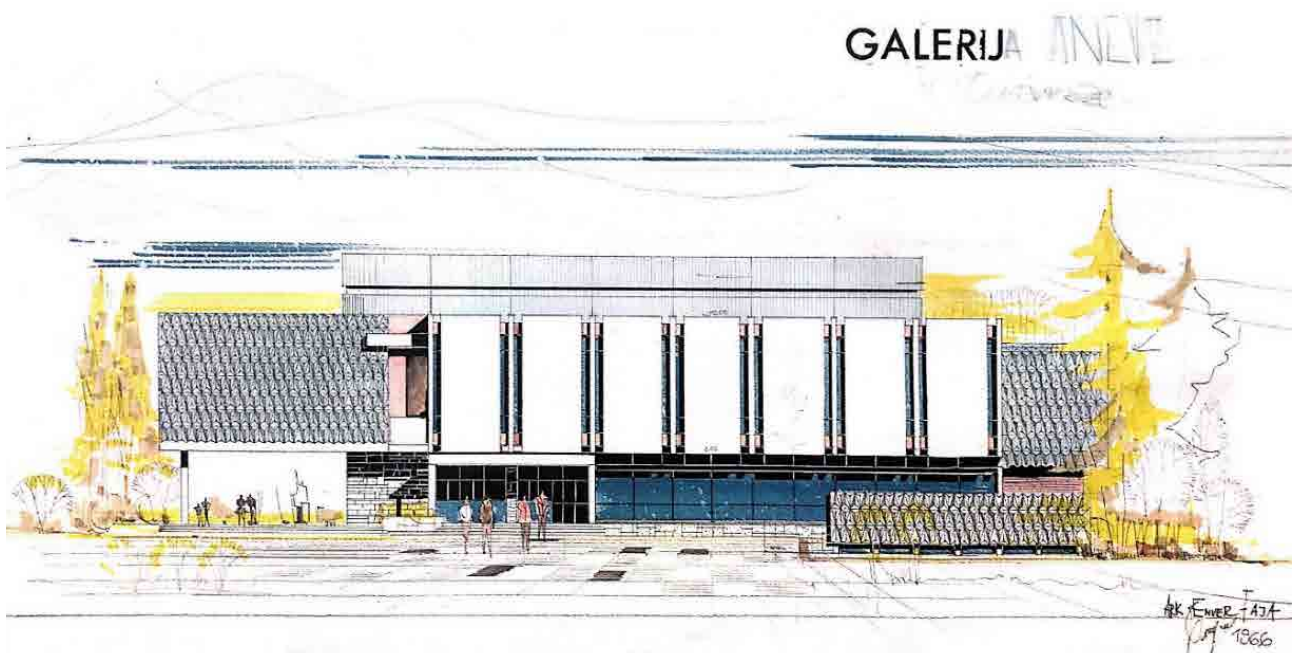


Figura 16. Hotel Skampa nella città di Elbasan 1970, arch. Skënder Luarasi e Valentina Pistoli [AQTN]



prismatica della sala principale, mentre alla casa della cultura di Kiço Çomi e in tanti altri casi i progetti sono stati cambiati secondo i principi dell'architettura del realismo socialista. La problematica delle facciate moderniste si è verificata anche nel progetto della Galleria Nazionale d'Arte, ideata dall'architetto ed urbanista Enver Faja nel suo primo incarico individuale, al quale venne richiesto di cambiare le grandi vetrate nelle facciate ed i materiali usati per creare i bassorilievi in alcune delle facciate.

Un altro esempio molto significativo di questo periodo è l'edificio, che rispecchiava lo stile cubista (Fig. 18), progettato dall'architetto Maks Velo, il quale, insieme ad altri architetti (alcuni dei quali sopra menzionati), è stato pubblicamente accusato ed in seguito imprigionato.

L'architettura moderna albanese, pertanto, non ha raggiunto i livelli del resto d'Europa: unitamente alla libertà di pensiero e di creazione, mancavano infatti materiali, le tecniche di produzione e le tecnologie avanzate. Intanto negli anni '70 cresceva la richiesta di abitazioni nei centri urbani. Lo stato, con il sostegno della Repubblica Popolare Cinese, si è orientato verso l'industrializzazione e la prefabbricazione dell'edilizia residenziale. Le tipologie principali, basate su tecnologie

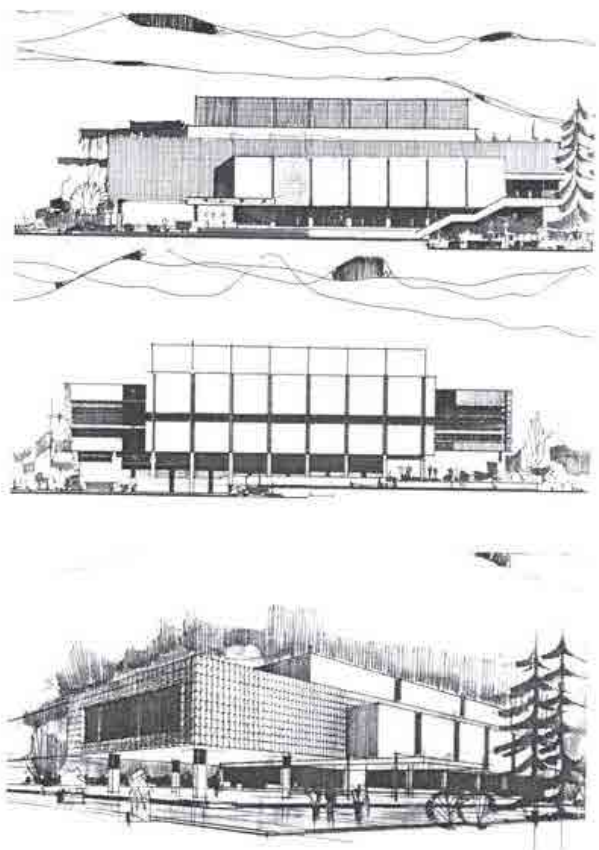


Figura 17. Galleria Nazionale dell'Arte nella città di Tirana, Arch. Enver Faja 1966



Figura 18. (a) Schizzi del palazzo con i cubi, (b) foto del 1980. Arch. Maks Velo [Velo 1998]

costruttive provenienti dalla Cina, sono gli edifici con mattoni in silicato e gli edifici con pannelli prefabbricati. La costruzione degli edifici prefabbricati continuerà fino alla fine del regime socialista.

Vale la pena sottolineare che, se gli edifici pubblici del movimento moderno albanese sono il simbolo della rivoluzione e della libertà in un regime dittatoriale, gli edifici prefabbricati costituiscono per la popolazione il lato "grigio" dell'architettura che rappresenta il regime dittatoriale. In conclusione si può dire che l'architettura moderna, creata sotto la pressione aggressiva dello stato totalitario, è oggi divenuta oggetto di

2.2 IL PATRIMONIO RESIDENZIALE PROGETTATO

grande interesse, sia per i suoi valori architettonici sia per la testimonianza di un periodo storico importante.

Nel primo Dopoguerra, il problema principale era il fabbisogno abitativo: le distruzioni avvenute durante il conflitto, unitamente alla crescita demografica delle città, determinarono un'altissima richiesta di nuovi alloggi.

Le prime abitazioni dopo la guerra sono state realizzate attraverso il lavoro volontario dei cittadini¹¹, come avvenuto in molti dei paesi di matrice socialista, con l'obiettivo principale di risolvere le esigenze del momento. I primi edifici costruiti in quel periodo, come menzionato anche prima, appartengono al monumentalismo del neoclassicismo russo, con colonne, archi e facciate ornamentali. Tra i complessi residenziali più importanti appartenenti a questo tipo e costruiti negli anni Cinquanta si possono ricordare i già citati quartieri di "Shallvare", "Agimi", e "1 Maji" nella città di Tirana.

In base a questi modelli, sono stati costruiti vari complessi residenziali caratterizzati da dimensioni rilevanti ed ornamenti in facciata, dove all'interno, al contrario, troviamo appartamenti costituiti da vani di piccole dimensioni e servizi igienico-sanitari con spazi minimi, attrezzati con finestre che permettono l'illuminazione e la ventilazione naturale; sono questi gli stessi problemi degli appartamenti del periodo stalinista nell'URSS. Mentre gli spazi interni sono caratterizzati da superfici di piccole dimensioni, gli ambienti comuni sono spaziosi, per incoraggiare la vita in comunità. Al piano terra si sviluppano i servizi comuni, come il magazzino, la lavanderia, etc., mentre all'esterno troviamo terrazze e spazi liberi, centrali e comuni, ad uso della comunità.

Con la rottura dei rapporti con l'Unione

Sovietica nel 1961, i principali progettisti, influenzati dalle scuole dell'Europa centro-orientale dove avevano studiato, hanno riflesso nella progettazione degli spazi i principi del razionalismo funzionale europeo, con l'obiettivo principale di progettare edifici che rispondessero alle esigenze della vita individuale e collettiva.

In questo periodo lo stile di vita e dell'abitare sia in città che in villaggi stava cambiando sostanzialmente e velocemente. Nonostante le condizioni di un'economia molto povera, la costruzione a ritmi serrati e su larga scala e la mancanza di professionisti e di materiali, nacque l'esigenza di definire le norme e gli standard di costruzione, in modo da sviluppare dei moduli tipo, che potessero essere ripetuti per ridurre i costi.

Vincolati dall'economia dei costi di costruzione, gli architetti affrontarono la sfida di trovare soluzioni architettoniche economiche e funzionali, sfruttando al massimo le ridotte superfici disponibili. In tale ottica furono studiati e sviluppati modelli standardizzati, progettati secondo un preciso rapporto proporzionale in base alle esigenze degli abitanti fino ai minimi dettagli dell'arredamento.

In seguito, l'Istituto di Progettazione ha definito alcuni progetti tipo con un sistema modulare, influenzando in modo rilevante sugli aspetti funzionali dell'alloggio e dell'edificio, riducendo le superfici interne, però garantendo spazi migliori dal punto di vista igienico-sanitario. L'applicazione dei diversi moduli permette di sviluppare diverse planimetrie in forma lineare o cruciforme per gli edifici a torre. Le piccole cucine progettate fino agli anni '60 con superfici fino a 8 m² con l'unica funzione di spazio cottura vennero sostituite da un soggiorno con angolo

.....

¹¹ Anche se si chiamava "lavoro volontario", i cittadini ed i futuri abitanti (uomini e donne) furono obbligati a partecipare gratuitamente alla costruzione degli edifici.

A, B, C, D alloggi con le piante tipo approvate

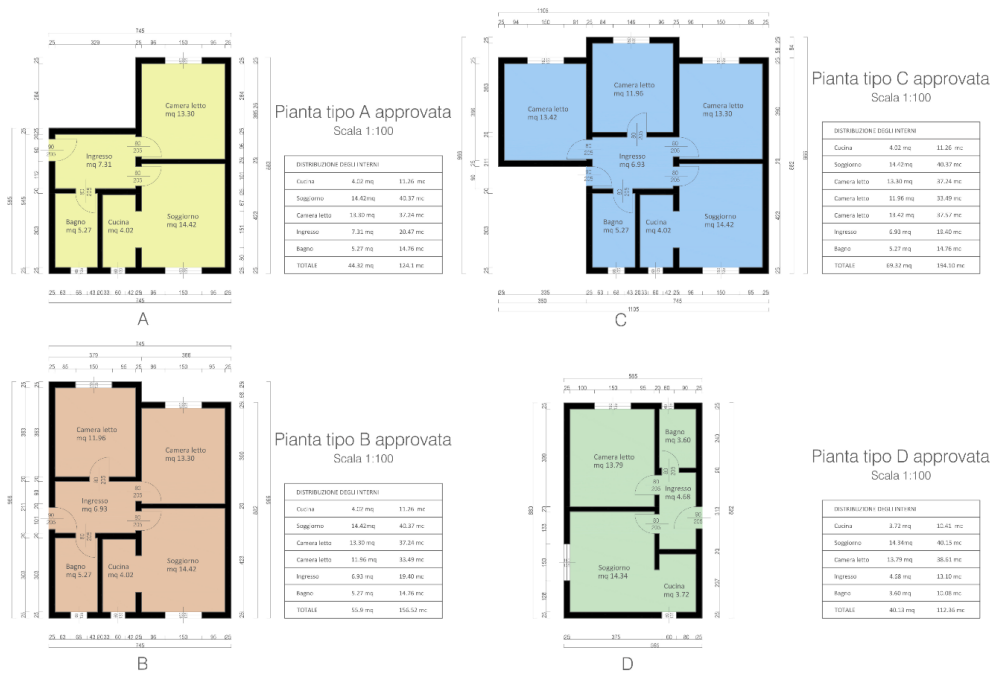


Figura 19. Le piante dei moduli tipo approvati dal I.S.P. n. 1 utilizzate nella costruzione degli edifici residenziali di diverse tipologie costruttive [Bego 2009, Keci 2016]

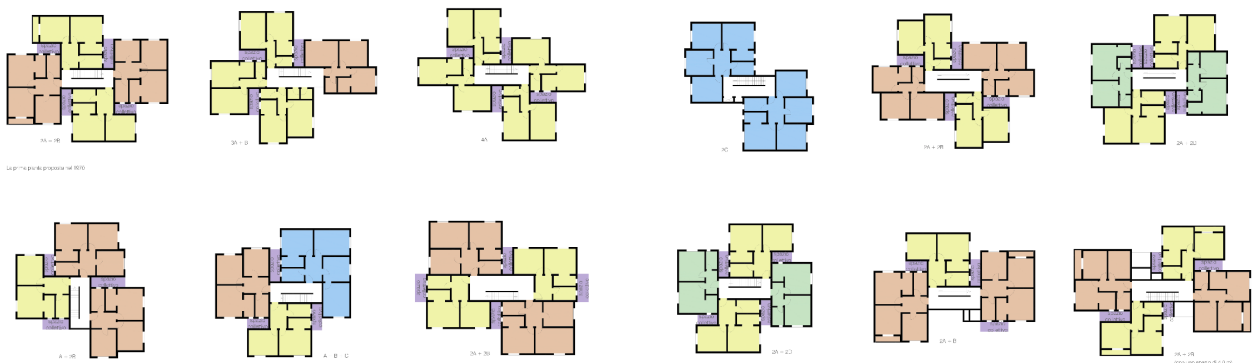


Figura 20. Diverse combinazioni delle piante formate dal tipo A, B, C e D [Bego 2009, Keci 2016]

cottura di superficie fino a 14 m², dove era possibile svolgere varie attività (come mangiare, studiare e riposare).

Simile ai principi del funzionalismo, anche in Albania si è notato che, rispetto alla progettazione architettonica e alla qualità di costruzione, si è data particolare attenzione e priorità alla pianificazione urbanistica. Considerando che l'economia si basava principalmente sull'industria, il trend

dell'urbanizzazione era in crescita. Per questo, l'obiettivo era di soddisfare le esigenze dell'urbanizzazione e progettare città e spazi urbani funzionali e capaci di accogliere un gran numero di lavoratori.

Secondo l'architetto V. Pistoli¹², dalla fine del 1946 al 1972 furono costruiti dalla popolazione stessa 233'000 appartamenti statali ed edifici, in cui hanno trovato alloggio 1,4 milioni di abitanti, ovvero circa la metà della popolazione dell'epoca¹³.

.....
12 nell'articolo "Quasi la metà della popolazione in alloggi nuovi"

13 Questi dati (probabilmente parte della propaganda del regime totalitario) non coincidono con le cifre riportate nel libro di Mauricio Bega (2009), dove si contano 166'000 edifici popolari costruiti fino al 1985.

Le forme semplici e razionali sono state standardizzate e ripetute riducendo i costi di costruzione. Gli spazi limitati venivano sfruttati al massimo, come per esempio i servizi igienico-sanitari che, per la prima volta, sono chiusi con camini interni, in modo da utilizzare meglio le superfici abitabili.

Nell'edilizia collettiva degli anni '50, caratterizzata da dimensioni rilevanti ed ornamenti in facciata, si evidenzia lo spirito sociale tramite la presenza di spazi pubblici attrezzati con i servizi necessari per la comunità (come terrazze comuni, lavanderia, magazzino etc.), mentre le unità residenziali avevano spazi interni ridotti al minimo indispensabile. Al contrario lo spirito moderno e funzionale dell'edilizia degli anni '60 e '70, caratterizzata da volumi semplici e facciate prive di ornamenti, si esprimeva con modelli standardizzati dal punto di vista economico ma funzionali in base alle esigenze, sfruttando al massimo le ridotte superfici disponibili. Gli spazi d'uso comune dell'edificio sono ridotti, mentre lo spazio all'aperto accoglie le attività ricreative e di interesse collettivo. Questi ultimi hanno trovato sviluppo fino alla fine del regime socialista.

Uno schema simile lo riscontriamo anche nella costruzione del complesso "Miqësia" a Tirana, progettato nel 1962 dall'architetto Valentina Pistoli. Il concetto della sistemazione è lo stesso del caso sopracitato, ma gli spazi di servizio e quelli dedicati nelle abitazioni sono più grandi e l'attenzione è rivolta alla progettazione razionale della cucina. Lo schema segue l'impostazione a corte, creando spazi liberi centrali per le attività di riposo e gioco. I materiali principalmente impiegati nella costruzione degli edifici residenziali negli anni '70 sono i mattoni in terracotta ed i mattoni in silicato con struttura a telaio o muri portanti¹⁴.

Lo sviluppo di un sistema produttivo legato ai materiali da costruzione ha consentito la standardizzazione degli elementi dell'edifi-

.....

14 L'uso dei mattoni silicati fu una forte influenza proveniente dalla Cina, la quale, in mancanza di terracotta, usava i mattoni in silicato come materiale principale nella costruzione assieme al calcestruzzo.



Figura 21. Edifici residenziali (a) con mattoni in silicato anni '60, (b) mattoni in terracotta anni '70 [AQTN]

cio. Questo ha facilitato la modularità delle abitazioni, unificando una serie di elementi costruttivi. Lo stesso modo di progettare si era sviluppato in Europa dopo la seconda guerra mondiale, con lo sforzo per ridurre il costo delle costruzioni e risolvere il problema delle abitazioni nelle aree urbane.

A fronte della continua domanda di nuovi alloggi negli anni '70, lo stato, con la responsabilità di rispondere a tale richiesta, decise di poggiarsi all'edilizia industrializzata, la quale, secondo l'esperienza degli altri paesi dell'Europa dell'Est, riduceva considerevolmente la manodopera, i tempi ed ovviamente i costi di costruzione. È stata la Cina a regalare la fabbrica costruita nella città di Tirana, la quale fu chiamata "La Fabbrica dei 2'000 appartamenti all'anno", proprio per il fatto che poteva produrre fino a 2'000 appartamenti composti da pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato nell'arco di un anno. È iniziato così il periodo del calcestruzzo, il quale, per dodici anni di seguito (durante i quali furono costruiti circa ventimila appartamenti), ha cambiato l'immagine del paese. Nelle città e nei villaggi vennero in seguito abbattute le case tradizionali e furono sostituite con quartieri interi di edifici multipiano, composti da piccoli appartamenti con i servizi necessari per la comunità; furono, inoltre, creati nuovi quartieri e persino nuove città.

Lo sviluppo nelle industrie dei materiali da costruzione ha permesso la standardizzazione degli edifici e la loro ripetizione, indipendentemente dalle condizioni climatiche, del contesto storico e tradizionale, e dalla cultura del paese. Nello stesso periodo si è lavorato per la standardizzazione delle abitazioni rurali. In assenza di un'economia di mercato, i concetti nuovi di progettazione si sono concretizzati in alcuni piani urbani di città e villaggi. In conformità ai piani, sono stati costruiti nuovi quartieri residenziali. L'urbanizzazione si sviluppò principalmente nella parte centrale e meridionale dell'Albania e si ritiene che l'88% degli edifici furono costruiti nelle città ed il 12% fu costruito in campagna.



Figura 22. Nuovi edifici costruiti negli assi principali della capitale (a) Via "Kavajës", (b) Via "Durrësit" anni '60 [AQTN]

2.3 LO STATO DI FATTO DEL PATRIMONIO COSTRUITO

Secondo quanto riportato in SLED¹⁵, dove si parla delle tipologie dello stock di edifici residenziali in Albania, prima del 1960 fu costruito solo il 7% del patrimonio edilizio d'oggi. Solo dopo il 1960 si è stato notato un aumento notevole nel settore delle costruzioni, in particolare per la costruzione degli edifici multipiano con appartamenti. Invece tra gli anni '60 e la caduta del regime sono stati costruiti il 34% degli edifici residenziali ed il 32% delle case.

campagna furono costruiti 12'350 edifici residenziali prevalentemente monofamiliari. Nello stesso periodo a Durazzo sono stati costruiti 4'631 edifici urbani e 7'573 rurali, a Elbasan 4'133 edifici urbani e 14'859 edifici rurali, a Fier 3'633 edifici urbani e 16'879 edifici rurali.

In conclusione, fino al 1990 lo sviluppo dell'abitazione albanese è stato influenzato da due fattori principali: in primo luogo l'attuazione di un'economia chiusa e centralizzata, isolata dall'economia internazionale,

Percentuale degli appartamenti secondo il periodo di costruzione

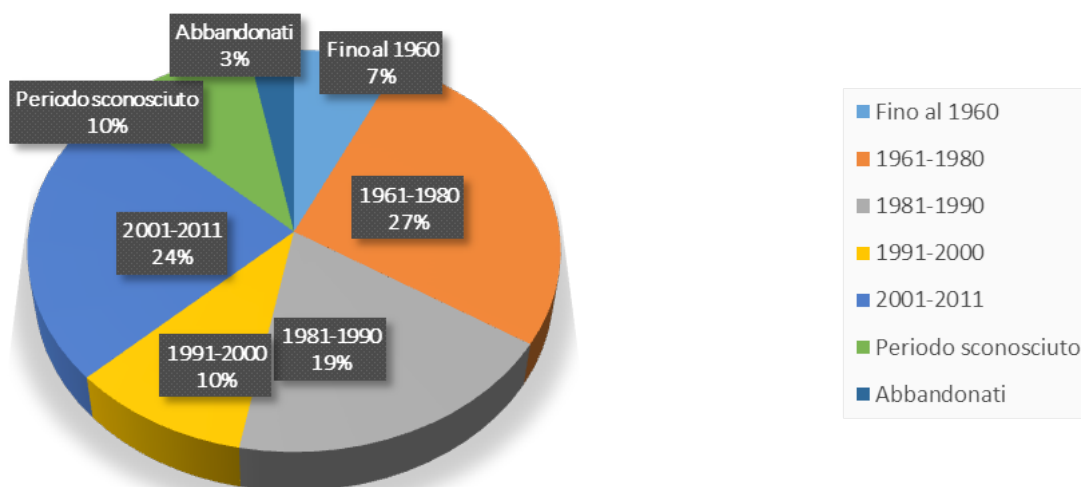


Figura 23. Percentuale degli appartamenti secondo il periodo di costruzione [Instat 2011]

A titolo puramente indicativo si citano alcuni dati che offrono un quadro del patrimonio edificato, da cui si evince che, solo nella città di Tirana tra il 1961 e il 1990, si sono costruiti 9'933 edifici multifamiliari prevalentemente residenziali, mentre nelle cooperative in

che gradualmente ha portato alla mancanza di investimenti per migliorare e aggiungere nuove costruzioni; e, in secondo luogo, l'attuazione dei principi dell'architettura e dell'urbanistica funzionalista nelle condizioni della pianificazione centralizzata.

.....
 15 NOVIKOVA, A., SZALAY, Z., SIMAKU, GJ., THIMJO T., SALAMON, B., PLAKU, TH., e CSOKNYAI, T., 2015. *La tipologia del parco immobiliare in Albania e la modellazione della loro trasformazione a Base Emissioni di Carbone*. Centro Ambientale Regionale. Disponibile su <<http://sled.rec.org/building.html>> [Data di accesso: 10/10/20017].

Possiamo dire che i modelli di pianificazione centralizzata e la progettazione architettonica e urbana, in alcuni aspetti, fossero simili ai modelli occidentali. Dalle brevi note sopra riportate si intuisce facilmente la portata del patrimonio oggetto della presente proposta di ricerca: un patrimonio rilevante che necessita urgentemente di interventi di riqualificazione.

Con il crollo del regime comunista nel 1991, lo stato di fatto del patrimonio costruito si presenta con le città fisicamente degradate, grigie e profondamente diverse rispetto a quelle dell'Europa occidentale, che contemporaneamente hanno sviluppato nuove tipologie abitative.

Oggi, 28 anni dopo, circa la metà degli edifici presenti in Albania sono stati costruiti negli anni che vanno dal 1946 al 1990. Questi immobili si presentano con notevoli problemi, soprattutto in relazione alle prestazioni energetiche e alle condizioni di benessere.

La mancanza di manutenzione e di investimenti, così come la costruzione scadente ed un settore delle costruzioni compromesso, ha fatto sì che questi edifici abbiano ora bisogno di interventi di recupero. Anche gli spazi comuni sono stati trascurati: marciapiedi occupati, mancanza di arredo urbano e parchi giochi abbandonati sono la triste realtà. Inoltre in gran parte di questi spazi sono stati costruiti in modo illegale edifici

fino a dieci piani, spesso bloccando la vista, il riscaldamento o il raffrescamento naturale. Come parte degli schemi di privatizzazione, con un picco massimo a fine del '90 e che continuano ancor oggi, molti residenti hanno acquistato i loro appartamenti a prezzi bassi direttamente dai Comuni. I proprietari solo recentemente, con la nuova legge per "l'Amministrazione della proprietà negli edifici residenziali", formano associazioni di condominio per gestire i propri edifici, includendo la raccolta di fondi per lavori di riqualificazione. In gran parte hanno operato individualmente. Questo si riflette negli interventi delle facciate dove gli utenti individualmente hanno fatto ristrutturazioni nuovi volumi aggiunti, nuove finestre, isolamento termico, facciate dipinte con diversi colori, in tanti casi rendendo gli edifici irriconoscibili. Gran parte di questi complessi sono in cattive condizioni e mostrano segni di degrado e mancanza di investimenti. Risulta di particolare interesse l'analisi dello stato di degrado, in quanto rispecchia un duplice aspetto: il primo legato alla vetustà del fabbricato ed il secondo, molto più complesso e di difficile soluzione, dettato dall'intervento inappropriato dei nuovi proprietari, che, non avvalendosi di tecnici competenti, si sono affidati esclusivamente alla loro esperienza ed hanno operato in economia diretta, danneggiando sia il loro alloggio che l'intero edificio.

2.4 LA FORTIFICAZIONE DELL'ALBANIA DAL 1967 AL 1986

La fine della seconda guerra mondiale vide l'Albania a fianco dei paesi comunisti, con un sistema politico fedele alla linea ideologica dell'Unione delle Repubbliche Socialiste Sovietiche (URSS) e successivamente della Repubblica Popolare Cinese (RPC). Due fattori principali hanno causato la rottura dei rapporti con l'URSS: le riforme di Khrushchev, riflesse nel processo di "destalinizzazione", e il riavvicinamento sovietico alla Jugoslavia, precedentemente avversario principale dell'Albania. La combinazione dell'aspetto ideologico, politico ed economico ha spinto l'Albania a creare un'alleanza con la Repubblica Popolare Cinese, che rimase invece fedele al modello stalinista¹⁶. Nel 1978 si sono interrotti anche i rapporti con la Repubblica Popolare Cinese, quando il governo comunista ha pubblicato sul giornale "La voce del popolo" e sull'agenzia telegrafica albanese la lettera aperta in cui proclamava la leadership cinese come revisionista e traditrice del marxismo-leninismo.

In questo modo l'Albania divenne gradualmente uno dei paesi più isolati al mondo, dove l'ideologia della guerra e il rischio di un attacco da parte dei Paesi dell'est o dell'ovest erano presenti nella propaganda ufficiale in ogni aspetto della società.

In linea con questa propaganda fu sviluppata anche la dottrina di difesa militare dell'Albania, la quale si fondava sul concetto di "guerra popolare", nata dall'esperienza acquisita durante la seconda guerra mondiale. L'Albania era infatti l'unico Paese europeo, insieme alla Jugoslavia di Tito, che era riuscito a liberarsi senza l'intervento di truppe straniere. La dottrina militare popolare prevedeva che tutta l'Albania fosse addestrata ed armata

per resistere al nemico, con le forze armate albanesi basate sul modello partigiano e costruite attorno alle unità di fanteria.



Figura 24. Immagini dell'Albania nel periodo del socialismo [Piet den Blanken 1987]

.....
¹⁶ MARKU, Y., 2017. *Le Relazioni Sino-Albanesi durante la Guerra Fredda, 1949-1978: Una Prospettiva Albanese*. Tesi di Laurea in Storia e Filosofia, Università di Lingnan, Dipartimento di Storia. Disponibile su <https://commons.ln.edu.hk/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1011&context=his_etd> [Data di accesso: 15/06/2018].

L'integrità e la sovranità nazionale dell'Albania erano intese a proteggere qualsiasi parte del territorio e quindi sorse la necessità di creare posizioni difensive in tutto il territorio del paese.

Nel 1967 il dittatore albanese Enver Hoxha si convinse che il Paese potesse essere invaso da un momento all'altro da forze straniere e per questo iniziò a preparare una fortificazione su larga scala dell'Albania: l'obiettivo era costruire un sistema fortificato con il massimo grado di resistenza per poter sostenere gli attacchi convenzionali, quelli biochimici e quelli nucleari; per essere in grado di massimizzare il vigore e la tecnica di combattimento del fuoco nemico multiplo fu fatto uno sforzo enorme per recuperare il tempo perduto, dal momento che la fortificazione doveva essere preparata il più velocemente possibile.

In questo contesto, dal 1967 al 1986 il governo albanese attuò una politica di bunkerizzazione, creando programmi e piani che portarono alla costruzione di centinaia di migliaia di bunker in tutto il paese; tali bunker furono costruiti in ogni luogo possibile, dalle spiagge alle montagne, dai vigneti ai pascoli, dai villaggi alle città¹⁷.

Questo sistema prevedeva che l'Albania dovesse combattere su diversi fronti contro un attacco che poteva giungere dalla NATO, dalla Jugoslavia o dai paesi del Trattato di Varsavia, coinvolgendo simultaneamente nell'assalto le divisioni dello spazio aereo.

Il modello del bunker albanese fu realizzato dopo aver consultato tutti i precedenti sistemi di bunker della linea Maginot e della guerra in Vietnam, spendendo milioni di dollari per la costruzione di circa 750'000 bunker in cemento armato. Decine di specialisti albanesi si recarono in Europa, principalmente in Svezia, Francia, Svizzera e Italia, dove poterono concludere contratti per l'acquisto di macchine speciali per la produzione di acciaio e calcestruzzo ad elevata resistenza.

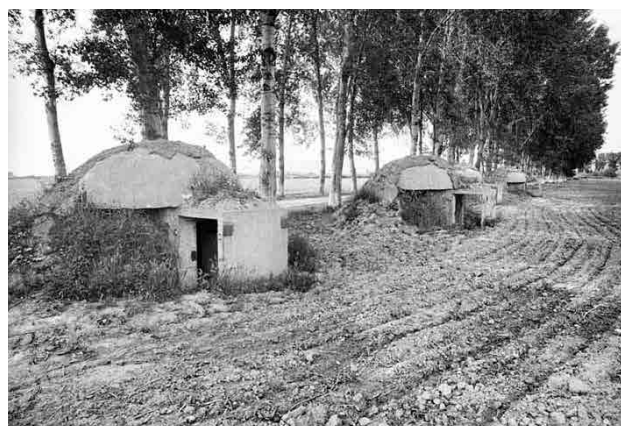


Figura 25. Povertà e ideologia nel periodo del socialismo [Piet den Blanken 1987]

.....
17 MARTIN MCAULIFFE, S. L., 2018. Gli occhi affamati: Le topografie ansiose del programma dei Bunker di Enver Hoxha in Albania. In: *RING*, A., a cura di, Architecture and Control. Boston: Brill, 108-123.

La produzione di bunker iniziò immediatamente e il loro primo test fu effettuato nel 1975. Secondo la letteratura del periodo, i bunker albanesi erano in grado di resistere a tutte le armi del tempo, ma anche alle armi chimiche e alle esplosioni nucleari con potenza fino a 20 chilotoni.

I bunker militari venivano progettati dal Dipartimento di "Xhenjos" nel Ministero della Difesa Popolare e approvati dal Consiglio dei Progetti di Fortificazione..

I bunker erano di dimensioni e funzioni diverse: si passava da bunker per una o due persone ed a stento e le loro armi ai bunker anti-nucleari sofisticati per ospitare tutto il governo.

Il tipo più comune di bunker era conosciuto come Bunker di Centro del Fuoco (Bunker CF); era formato da una piccola cupola emisferica di cemento posta a terra, con una base circolare anch'essa di cemento, sufficiente a proteggere una o due persone che combattevano dall'interno. Da questi bunker a emisfera era quasi impossibile percepire il fuoco dell'artiglieria e le bombe. I bunker CF erano prefabbricati e venivano trasportati nelle loro posizioni finali, dove venivano montati. I bunker CF erano costituiti da tre elementi principali: un cunicolo in calcestruzzo con un diametro di 3 metri, che presentava una piccola apertura per sparare, un mezzo cilindro per sostenere la cupola e un muro esterno più largo con un raggio di 60 centimetri che circondava la cupola.



Figura 26. Bunker vicino a Përmet costruito dagli italiani durante l'occupazione negli anni '30, uno dei modelli di riferimento da cui è partita l'Albania

Le tipologie principali dei bunker in Albania	
Bunker di combattimento (attacchi convenzionali)	▪ Bunker di Centro del Fuoco (CF)
	▪ Punto Fuoco (PF) - Bunker del controllo di Comando
Rifugi istituzionali (antinucleari)	▪ In montagna
	▪ In edifici
	▪ Interrati
Rifugi per la protezione della popolazione civile (attacchi convenzionali)	▪ Rifugi anticrollo nel seminterrato degli edifici
	▪ Rifugi di soccorso nelle zone aperte dei quartieri residenziali (interrati, seminterrati)

Figura 27. Le tipologie principali di bunker in Albania

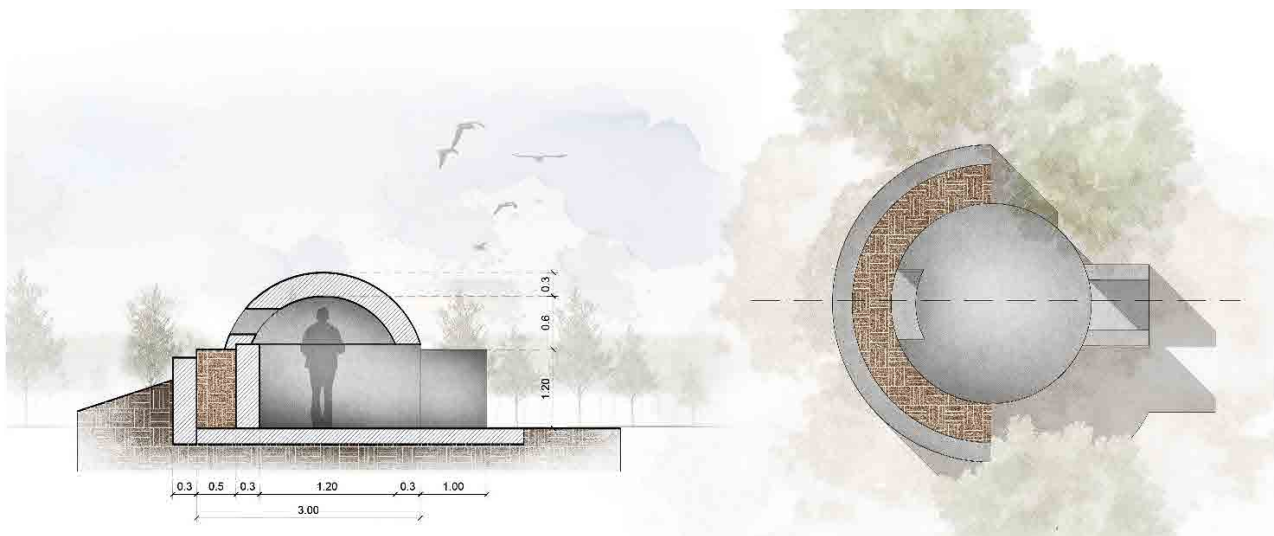


Figura 28. Pianta e sezione del bunker CF

Lo spazio tra il cilindro e il muro esterno era riempito con della terra. In varie località lungo la costa furono costruiti un gran numero di CF in gruppi di tre, collegati tra loro da un tunnel in calcestruzzo armato prefabbricato. Il sistema di questi bunker fu realizzato in forma circolare per proteggersi a vicenda attraverso due linee difensive. Tirana, in particolare, era protetta da migliaia di bunker collocati in cinquanta cerchi attorno alla città. I bunker in Albania sono presenti ovunque nel paese, con una media di 5,7 bunker per chilometro quadrato. Questi bunker venivano creati per la costruzione delle linee di difesa e ogni linea di difesa aveva un bunker di comando.

Oltre al tipo di Bunker CF, un altro tipo di Bunker molto diffuso era anche il Bunker del controllo di Comando, noto come Punto Fuoco o Bunker PF (Fig. 30). Anche questi bunker erano prefabbricati e montati in loco. Erano molto più grandi e più pesanti dei bunker CF, con un diametro di 8 metri. I bunker PF erano composti da un certo numero di elementi in calcestruzzo armato, ciascuno del peso di otto o nove tonnellate. Questi elementi venivano uniti insieme in loco per formare una cupola interconnessa e completamente montata, con peso complessivo di 350-400 tonnellate (Fig. 31).

C'era anche una terza categoria di strutture speciali più grandi, utilizzate per scopi strategici. Queste grandi strutture in termini di

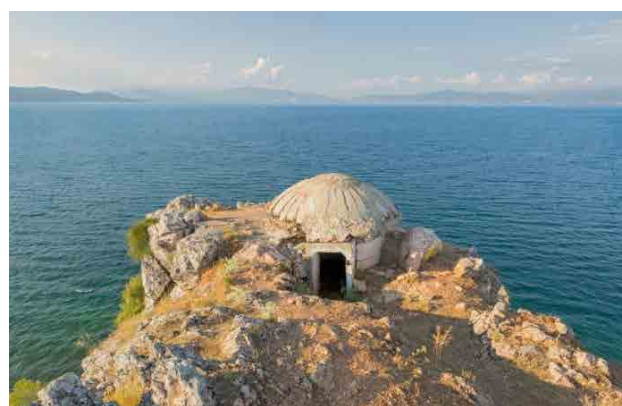
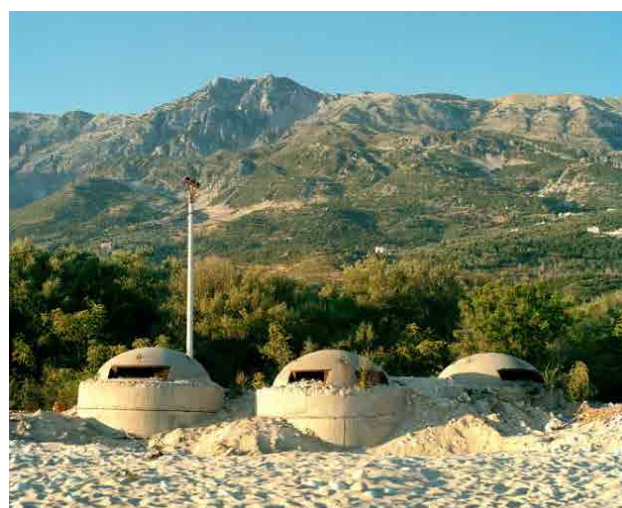


Figura 29. (a) Bunker CF in gruppi di tre, sulla costa meridionale dell'Albania [Alicja Dobrucka 2011], (b) bunker CF sul lago di Ocrida [Robert Hackman 2019]

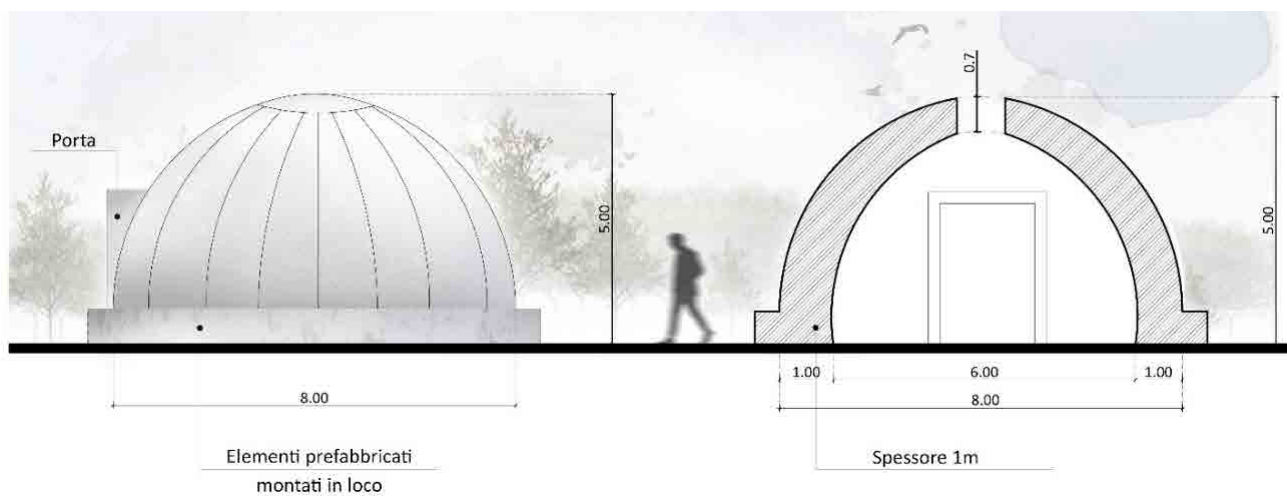


Figura 30. Sezioni del bunker PF [disegno dell'autore]

costruzione erano di tre tipi diversi ed erano divise in “montagna”, “edifici” e “interrati”. Consistevano in complessi di tunnel costruiti nelle montagne e nelle reti sotterranee di Tirana e avevano la funzione di evacuare la direzione del governo nei rifugi sicuri in caso di attacco. Inoltre si sono costruiti in tutto il territorio della Repubblica di Albania migliaia di chilometri di tunnel per ospitare attività politiche, militari e industriali (Fig. 32).

Un esempio di questa tipo è il rifugio a Linza, vicino alla capitale Tirana, dov'è presente una rete di tunnel di quasi due chilometri, pensata per proteggere i membri del Ministero dell'Interno e altri membri del governo da un eventuale attacco nucleare. La costruzione del bunker (concepito ed eretto per ospitare l'intera linea di comando del governo in caso di bombardamento chimico o atomico contro la capitale albanese) fu avviato nel settembre 1972 e la parte strutturale delle mura fu completata il 1° maggio 1975, mentre ci vollero altri tre anni per completare gli impianti di interconnessione.

Il tunnel fu costruito in cemento ed era di forma ovale, la forma tipica dei bunker. All'interno degli ovali delle cupole c'erano uffici e corridoi (Fig. 34); i muri esterni erano sempre in calcestruzzo armato, mentre le divisioni interne erano di mattoni. Il muro esterno in calcestruzzo armato aveva uno spessore di un metro.



Figura 31. Immagine dell'interno della cupola del bunker PF [Robert Hackman 2019]

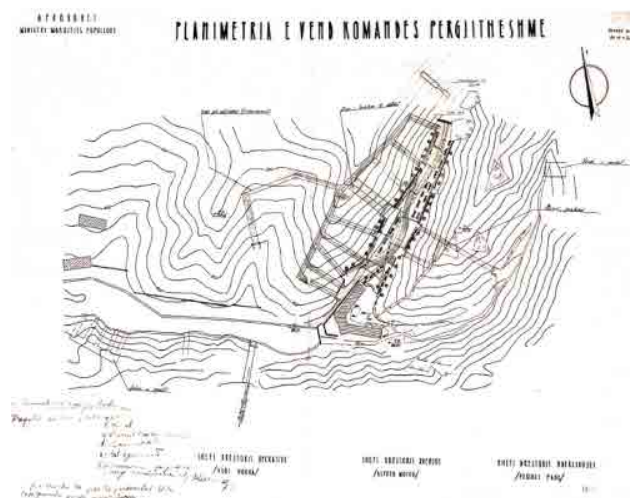


Figura 32. Planimetria del rifugio nucleare nella zona di Linza [BunkArt 1]



Figura 33. Immagini del rifugio antiatomico di Linz "BunkArt 1" nella città di Tirana, (a, b) tunnel di entrata nella zona del rifugio, (c) auditorio e (d) sala d'attesa dell'ufficio di Enver Hoxha

Il tetto del bunker era ricoperto da uno strato di terra spesso che in alcuni punti raggiungeva i 100 metri. La struttura aveva una superficie totale di 2685 m² e si componeva di centosessanta camere distribuite su cinque livelli, tra cui un auditorium che serviva come Sala del Parlamento (Fig. 33 c, 34, 35). La ventilazione interna avveniva per mezzo di macchinari capaci di filtrare l'aria

e, in caso di bombardamento, di rigenerarla (Fig. 36). Questa era l'unica struttura che aveva previsto una stanza in cui il Parlamento albanese si sarebbe potuto riunire in caso di guerra. Il bunker restò in funzione per circa 20 anni, con un personale militare e civile che gestiva le comunicazioni telefoniche e telegrafiche.

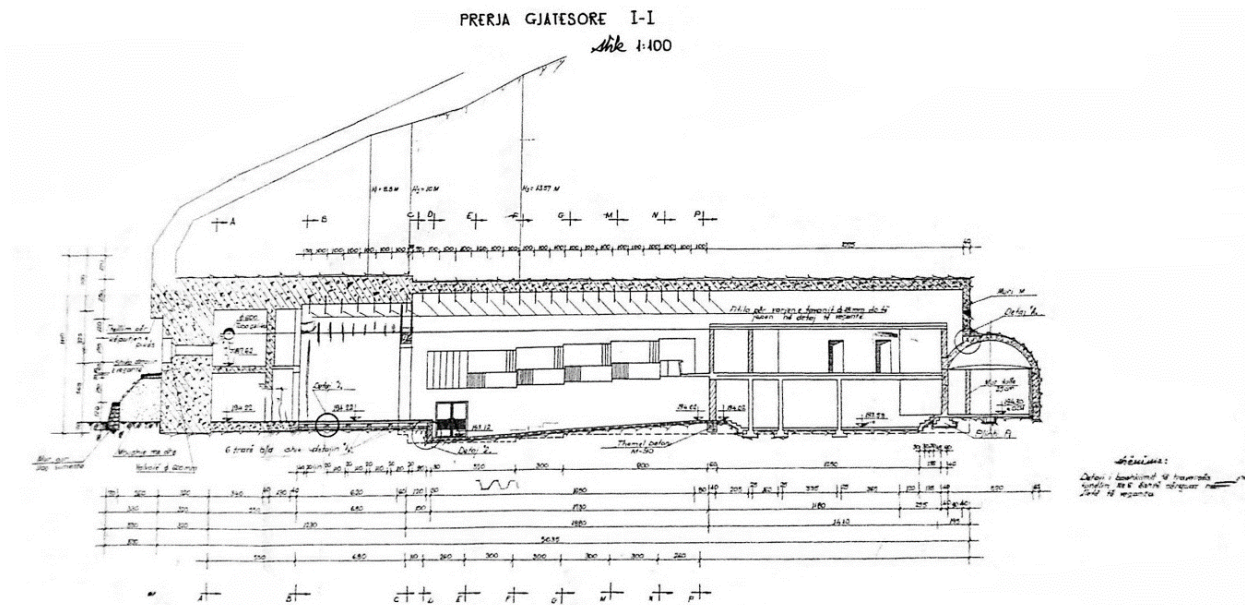


Figura 34. Sezione longitudinale dell'auditorio nel rifugio antiatomico di Linz, 1974 [BunkArt 1]

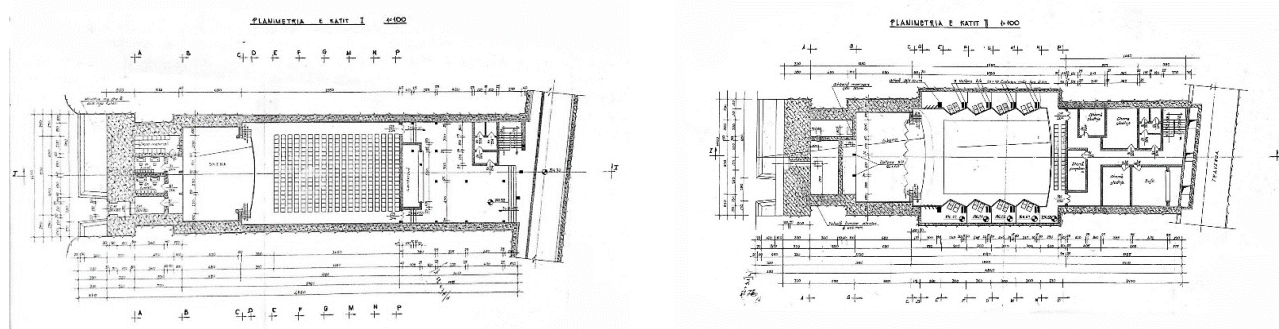


Figura 35. Planimetria del primo e secondo piano della sala del parlamento nel rifugio antiatomico 1974 [BunkArt 1]



Figura 36. (a) Elemento per la produzione dell'ossigeno, (b) tubazioni del sistema di aerazione, (c) sistema d'aspirazione nel rifugio antiatomico di Linz "BunkArt 1" nella città di Tirana



Figura 37. Immagini del rifugio antiatomico di Linz "BunkArt 1" nella città di Tirana (a) corridoio del primo piano interrato, bagno dell'appartamento di Enver Hoxha, (c) ufficio telegrafico

Un'altra struttura simile per la sua funzione si trova nel centro della capitale, sotto il Ministero degli Interni¹⁸, lungo il Viale Deshmorët e Kombit. Fu costruita tra il 1981 e il 1986 ed è considerata una delle più grandi opere realizzate durante il periodo di bunkerizzazione. Il bunker, del tipo "interrato", costruito dall'Impresa n. 10¹⁹, è composto da 24 stanze, da un appartamento con camera da letto con servizi igienici e da una grande sala che serviva in caso di un attacco nucleare per la riunione dei capi del Ministero degli Interni. Dopo la realizzazione degli interni, la struttura della parte superiore fu realizzata con uno strato di cemento armato che raggiungeva lo spessore di 240 cm. L'obiettivo del governo era di costruire rifugi per ospitare, al loro completamento, tutti gli abitanti dell'Albania. Per questo, oltre alle tipologie di bunker sopra menzionati, con funzione di fortificazione e protezione in caso di attacchi convenzionali, si sviluppò e si diffuse anche il rifugio per la protezione della popolazione civile Albanese inattiva in guerra, in caso di attacchi aerei o di fanteria. Infatti, in ogni blocco residenziale albanese

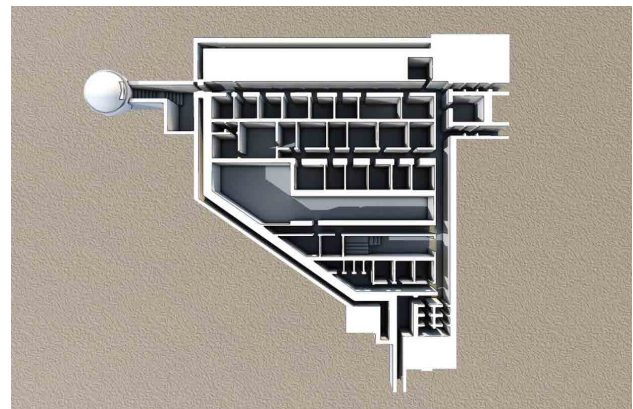


Figura 38. Il Bunker antiatomico chiamato "oggetto Pilastro", situato sotto il Ministero degli Interni nella città di Tirana [BunkArt 2]



Figura 39. Entrata del Bunker antiatomico chiamato "oggetto Pilastro", situato sotto il Ministero degli Interni

.....
 18 L'edificio del Ministero è stato progettato dagli architetti italiani e costruito verso la fine degli anni '30, durante l'occupazione italiana dell'Albania.

19 Direzione generale nel Ministero delle Costruzioni responsabile per la costruzione dei rifugi antinucleari.



Figura 40. Immagini del rifugio antiatomico "BunkArt 2" nella città di Tirana (a) entrata, (b) corridoio principale, (c) sala riunioni

furono costruiti rifugi sotterranei, con strutture in calcestruzzo armato.

Questi rifugi furono progettati dall'Istituto della Protezione Civile Regionale (MCR). Essi variano ciascuno per dimensione e forma ed erano situati principalmente nel piano seminterrato degli edifici nuovi, costruiti con pannelli prefabbricati in calcestruzzo o laterizio, oppure nei cortili dei complessi residenziali. Praticamente esistono delle città sotterranee costruite per proteggere il paese dagli attacchi nemici e si estendono ovunque nelle città e nei villaggi.

Tra i rifugi antiaerei per i civili prevalgono due tipi:

1. Rifugi anticrollo nel seminterrato degli edifici
2. Rifugi di soccorso nelle zone aperte dei quartieri residenziali

Nel caso di rifugi anticrollo, situati nel seminterrato degli edifici, la pianta corrispondeva a quella dell'edificio, però con muri dello spessore che variava da 70 a 100 cm. Le misure dei rifugi di soccorso nelle zone aperte dei quartieri residenziali variavano



Figura 41. Entrata dei rifugi di soccorso nelle zone aperte residenziali [Piet den Blanken 1987]



Figura 42. (a) Apparecchi per misurare la temperatura e l'umidità, (b) doppia porta blindata, (c) una delle porte d'uscita nel rifugio antiatomico di Linz "BunkArt 1" nella città di Tirana

a seconda della popolazione della zona²⁰. Ogni rifugio aveva di solito due entrate/uscite diverse, che erano internamente chiuse con doppie porte in calcestruzzo e ferro. Era essenziale che in ogni rifugio la temperatura interna, che in media è di 16 gradi in estate e in inverno, e l'umidità, che aumenta notevolmente durante l'estate a causa della temperatura esterna, fossero costantemente sotto controllo. Entrambi i dispositivi della figura 42 furono usati nei rifugi albanesi: uno è un termometro con idrometro (un prodotto polacco) e l'altro è un igrometro, un prodotto cinese usato per misurare l'umidità nell'ambiente.

Il programma di bunkerizzazione prevedeva la costruzione di 221'143 bunker, ma in realtà ne furono costruiti circa 173'371, ovvero circa un bunker ogni 11 abitanti, senza contare i rifugi sotterranei previsti per tutta la popolazione civile. Il periodo di costruzione durò otto anni, con una media di 21'000 bunker costruiti all'anno, e portò alla costruzione di bunker in ogni

angolo dell'Albania. Come risultato di questo programma, si dice che l'Albania sia diventata il paese più bunkerizzato al mondo dopo la Corea del Nord. Il costo dell'attuazione del programma di bunkerizzazione esaurì le risorse finanziarie dell'Albania, trascurando i bisogni più urgenti, come la necessità di alloggi e di adeguate infrastrutture.

I bunker sono stati costruiti in condizioni di grande segretezza e le informazioni al riguardo erano materiale classificato come segreto e codificato; per questo è molto difficile trovare documentazione ufficiale²¹. Queste opere di guerra non furono mai utilizzate per lo scopo per cui erano state costruite. All'inizio si usavano per le riunioni di quartiere del Partito Socialista e più avanti, dopo il crollo del comunismo nel 1990, furono abbandonate. La loro solida struttura le ha rese difficili da rimuovere. Alcuni furono eliminati, soprattutto nelle città, ma nelle campagne la maggior parte dei bunker furono semplicemente

.....
 20 Basandosi sui rilievi fatti in 18 rifugi nei complessi residenziali nella città di Tirana (dal rapporto tra la superficie utile e il numero approssimativo dei abitanti) si deduce che ogni abitante aveva a disposizione una superficie che variava da 0.6 - 1.4 m²

21 Il materiale che segue è stato raccolto tramite i rilevamenti metrici e fotografici e tramite le interviste con i progettisti e con i cittadini. Occorrerebbe effettuare un'indagine negli archivi dell'Istituto Geografico e Militare del Ministero della Difesa, tuttavia tale materiale è, ancora oggi, classificato come segreto.



Figura 43. Immagini che testimoniano la situazione di oggi dei bunker (a) rifugio sotterraneo nel cortile del complesso residenziale n. 9 nella città di Tirana, (b) bunker CF in Spille, (c) bunker CF sulla costa del sud dell'Albania [Robert Hackman 2019]

abbandonati e si trovano ora in uno stato di degrado. Alcuni di loro sono stati riutilizzati per vari scopi, tra cui abitazioni, bar, magazzini, ricoveri per animali, strutture per i senzatetto, o addirittura musei. L'interesse per il loro recupero è cresciuto negli ultimi anni.

Uno di questi era anche la base centrale della direzione dell'esercito che oggi si chiama Bunk'Art ed è il primo museo allestito all'interno dei bunker antiatomici nella già citata zona tra Linza e Tirana, mentre Bunk'Art 2 è il rifugio antiatomico

nel centro della capitale.

Mentre il primo Bunk'Art è dedicato alla storia albanese comunista militare e alla vita quotidiana degli albanesi durante il regime, Bunk'Art 2 ricostruisce la storia del Ministero degli Interni in Albania negli anni 1912-1991 e rivela i segreti della polizia di sicurezza politica, braccio armato di persecuzioni utilizzato dal regime di Enver Hoxha²².

L'apertura del museo ha attirato l'attenzione di molti visitatori, dando a questi rifugi una funzione completamente nuova ed

.....
 22 Bunk'Art 1 è stato inaugurato in commemorazione nel 70° anniversario della liberazione dell'Albania nel novembre del 2014. La "mostra video-museale" è continuata con l'apertura di Bunk'Art 2 a novembre del 2016. L'iniziatore e curatore generale di entrambi i musei è stato il giornalista italiano Carlo Bollino.

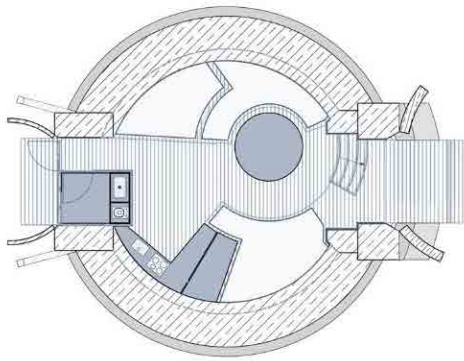


Figura 44. Planimetria del progetto di recupero del bunker PF, Università di POLIS, FH Mainz



Figura 45. Bed & Bunker a Lezhe, Università POLIS, FH Mainz [Sonia Jojic 2015]

un'innovativa visione per il loro recupero. Bed & Bunker è un altro progetto internazionale, condotto in collaborazione tra FH Mainz di Mainz, Università delle Scienze Applicate in Germania e l'Università POLIS di Tirana, in Albania. Lo scopo del progetto è di ridisegnare e dare una nuova funzione ai bunker esistenti, modificando la funzione fondamentale di "guscio di guerra" in ostello bed & breakfast per i

Riferimenti bibliografici

giovani turisti. Il progetto è stato realizzato durante l'estate del 2012 in Albania vicino al villaggio di Tale a Lezha.

BEGO, M., 2009. *Schede di architettura: 1965-2004. Nella cronaca di una vita ondulata. La questione dell'edilizia abitativa nel periodo del realismo socialista 1945-1990*. Tirana: Gent Grafik.

CRESTI, C., 1996. *Gherardo Bosio, architetto fiorentino, 1903-1941*. Firenze: Pontecorboli.

DHAMO, S., 2011. *Valentina Pistoli, il primo architetto donna Albanese*. Forum A+P, Periodico Scientifico per l'Architettura e la Pianificazione Urbana, 8, 156-157.

FAJA, E., 2010. *La Genesi dell'architettura moderna del realismo socialista in Albania, 1945-1980*. Disponibile su <<http://www.arkivalajmeve.com/Gjenez-e-Arkitektures-moderne-dhe-e-realizmit-socialist-ne-Shqiperi-ne-vitet-1945-1980.1046968417/>> [Data di accesso: 10/04/20016].

GIUSTI, M. A., 2016. *Albania. Architettura e città 1925-1943*. Firenze: Maschietto Editore.

GODOLI, E. e TRAMONTI, U., 2012. *Architetti e ingegneri italiani in Albania*. Firenze: Edifir.

HACKMAN, R., 2019. *Metamorfosi: il riutilizzo dei bunker albanesi dell'era comunista*. Londra: Dewi Lewis Publishing

Il bunker antinucleare dell'esercito Albanese. Disponibile su <<http://www.bunkart.al/>> [Data di accesso: 10/06/2018].

KECI, M., 2016. *Gli Edifici residenziali di Tirana nel dopoguerra*. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale.

KOLEVICA, P., 1997. *Architettura e Dittatu-*

ra. Tirana: Marin Barleti.

KOPP, A., 1985. *Architettura costruttivista in URSS*. New York: St. Martins Press.

La fortificazione dell'Albania (1975 - 1983). Disponibile su <http://bunkart.al/1/ekspozita_muzeale/bunkerizimi-i-shqiperise-1975-1983> [Data di accesso: 10/06/2018].

MARKU, Y., 2017. *Le Relazioni Sino-Albanesi durante la Guerra Fredda, 1949-1978: Una Prospettiva Albanese*. Tesi di Laurea in Storia e Filosofia, Università di Lingnan, Dipartimento di Storia. Disponibile su <https://commons.ln.edu.hk/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1011&context=his_etd> [Data di accesso: 15/06/2018].

MAYFIELD, J. 2017. *L'Albania di Enver Hoxha: Isolazionismo e l'autarchia nate dalle percezioni dell'imperialismo*. Disponibile su <https://www.academia.edu/3271635/Enver_Hoxhas_Albania_Isolationism_and_Attempted_Autarky_Born_of_Perceptions_of_Imperialism> [Data di accesso: 12/06/2018].

MARTIN MCAULIFFE, S. L., 2018. Gli occhi affamati: Le topografie ansiose del programma dei Bunker di Enver Hoxha in Albania. In: RING, A., a cura di, *Architecture and Control*. Boston: Brill, 108-123.

NOVIKOVA, A., SZALAY, Z., SIMAKU, GJ., THIMJO T., SALAMON, B., PLAKU, TH. e CSOKNYAI, T., 2015. *La tipologia dello stock immobiliare in Albania e la modellizzazione della loro trasformazione a Basse Emissioni di Carbone*. Centro Ambientale Regionale. Disponibile su <<http://sled.rec.org/building.html>> [Data di accesso: 10/10/20017].

PISTOLI, V., 1974. Oltre la metà della popolazione nelle nuove abitazioni. *Revista*

Shkenca dhe Jeta, Reviste tekniko shkencore.

STEFA, E. e MYDYTI, G., 2009. *Funghi in Calcestruzzo: I Bunker in Albania*. Tesi di Laurea, Politecnico di Milano, Dipartimento di Architettura e Studi Urbani.

SHAMETI, A., QORRI, A., TREBICKA, E., FAGU, E. e BOJAXHIU, L., 2013. *Blocco Residenziale "Partizani"*. Scuola di dottorato

di architettura ed urbanistica, Politecnico di Tirana, Facoltà di Architettura e Urbanistica.

VELO, M., 1998. *Parallelamente con l'architettura*. Tirana: ILAR.

VOKSHI, A., 2012. *Tracce dell'architettura Italiana in Albania 1925-1943*. Tesi di dottorato, Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Progettazione Architettonica - Disegno, Storia, Progetto.

CAPITOLO 3

GLI ALLOGGI COMPOSTI DA
PANNELLI PREFABBRICATI IN
ALBANIA

3 GLI ALLOGGI COMPOSTI DA PANNELLI PREFABBRICATI IN ALBANIA

La risposta alla crescente richiesta di nuove abitazioni, all'eccessiva mano d'opera richiesta nei cantieri e al lungo tempo delle costruzioni con tecniche tradizionali è stata l'industrializzazione e la prefabbricazione massiccia dell'edilizia residenziale. È stata la Repubblica Popolare Cinese a regalare all'Albania la fabbrica che più avanti sarà chiamata "La fabbrica dei 2000 appartamenti", oltre ad altre 300 strutture industriali ed economiche in tutta l'Albania costruite grazie al loro finanziamento.

Alla fine degli anni '70 in Albania per la prima volta ha iniziato ad operare la fabbrica "Josif Pashko", dove venivano prodotti degli edifici prefabbricati con tecnologie costruttive provenienti dalla Cina, a loro volta basate sul modello russo, il quale prevedeva una struttura continua con pannelli portanti bidimensionali, mirate all'edificazione di grandi complessi residenziali in tempi rapidi, attraverso elementi prefabbricati in calcestruzzo armato. Nei primi anni sono stati fatti diversi studi al fine di sviluppare progetti tipo utili e specialmente economici per ospitare singole famiglie.

L'Istituto degli Studi di Progettazione n. 1 (I.S.P. n. 1) era l'ente responsabile per lo sviluppo e la progettazione del modulo tipo abitativo, approvato nel 1972 dal Ministero della Costruzione. Sulla base di questo modulo si sono ricavate le misure dei pannelli in calcestruzzo, e gli spazi rispettivi, in relazione alle quali si sono prodotte le casse metalliche per la produzione dei pannelli e le rispettive unità di produzione per la fabbrica di produzione dei 2000 appartamenti all'anno². Inizialmente il processo di pro-

.....
1 Nella fabbrica "Josif Pashko" venivano prodotti vari materiali da costruzione, come i mattoni (terracotta, silicato), le tegole, i pannelli prefabbricati etc.

2 Istituto degli Studi di Progettazione n. 1, Settore di tipizzazione, 1977-79. *Edifici residenziali con pannelli prefabbricati. Appunti tecnici - Modulo 1*. Tirana: Archivio Centrale Tecnico dell'Edilizia.

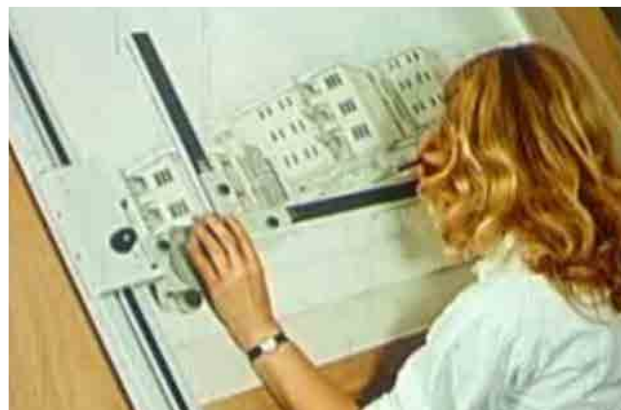


Figura 1. (a, b) Durante la progettazione degli edifici prefabbricati negli anni '70, (c) fase di produzione dei mattoni in silicato nella fabbrica Josif Pashko [AQSHF]

duzione fu assistito da tecnici cinesi. Gli edifici prefabbricati erano composti essenzialmente da quattro diversi moduli planimetrici con esposizione bilaterale o unilaterale e da due pareti laterali cieche, che servivano per affiancarsi a degli schemi lineari e creare i complessi urbani. Per consentire maggiore flessibilità e varie soluzioni urbanistiche ed evitare la produzione di continui elementi speciali in fabbrica, per le unioni angolari tra due edifici diversi si usavano delle unità angolari con struttura a telaio in calcestruzzo e muratura in mattoni di terracotta. Tra le prime costruzioni prefabbricate c'è il quartiere "Porcelani" nella città di Tirana, il quale divenne una specie di cantiere sperimentale dove vennero provati i nuovi principi dell'edilizia prefabbricata. Durante i primi anni vennero analizzate le problematiche del processo produttivo e costruttivo e la durata del montaggio, e vennero migliorate le soluzioni architettoniche. Sulla loro base nelle città e nelle zone rurali furono progettati e costruiti i grandi quartieri residenziali con edifici prefabbricati in calcestruzzo. Le case d'abitazione modello sono state sviluppate in edifici di cinque-sei piani. Gran parte di questi edifici erano raggruppati in quartieri completi di spazi verdi e per bambini, e dei servizi necessari come negozi, edifici scolastici, ambulatori etc. Il quartiere doveva offrire un insieme integrato di funzioni e servizi con buona qualità di vita e attrattivo per i nuovi residenti.

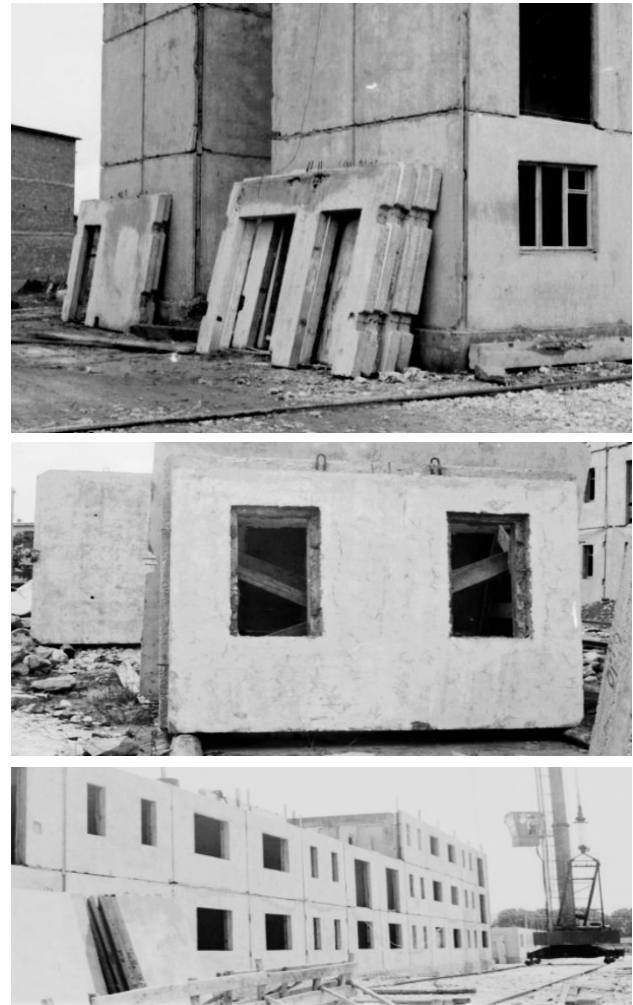


Figura 2. Cantiere di costruzione nella città di Tirana [AQTN]

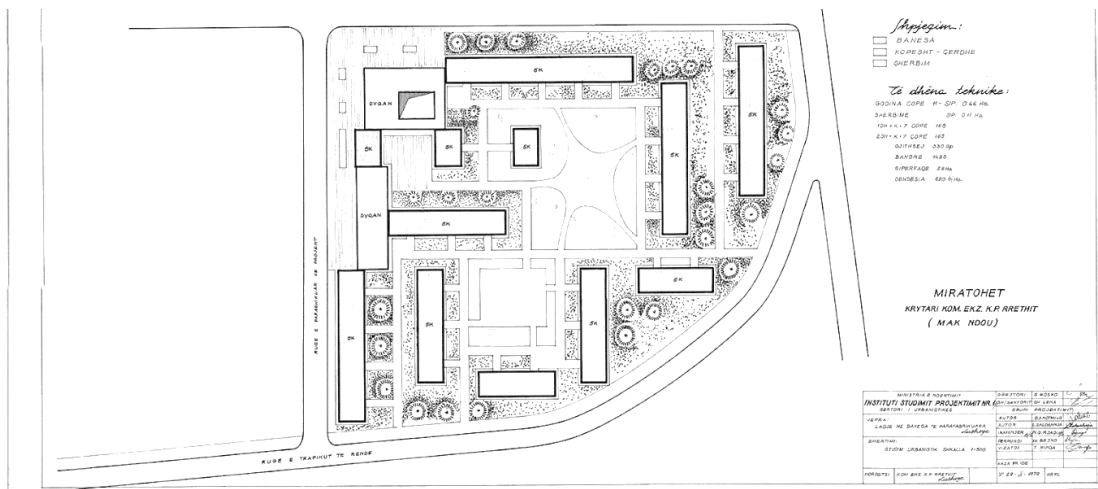


Figura 3. Studio urbanistico - Quartiere residenziale con pannelli prefabbricati nella città di Lushnja, I.S.P. n. 1, 1979 [AQTN]

All'interno dei complessi si trovano i cortili e i spazi collettivi i quali interconnettono i diversi edifici residenziali. L'ubicazione dei edifici è distante in maniera da permettere un soleggiamento e ventilazione ottimale.

Grazie alla nuova ferrovia questi edifici si sono estesi in tutto il territorio del paese come a Shkodër, Tirana, Durrës, Lushnjë, Burrel, Elbasan, Berat, Pogradec, Laç, Lezhë, Korçë, Tepelenë, Gjirokastër etc. I quartieri prefabbricati iniziarono ad apparire ovunque, diventando la principale tipologia di costruzione del periodo.

Inizialmente i pannelli venivano trasportati grezzi in cantiere dove, dopo averli montati, venivano lasciati a vista. Solo dopo alcuni anni si decise di intonacarli in modo semplice riflettendo i pannelli e i giunti sottostanti. La tipizzazione degli elementi costruttivi, la produzione in serie e la ripetizione continua dei moduli ha generato degli edifici monotoni e senza carattere. Infatti durante i primi anni le facciate continue e semplici furono la causa di discussioni e critiche di vari architetti e personalità importanti del tempo, ad alcuni dei quali è costato il posto di lavoro e alcuni dei quali sono stati incaricati di lavorare nella fabbrica per trovare soluzioni migliori. Qui si può menzionare l'ingegnere e l'architetto modernista Petraq Kolevica che insieme ad altri due colleghi sono stati i primi ad esprimere la loro preoccupazione in questo riguardo. L'articolo pubblicato nel 1972 "Edifici che abbelliamo, o bellezze che costruiamo"³ dove si parla del nuovo rischio della monotonia che si vedeva nell'orizzonte dell'architettura albanese, venne interpretato come offensivo verso la Repubblica Popolare Cinese. In seguito venne pubblicamente screditato e mandato a lavorare in fabbrica e dopo poco tempo gli venne addirittura vietato esercitare la professione.⁴

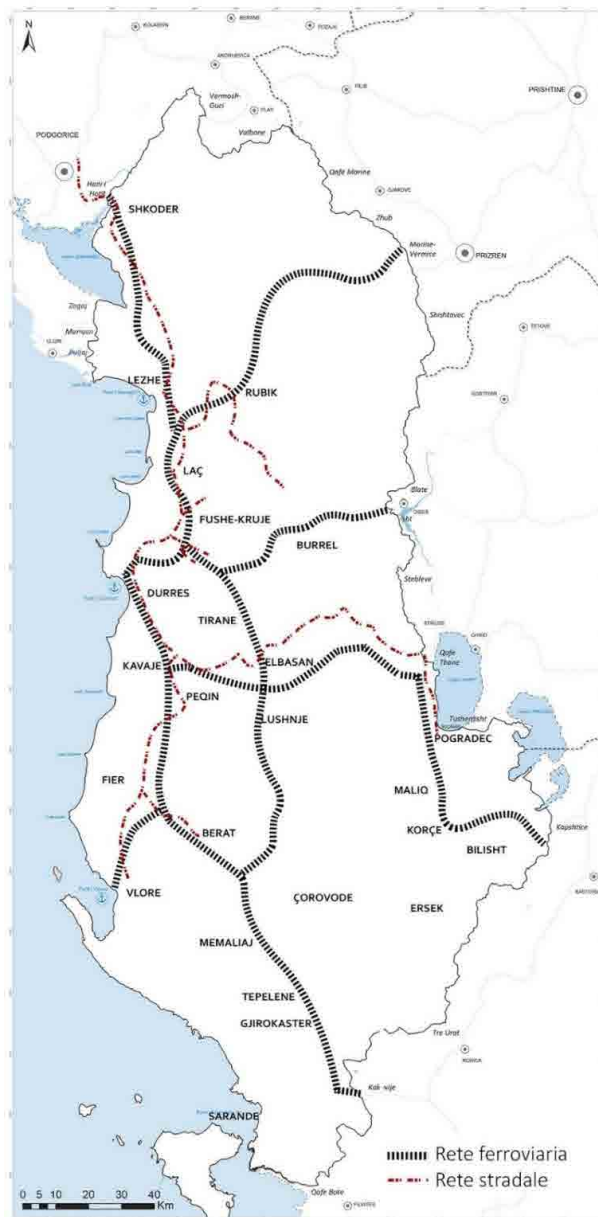


Figura 6. Mappa della rete ferroviaria e automobilistica in Albania negli anni '80 [Islami 2016]

3 KOLEVICA, P., MOSKO, S. e ÇOMI, K., 1972. Edifici che abbelliamo, o bellezze che costruiamo. *Zëri i Popullit* n. 19. Questo articolo, considerato offensivo verso la Repubblica Popolare Cinese è stato chiamato "L'articolo Nero".

4 KOLEVICA, P., 1997. *Architettura e Dittatura*. Tirana: Marin Barleti.



Figura 7. Immagini dal trasporto dei pannelli in cantiere e della fase di montaggio [AQSHF 1976]



Figura 8. Immagini della fase di montaggio e dei quartieri residenziali completati [AQSHF 1976]

In seguito vennero studiati nuovi moduli abitativi con facciate discontinue, con vari colori e con dettagli lavorati dei componenti costruttivi, con l'obiettivo di creare espressività e permettere ai diversi quartieri di distinguersi per la loro architettura.

Durante il primo quinquennio, il modello abitativo venne migliorato assieme alla qualità di costruzione, alle facciate e alle finiture. Le materie prime e le tecniche costruttive però rimasero le stesse.

Dopo la rottura dei rapporti con la Cina e l'isolamento del Paese, la qualità edilizia subì nuovamente un rilevante abbassamento: con l'obiettivo principale di raggiungere i piani del governo, si ridussero i tempi di costruzione, trascurando la qualità nell'esecuzione dei lavori. I bassi standard di produzione, la mancata esecuzione delle finiture, della sigillatura dei giunti tra i pannelli esterni ed i trattamenti per la corrosione degli elementi metallici hanno portato alla realizzazione di edifici con basse prestazioni termiche e comfort abitativo, come verrà evidenziato

nei capitoli successivi.

La fabbrica "Josif Pashko" si trovava nella città di Tirana e aveva la capacità di produrre 2000 appartamenti l'anno. I pannelli, tramite veicoli con rimorchi appositi, venivano facilmente trasportati a Tirana, mentre in altre città il trasporto veniva realizzato tramite la rete ferroviaria (Fig. 6) con dei vagoni speciali che furono adattati per consentire il carico dei pannelli senza incorrere in danni.⁵



Figura 9. Veicoli con rimorchi adatti per il trasporto dei pannelli prefabbricati in cantiere [AQTN]

.....
⁵ SLAMI, Gj., 2016. *Miglioramento energetico degli alloggi con pannelli prefabbricati a Tirana*. Tesi di dottorato, Politecnico di Tirana, Facoltà di Architettura e Urbanistica.

3.1 SOLUZIONI ARCHITETTONICHE E FUNZIONALI

I progetti tipo per gli alloggi con i pannelli prefabbricati venivano elaborati dall'Istituto degli Studi di Progettazione n. 1 a Tirana e poi venivano approvati dal Ministero della Costruzione. Per quanto riguarda gli schemi distributivi e le soluzioni architettoniche composte da pannelli prefabbricati, sono stati sviluppati quattro principali moduli planimetrici, i quali potevano essere uniti in schemi lineari per creare diverse planimetrie in edifici da due a sei piani.

- Modulo abitativo 1
- Modulo abitativo 1a
- Modulo abitativo 2
- Modulo abitativo 2a

I quattro moduli sono formati da un gruppo scala centrale composta da due rampe e due pianerottoli, uno che permette l'accesso a due o tre appartamenti del piano, mentre il pianerottolo intermedio è aperto a forma di loggia⁶. Nella maggior parte dei casi gli edifici sono di cinque o sei piani e composti dai diversi moduli, il numero dei quali dipendeva dal progetto urbano. L'articolazione dei diversi moduli permetteva un'adattabilità compositiva della distribuzione dei volumi a seconda delle necessità del contesto.

Modulo abitativo 1

Il progetto costruttivo del Modulo 1 è stato sviluppato basandosi sul modulo abitativo tipo approvato nel 1972 ed elaborato dall'I-

stituto Statale di Progettazione⁷.

Sulla base del modulo si sono ricavate le misure dei pannelli in calcestruzzo e i particolari rispettivi in relazione ai quali si sono prodotte le casse metalliche per la produzione dei pannelli e le rispettive unità di produzione per la fabbrica "Josif Pashko". Nella progettazione del Modulo 1 sono state mantenute le misure e il numero dei pannelli prefabbricati del Modulo Tipo approvato.

Questo modulo ha una pianta semplice rettangolare con due muri ciechi che permettono l'affiancamento agli altri moduli. Secondo il modulo tipo in ogni scala ci sono due appartamenti, un bilocale di 54 m² e un trilocale di 72 m² con angolo cottura, ripostiglio e bagno con finestra e illuminazione diretta. Entrambi gli appartamenti hanno un orientamento bilaterale Nord-Sud o Est-Ovest e consentono una buona ventilazione trasversale.

Per quanto riguarda la facciata, il modulo 1 si poteva costruire con un balcone oppure con la loggia. Inoltre si poteva scegliere, a secondo del caso, tra le diverse soluzioni fornite nelle dieci varianti delle facciate del modulo tipo. In più il Comitato (ufficio) dei Progettisti della fabbrica "Josif Pashko" e dei distretti regionali, a secondo dei loro studi, potevano proporre diverse soluzioni per le facciate (I.S.P. n.1, 1980).

Nel progetto del Modulo Tipo non veniva incluso il progetto dei rifugi del seminterato. Il progetto dei rifugi anticrollo veniva fornito dagli organi di progettazione dedicati alle strutture di fortificazione che era l'Istituto degli Studi e Progettazione delle Opere Protettive (Difese) (I.S.P.V.M.).

.....
6 Inizialmente le logge delle scale sono state progettate per essere chiuse con vetrate come si vede anche nei disegni esecutivi in Fig. 17 b. Per ragioni economiche venne deciso di lasciarle aperte.

7 Istituto degli Studi di Progettazione n. 1, Settore di tipizzazione, 1980. *Edifici residenziali con pannelli prefabbricati. Appunti tecnici - Modulo 1*. Tirana: Archivio Centrale Tecnico dell'Edilizia.

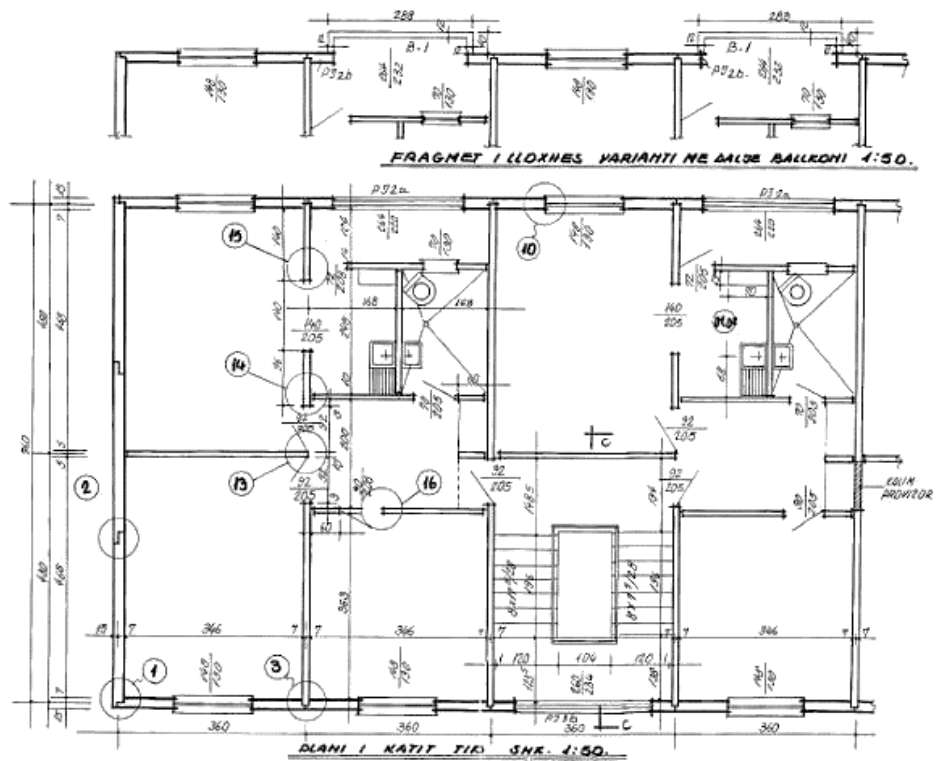


Figura 10. Pianta del Modulo abitativo 1 con loggia e balcone, I.S.P. n. 1, 1980 [AQTN]

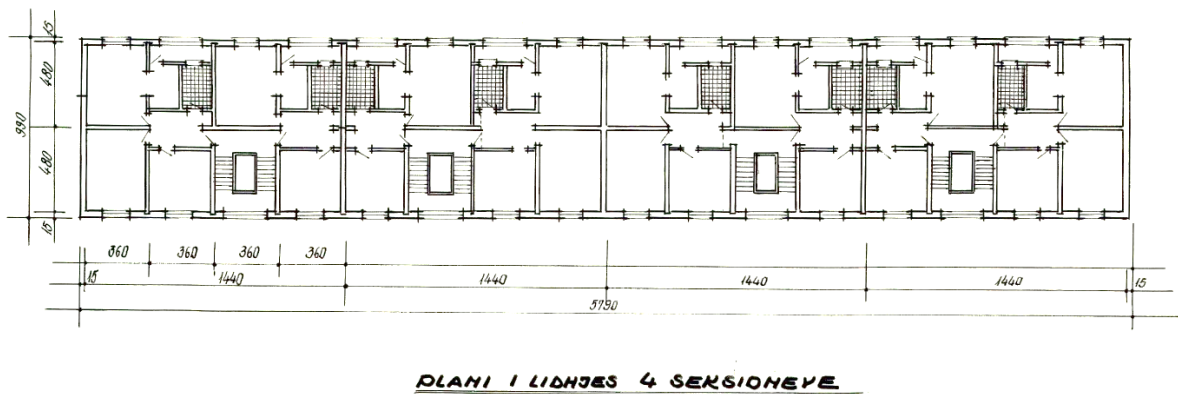
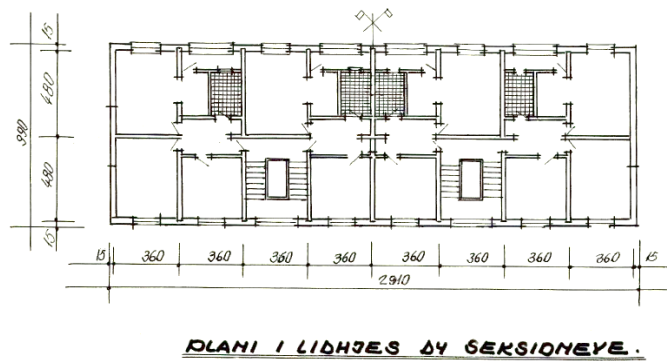


Figura 11. Pianta di connessione di due e quattro Moduli 1, I.S.P. n. 1, 1980 [AQTN]

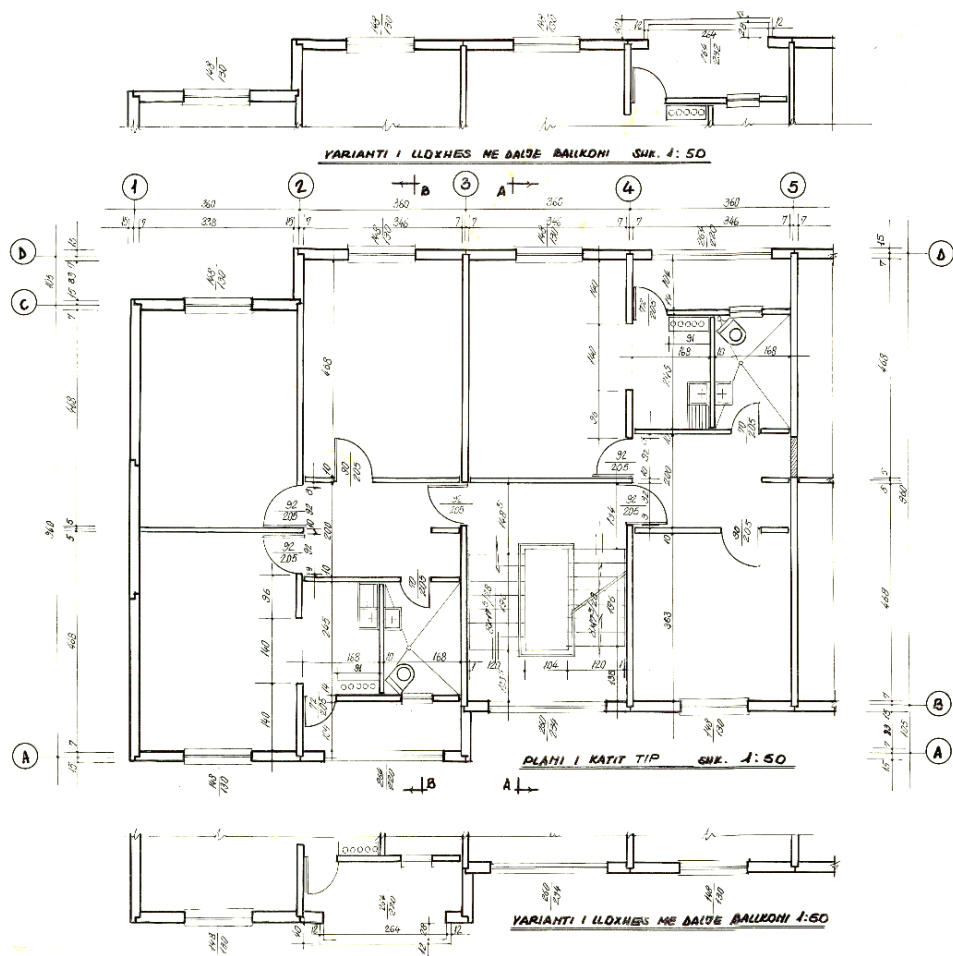


Figura 12. Pianta del Modulo 1a, variante con loggia e balcone, I.S.P. n. 1, 1980 [AQTN]

VERSIONI "1a"

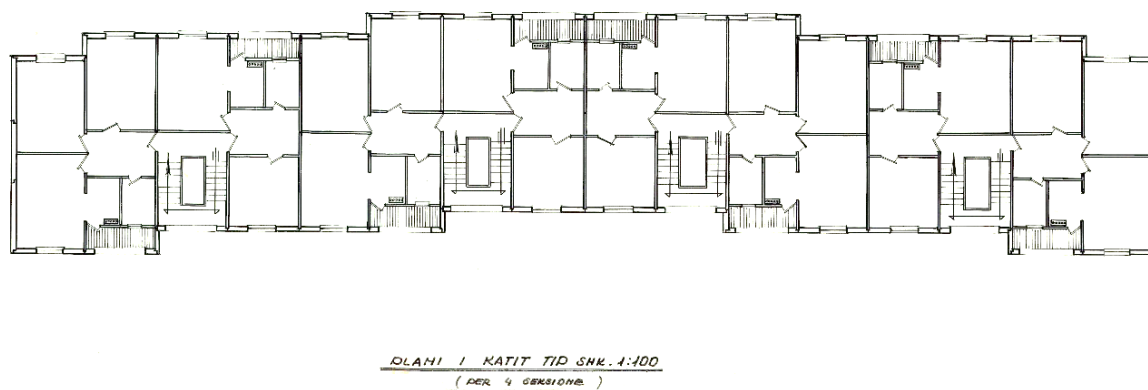


Figura 13. Pianta di connessione di 4 Moduli 1a, I.S.P. n. 1, 1980 [AQTN]

Modulo abitativo 1a

Simile al Modulo abitativo 1, anche il Modulo 1a ha la stessa struttura organizzativa composta di due appartamenti, un bilocale di 54

m² e un trilocale di 72 m² con angolo cottura, ripostiglio e bagno, con orientamento bilaterale e due muri ciechi. Diversamente dal modulo 1, questa tipologia si presenta con una facciata discontinua e più articolata.

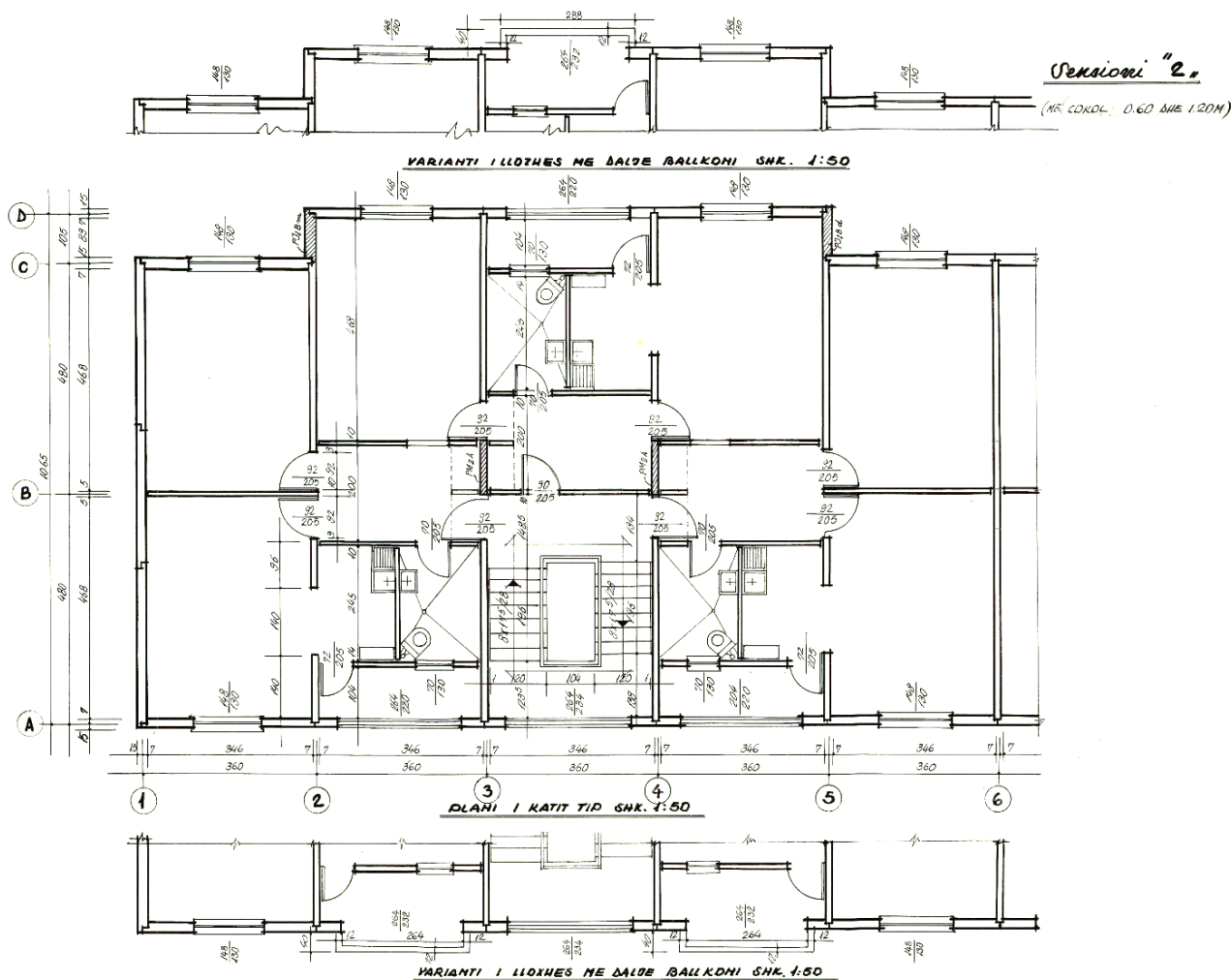


Figura 14. Pianta del Modulo 2, variante con loggia e balcone, I.S.P. n. 1, 1979 [AQTN]

Modulo abitativo 2

Il Modulo abitativo 2 è stato elaborato basandosi sul progetto tipo approvato dal Consiglio Tecnico del Ministero delle Costruzioni il 30 ottobre 1979. Questo modulo è composto da tre unità abitative per scala, due laterali con doppia esposizione e uno posizionato in centro con orientamento unilaterale. I tre appartamenti sono composti da un soggiorno con angolo cottura, una stanza da letto, bagno e ripostiglio con una superficie di 58 m² ⁸.

Il Modulo 2 si può costruire separato oppure unito agli altri moduli a seconda della soluzione urbanistica; inoltre, a seconda del caso, le pareti laterali possono essere con pannelli esterni oppure interni. Simile al modulo 1 e 1a, anche i moduli 2 e 2a si costruiscono con il balcone oppure con la loggia.

Per la realizzazione di questo modulo sono stati usati i pannelli e le solette del modulo tipo 1, ad eccezione di alcuni nuovi pannelli esterni e interni portanti e degli elementi delle cornici.

⁸ Istituto degli Studi di progettazione n. 1, Settore di tipizzazione, 1979. *Edifici residenziali con pannelli prefabbricati-Appunti tecnici-Modulo 1/2*. Tirana: Archivio Centrale Tecnico dell'Edilizia.

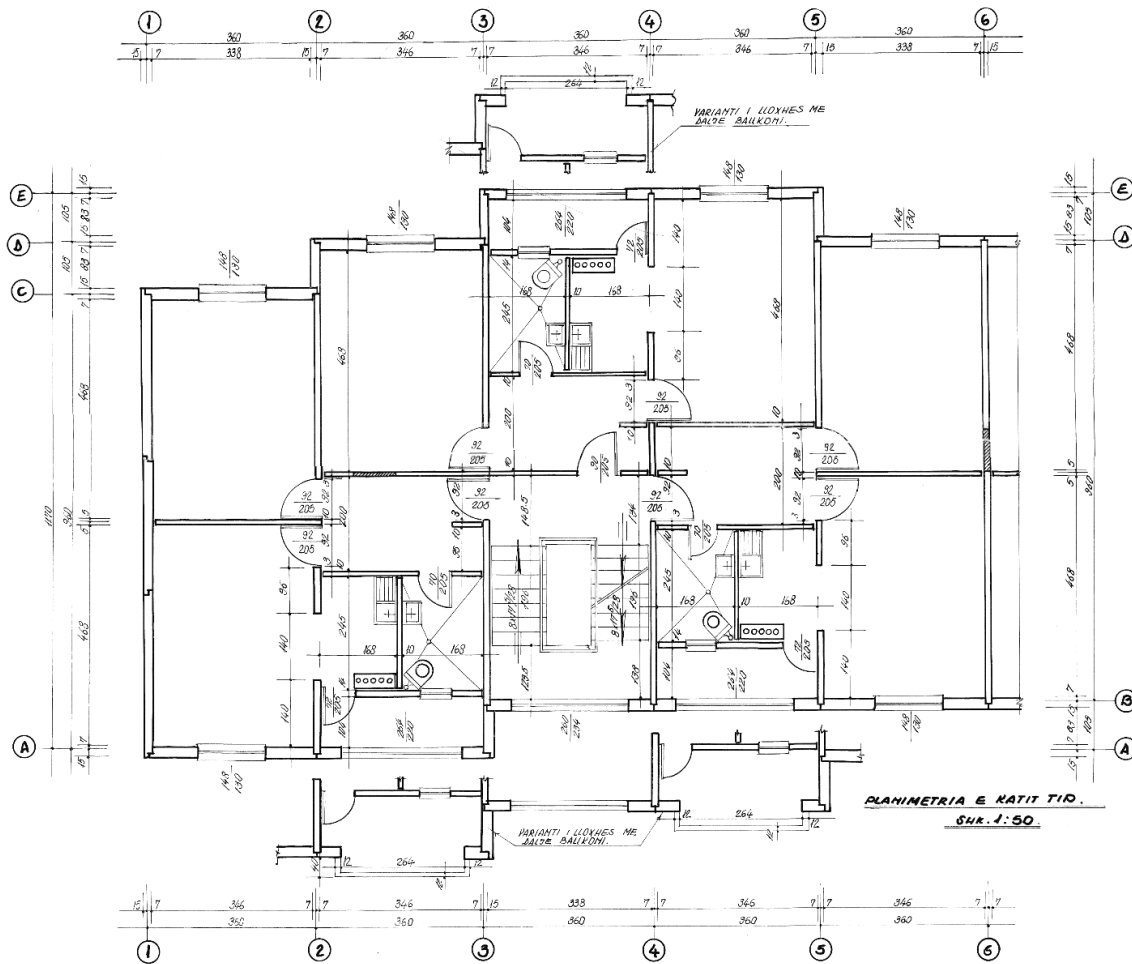


Figura 15. Pianta del Modulo 2a, variante con loggia e balcone, I.S.P. n. 1, 1979 [AQTN]

Modulo abitativo 2a

Simile al Modulo abitativo 2, il Modulo 2a ha la stessa struttura organizzativa con l'unica differenza della discontinuità e del gioco dei volumi nella facciata, che permettono una maggiore espressività architettonica.

E chiaro che il modulo abitativo 1 e 1a con gli appartamenti ad esposizione bilaterale offrono una migliore ventilazione e per questo li troviamo applicati maggiormente nelle zone meridionali del paese.

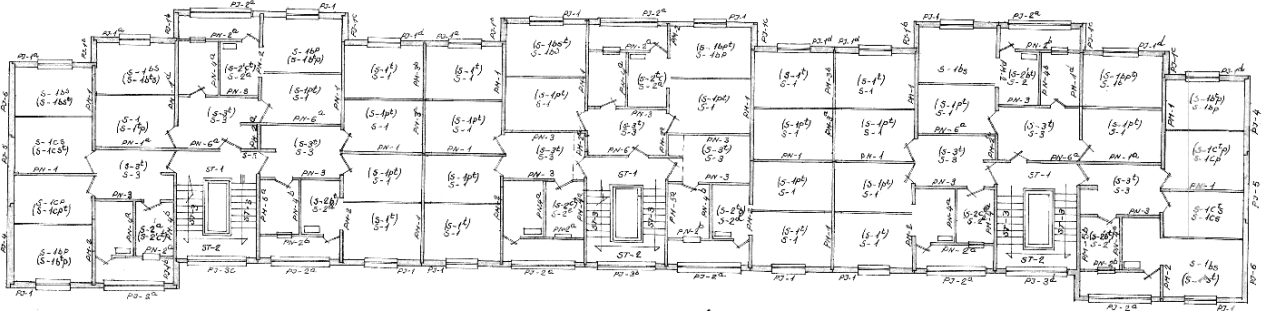
Dopo lo sviluppo dei singoli moduli abitativi e della composizione degli edifici, gli architetti dovevano sviluppare la composizione architettonica e urbana e trovare la distribuzione più razionale degli edifici nel

quartiere. La scelta più economica e razionale ovviamente prevedeva edifici più alti possibile: infatti la maggior parte degli edifici prefabbricati hanno cinque o sei piani, ognuno con un'altezza di 280 cm. In Albania non sono stati realizzati edifici prefabbricati di più di sei piani, cosa che avrebbe richiesto l'installazione degli ascensori⁹. La crisi economica e la tecnologia arretrata rendeva impossibile la loro produzione.

A parte l'uso razionale dei spazi urbani, questi quartieri sono stati progettati considerando sempre la soluzione migliore dal punto di vista igienico-sanitario, consentendo un buon irraggiamento, spazi pubblici ricreativi e spazi verdi in rapporto al numero degli abitanti.

9 Fino agli anni '70 in tutti i paesi europei, orientali e occidentali, questo è stato il principale limite per motivi economici. Solo con l'impiego di ascensori economici si è riusciti a salire fino a 9 piani.

PLANI MUREVE DHE SOLETAVE PER KATIN TIP shk. 1:100



PLANI MUREVE KATIN PESTE shk. 1:100

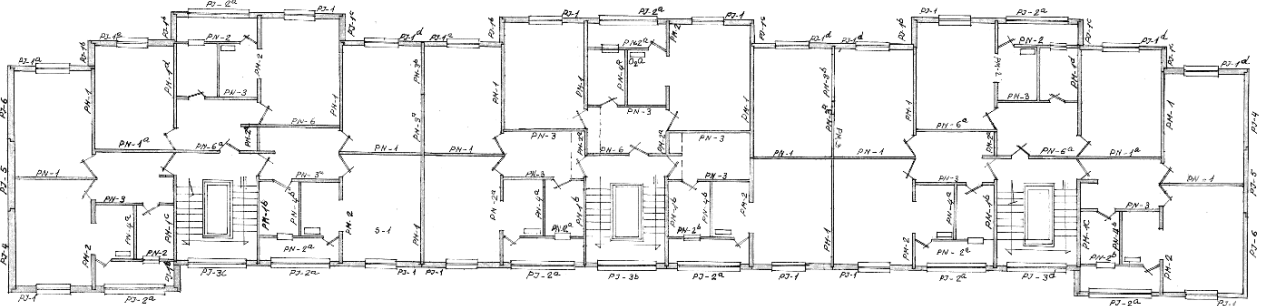


Figura 16. Pianta di connessione di tre Moduli 2a, (a) Pianta dei muri e solette del piano tipo, (b) pianta dei pannelli dei muri del quinto piano, I.S.P. n. 1, 1979 [AQTN]

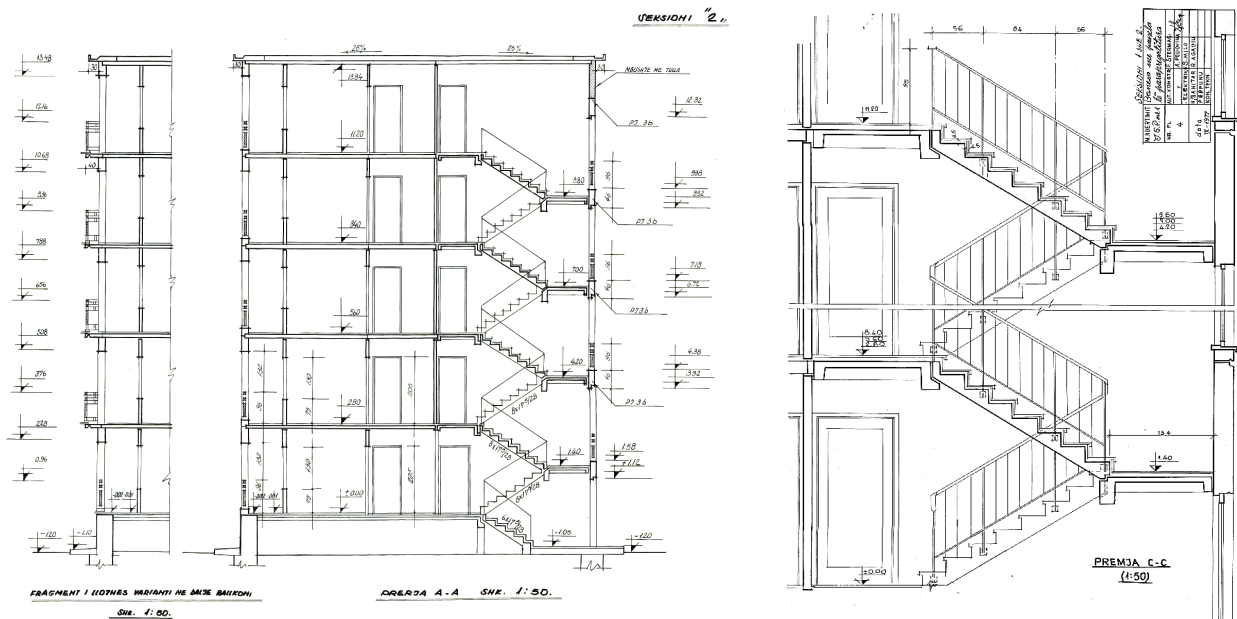


Figura 17. (a) Sezione del Modulo 2, variante con loggia e balcone, I.S.P. n. 1 1980, (b) Sezione del corpo scala dove si prevedeva la chiusura delle logge con finestre, I.S.P. n. 1, 1977 [AQTN]

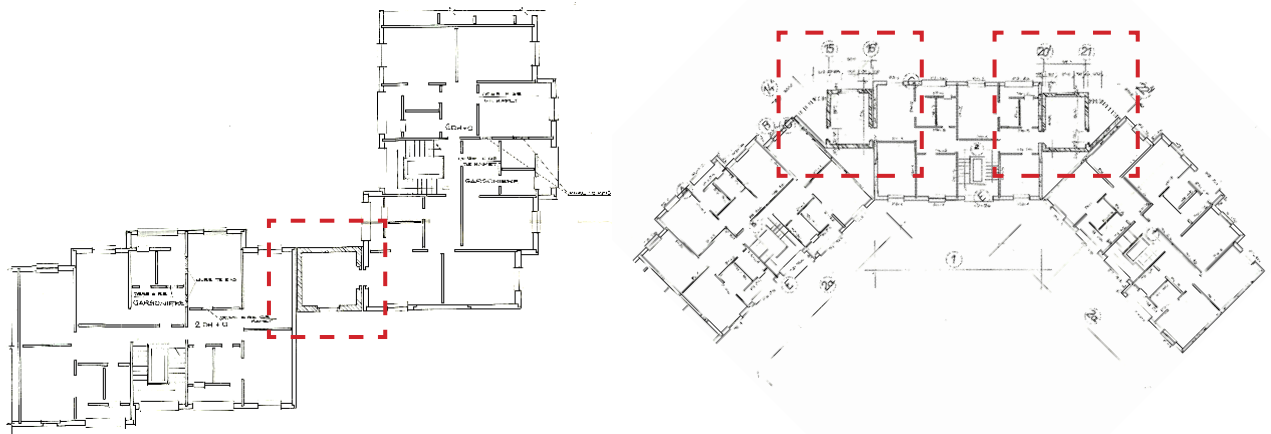


Figura 18. Esempi delle unioni angolari con struttura a telaio e muratura in laterizio

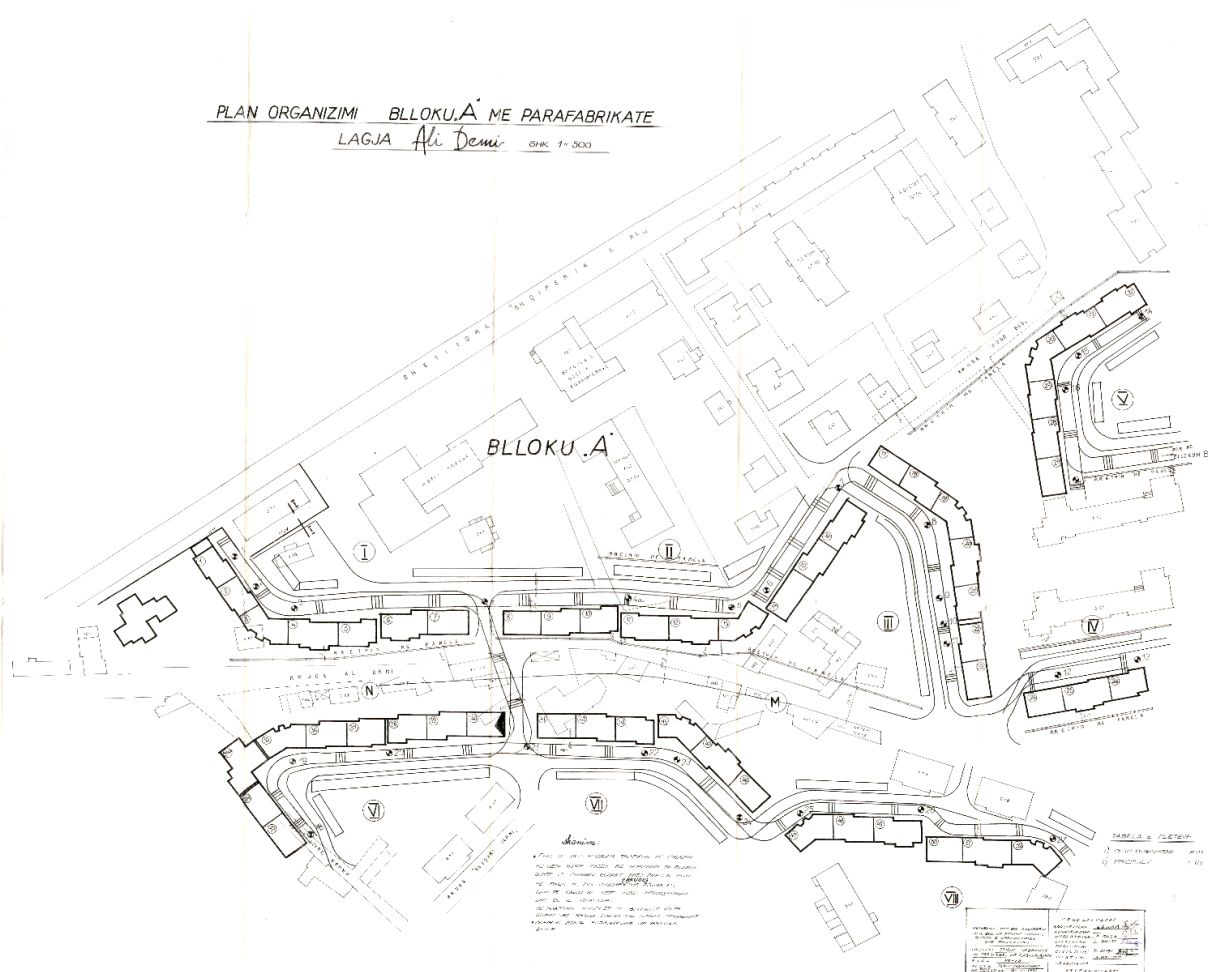


Figura 19. Esempio dell'applicazione dei diversi moduli abitativi (1, 1a, 2, 2a) nel quartiere Ali Demi a Tirana, I.S.P. n. 1, 1982 [AQTN]

3.2 COMPOSIZIONE DEGLI ELEMENTI PREFABBRICATI

Durante il periodo della prefabbricazione edilizia, la ricerca si è concentrata principalmente sullo sviluppo planimetrico e volumetrico e poco invece sui nuovi schemi costruttivi. Infatti in tutte le costruzioni prefabbricate si è applicato un unico schema costruttivo, ovvero quello a “struttura continua”, con pannelli esterni ed interni portanti. Queste strutture sono prive di pilastri e composte di diverse categorie di pannelli: orizzontali (S) e verticali (PJ, PM, PN), portanti e non portanti. I pannelli verticali esterni ed interni (portanti) collegati fra di loro e con i pannelli dei solai trasmettono i carichi di ciascun piano direttamente al suolo.

Secondo i disegni tecnici dell'Istituto degli Studi di Progettazione n. 1 nei diversi moduli abitativi del tipo 1, 1a, 2 e 2a risulta che ogni modulo compositivo degli edifici è generalmente composto da circa 45-46 tipi di pannelli, raggruppati in base alla loro funzione in:

- Pannelli esterni - PJ
- Pannelli portanti - PM
- Pannelli divisori - PN
- Pannelli delle solette interpiano - S
- Pannelli delle solette di copertura - St
- Altri elementi costruttivi come i pannelli che formano i camini, gli elementi che compongono le scale come le rampe e solette delle scale, parapetti dei balconi e delle logge, parapetti per il controllo dell'acqua piovana. etc.

In base ai cambiamenti dei moduli abitativi si aggiornavano anche i tipi dei pannelli compositivi.

• Pannelli esterni - PJ

I pannelli delle pareti esterne che compongono l'involucro verticale dell'edificio consistono in lastre di calcestruzzo armato a sandwich composte da tre strati principali

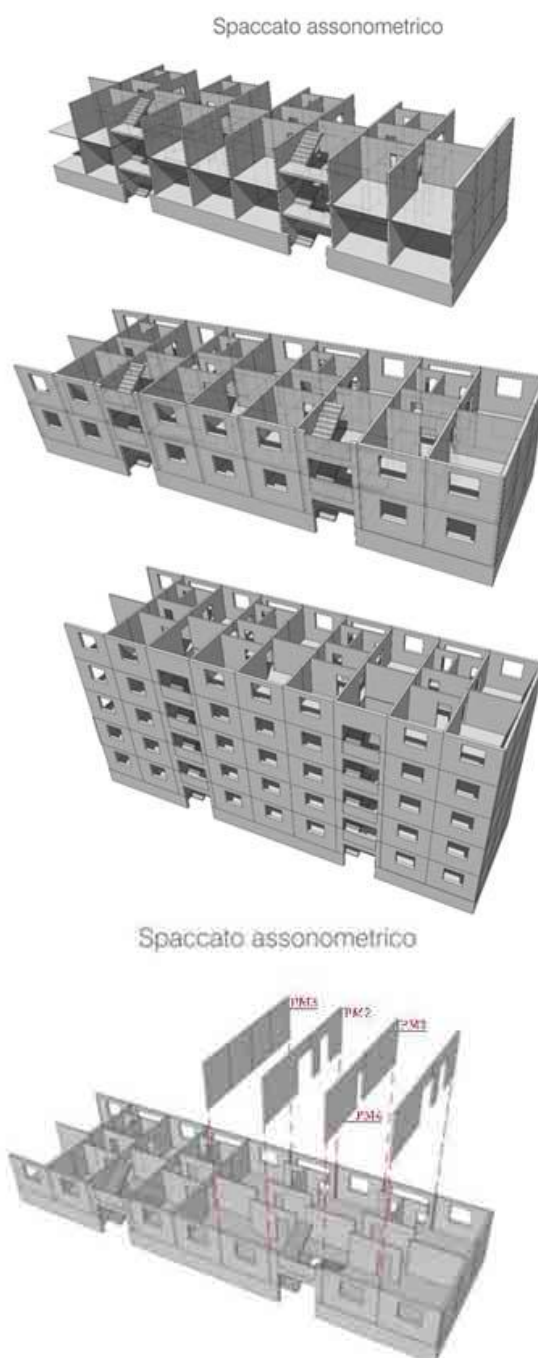


Figura 20. Schema costruttivo degli edifici con struttura continua e pannelli portanti [Keci 2017]

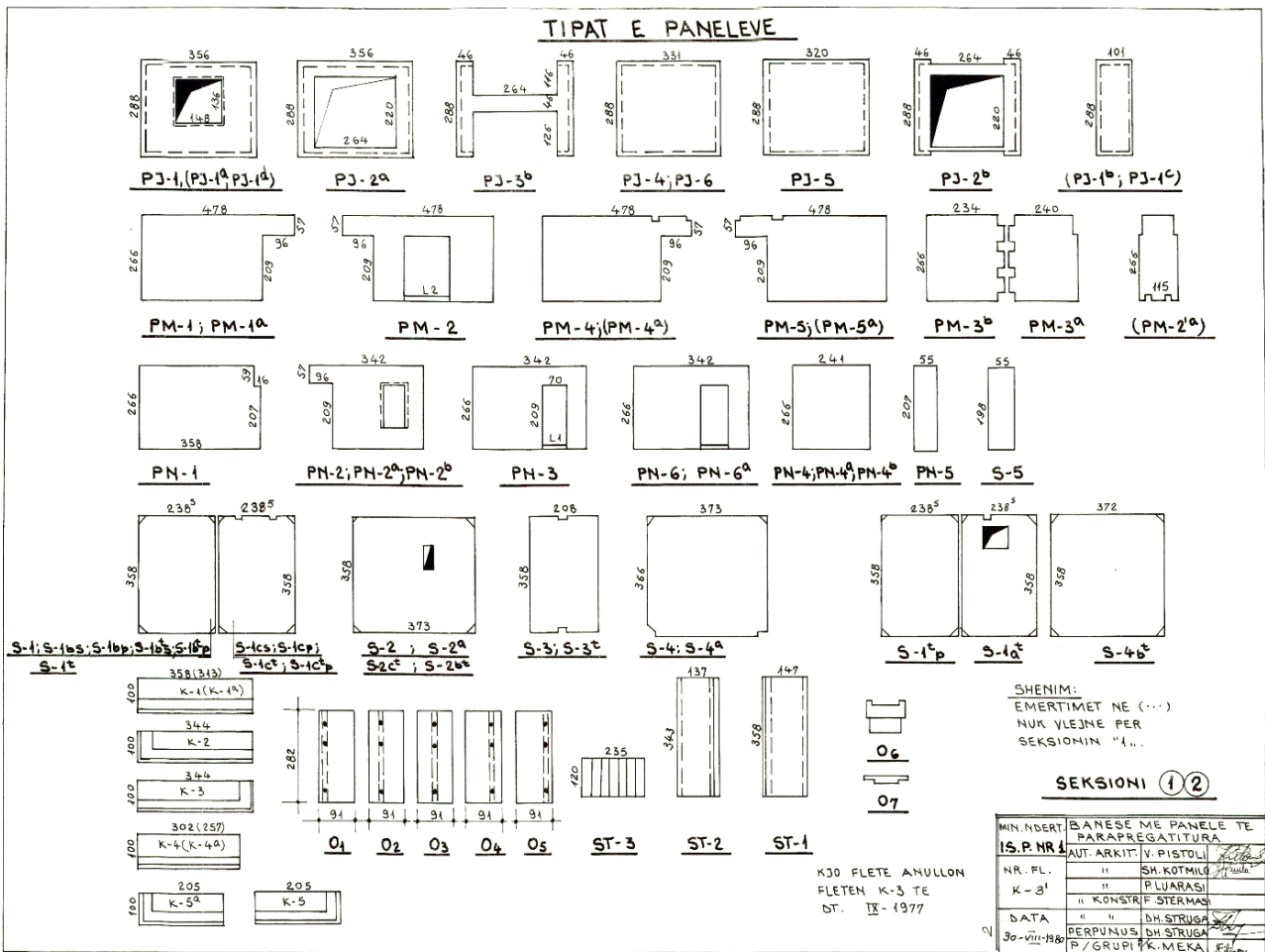


Figura 21. Tipi di pannelli, I.S.P. n. 1 [AQTN]

con spessore totale di 22 cm¹⁰. I due strati esterni (ciascuno di 4cm) consistono in lastre di cemento armato nervato e racchiudono al loro interno lo strato di isolamento in calcestruzzo alveolato in Albania chiamato “peno-beton”, dallo spessore di 14 cm ed una resistenza a compressione non inferiore a 4 kg/cm² ¹¹. Per la preparazione dei pannelli prefabbricati portanti esterni che ricevono il carico dei solai si

usava calcestruzzo con resistenza a compressione pari a 200 kg/cm². Con la stessa resistenza a compressione venivano realizzate anche le colonne di scarico ed i nodi di collegamento dei pannelli. Le dimensioni di un pannello generalmente corrispondono all’altezza di un piano e alla larghezza di un ambiente interno oppure due ambienti nel caso della cucina e del bagno.

10 Lo spessore usato nei pannelli esterni è stato sempre di 22cm, a prescindere dalle condizioni climatiche del luogo, per cui le caratteristiche termoisolanti non erano particolarmente soddisfacenti soprattutto in contesti climatici freddi. Sulla base dell’esperienza raccolta negli edifici sperimentali di due piani costruiti nella città di Korça agli inizi degli anni ‘80, venne deciso infatti di non proseguire con questa tipologia di costruzione (la città di Korça ha un clima mediterraneo continentale caratterizzato da inverni freddi).

11 Istituto degli Studi di progettazione n. 1, Settore di tipizzazione, 1979. *Edifici residenziali con pannelli prefabbricati*-Appunti tecnici-Modulo 1/2. Tirana: Archivio Centrale Tecnico dell’Edilizia.

• Pannelli portanti - PM

I pannelli interni portanti consistono in lastre verticali di calcestruzzo armato dello spessore di 14 cm posizionati in direzione trasversale. Essi, oltre alla funzione di suddividere gli ambienti delle abitazioni, hanno anche funzione portante e collegano tra loro i pannelli esterni dell'involucro verticale. Simile ai pannelli esterni (PJ), la resistenza a compressione del calcestruzzo dei pannelli portanti interni (PM) è di 200 kg/cm². Non si riscontra l'uso di materiali isolanti acustici né per i pannelli portanti né per gli altri pannelli divisorii¹².

• Pannelli divisorii - PN

I pannelli divisorii interni consistono in lastre verticali di calcestruzzo armato con spessore di 10 o 14 cm usate per la divisione degli ambienti delle abitazioni. Anche se non portanti, i pannelli divisorii, essendo connessi sia ai pannelli portanti interni che a quelli esterni (PJ), hanno un ruolo di rinforzo strutturale.

• Pannelli delle solette (S) e solette di copertura (St)

I pannelli dei solai interpiano e i solai del piano di copertura consistono in lastre orizzontali di calcestruzzo armato connesse agli elementi strutturali verticali (pannelli esterni e pannelli interni portanti). In questo caso i pannelli sono realizzati in calcestruzzo con resistenza a compressione 150-200 kg/cm². Nelle solette non veniva applicato nessuno strato di isolamento acustico. Il tetto consiste in una copertura piana non ventilata. I pannelli dei tetti, simili a quelli esterni, contengono uno strato di isolamento interno composto di calcestruzzo alveolato.

.....
12 Lo svantaggio dello schema costruttivo con pannelli portanti risiede nel fatto che le pareti trasversali portanti interne (PM) rendono difficile, se non impossibile, la risistemazione degli spazi interni.

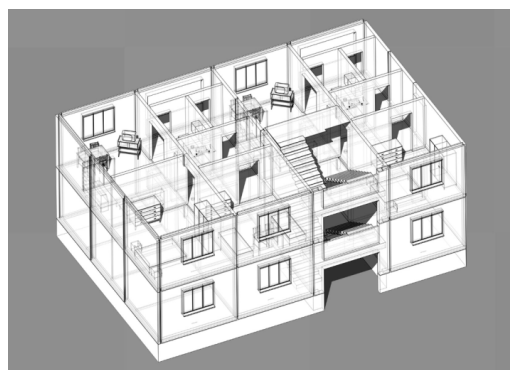


Figura 22. Pannelli esterni [Islami 2016]

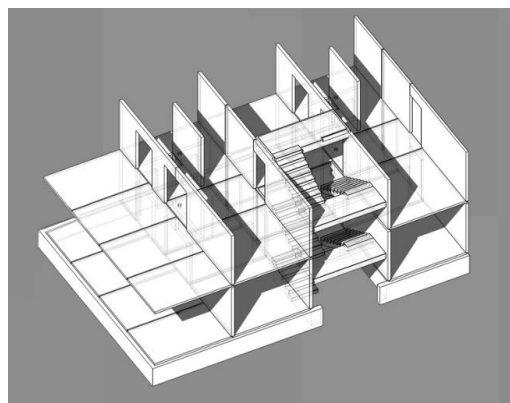


Figura 23. Pannelli portanti [Islami, 2016]

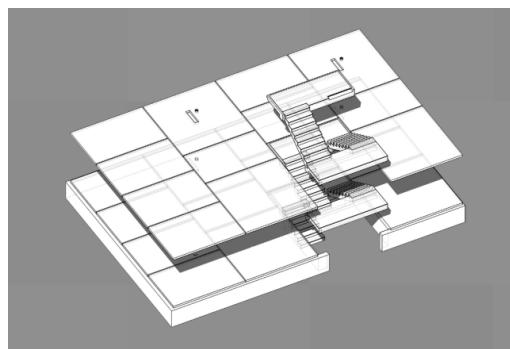


Figura 24. Pannelli divisorii [Islami 2016]

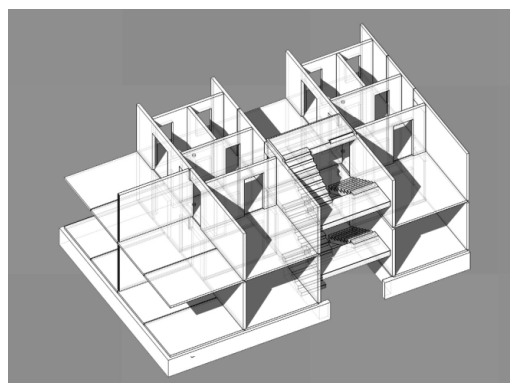


Figura 25. Pannelli delle solette [Islami 2016]



Figura 26. Montaggio dei pannelli tramite gru [AQTN]

3.3 ASPETTI TECNOLOGICI E PRODUTTIVI

La produzione dei pannelli si svolgeva in casseforme metalliche preparate per produrre pannelli di qualità, precise dimensioni, buona finitura dei bordi etc. Prima della gettata, bisognava assicurarsi che l'armatura fosse posizionata correttamente ed assicurarsi che non si corrodessero gli elementi metallici. Particolare attenzione richiedeva anche il processo di controllo della qualità delle finiture che venivano preparate in fabbrica. I pannelli venivano portati in cantiere in posizione verticale tramite veicoli con rimorchio con strutture apposite per evitare i danni durante la fase di trasporto e montaggio. Il montaggio veniva fatto tramite gru (Fig. 26), seguendo un preciso ordine definito già in fase progettuale (Fig. 27). Dopo il montaggio si proseguiva con la saldatura degli elementi e l'isolamento dalla corrosione.

La struttura degli edifici prefabbricati fu progettata per resistere alle attività sismiche in riferimento alla pericolosità delle diverse zone del territorio. Gli edifici prefabbricati possono resistere fino ad una magnitudo 9 per le zone ad alta sismicità. In questi casi i ferri delle connessioni dei pannelli e dell'armatura delle colonne cambiano rispetto a quelle delle zone con sismicità calcolata con magnitudo di 6-7.

Le seguenti immagini rappresentano alcuni fogli del progetto esecutivo preparato dal I.S.P. n. 1.

Si noti in figura 27 l'indicazione di intensità della vibrazione sismica per scala macrosisma (European Macroseismic Scale EMS) – con Magnitudo 9. Invece in figura 28 si nota la specifica delle travi permesse sulla base delle fondazioni.

Secondo l'informazione dell'Istituto di Progettazione, le lastre in calcestruzzo veni-

vano armate con una rete metallica. Per il rinforzo si utilizzavano due tipi di acciai: l'acciaio con diametro maggiore di 6,5 mm con resistenza (minima) di 2100 kg/cm² e l'acciaio lavorato, trafilato a freddo, con diametro di 4 e 5 mm.

È previsto che l'armatura in acciaio 3 con diametro maggiore di 6,5 mm che si posa in aggiunta nelle lastre dei muri e solette si collegasse con filo di ferro nella griglia reticolata. Le lastre nei pannelli si fissano tramite saldatura con i ferri della rete.

Il calcestruzzo alveolato chiamato, usato per l'isolamento termico dei pannelli esterni, aveva un spessore di 14 cm ed una resistenza a compressione non inferiore a 4 kg/cm². I pannelli di calcestruzzo cellulare si dovevano posare in opera a secco e posizionate attaccate l'una all'altra con uno spazio vuoto di non più di 2-3 mm.

Per quanto riguarda l'aspetto strutturale, la configurazione planimetrica è definita da elementi perimetrali portanti intersecati da un sistema di partizione interna che funge da controventamento della struttura. Le fondamenta degli edifici sono profonde circa 1,3 m rispetto al piano di campagna e venivano realizzate con calcestruzzo gettato in opera, con resistenza a compressione pari a 100 kg/cm². Le fondazioni sono calcolate per un terreno con capacità portante buona di 2 kg/cm². Per una sismicità del suolo diversa da quella prevista si dovevano fare i calcoli rispettivi per la loro correzione¹³.

Gli edifici potevano essere costruiti senza giunti fino alla lunghezza di 60m. Per lunghezze maggiori si doveva costruire con giunti a doppia parete.

Durante la posa in opera dei pannelli dei solai sui muri oppure dei muri uno sopra

.....
13 Istituto degli Studi di progettazione n. 1, Settore di tipizzazione, 1979. *Edifici residenziali con pannelli prefabbricati-Appunti tecnici-Modulo 1/2*. Tirana: Archivio Centrale Tecnico dell'Edilizia.

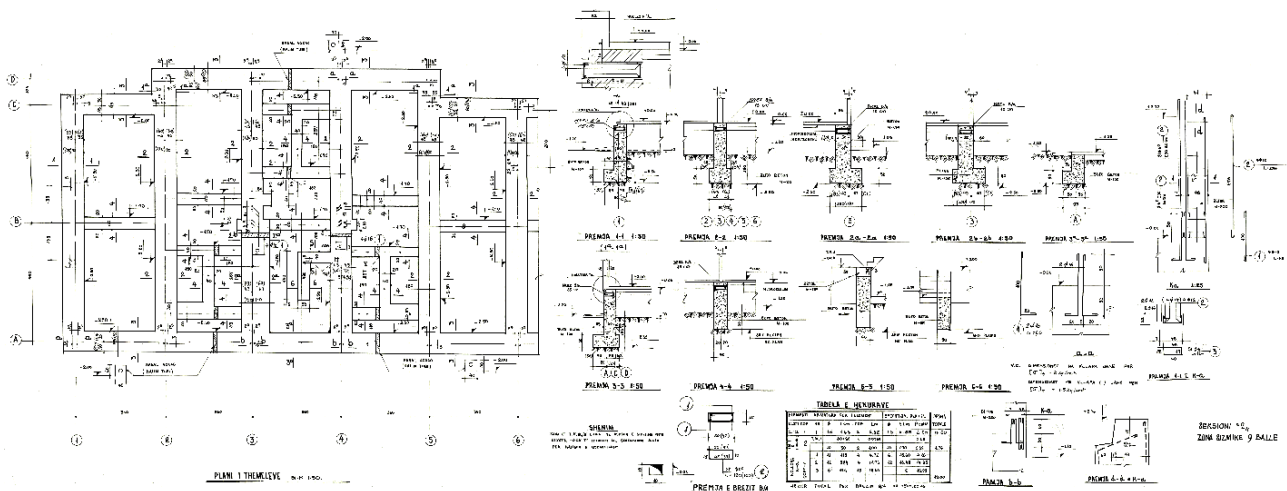


Figura 27. Pianta e dettagli delle fondazioni del Modulo 2, zona sismica con magnitudo 9, I.S.P. n. 1, 1981 [AQTN]

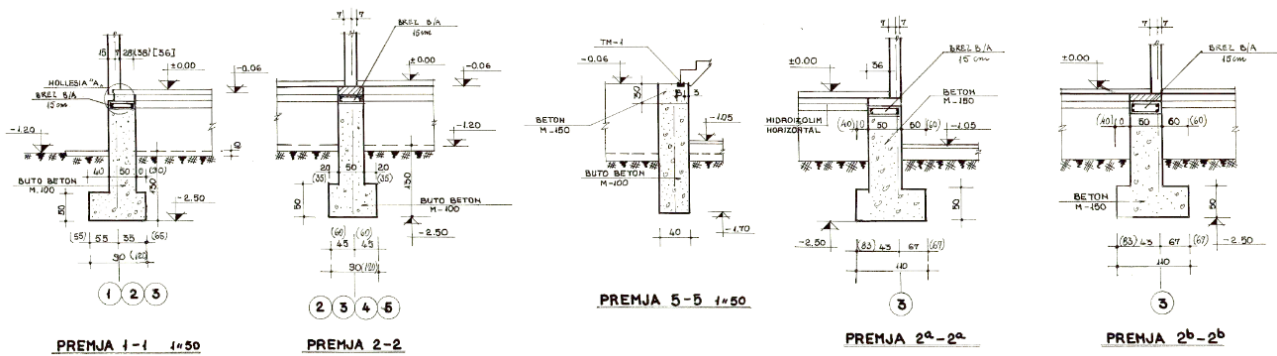


Figura 28. Dettagli delle fondazioni per zone con Magnitudo 9, I.S.P. n. 1, 1979 [AQTN]

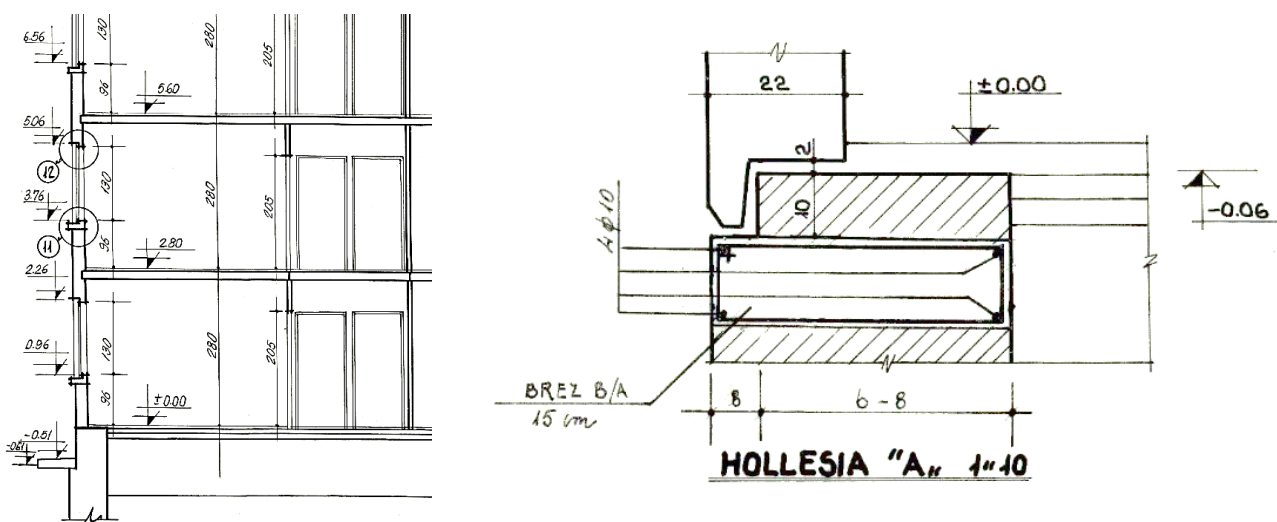


Figura 29. Sezione del Modulo 1, dettaglio del supporto dei pannelli armati perimetrali sulle travi delle fondazioni, I.S.P. n. 1, 1979 [AQTN]

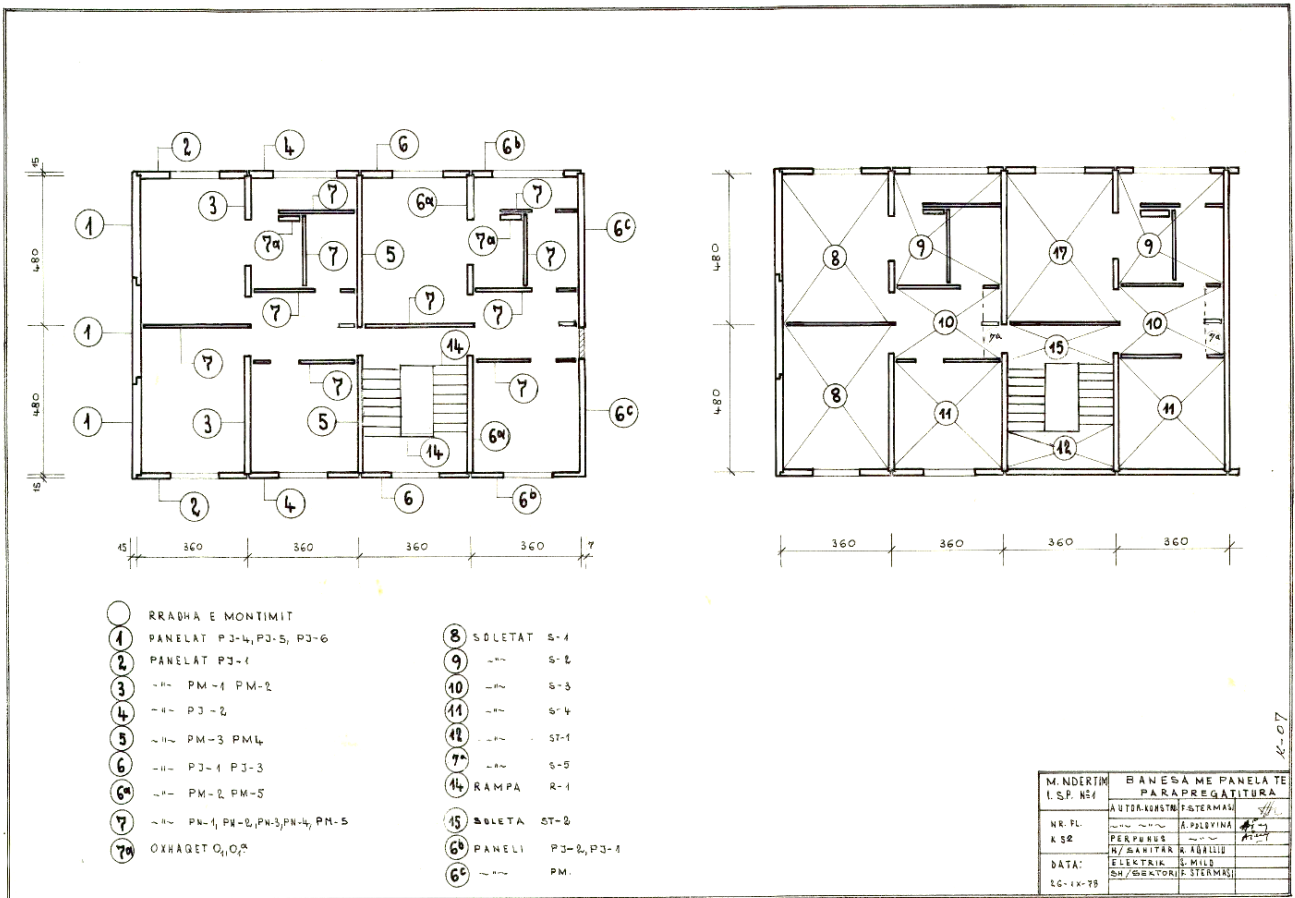


Figura 30. Ordine del montaggio dei diversi pannelli - Modulo abitativo 1a, I.S.P. n. 1, 1978 [AQTN]

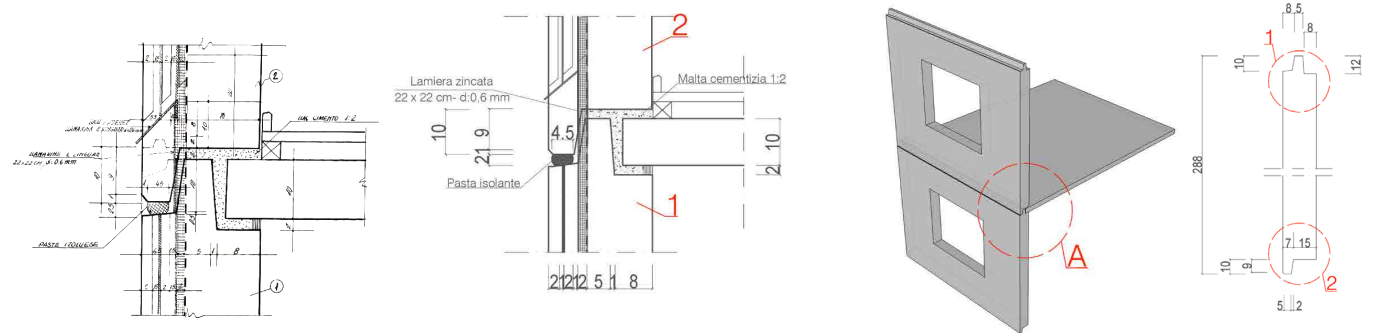


Figura 31. (a) Sezione verticale della fuga orizzontale, riempimento con malta sigillante, (b) taglio verticale di un pannello esterno PJ [AQTN, Keçi 2016]

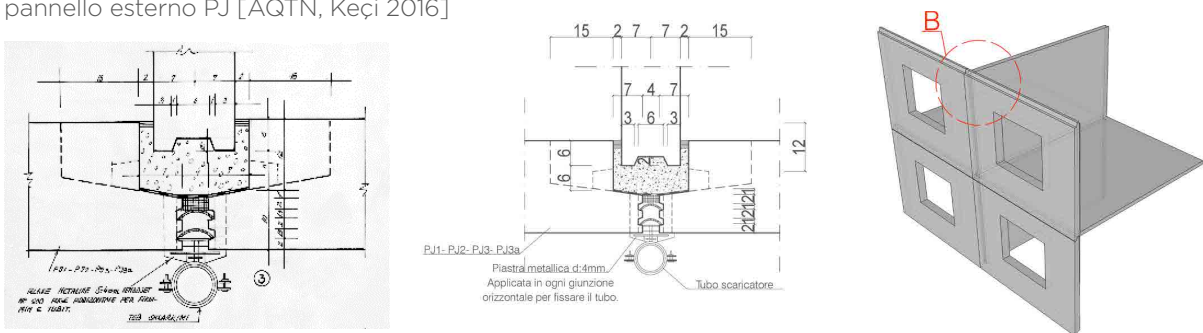


Figura 32. Dettaglio dell'unione tra due pannelli esterni ed uno interno portante [AQTN, Keçi 2016]

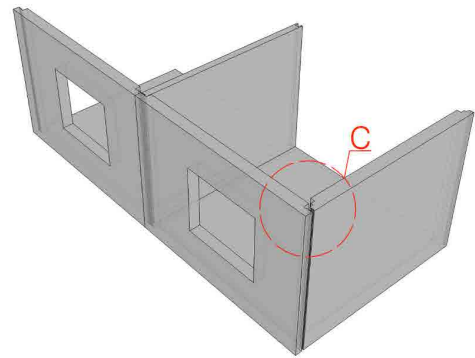
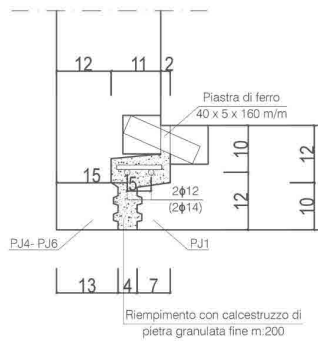
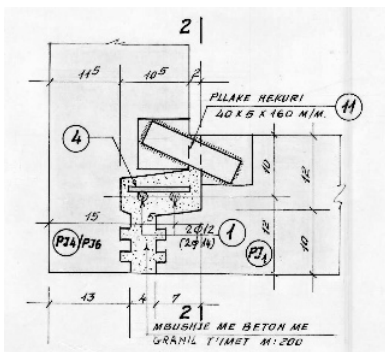


Figura 33. Dettaglio dell'unione angolare tra due pannelli esterni [AQTN, Keçi 2016]

l'altro, era necessario posare una miscela di cemento di composizione 1:2 con spessore di 2 cm. Questa malta si posava parallelamente al posizionamento dei pannelli e non doveva essere posata a meno di 15 minuti della posizione del pannello.

Il riempimento in calcestruzzo delle colonne che si crea nei nodi di collegamento dei pannelli veniva fatto dopo l'appoggio dell'isolamento nella fuga verticale, dal momento che il posizionamento delle lamelle era in verticale.

Il riempimento con pasta bituminosa¹⁴ impermeabilizzante dei giunti verticali avveniva dall'alto, invece il riempimento dei giunti verticali e orizzontali con pasta sigillante avveniva dall'esterno. Per garantire il flusso di umidità era necessario che le due lamiere metalliche nella fuga verticale cadesse sulla lamiera inclinata che fuoriesce dal pannello. La lamiera metallica (scanalatura) si collocava già all'inizio dopo aver posato i pannelli dall'interno dell'edificio. L'isolamento dall'esterno dei giunti con pasta sigillante sia nei giunti orizzontali che verticali doveva essere ben posato, senza interruzione, in particolare nell'intersezione dei giunti.

.....
 14 Le paste bituminose sono una miscela di origine organica costituite da:

- leganti bituminosi (bitume di Selenica)
- materie plastiche, polvere di gomma (ottenuti dalla macinazione di pneumatici da automobili fuori uso)
- materie plastiche, inorganiche, Idrossido di calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- materie organiche diluite

Informazione ottenuta durante l'intervista con Prof. Fisnik Kadiu, responsabile del Laboratorio Centrale del Ministero dell'Edilizia e successivamente parte dell'Istituto di Tecnologia delle Costruzioni, dove sono stati eseguiti gli studi e gli esperimenti in laboratorio.

3.4 LA PROGETTAZIONE DELLE FACCIATE E LE FINITURE ESTERNE ED INTERNE

Negli edifici prefabbricati la progettazione architettonica era strettamente legata al processo di produzione. La produzione in serie degli elementi costruttivi e la tipizzazione dei dettagli limitava la creatività architettonica. Riconosciuta l'importanza, gli architetti dell'Istituto di Progettazione si è focalizzato nello studio e sviluppo dei diversi moduli planimetrici, i quali, anche se con la stessa distribuzione degli ambienti interni, permettevano diverse soluzioni volumetriche e maggiore espressività ed individualità architettonica. Insieme al gioco dei volumi, sono stati studiati altri elementi per migliorare l'aspetto delle facciate (come l'uso di colori diversi, i parapetti dei balconi, i parapetti delle terrazze etc.), cercando di migliorare la varietà, ovviamente utilizzando quanto più possibile gli elementi prefabbricati disponibili¹⁵.

Poche alterazioni sono state fatte invece agli elementi della facciata per adattarsi alle caratteristiche climatiche del luogo. Nelle zone meridionali troviamo applicati principalmente i moduli 1 e 1a con esposizione bilaterale e migliore ventilazione; tuttavia li troviamo anche in zone climatiche fredde usate per la loro forma compatta e minori superfici esterne, anche se le misure delle aperture in facciata sono rimaste sempre le stesse.

Secondo gli appunti tecnici dei Moduli 1 e 2 (1979) la stesura degli intonaci dei pannelli, dei solai interpiano e dei solai della copertura veniva preparata già in fabbrica. Invece l'unione degli angoli dei pannelli veniva realizzato in cantiere con la stessa finitura applicata nei pannelli prefabbricati. I giunti

tra i diversi pannelli inizialmente venivano sigillati con uno strato di malta a base cementizia preparata in sito, che veniva applicato nelle fughe orizzontali e verticali¹⁶. Negli ultimi anni, invece, durante il periodo dell'isolamento e la crisi economica, i giunti delle facciate sono stati lasciati scoperti.

Nella finitura dei pannelli, il colore ha giocato un ruolo importante nella composizione delle facciate; basta guardare l'immagine di seguito dove viene mostrato lo stesso edificio composto dal più semplice modulo tipo (M.1) differenziando gli elementi di facciata tramite il gioco di colori. Il colore era il metodo più semplice ed economico per migliorare l'aspetto delle facciate senza ricorrere alla produzione di nuovi elementi¹⁷. Per ogni modulo erano disponibili dieci diverse varianti di facciate. L'intonaco colorato realizzato con impasto di colori diversi di spessore di 2-3 cm, veniva applicato sulla superficie intera o parziale dei pannelli a seconda delle varianti delle facciate.

Assieme al colore, il trattamento del parapetto dei balconi, logge e corpo scala era un altro elemento adottato per creare soluzioni individuali e vivaci nelle facciate. Secondo gli appunti tecnici del Modulo 1 e 2 (1979), sulla base della Decisione del Consiglio Tecnico del Ministero del 30 ottobre 1979, vennero fatte ulteriori elaborazioni e furono rivisti i pannelli esterni delle logge e delle scale in termini di funzionalità (allargamento dei loro spazi) ed estetica. Per il trattamento dei parapetti delle logge e dei balconi furono usati diversi tipi, tra i quali prevalgono due varianti:

.....
¹⁵ Stessa strada venne intrapresa anche in URSS e negli altri paesi dell'Europa centro orientale.

¹⁶ Istituto degli Studi di Progettazione n. 1. Settore di tipizzazione, 1980. *Edifici residenziali con pannelli prefabbricati-Appunti tecnici-Modulo 1*. Tirana: Archivio Centrale Tecnico dell'Edilizia.

¹⁷ Questa soluzione è stata usata anche in Corea del Nord.

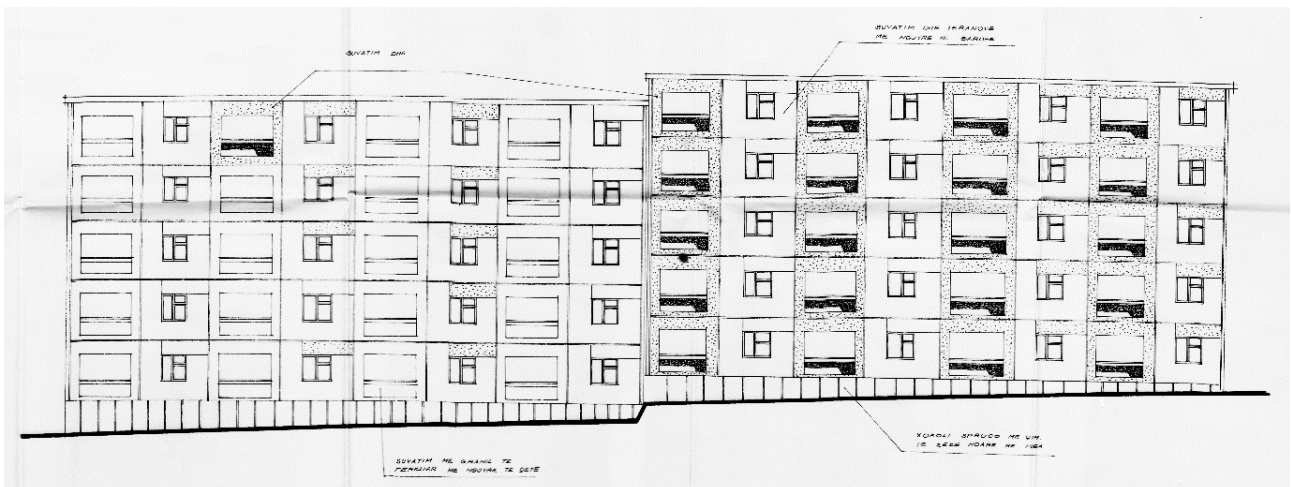


Figura 34. Facciata del Sud nel quartiere Ali Demi [AQTN]

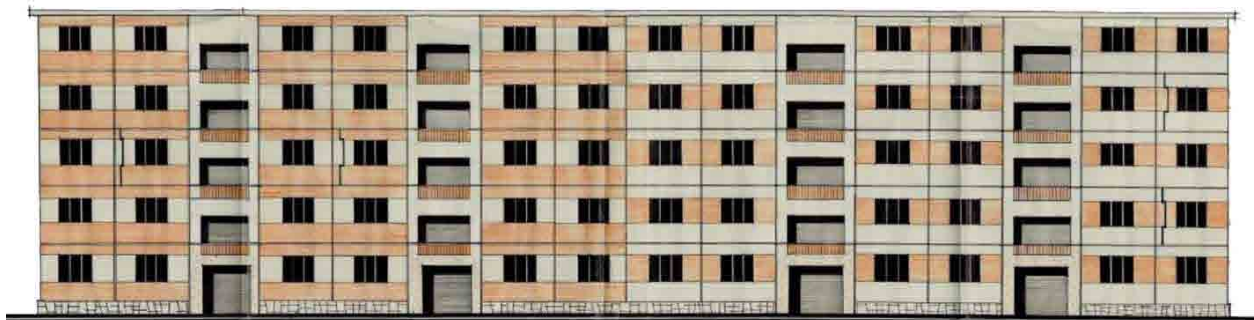


Figura 35. Varianti del trattamento delle facciate [Islami 2016]

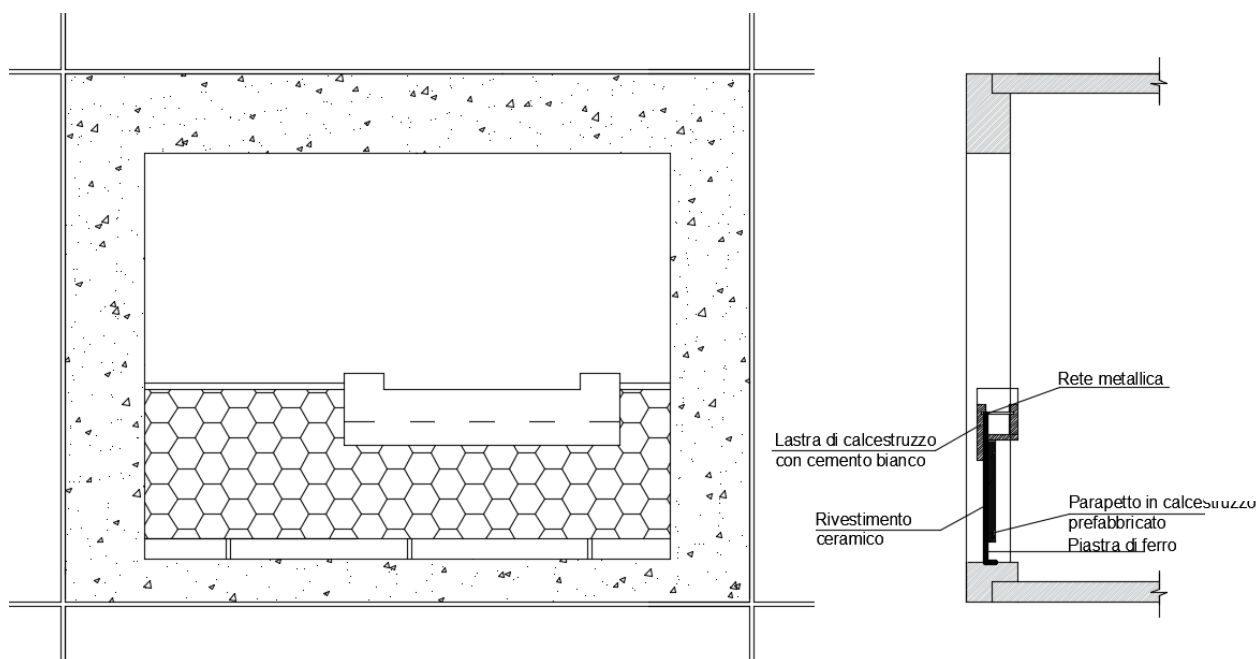


Figura 36. Dettaglio del parapetto del balcone con fioriera

- la variante con calcestruzzo ondulato e parapetto in ferro¹⁸
- la variante di mattoni decorativi e parapetto in ferro che si usavano anche per il pannello delle scale. Al posto dei mattoni spesso troviamo applicato il rivestimento ceramico e lastre in calcestruzzo con varie forme e finiture. La cornice è composta da una lastra in calcestruzzo prefabbricata. In alcuni casi in parte del corrimano sono posizionate delle fioriere sempre in calcestruzzo.

La loggia, oltre ad avere la funzione di ingrandire gli spazi, è stato un altro elemento usato per ritmare le facciate, principalmente applicate nelle facciate a sud.

Dopo aver montato la struttura contemporaneamente alle finiture esterne si svolgevano i lavori interni, come gli impianti elettrici ed idraulici, integrati nei pannelli, l'installazione delle porte e delle finestre, la posa del parquet e delle piastrelle, l'intonacatura e la verniciatura dei pannelli sulla superficie interna, l'installazione del corri-

mano nelle scale, etc.

Le pareti interne venivano colorate con calce. Il pavimento delle camere da letto veniva rivestito con parquet, invece il soggiorno, la cucina e i locali di servizio venivano rivestiti con piastrelle di pietra granulata. L'impermeabilizzazione dei pavimenti delle logge, dei balconi e dei bagni consisteva in membrane in bitume, che nei bagni erano risvoltate fino a 10 cm nelle pareti laterali. Nei bagni l'isolamento sorge 10 cm nelle pareti laterali.

Nella maggior parte dei casi, i parapetti delle scale sono in ferro con sezione tubolare e con corrimano in legno. La ringhiera metallica veniva preparata a seconda delle misure prese in loco.

In relazione all'aspetto funzionale e delle superfici dei volumi, le unità abitative degli edifici prefabbricati, anche se offrono delle condizioni di vita migliori in relazione agli alloggi costruiti fino alla metà degli anni '70, consistono in appartamenti con spazi piccoli e con pareti divisorie in calcestruzzo armato il che rende difficile le modifiche. La composizione dei locali interni era

.....
¹⁸ Tale sistema venne applicato anche nel caso studio del quartiere n. 9 a Tirana, come vedremo in seguito.



Figura 37. (a) Esempio dell'arredamento della zona giorno, (b) arredamento dell'angolo cucina/zona pranzo



Figura 38. (a) Stufa a legna, (b) libreria

predefinita e non poteva essere cambiata. Per questa ragione era importante studiare a fondo l'arredamento e la loro l'unificazione per i diversi moduli abitativi. In seguito sono state proposte una scelta di mobili su misura che utilizzavano in modo razionale i spazi a disposizione e soddisfare le esigenze degli abitanti.

Secondo i preventivi preparati dall'Istitu-

to degli studi di Progettazione n. 1 (1987), i costi di costruzione delle unità abitative nella città di Tirana per il periodo 1986-90 sono di circa 400 Lek/m² (3.2 Euro), esclusi i costi di trasporto, per un totale di:

- Modulo 1 - 285.155 Lek (circa 2281 Euro)
- Modulo 1a - 292.724 Lek (circa 2342 Euro)
- Modulo 2a - 386306 Lek (circa 3090 Euro)

3.5 I BUNKER URBANI

Come nel resto del Paese, anche nella città di Tirana si nascondono moltissimi spazi ipogei; si tratta di un'intera città sotterranea fatta di rifugi e tunnel, diversi per misura e dimensione, e oggi completamente dimenticata. Queste fortificazioni urbane si estendono ovunque nelle città, sotto gli edifici nuovi ed esistenti, sotto gli edifici ad uso pubblico e privato, sotto le scuole ed i parchi giochi. Se i bunker antiatomici erano progettati per rispondere a criteri anti bomba atomica e antigas, i rifugi per la popolazione civile erano opere progettate e costruite per le emergenze contro gli attacchi aerei. Anche se avevano muri di spessore considerevole, va detto che le funzioni dei rifugi civili erano prevalentemente di ricovero e di protezione della popolazione civile, coinvolta da bombardamenti in prossimità e dalla conseguente proiezione di schegge e altri elementi; tuttavia non erano in grado di resistere ai bombardamenti diretti. Nel caso in cui il rifugio fosse stato colpito, sarebbe stato distrutto¹⁹. Come tali, era previsto che queste strutture venissero usate per un breve periodo e non per un soggiorno di lunga durata. Considerando che la falda idrica nella città di Tirana è abbastanza prossima alla superficie, si evitò di costruire a rilevanti profondità, eccetto nei casi di rifugi antiatomici previsti per gli alti funzionari dello stato, dove i costi di costruzione erano molto più alti e macchinari e attrezzature specifiche furono importati da altri paesi, come la Svezia, l'Italia, la Cina etc.

.....
¹⁹ PROSEKU, K., (responsabile degli impianti elettrici durante la progettazione e costruzione dei rifugi) in una discussione con l'autore, 2018.

²⁰ Tenendo in considerazione che queste opere sono state costruite in condizioni di grande segretezza e il materiale è classificato come segreto e codificato, sono stati fatti i rilievi di diversi rifugi nella città di Tirana allo scopo di conoscerne le diverse tipologie. Il materiale che segue è stato raccolto tramite i rilevamenti metrici e fotografici e tramite le interviste con i progettisti e con i cittadini. Tuttavia, occorrerebbe effettuare un'indagine negli archivi dell'Istituto Geografico e Militare nel Ministero della Difesa.

La mancata manutenzione sono la causa principale del loro declino. Oggi queste opere sono abbandonate ed in stato di profondo degrado e in alcuni casi risultano addirittura allagate.

Considerando che l'elevato costo di demolizione supererebbe quello della loro ristrutturazione e mantenimento, e considerando anche la mancanza di spazi pubblici e per i servizi, si consiglierebbe invece il recupero e rifunzionalizzazione.

L'ipotesi è quella di sviluppare nuove e diverse modalità di recupero e fruizione, utilizzando in massima parte gli spazi sotterranei e seminterrati esistenti, creando spazi nuovi e complementari ad uso pubblico (da dedicare al commercio, ai servizi ecc.).

Tra i rifugi antiaerei urbani per i civili prevalgono due diverse tipologie²⁰:

1. Rifugi anticrollo nel seminterrato degli edifici residenziali
2. Rifugi interrati o seminterrati nei cortili dei centri urbani

3.5.1 RIFUGI ANTICROLLO NEL SEMINTERRATO DEGLI EDIFICI RESIDENZIALI

Queste strutture sono situate nel piano seminterrato degli edifici costruiti durante il periodo socialista. Essi si trovano negli edifici in laterizio e nei prefabbricati con pannelli in calcestruzzo. La planimetria di questo tipo di rifugio corrisponde (in parte o totalmente) alla pianta dell'edificio di

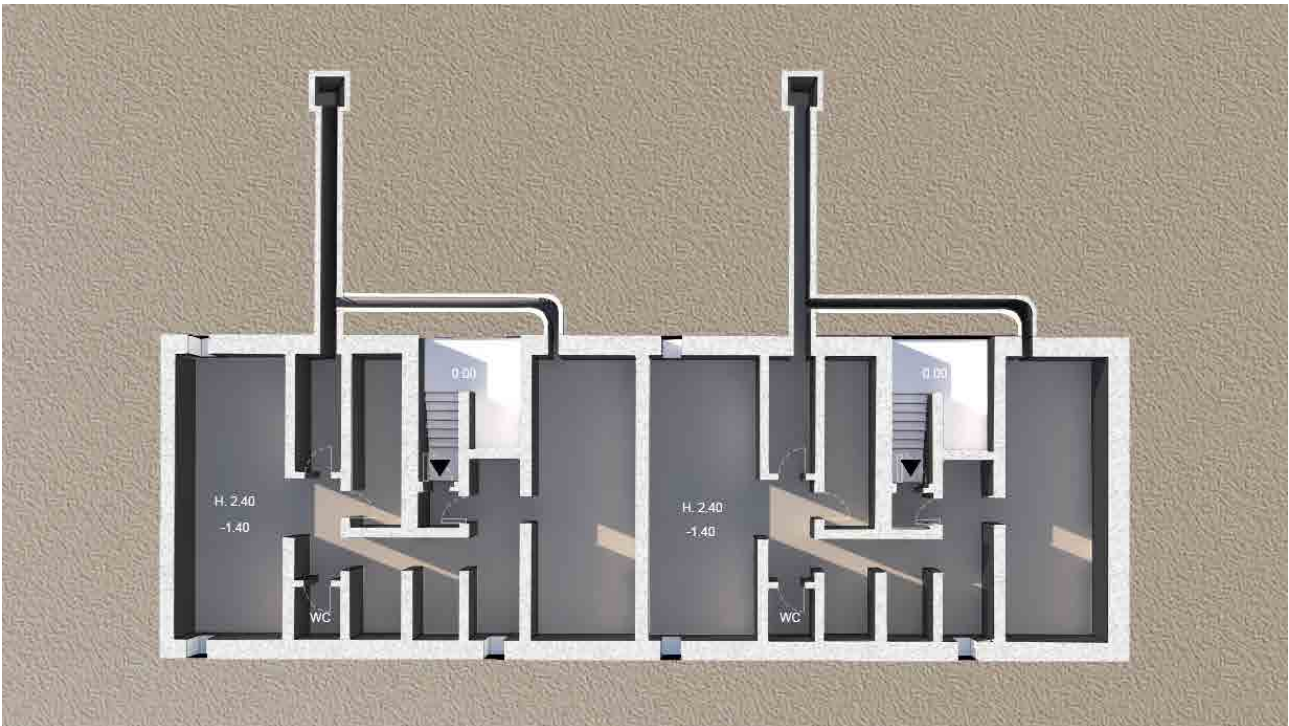


Figura 39. Rifugio nel seminterrato di un edificio con pannelli prefabbricati (le piante in scala sono riportate in Appendice C)

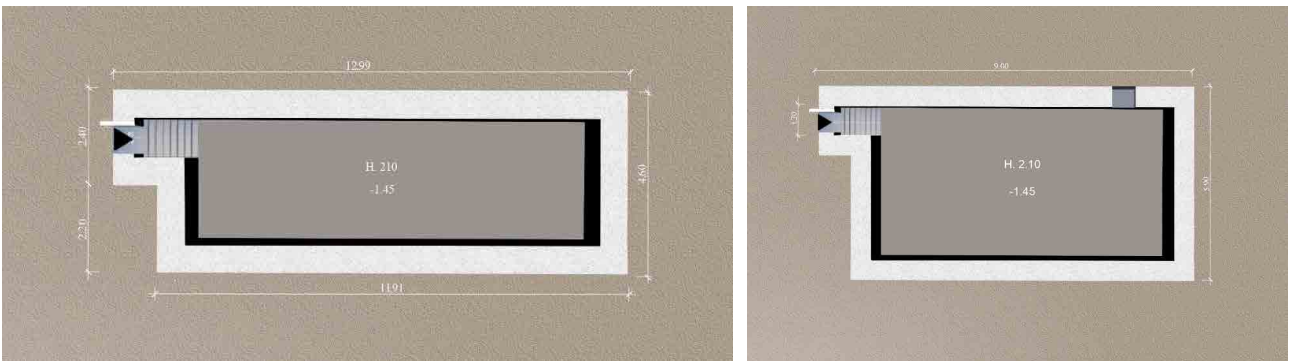


Figura 40. Rifugi nel seminterrato di edifici in laterizio

cui fa parte, seguendo la pianta delle fondamenta dell'edificio. Gli spazi interni erano suddivisi in diversi vani, alcuni dei quali chiusi con porte ermetiche per evitare, in caso di bombardamento, che tutti gli occupanti fossero esposti all'effetto dell'esplosione. I rifugi nel seminterrato degli edifici con pannelli prefabbricati avevano almeno un servizio igienico.

I muri esterni sono in calcestruzzo armato con uno spessore che varia da 70 a 100 cm, i muri interni in calcestruzzo armato han-

no uno spessore di 30 cm, mentre i muri divisorii sono in laterizio o con mattoni in silicato, con spessore variabile di 15-20 cm. L'altezza varia da 190 a 250 cm. I solai di queste strutture erano rinforzati per sostenere il peso del crollo dell'edificio in caso di attacchi. L'accesso avveniva dalle scale principali, con doppie porte blindate in calcestruzzo e ferro (Fig. 41 b). Una parte dei rifugi sono dotati di finestre, in ogni lato in cui lo stabile si affacciava per prendere luce.



Figura 41 Immagini del rifugio anticrollo nel quartiere n.9 nella città di Tirana, (a) entrata dalla scala principale, (b) porta, (c) elemento di chiusura della finestra in caso di bombardamento

Anche la ventilazione avveniva tramite queste finestre, le quali dovevano essere dotate di chiusure metalliche ermetiche (Fig. 41 c). In caso di bombardamento, le finestre venivano chiuse e per l'aerazione venivano

usati dei cunicoli sotterranei che conducevano a dei boccaporti posizionati nel cortile dell'edificio. Questi cunicoli servivano come uscita di soccorso ma anche per mettere in comunicazione più edifici (Fig. 42, 43).



Figura 42. Aperture per l'aerazione/ventilazione dei rifugi, quartiere n.9 nella città di Tirana



Figura 43. Boccaporti posizionati nel cortile che servivano anche come uscita di emergenza, quartiere Porcelani nella città di Tirana



Figura 44. Spazi interni dei rifugi nei seminterrati degli edifici, quartiere Porcelani nella città di Tirana



Figura 45. Veduta esterna e interna delle finestre dei rifugi, quartiere n.9 nella città di Tirana

Queste strutture inizialmente erano pensate per svolgere diverse funzioni: in periodo di pace si dovevano usare come caffetteria, cantina etc.; ricovero per i residenti in caso di bombardamenti aerei. Ci furono, tuttavia, svariate complicazioni: l'isolamento, la mancanza di competenze nella produzione specifica in fabbrica e l'assenza di attrezzature idonee per la creazione di elementi complessi. Non fu, quindi, possibile produrre le chiusure in modo che fossero completamente funzionali; si compromise, così, la funzione del rifugio stesso.

L'acqua in questi rifugi poteva essere ottenuta dall'impianto idrico dell'edificio, così

come dal sistema elettrico dell'edificio veniva ricavata l'elettricità.

Questa tipologia ha preso spunto dal modello svizzero²¹, uno dei paesi in cui gli architetti albanesi hanno condotto le pratiche di specializzazione. In Svizzera il seminterrato è utilizzato per diverse funzioni, ma questo sistema in Albania non ha funzionato. I progetti dei rifugi non furono eseguiti come previsto per una serie di cause, come per esempio, per raggiungere gli obiettivi dei piani in termini di tempi e di costi, o per l'impossibilità di realizzare in fabbrica elementi così complessi. Ciò ha portato alla scarsa funzionalità delle strutture costruite.

.....

²¹ La Svizzera è uno dei paesi più fortificati e meglio preparati al mondo per l'inizio della guerra e della devastazione nucleare: esiste una vasta rete di bunker militari e ripari antiatomici per la protezione della popolazione. Ci sono circa 20'000 bunker militari e quasi 310'000 rifugi antiatomici privati e pubblici diffusi nel Paese.

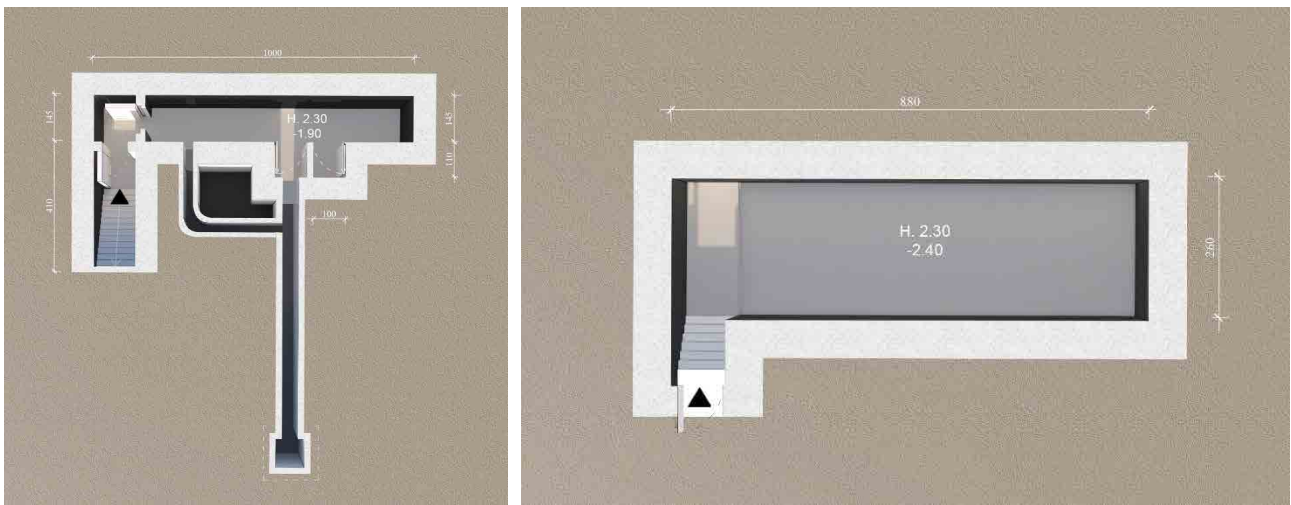


Figura 46. (a) Rifugio in Via Kavajës, (b) rifugio nel quartiere Agimi

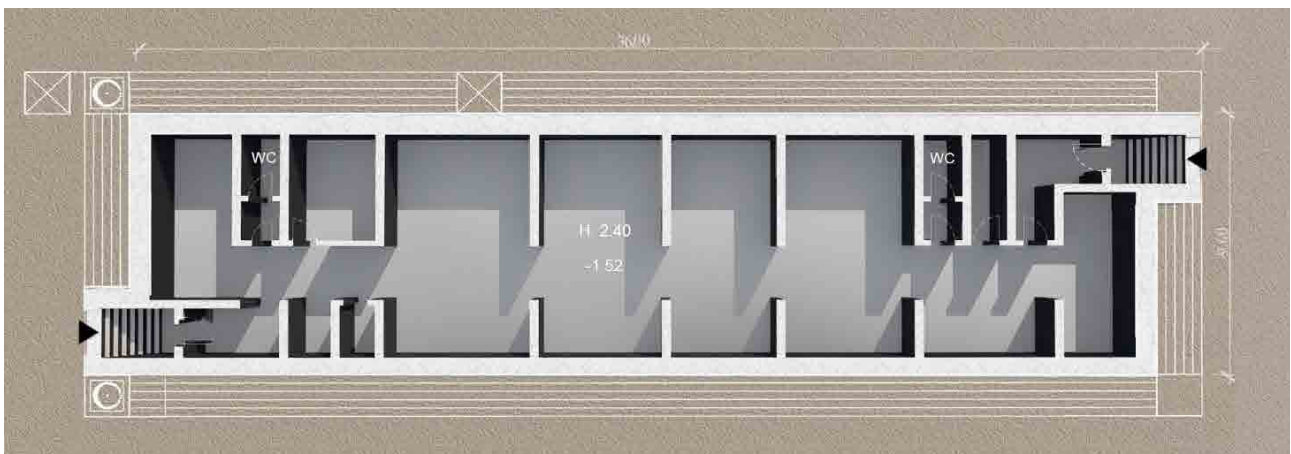


Figura 47. Rifugio nel cortile del Quartiere n. 9 (caso studio)

Questi rifugi non sono mai stati usati per le funzioni progettate. All'inizio si usavano per le riunioni di quartiere del Partito Socialista e più avanti furono completamente abbandonati. La mancata gestione è stata la causa principale del loro degrado. Questi spazi oggi sono abbandonati in uno stato di degrado, cosa che causa il declino dell'intero edificio.

3.5.2 RIFUGI DI SOCCORSO NELLE ZONE APERTE DEI QUARTIERI RESIDENZIALI

Contemporaneamente ai rifugi anticrollo nel seminterrato degli edifici residenziali, per la popolazione civile contro gli attacchi aerei si costruirono anche i rifugi sot-

terranei nelle zone aperte dei quartieri residenziali. I rifugi di soccorso in zone aperte o nei quartieri sono costituiti da semplici strutture in calcestruzzo armato, a pianta rettangolare, generalmente sotterranee o semi-sotterranee, dotate di doppie porte blindate in calcestruzzo e ferro a tenuta stagna.

Queste strutture sono state progettate con l'obiettivo di proteggere la popolazione nelle strade o in ambienti non sicuri in caso di bombardamento. Gli spazi interni con una superficie ampia erano generalmente suddivisi in più stanze, come già accennato, per evitare, in caso di bombardamento, che tutti gli occupanti fossero esposti all'effetto dell'esplosione.

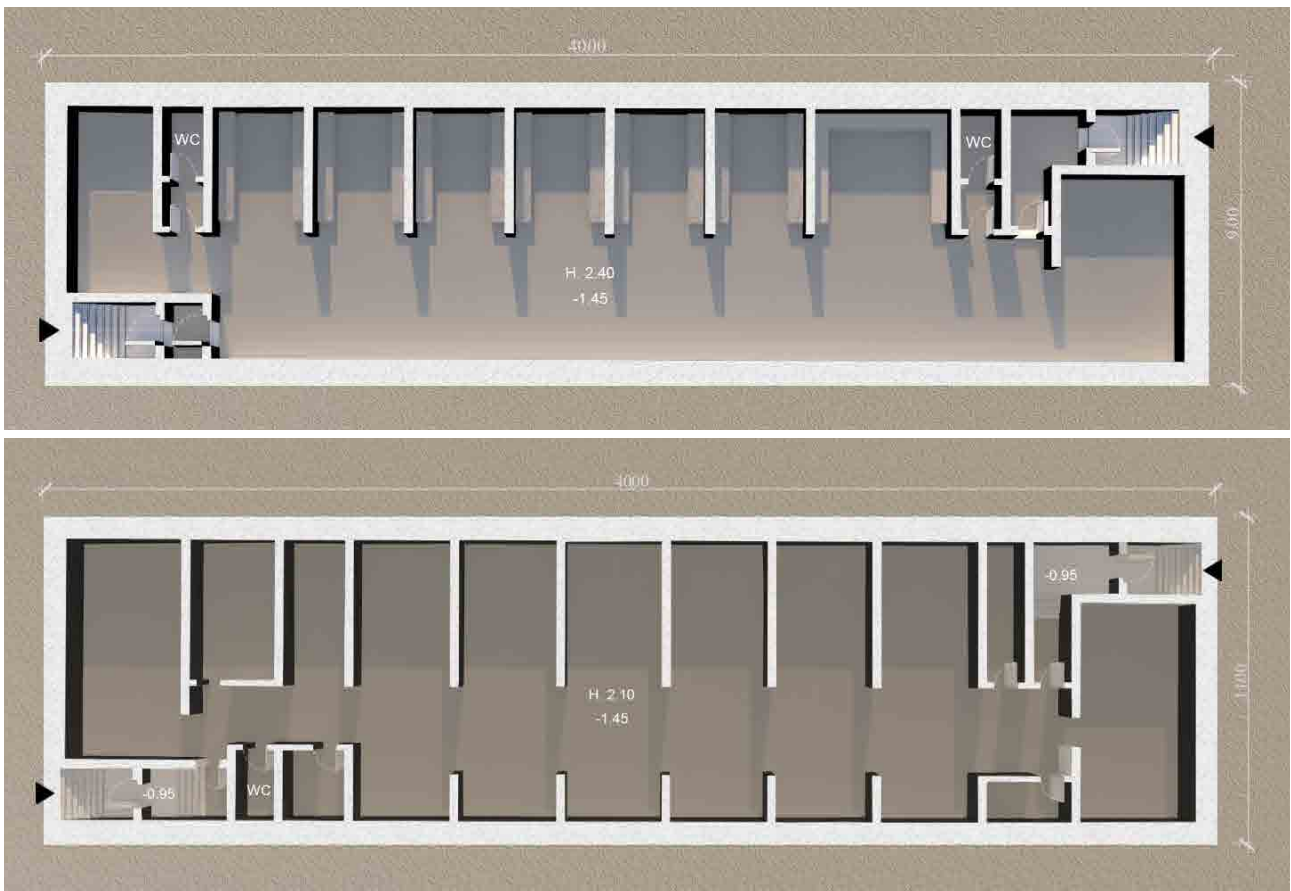


Figura 48. Rifugi nei cortili del Quartiere n. 9



Figura 49. Entrata dei rifugi nei cortili in Via Kavajës



Figura 50. Immagini del rifugio in Via Kavajës

La loro ventilazione avveniva tramite diverse aperture principalmente cilindriche (Fig. 50) che conducevano a dei boccaporti collocati nella parte superiore dei rifugi. La costruzione di queste strutture era molto semplice. Dall'Istituto della Protezione Civile (MCR) furono preparati i progetti degli impianti elettrici, idrici e sanitari, ma che nella maggior parte dei casi non furono implementati.

Questi tipi di tunnel non resistevano ai bombardamenti diretti e non erano resistenti ai composti chimici che potevano facilmente infiltrarsi in essi. Sono pochi i rifugi civili propriamente costruiti per la protezione dei civili²². In alcuni casi, questi rifugi si collegavano tramite cunicoli con altri rifugi in prossimità. Le dimensioni di queste opere variavano in relazione alla densità della popolazione nella zona in cui erano utilizzati.

È difficile definire esattamente quanti rifugi civili antiaerei sono stati realizzati a Tirana o nel resto del Paese, considerando che il rapporto superficie/numero di abitanti cambia di caso in caso. Si può, tuttavia, dire che erano sufficienti alla protezione dell'intera popolazione albanese.

Mentre l'attenzione sui bunker è cresciuta negli ultimi anni, una quantità indefinita di rifugi sotterranei rimane nascosta e dimen-

ticata. I rifugi abbandonati possono essere rivitalizzati e integrati nella vita sociale della città, che soffre di un'urbanizzazione accelerata e fornire i spazi tanto necessari per i servizi e le attività della comunità.

.....
²² PROSEKU, K., (responsabile degli impianti elettrici durante la progettazione e costruzione dei rifugi) in una discussione con l'autore, 2018.

Riferimenti bibliografici

ISLAMI, Gj., 2016. *Miglioramento energetico degli alloggi con pannelli prefabbricati a Tirana*. Tesi di dottorato, Politecnico di Tirana, Facoltà di Architettura e Urbanistica.

Istituto degli Studi di progettazione n. 1, Settore di tipizzazione, 1977-79. *Edifici residenziali con pannelli prefabbricati, Appunti tecnici - Modulo 1*. Tirana: Archivio Centrale Tecnico dell'Edilizia.

Istituto degli Studi di progettazione n. 1, Settore dell'urbanistica, 1979. *Studio Urbanistico - Quartiere con edifici prefabbricati, Lushnja*. Tirana: Archivio Centrale Tecnico dell'Edilizia.

Istituto degli Studi di progettazione n. 1, Settore dell'urbanistica, 1979. *Studio Urbanistico - Quartiere con edifici prefabbricati, Elbasan*. Tirana: Archivio Centrale Tecnico dell'Edilizia.

Istituto degli Studi di progettazione n. 1, Settore dell'urbanistica, 1979. *Studio Urbanistico - Quartiere con edifici prefabbricati, Fier*. Tirana: Archivio Centrale Tecnico dell'Edilizia.

Istituto degli Studi di progettazione n. 1, Settore di tipizzazione, 1979. *Edifici residenziali con pannelli prefabbricati-Appunti tecnici-Modulo 1/2*. Tirana: Archivio Centrale Tecnico dell'Edilizia.

Istituto degli Studi di Progettazione n. 1, Settore di tipizzazione, 1980. *Edifici residenziali con pannelli prefabbricati. Appunti tecnici - Modulo 1*. Tirana: Archivio Centrale Tecnico dell'Edilizia.

KADIU, F., (responsabile del Laboratorio Centrale del Ministero dell'Edilizia e successivamente parte dell'Istituto di Tecnologia delle Costruzioni) in una discussione con l'autore, 2017.

KECI, M., 2016. *Gli Edifici residenziali di Tirana nel dopoguerra*. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale.

KOLEVICA, P., MOSKO, S. e ÇOMI, K., 1972. Edifici che abbelliamo, o bellezze che costruiamo. *Zëri i Popullit* n. 19.

KOLEVICA, P., 1997. *Architettura e Dittatura*. Tirana: Marin Barleti.

PROSEKU, K., (responsabile degli impianti elettrici durante la progettazione e costruzione dei rifuggi) in una discussione con l'autore, 2018.

CAPITOLO 4

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA
DEGLI EDIFICI CON PANNELLI
PREFABBRICATI: RECENTI
APPLICAZIONI IN ALBANIA ED IN
ALTRI PAESI EUROPEI

4 RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI CON PANNELLI PREFABBRICATI: RECENTI APPLICAZIONI IN ALBANIA ED IN ALTRI PAESI EUROPEI

Nell'Europa dell'Est circa 100 milioni di persone vivono in edifici composti da pannelli prefabbricati in calcestruzzo¹. Chiamati in diversi modi (*Parafabrikate* in Albania, *Panelac* in Bulgaria, *Plattenbau* in Germania, *Bloki* in Polonia, *Panelház* in Ungheria, etc.), secondo diversi studi, questi edifici mostrano le stesse problematiche: degrado dei componenti, elevato flusso termico tra ambiente interno e ambiente esterno attraverso l'involucro, presenza di ponti termici, presenza di umidità, basso comfort negli spazi abitativi ed alto fabbisogno energetico.

Di conseguenza il dibattito sul futuro degli edifici prefabbricati² negli ultimi anni è stato al centro dell'attenzione per i paesi europei, in particolare nell'Europa dell'Est, dove il numero di questi edifici è considerevole. L'approccio è stato in gran parte simile, concentrandosi principalmente sul recupero sostenibile. La riqualificazione energetica di questo patrimonio edilizio offre una buona opportunità per la riduzione del consumo di energia e per il miglioramento del comfort abitativo.

Di seguito sono stati analizzati alcuni esempi, i quali aiutano a dare una panoramica generale delle diverse modalità con cui è stato affrontato questo tema. I molteplici approcci dei diversi paesi hanno dato svariati risultati, ognuno dei quali ha i suoi punti di forza e punti deboli, che aiutano a capire le problematiche principali comuni ed i migliori interventi di recupero. Considerando la loro somiglianza, i risultati positivi possono applicarsi all'ampio patrimonio degli edifici con pannelli prefabbricati

come negli altri edifici residenziali costruiti nel periodo del socialismo in Albania.

Considerando le tipologie di intervento, i diversi esempi analizzati sono stati raggruppati in tre principali strategie: demolizione, riqualificazione energetica, riqualificazione energetica e funzionale.

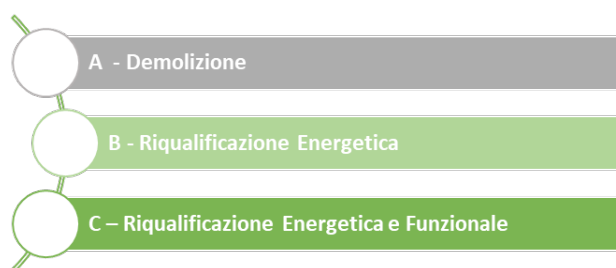


Figura 1. Le diverse strategie di intervento

In gran parte dei casi si è intervenuti solo sul miglioramento energetico dell'involucro, essendo allo stesso tempo indispensabile ed economicamente sostenibile.

In altri casi più sporadici, a parte la riqualificazione energetica, si è intervenuti anche sulla riorganizzazione funzionale delle unità residenziali che, però, comporta dei costi più elevati e, considerando la fascia economica degli abitanti di questa tipologia di edifici, si tratta di un progetto molto più difficile da sostenere. Infatti la maggior parte di questi interventi sono progetti pilota finanziati dallo stato o da donatori. Il fatto che questi edifici, con lo sviluppo della città, si trovino oggi in zone centrali è un altro elemento che comporta un maggiore interesse nella loro completa riqualificazione.

Considerando le superfici limitate, la rigidi-

1 Centro di ricerca sui sistemi ambientali, Università di Kassel, 2003. *Il progetto Solanova, costruendo il nostro futuro*. Disponibile su: < <http://www.solanova.org/> > [data di accesso: 12/01/2017].

2 BYRNES, M., 2017. *La scomparsa degli alloggi di massa dell'Unione Sovietica*. Disponibile su: < <https://www.citylab.com/equity/2017/03/the-disappearing-mass-housing-of-the-soviet-union/518868/> > [data di accesso: 16/01/2018].

tà di questi sistemi e gli alti costi di rinnovamento, in alcuni casi si è preferito demolire questi edifici. La demolizione è stata casuale, spesso guidata dalla necessità e particolarità dei casi; un esempio è l'Olanda, la quale ha deciso di demolire parzialmente per diminuire la densità urbana del quar-

tiere, o Londra, con il crollo della struttura in calcestruzzo. Un approccio più estremo lo ha avuto la Russia, la quale ha deciso di demolire tutti gli edifici prefabbricati, cosa che, però, in questo caso si ipotizza sia stata guidata dall'interesse economico.

Demolizione			Russia	Bielorussia	Inghilterra	Olanda	Germania	Finlandia	Lituania	Romania	Ungheria	Bulgaria	Slovakia	Macedonia	Albania			
Riqualificazione Energetica	Completa	Parziale																
		Isolamento dell'involucro del edificio																
	Riqualificazione Energetica	Sostituzione di finestre, porte e infissi																
		Nuovo sistema efficiente per la climatizzazione e altri impianti elettrici																
		Elementi passivi e/o attivi di riscaldamento e/o raffreddamento																
		Sistemi solari passivi e protezione solare																
		Utilizzo di fonti energetiche rinnovabili (panelli solari e/o fotovoltaici)																
		Tetto verde																
		Funzionale	Installazione dell'ascensore															
			Riprogettazione architettonica degli spazi interni															
	Superficie aggiuntiva																	
	Consolidamento e Rinforzo Strutturale																	
	Riprogettazione architettonica degli spazi esterni comuni																	
	Edificio con servizi (zona dedicata ai bambini, negozi, biblioteca ecc.)																	
	Parcheggio sotterraneo																	

Figura 2. L'approccio dei diversi paesi nei confronti del patrimonio degli edifici prefabbricati (la tabella si riferisce a esempi singoli presi come riferimento dall'autore)

4.1 APPROCCIO A: DEMOLIZIONE

La Russia - La demolizione massiva

Località: Mosca, Russia

Progetto: "Programma di Rinnovo"

L'approccio iniziale della Russia si era limitato ad interventi minimi artistici con semplici colorazioni delle facciate nei quartieri residenziali di massa. Considerando che in Russia i giorni soleggiati sono pochi, si è deciso di realizzare un intervento artistico per migliorare l'atmosfera in questi quartieri considerati grigi e monotoni. Questo approccio è simile agli interventi delle facciate realizzate in Albania durante gli anni '90, dove l'obiettivo principale del comune era quello di migliorare l'immagine degli edifici obsoleti.

Al contrario, nel 2017 è iniziato il processo chiamato "programma di rinnovo", il quale consiste nella più grande demolizione mai vista non solo nella storia degli edifici prefabbricati in Russia ma anche in tutta l'Europa. Infatti il 1° luglio 2017 il presidente russo Vladimir Putin ha firmato la legge che autorizza la demolizione di circa 4500 alloggi prefabbricati in calcestruzzo chiamate anche "*Khrushchyovka*", costruiti negli anni '50 e '60 nella città di Mosca. Gli edifici di cinque piani si trovano in varie zone della città, nei quali vivono quasi 2 milioni di abitanti. Secondo le autorità di Mosca, questa decisione è stata presa considerando lo stato degradato e obsoleto degli edifici prefabbricati, impossibili da recuperare, dove l'unica alternativa rimane la loro demolizione³.

.....
3 RFE/RL, 2017. Putin firma la legge che autorizza la demolizione di 4.500 palazzi in Mosca. *Radio Free Europe*. Disponibile su: <<https://www.rferl.org/a/putin-moscow-apartment-demolition-protests-relocation/28590076.html>> [data di accesso: 10/01/2017].



Figura 3. Arte urbana nelle facciate degli edifici prefabbricati nella periferia di Mosca [Šutavičius 2014]

Inizialmente il piano era di demolire 8.000 edifici prefabbricati, ma, dopo intense proteste, si è deciso di demolirne circa 4.500, i quali verranno sostituiti con grattacieli ad alta densità. Secondo gli abitanti le problematiche principali di questi edifici sono simili a quelle riscontrate negli edifici prefabbricati in Albania costruiti negli anni '80. La qualità delle costruzioni varia da un edificio all'altro, a seconda del periodo di costruzione. Gli edifici offrono un basso comfort termico e qualità dell'aria, con presenza di umidità negli spazi abitativi, privi di ascensori, e con spazi interni piccoli, caratteristici di questa tipologia di costruzione. Tuttavia, vale la pena menzionare il fatto che questi quartieri residenziali sono stati progettati con tutti i servizi necessari per la comunità, come asili, scuole, ambulatori, parchi giochi e che oggi questi quartieri sono tra le zone più verdi della città.

L'intervento di demolizione e riqualificazione urbana è stato molto discusso, specialmente in relazione all'impatto ambientale e sociale. Molti attivisti e professionisti si sono espressi contro la demolizione degli edifici prefabbricati, giudicandola come un'occasione di lucro, invece che un impegno sociale per migliorare la vita delle persone. Si tratta, infatti, di un intervento che prevede la costruzione di grattacieli, diminuendo gli spazi verdi, aumentando la densità della città che già soffre dalla congestione, e i cui spazi verdi si stanno riducendo sempre di più.

Secondo l'associazione degli ambientalisti di Greenpeace, questo intervento potrebbe causare un "collasso ambientale"⁴. L'intervento di demolizione porterà la perdita di circa 2.700 ettari di spazi verdi nella città di Mosca, con alcuni quartieri che perderanno più del 25% degli alberi esistenti. Inoltre nel progetto proposto si riscontrano diverse problematiche legate alle non conformità con le normative costruttive, antincendio,

.....
⁴ Greenpeace, 2017. *A causa del "progetto di rinnovo" di 13 distretti di Mosca, oltre il 25% degli alberi può essere perso.* Disponibile su: < <http://www.greenpeace.org/russia/ru/news/2017/05-22-moscow/> > [data di accesso: 24/12/2017].

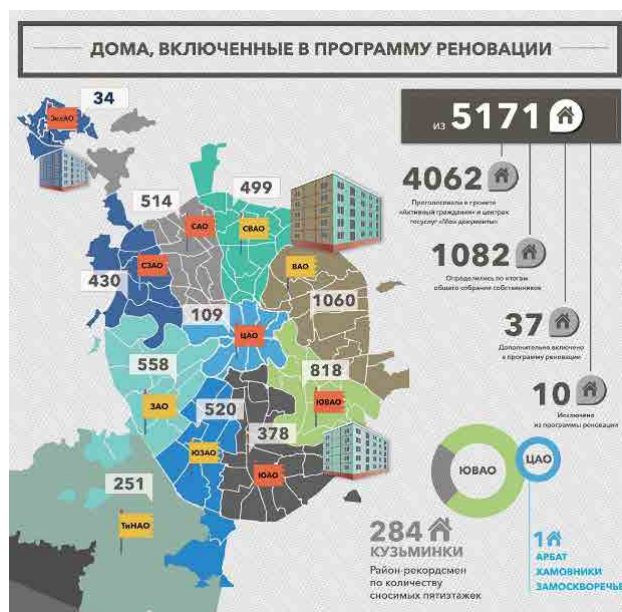


Figura 4. (a) Mappa degli alloggi inclusi nel “programma di rinnovo” [Stroi 2018], (b) vista contrastante di un edificio con pannelli prefabbricati “Khrushchyovka” accanto alla parte moderna della città di Mosca [The Guardian 2017]



Figura 5. Operazione di demolizione delle “Khrushchyovka” a Mosca [Stroi 2018]



Figura 6. Immagine dei quartieri residenziali con *Khrushchyovka* [Stroi 2018]

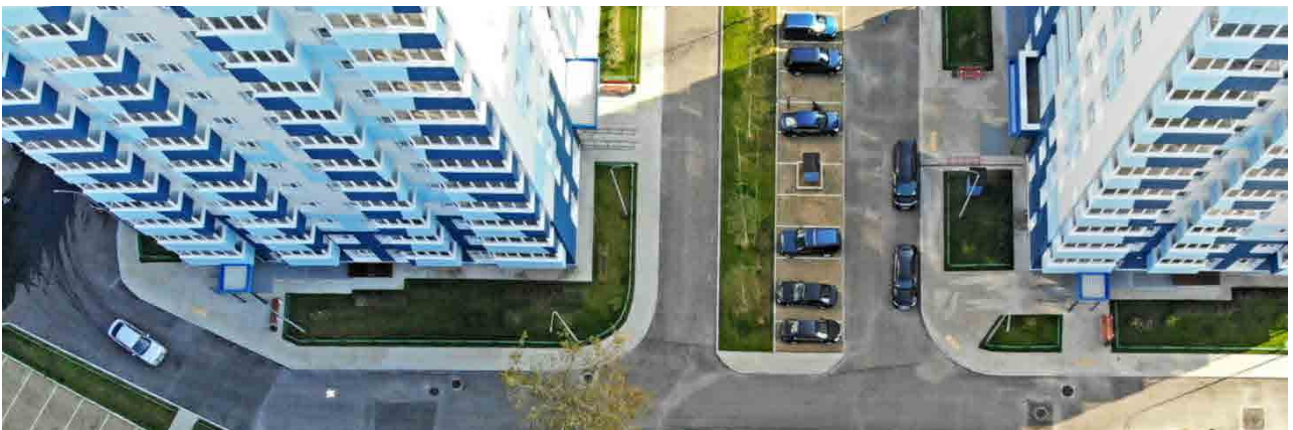


Figura 7. Immagine delle prime tre torri di 14 piani costruite dopo la demolizione delle *Khrushchyovka* di 5 piani nel quartiere di Nagatinsky Zaton [Stroi 2018]

sanitarie, ambientali e di altro tipo, tra cui norme per la densità e l'altezza degli edifici, parcheggi, spazi verdi e per bambini⁵. Diversi attivisti e professionisti, tra cui architetti, ingegneri e professori della prestigiosa Accademia di architettura di Mosca, come Yuri Pavlovich Volchok e l'architetto

Evgeny Asse, hanno affermato che prima della decisione per la demolizione non sono state condotte ricerche adeguate e le necessarie consulenze professionali. A loro avviso, con una ricerca adeguata le *Khrushchyovka* potevano benissimo essere recuperate e rivitalizzate⁶;

.....

5 Gli esperti di Greenpeace Russia osservano che l'edificazione senza rispettare questi standard può portare a un collasso ambientale a Mosca. Inoltre, i residenti dei grattacieli, che appariranno sul sito dell'edificio di cinque piani, avranno bisogno di più verde, man mano che la densità della popolazione aumenterà. Allo stesso tempo, verrà ridotta l'area destinata agli spazi verdi, il che aggraverà le attuali violazioni della pianificazione urbana e degli standard ambientali.

6 LESLIE, CH. e CHARLEY, J., 2017. La demolizione di Mosca, un saggio fotografico. *The Guardian*. Disponibile su: < <https://www.theguardian.com/cities/2017/oct/31/moscow-residents-vote-russia-demolition-rehousing> > [data di accesso: 11/01/2018].

4.2 APPROCCIO B: RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

UNGHERIA - *La Riqualificazione integrata solare degli edifici prefabbricati e del sistema di riscaldamento*

Località: Újbuda, Budapest, Ungheria

Progetto: "Solanova"

Coordinatore del progetto: Università di Kassel, Centro per la ricerca sui sistemi ambientali

Simile agli altri paesi dell'Europa dell'Est, anche l'Ungheria ha più di 2 milioni⁷ di persone che vivono negli alloggi con pannelli prefabbricati che non soddisfano gli standard attuali, caratterizzati da elevate dispersioni termiche tramite l'involucro, presenza di ponti termici, alti costi di manutenzione, sistema di riscaldamento ammortizzato, senza considerare le problematiche sociali.

Nel 2003 è iniziato il progetto "Solanova - Riqualificazione sostenibile integrata solare dei grandi edifici residenziali e del sistema di riscaldamento", il primo progetto di bioedilizia finanziato dal quinto programma quadro (5PQ) di Ricerca e Sviluppo Tecnologico della Commissione Europea nell'Europa dell'Est. Il progetto consiste nella riqualificazione energetica di un edificio esistente con pannelli prefabbricati in calcestruzzo. Il progetto è stato proclamato vincitore di diversi premi internazionali come "European Solar Prize 2006", il terzo posto nell' "International Energy Globe 2006 (Earth)" etc.

Il progetto Solanova rappresenta un esempio di buona pratica per la corretta attuazione della direttiva dell'Unione Europea sulla prestazione energetica nell'edilizia. Solanova propone una simbiosi tra tre strategie principali:

- progettazione finalizzata alle esigenze degli abitanti

.....

7 <http://www.solanova.org/>



Figura 8. L'edificio del progetto pilota prima e dopo l'intervento

- ottimizzazione delle prestazioni dell'edificio
- sfruttamento dell'energia solare

Nel 2005, è iniziata l'implementazione del progetto con la riqualificazione energetica di un edificio di 7 piani con pannelli prefabbricati in calcestruzzo nella città di Dunaujváros, che si è trasformato nel primo progetto in cui si sono applicati i concetti della casa passiva.

Gli interventi principali consistono in:

- Isolamento termico e idrico dell'involucro dell'edificio, tramite l'applicazione di 20 cm di strato di isolamento, riducendo la trasmittanza termica da 0,5 W/m²K a 0,1 W/m²K dopo l'intervento
- Sostituzione di finestre e porte, riducendo la trasmittanza termica da 3W/m²K a 1W/m²K dopo l'intervento)
- Nuovo sistema di ventilazione
- Nuovo sistema efficiente per il riscaldamento
- Pannelli solari (per una superficie di 140m²)
- Sistema di monitoraggio
- Tetto verde

Questi interventi hanno ridotto la dispersione di calore da 3278W a 721W di media per appartamento. Inoltre tramite l'energia solare si genera più del 20% del consumo totale per il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua sanitaria. Ciò ha portato a una drastica riduzione del consumo di energia, più dell'80%, da 220 kWh/m² prima dell'intervento a 40 kWh/m² (consumo dell'energia annuale per il riscaldamento). I criteri identificati nel primo progetto *Solanova* verranno applicati nel nuovo progetto MLEI SOLANOVA in altri 14 edifici nella città di Újbuda and Pest County.

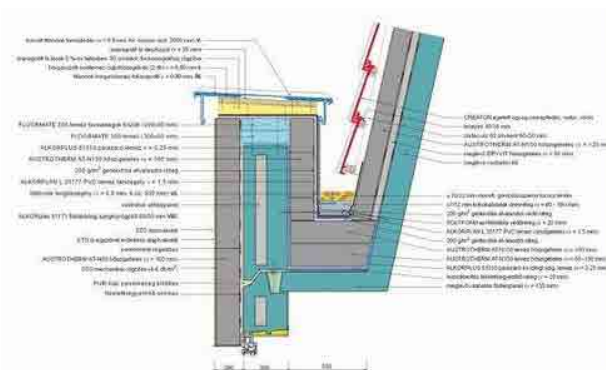
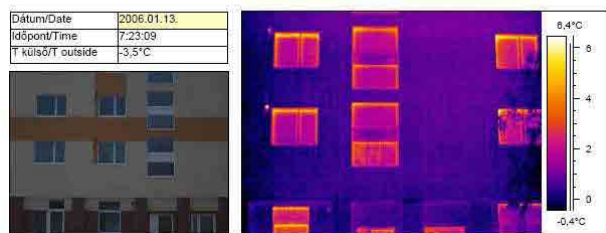
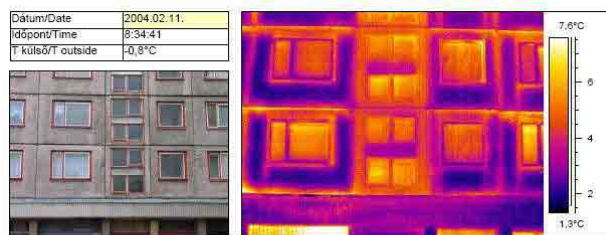


Figura 9. (a) Foto termiche di prima e dopo l'intervento, (b) dettaglio dell'isolamento della copertura

FINLANDIA – *Innova, metodo innovativo per la riqualificazione energetica in edifici esistenti*

Località: Riihimäki, Finlandia

Progetto: “Innova”

Architetto: SAFA Kimmo Lylykangas

Consulenza e monitoraggio: VTT, Centro di ricerca tecnica finlandese

Il sistema di ristrutturazione selezionato sviluppa ulteriormente una tecnica che è già stata utilizzata per la riqualificazione energetica degli edifici in diversi paesi europei. Questo metodo è stato introdotto per la prima volta in Finlandia attraverso il progetto di ricerca TES - Energy Facade di Aalto University, NTNU, Norvegia e TU München, Germania nel 2008-2009. Il progetto Innova è sostenuto da ARA (la fondazione di innovazione finlandese), TEKES (il fondo finlandese per la tecnologia e l'innovazione), altri partner industriali e Paroc come proprietario e coordinatore del progetto. Il progetto Innova è iniziato nel 2010 e mirava a motivare le cooperative abitative a realizzare miglioramenti dell'efficienza energetica. Il progetto ha cercato metodi e soluzioni innovativi per il miglioramento del rendimento energetico degli edifici esistenti. Il nuovo sistema prefabbricato si basa sull'alto isolamento termico e la completa eliminazione dei ponti termici.

In tale iniziativa è stato scelto un edificio di quattro piani tipico degli anni '70, il quale è stato sottoposto a un progetto di riqualificazione per soddisfare i requisiti della casa passiva finlandese “*Finnish Passive House*”⁸, secondo i quali la richiesta di energia per il riscaldamento dopo la ristrutturazione deve essere di massimo 25 kWh/m²a. L'edificio di quattro piani, costruito nel 1975, si trova nella zona di Peltosaari a Riihimäki e dispone di 33 appartamenti in affitto e un asilo nido.

.....
8 NIEMINEN, J., VTT, 2011. *Soluzioni finlandesi per la costruzione a zero energia*. Disponibile su: <https://www.vtt.fi/files/sites/eescu/seminar_16052011/9_Zero_energy_buildings_Niemenen.pdf> [data di accesso: 10/01/2017].



Figura 10. (a) Prima dell'intervento di riqualificazione, b) immagine dell'edificio dopo gli interventi di riqualificazione [Paroc Group]

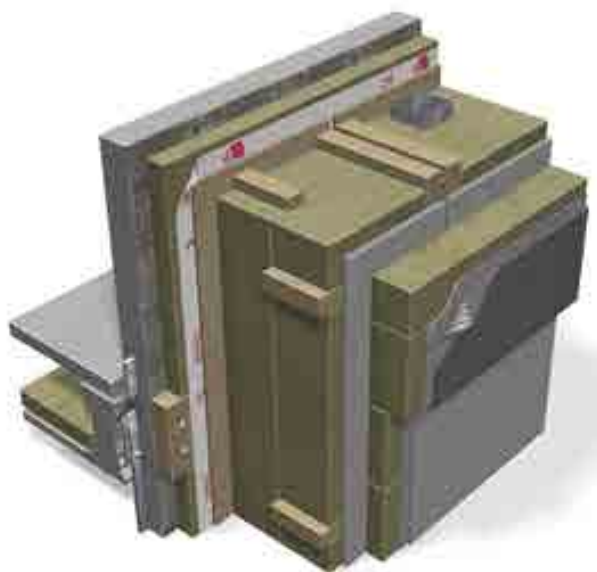


Figura 11. Dettaglio del sistema PAROC con trasmittanza termica di U-value 0.10 W/m²K [Paroc Group]



Figura 12. Il progetto Innova durante la fase di costruzione e montaggio dei pannelli di isolamento prefabbricati [Paroc Group, Kimmo Lylykangas]

Il sistema di riqualificazione utilizza elementi di facciata composti da pannelli prefabbricati in calcestruzzo a sandwich, caratteristici della tipologia degli edifici prefabbricati simili a quelli usati anche nel caso dell'Albania. Il progetto Innova propone l'isolamento dell'involucro con degli elementi prefabbricati assemblati e completati in fabbrica. La struttura dell'elemento in legno utilizzato nel progetto di riqualificazione viene applicato nella facciata esistente. Questo nuovo metodo di riqualificazione fornisce rapidamente lo standard della casa passiva dell'edificio.

Gli interventi principali consistono in:

- Isolamento termico e idrico dell'involucro dell'edificio, composto da una serie di strati e guaine impermeabilizzanti con trasmittanza termica pari di $0.10 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Isolante in lana di roccia 10 cm PA-ROC UNM 37pz
 - Strato di isolamento acustico Tyvek, XMW 060
 - Elemento multistrato con isolante in lana di roccia di 30 cm eXtra plus
 - Pannello da costruzione a base di cemento
 - Isolante a base in gesso 5-10 mm PA-

ROC FAL 1

- Trasmittanza termica di $0.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ dopo l'intervento
- Sostituzione dei vecchi balconi in cemento armato con nuovi balconi con struttura in acciaio
- Nuove finestre a doppi vetri con camera con gas Argon e film selettivi. Il valore U è $0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Nuove porte per il balcone con triplo vetro e doppia camera con gas Argon
- Nuovo sistema di ventilazione con un efficace recupero del calore. Il sistema di ventilazione è dotato di filtri per evitare problemi di infiltrazioni minori dell'aria di scarico e dell'aria in entrata.
- Il tetto ha un nuovo attico per i condotti di ventilazione e un nuovo spazio tecnico per le unità di ventilazione con trasmittanza termica di $0.08 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Sistema di monitoraggio

Il progetto *Innova* ha ridotto il fabbisogno energetico del 75%.

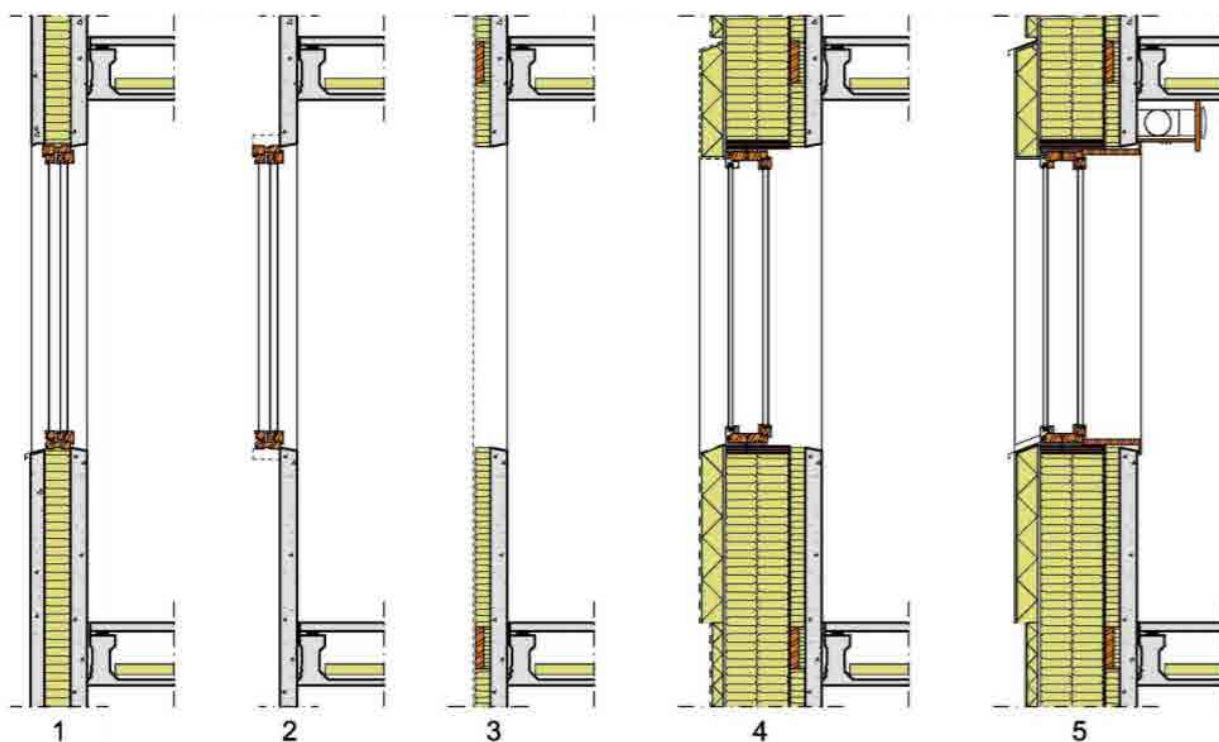


Figura 13. Fasi del processo di riqualificazione tramite il sistema TES [Kimmo Lylykangas]
 (1) Lo strato di calcestruzzo esterno dell'elemento sandwich viene smontato, (2) l'esistente isolamento termico viene rimosso, (3) nuovo strato di isolamento termico di 70 mm è montato sulla superficie del pannello esistente in calcestruzzo, (4) l'elemento di facciata prefabbricato viene montato, le finestre, le porte del balcone e la canalizzazione verticale per la fornitura dell'aria vengono installati negli elementi nuovi. Alla fine il lavoro di rifinitura viene svolto sul sito (5).

Il pannello esterno esistente in calcestruzzo e l'isolamento termico delle vecchie pareti vengono smantellate e sostituite dai nuovi elementi verticali di facciata con una struttura a telaio in legno. I condotti di ventilazione, le finestre e le porte dei balconi sono stati installati negli elementi esistenti, come il primo strato dell'intonaco delle facciate. I nuovi materiali della facciata sono: intonaco, pannelli in fibra di cemento (asilo nido) e rivestimenti in legno (per i balconi). La superficie tridimensionale della facciata e il gioco di colore mostrano la divisione degli appartamenti dietro la facciata. L'obiettivo del progetto architettonico era migliorare le facciate, mantenendo comun-

que una connessione con il carattere originale dell'edificio.

Nell'edificio pilota di Riihimäki la riduzione delle emissioni di CO₂ equivalente fino a 75 tonnellate all'anno rispetto ad un tipico edificio⁹ è possibile grazie alla soluzione di riqualificazione e di resa efficiente dal punto di vista energetico del progetto Innova.

Un altro vantaggio del sistema prefabbricato TES paragonato ai sistemi standard consiste nella riduzione della durata dei lavori di costruzione in loco. La durata prevista per l'intera fase di costruzione è di cinque mesi, che è quasi la metà del tempo rispetto alle tecniche comuni di ristrutturazione di edifici multipiano.

.....
 9 Paroclv. *Il progetto Innova - un nuovo metodo innovativo per la realizzazione di ristrutturazioni ad alta efficienza energetica negli edifici multipiano*. Disponibile su: <https://www.paroc.lv/campaigns/innova-project?sc_lang=en> [data di accesso: 11/01/2017].

ALBANIA – *Progetti pilota di riqualificazione energetica parziale*

Diversamente, in Albania, gli interventi di rinnovo vengono solitamente applicati negli interni delle abitazioni e consistono principalmente in rifacimenti di pavimenti, pareti, soffitti e arredamento. Solo negli ultimi anni è iniziata la consapevolezza del miglioramento energetico delle abitazioni. Sono pochi i casi di riqualificazione energetica e anche in questi casi abbiamo a che fare con interventi parziali, i quali non hanno soddisfatto le aspettative del committente a livello di risparmio energetico e comfort abitativo.

Un esempio è il progetto del Comune di Tirana eseguito nel 2017 quando è iniziato il progetto “Rivitalizzazione architettonica della Capitale - Le facciate di Tirana”, il quale, tramite il rinnovo degli edifici esistenti negli assi principali della capitale, mira a migliorare l’immagine della città ma soprattutto a migliorare le prestazioni energetiche e, di conseguenza, ridurre le emissioni di CO₂. Secondo gli ultimi cambiamenti della Legge n. 10112 del 9 aprile 2009 per “la Gestione della comproprietà degli edifici residenziali”, attraverso l’assemblea dei comproprietari in conformità con le disposizioni della presente legge ed in collaborazione il comune di Tirana, il comune stesso offre finanziamenti per lo sviluppo di investimenti per la riqualificazione fisica ed energetica per edifici residenziali di comproprietà. Il primo intervento riabilitativo nella città di Tirana è un edificio di undici piani costruito nel 2003. L’edificio si trova nella in Via Tish Dahua all’ingresso della strada del Comune di Parigi a Tirana, una delle zone più dense della città. Si tratta di un edificio con muratura in laterizio, senza isolamento. L’intonaco della facciata era degradato con la muratura dell’edificio esposta. Ciò ha portato ad un elevato scambio termico ed infiltrazione di umidità all’interno delle abitazioni.

Il progetto proposto per l’edificio selezionato prevedeva l’isolamento termico dell’involucro dell’edificio con polistirene (EPS) della facciata della copertura (Fig.



Figura 14. Edificio prima e dopo l’intervento di riqualificazione [Municipio di Tirana 2018]

15). Inoltre il progetto prevedeva la sostituzione delle finestre esistenti con delle nuove finestre con i profili in PVC a doppio vetro con intercapedine d'aria, e tapparelle. Per ragioni economiche la sostituzione delle finestre non è stata eseguita. Inoltre, analizzando i dettagli costruttivi, si riscontrano diverse problematiche in relazione ai ponti termici causati dall'isolamento non eseguito adeguatamente.

Questo dettaglio è stato preparato dagli architetti del Comune di Tirana che assistono durante tutto il processo della riqualificazione. In tutti e due i casi si notano diversi ponti termici, rappresentati dalla discontinuità che si è creata tra il muro principale in laterizio, l'isolamento esterno a capotto e il davanzale passante. Le conoscenze, l'esperienza per la corretta progettazione e il corretto impiego delle misure necessarie per la riqualificazione energetica sono indispensabili per avere dei risultati efficaci.

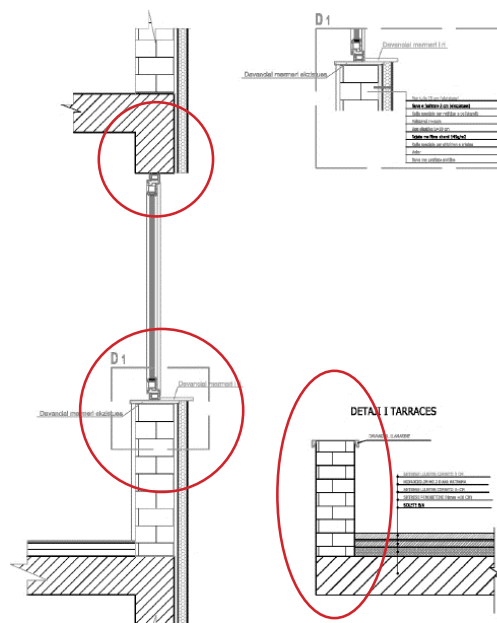


Figura 15. Ponti termici riscontrati nel dettaglio dell'isolamento del capotto nella parte del parapetto del terrazzo e nel davanzale passante dell'edificio in Via Tish Dahua [Municipio di Tirana 2018]

ALBANIA - Esempio di riqualificazione energetica nella città di Fier

Il primo intervento di riqualificazione energetica negli alloggi con i pannelli prefabbricati in Albania è stato implementato nella città di Fier nel 2011. Questo intervento è stato sviluppato nell'ambito del progetto "Riduzione del consumo energetico e, di conseguenza, delle emissioni di CO₂" attraverso l'associazione tra la società civile e l'amministrazione locale, con l'obiettivo di migliorare l'efficienza termica negli alloggi prefabbricati e di informare gli abitanti dell'importanza del miglioramento energetico degli edifici. Questo progetto è stato finanziato dalla Comunità Europea nell'ambito del Programma CARDS e progettato dall'Istituto per lo Sviluppo dell'Habitat "Co-Plan" in collaborazione con il Comune di Fier.

In collaborazione con il Comune di Fier, è stato scelto un edificio con i pannelli prefabbricati nel quartiere "8 febbraio". L'edificio selezionato si trova nel quartiere relativamente povero. Si tratta di un edificio



Figura 16. L'edificio preso come progetto pilota prima dell'intervento e fotomontaggio successivo all'intervento [Shehi 2010]



Figura 17. (a) Angolo della base dell'edificio, b) processo di isolamento, c) copertura esistente [Shehi 2010]

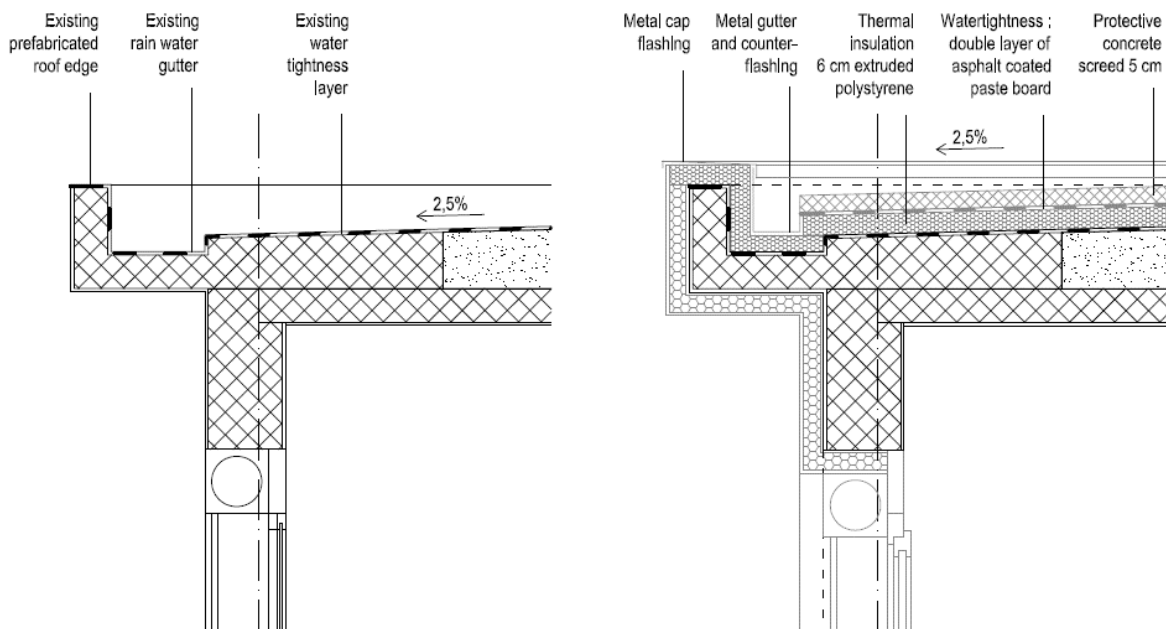


Figura 18. Dettaglio dell'intervento di riqualificazione, rima e dopo l'intervento [Shehi 2010]

con pannelli prefabbricati del Modulo Abitativo 1, variante con balcone, alto cinque piani e composto da tre appartamenti per piano con un totale di 30 unità residenziali. Nel 2011 sono stati conclusi i lavori di costruzione per la realizzazione del progetto.

Gli interventi principali eseguiti consistono in¹⁰:

- Isolamento termico e idrico dell'involucro dell'edificio (tramite l'applicazione di

5 cm di strato di isolamento di polistirene (EPS) in facciata e 6 cm nella copertura)

- Sostituzione di finestre con i profili in PVC a doppio vetro, con l'intercapedine d'aria e tapparelle avvolgibili
- Chiusura del blocco scala, nel quale sono state impostate delle finestre con i profili in PVC a doppio vetro, con l'intercapedine d'aria per effettuare la chiusura della loggia nel pianerottolo intermedio

10 SHEHI, T., GJOKA, K. e SCHWEIZER, R., 2010. *Guida pratica per aumentare l'efficienza termica negli edifici residenziali*. Tirana: Botime Afrojdit.

Come si può notare, gli interventi si sono limitati all'isolamento dell'involucro e non è stato considerato un nuovo sistema efficiente per il riscaldamento/raffreddamento e la ventilazione, oppure l'uso delle energie rinnovabili (pannelli solari o fotovoltaici).

Il costo complessivo del finanziamento per l'intervento riabilitativo era di 84.500€ (Co-Plan, 2011). Con un costo di circa 38,4 €/m² oppure di circa 2.816 € per un appartamento trilocale.

Era previsto che i costi dell'investimento inizialmente fossero finanziati per l'80% dal Comune di Fier e per il 20% dai residenti. Il 20% era ancora troppo per i residenti di questi alloggi, considerata la loro fascia economica. Alla fine della negoziazione il consenso dei residenti si è avuto stabilendo che il 10% spettasse ai residenti e il 90% al Comune di Fier. A seconda del tipo di appartamento (bilocale o trilocale) il costo da pagare dai residenti varia da 240 ai 320€. Secondo il Comune di Fier ancora oggi una parte dei residenti non ha pagato la sua parte a causa della loro situazione economica.

Il progetto prevedeva la riduzione del fabbisogno energetico circa del 30 - 40% (Co-Plan, 2011). Fino ad oggi non ci sono dei dati precisi sui risparmi energetici ottenuti dopo l'intervento di riqualificazione. Dopo gli interventi completati nel 2011, secondo i residenti c'è stata una mancata manutenzione dell'edificio. Infatti oggi gli interven-

ti compiuti nel 2011 si trovano deteriorati. Questo è dovuto anche alla scarsa qualità dei lavori di costruzione. Tuttavia la qualità di vita in questi alloggi è migliorata dopo la realizzazione della riqualificazione energetica dell'edificio. Non solo le condizioni di comfort nelle abitazioni sono migliorate ma anche il consumo di energia elettrica si è ridotto, anche se non in modo significativo.

Fin qui si può considerare che questo progetto sia un primo passo positivo nel processo della riqualificazione energetica del patrimonio degli edifici costruiti durante il periodo del socialismo in Albania.

È chiaro che il supporto finanziario, la politica di incentivazione e le agevolazioni fiscali siano indispensabili per consentire la realizzazione di questi interventi, considerando la bassa fascia economica di gran parte degli abitanti di questi alloggi. La mancanza del *know how* è un altro problema che si riscontra in Albania, ed anche in questo esempio, ma è indispensabile per ottenere il massimo risultato. Un altro ostacolo è la mancanza di informazione degli abitanti sugli interventi e le misure possibili da intraprendere per il risparmio energetico. Per questo è necessario avere delle linee guida ed esempi di pratiche ben riuscite per suscitare negli abitanti la consapevolezza della necessità del miglioramento della prestazione energetica delle abitazioni come fattore direttamente legato al comfort abitativo.

4.3 APPROCCIO C: RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E FUNZIONALE

Esempio Romania - *Soluzioni di riqualificazione energetica, aspetti architettonici e strutturali.*

Località: Timisoara, Romania

Autori: A. Botici, V. Ungureanu, A. Ciutina, Zs. Nagy, A. Talja, L. Fülöp

Finanziatore: Politecnico di Timisoara, Università Tecnica di Cluj, Centro di Ricerca Tecnica VTT di Finlandia

Anche in Romania, gran parte della popolazione urbana vive in edifici collettivi multipiano composti da pannelli prefabbricati in calcestruzzo costruiti durante gli anni 1953-1989. La maggior parte di questi edifici hanno più di 30 anni e i materiali utilizzati per l'isolamento termico sono già obsoleti. Come in tutti i casi studiati fino ad adesso, la maggior parte degli edifici prefabbricati residenziali non soddisfano le normative attuali per il comfort interno, necessitano il miglioramento termico dell'edificio e della loro efficienza energetica attraverso soluzioni sostenibili, che, oltre ai benefici economici e sociali, porteranno alla riduzione delle emissioni di gas serra.

Infatti questo progetto ha valutato diversi tipi di soluzioni di intervento, a partire da soluzioni semplici con isolamento termico e controllo dell'umidità, che garantiscono i requisiti minimi di qualità, fino a sistemi più sviluppati, come l'integrazione di nuovi materiali e tecnologie e l'uso dell'energia rinnovabile. Per applicare una strategia di rinnovamento globale, il progetto presenta diversi esempi di interventi di risanamento realizzati, il loro contesto, la loro rivoluzione nel tempo e le loro problematiche. Inoltre si mostrano gli approcci presentati per il loro rinnovamento.

A parte l'aspetto energetico, uno degli obiettivi di questo progetto è l'ottimizzazione degli spazi interni. Caratteristiche di questa tipologia di edifici sono le ridotte



Figura 19. Edifici composti da pannelli prefabbricati in Romania [Botici 2013]

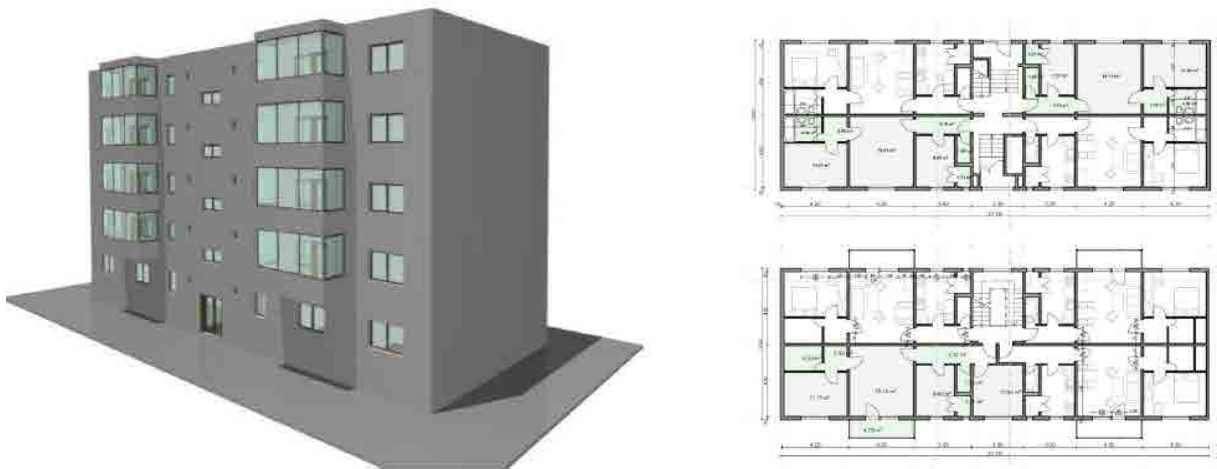


Figura 20. (a) Volumetria, b) pianta tipo prima e dopo la riorganizzazione funzionale degli spazi interni [Botici 2013]

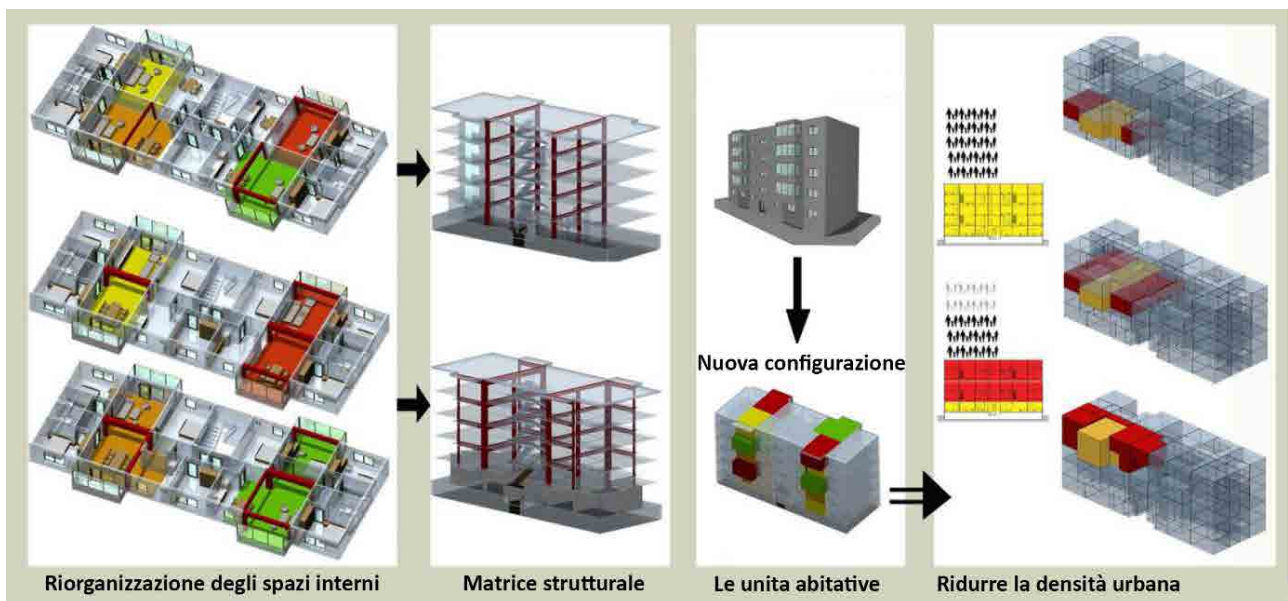


Figura 21. Gli interventi architettonici e costruttivi proposti per il rinnovo degli edifici con pannelli prefabbricati [Botici 2013]

superfici interne e la rigidità dei muri divisorii strutturali fatti di pannelli in calcestruzzo armato, ovvero parti difficili da spostare e modificare. Le superfici calpestabili degli appartamenti variano da 27 m² (costruiti nel 1975) a 33 m² (1982).

Come caso studio è stato preso un modulo tipo di un edificio di 5 piani costruito prima del 1975, composto da 4 appartamenti per piano per un totale di 20 unità residenziali.

Gli obiettivi principali della ricerca sono:

- la riorganizzazione degli spazi interni creando diverse configurazioni e la ricerca di possibili modi per raggrupparli in una matrice
- determinazione dei principali vantaggi di queste matrici e conformazione con i moduli tipo
- rinforzo della stabilità
- miglioramento dell'aspetto estetico



Figura 22. Progetto dell'organizzazione funzionale degli spazi interni [Botici 2013]

Con l'obiettivo di migliorare il comfort abitativo e di ingrandire gli spazi interni per adattarli alle richieste della vita d'oggi, il progetto si è concentrato nello sviluppo di un intervento strutturale per aprire gli ambienti, tenendo in considerazione il periodo in cui i pannelli sono stati realizzati (rinforzo strutturale e conformazione sismica)¹¹. Le aperture nei pannelli strutturali devono essere fatte in modo da non compromettere la capacità della struttura di resistere a carichi verticali e orizzontali. Per questo è stato proposto di sostituire i pannelli portanti di calcestruzzo con un elemento strutturale composto da colonne e travi in acciaio.

Un'altra proposta implica il collegamento di due appartamenti su piani diversi in un unico appartamento tramite l'uso delle scale interne, creando appartamenti con ampia superficie e maggiore comfort. Ovviamente questo intervento impone la riorganizzazione delle aree interne attraverso importanti interventi, sia su pareti strutturali verticali del diaframma sia sui pavimenti strutturali. Questo comporta degli elevati costi che però, in compenso, diminuiscono la densità urbana.

Un altro intervento proposto in questo progetto è l'ottimizzazione dell'area utilizzabile nella copertura, proponendo l'uso di strut-

.....
 11 BOTICI, A., UNGUREANU, V. e CIUTINA, A., 2013. *La riqualificazione sostenibile dei grandi edifici residenziali prefabbricati in calcestruzzo*. Disponibile su: < http://cesb.cz/cesb13/proceedings/1_refurbishment/CESB13_1277.pdf > [data di accesso: 10/06/2017].



Figura 23. Stato di fatto del modulo tipo 770 [Muntean 2017]

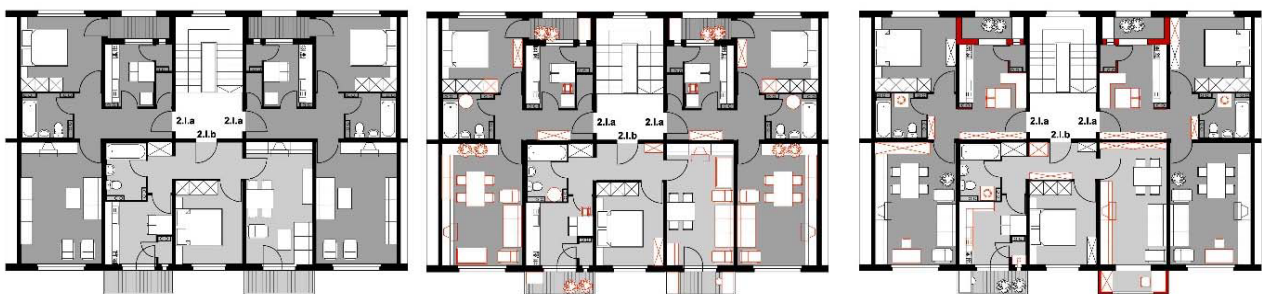


Figura 24. Evoluzione degli appartamenti negli anni: (a) anni '70, (b) anni '90 – primi anni 2000, (c) 2014 [Muntean 2017]

ture in acciaio leggero per sopraelevazioni. Il vantaggio di questo progetto è la possibilità di consentire flessibilità ai residenti e rompere la rigidità che caratterizza la tipologia degli edifici composti da pannelli portanti. Ovviamente le soluzioni si devono studiare ed adattare a tutti i moduli della tipologia per stabilire degli interventi standard e delle regole speciali per i casi particolari. Quello che rimane da considerare in questo approccio sono i costi elevati che comportano queste soluzioni in relazione alla fascia economica degli abitanti.

ESEMPIO ROMANIA - Soluzioni di riqualificazione energetica ed urbana

Autori: D. M. Muntean, V. Ungureanu, I. Petran, M. Georgescu

Finanziatori: Dipartimento delle Strutture in Acciaio e Meccanica Strutturale, Politecnico, Dipartimento Strutturale, Accademia Rumena, Dipartimento delle strutture in acciaio, Università Tecnica di Cluj-Napoca

Un altro esempio significativo dell'approccio C lo troviamo di nuovo in Romania. Diversamente dagli altri esempi analizzati fino ad adesso, questo progetto si concentra non solo nel miglioramento termico dell'edificio e nella riorganizzazione degli spazi interni, ma anche su una scala più ampia, a livello di quartiere. Analizzando le esigenze degli abitanti collegate al contesto urbano, i problemi principali che si riscontrano sono la mancanza di spazi verdi e parcheggi per i residenti¹². Un altro problema da affrontare è l'accessibilità per i disabili, problema che si riscontra anche

.....
 12 MUNTEAN, D.M., UNGUREANU, V., PETRAN, I., GEORGESCU, M., 2017. *I grandi edifici con pannelli prefabbricati in calcestruzzo - Le abitazioni collettive degli anni '70: contesto e miglioramenti*. Disponibile su: <https://www.researchgate.net/publication/320859502_Large_Prefabricated_Concrete_Panels_Collective_Dwellings_from_the_1970s_Context_and_Improvements> [data di accesso: 12/06/2017].

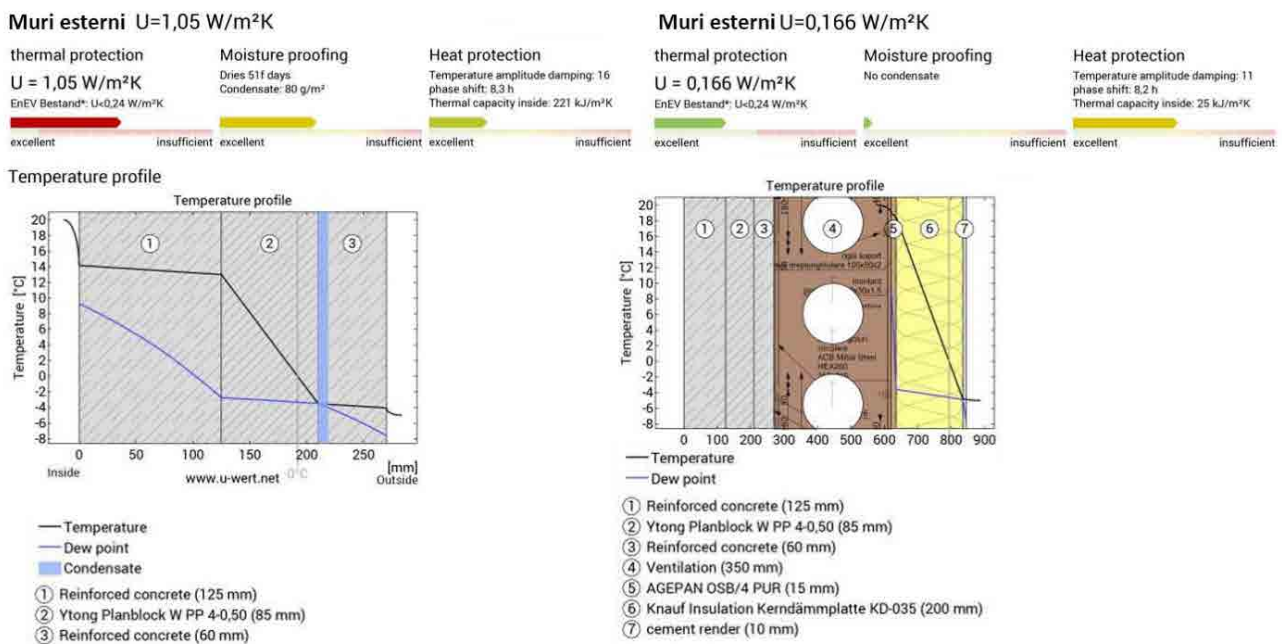


Figura 25. Simulazione del comportamento dei muri esterni con e senza isolamento [Muntean 2017]

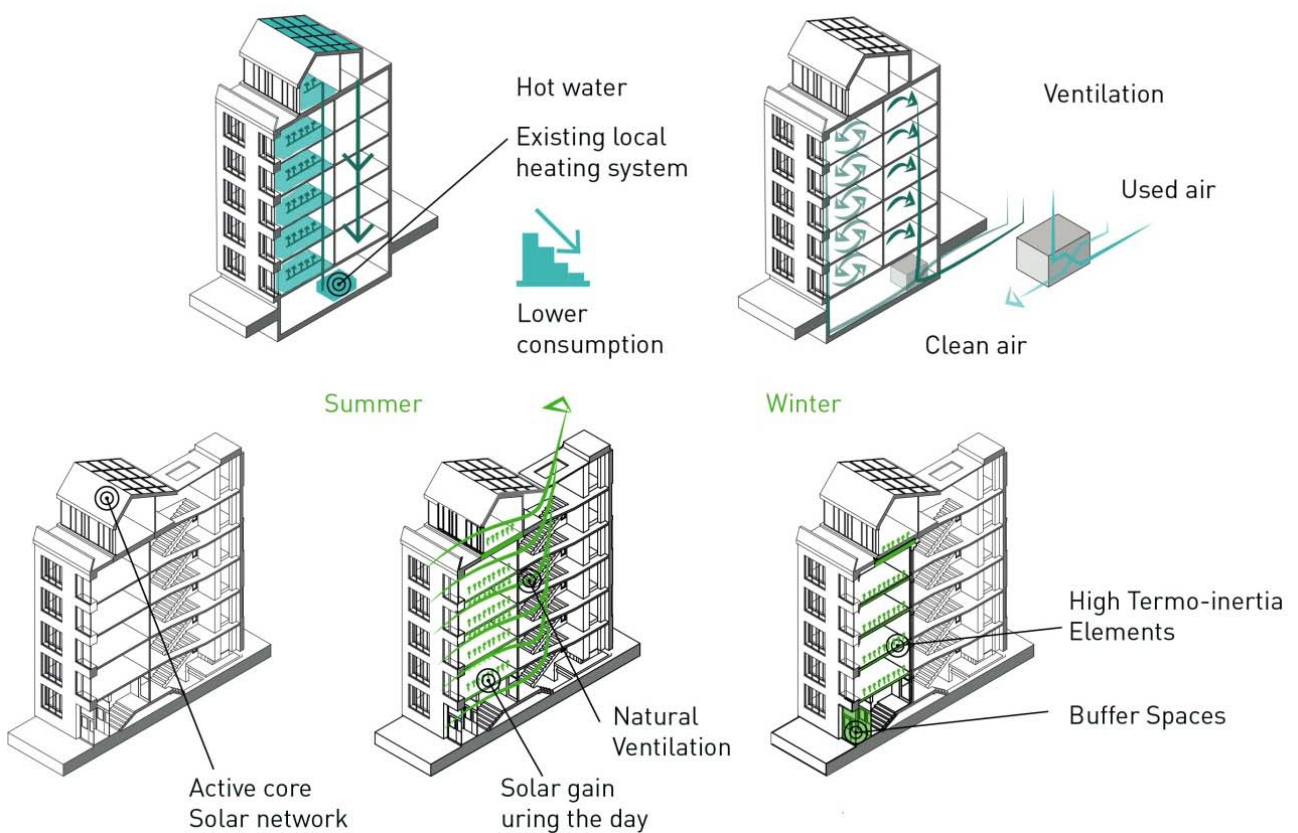


Figura 26. Interventi proposti [Muntean 2017]

nel caso dell'Albania.

- Per rispettare le normative vigenti dell'accessibilità è stato proposto un nuovo sistema di scale, estendendo il pianerottolo intermedio verso l'esterno, dove, su una struttura metallica, è stato posizionato il nuovo ascensore per l'edificio.
- Con l'obiettivo di ridurre il fabbisogno energetico ed il miglioramento termico dell'edificio è stato proposto l'isolamento dell'involucro tramite uno strato di polistirene supportato da una struttura in acciaio leggera collegata all'edificio, riducendo le dispersioni termiche da $1,05 \text{ W/m}^2\text{k}$ a $0,166 \text{ W/m}^2\text{k}$ (Fig. 25).
- Il sistema di riscaldamento è stato migliorato, riutilizzando il sistema di rete integrato con pannelli solari per il riscaldamento dell'acqua sanitaria. Il riscaldamento a pavimento offre condizioni di comfort all'interno degli appartamenti, nonché riduzione del consumo energetico.
- Un sistema di ventilazione ibrido meccanico fornisce aria fresca negli appartamenti e raffrescamento passivo durante le stagioni intermedie, attivando l'inerzia termica delle pareti dell'edificio.
- Inoltre, è stato introdotto un sistema per il riuso dell'acqua piovana ad uso domestico, riducendo il consumo complessivo dell'acqua.
- La struttura sopraelevata serve da supporto per i pannelli fotovoltaici e per il sistema ibrido dei pannelli termici, e rappresenta il nucleo attivo dell'energia rinnovabile integrata alla rete di distribuzione.

ESEMPIO FINLANDIA - Sopraelevazione sull'ultimo piano degli edifici esistenti

Autore: A. Soikkeli

Progetto: KLIKK

Finanziatori: Università di Oulu, Aalto University, Università di Tecnologia di Tampere, Centro di Ricerca Tecnica VTT di Finlandia, etc.

Il progetto riportato di seguito è parte del programma nazionale finlandese per la ri-

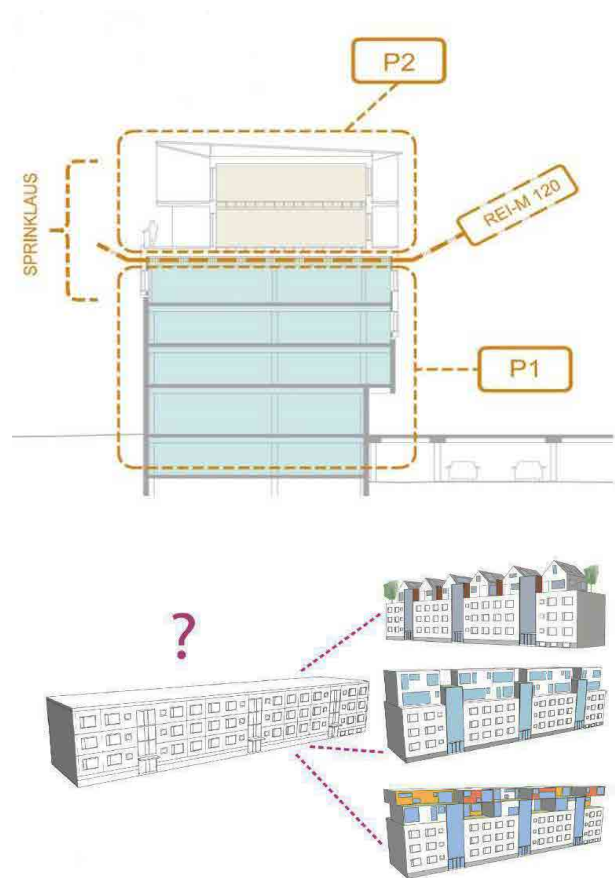


Figura 27. (a) Proposte per i nuovi piani sopraelevati (b) sezione dell'edificio progettato con due piani aggiuntivi [Soikkeli 2016]

qualificazione energetica del patrimonio residenziale esistente. L'obiettivo di questo progetto è quello di sviluppare un concetto economico ed efficiente per rinnovare, espandere ed aggiungere superficie agli edifici esistenti. Gli edifici residenziali costruiti tra gli anni '60 e '80 hanno un bisogno urgente di essere rinnovati. Un'alternativa che è venuta alla luce per recuperare i costi di costruzione dei lavori è la costruzione di superficie aggiuntiva. In gran parte dei casi gli edifici hanno tetti piani, il che rende facile la sopraelevazione di un nuovo piano. Per questo in collaborazione

con l'industria sono state sviluppate delle unità modulari prefabbricate. La dimensione delle unità scelte ha implicazioni per la pianificazione strutturale, nonché per la pianificazione e l'implementazione della costruzione e l'installazione.

Le unità prefabbricate con telaio in legno possono essere installate sulla copertura esistente. Il posizionamento delle unità sono di solito determinate dalla posizione delle strutture portanti sottostanti. L'installazione di una serie di travi sul tetto dell'edificio esistente è spesso la soluzione migliore. Le travi distribuiscono il carico dalle nuove unità alle vecchie strutture.

Secondo questo studio, gli edifici con pannelli prefabbricati in Finlandia tra gli anni '60 e '80 possono facilmente sopportare un piano aggiuntivo utilizzando la struttura leggera consentita dalle nuove normative ed a volte anche più di uno.

L'uso del legno comporta diversi vantaggi nella costruzione dei moduli prefabbricati: leggerezza delle soluzioni con telaio in legno; possibilità del livello di isolamento termico di essere scelto liberamente; dimensionamento per soddisfare esigenze specifiche etc. L'installazione su una maglia strutturale di travi in acciaio è spesso la soluzione migliore per i problemi del posizionamento dei carichi delle sottostrutture dei nuovi piani. Le travi posizionate sopra il tetto esistente in questo modo distribuiscono e uniformano il carico dei nuovi elementi sopra le vecchie strutture.

La sopraelevazione degli edifici con moduli prefabbricati ha il vantaggio della velocità nel processo di costruzione; riducendo così, considerevolmente il tempo necessario sul sito. Nel progetto Klikk sono state sviluppate soluzioni anche per il miglioramento termico dell'involucro, in particolare per le pareti esterne e la copertura, proponendo una varietà di materiali, la costruzione di nuovi balconi e l'installazione di ascensori.

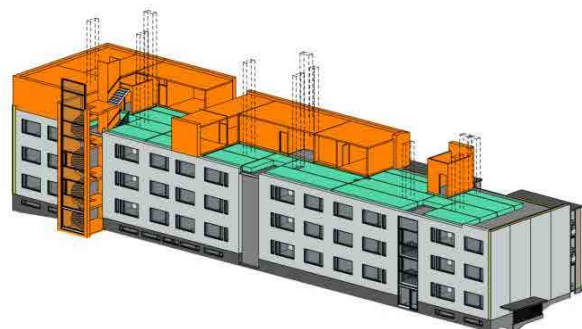


Figura 28. (a) Edificio esistente e l'uso dei moduli prefabbricati; (b) fabbricazione dei moduli CLT [Soikkeli 2016]



Figura 29. (a) Edificio esistente (Kirkkokatu 18 a Joensuu), stato attuale; (b) vista delle sopraelevazioni proposte [Soikkeli 2016]

ALBANIA - *La sopraelevazione negli assi principali della capitale*

Nel 2017 è iniziato il progetto del Comune di Tirana chiamato “Rivitalizzazione architettonica della Capitale - Le facciate di Tirana”. Tale progetto, che propone il rinnovo degli edifici esistenti negli assi principali della capitale, oltre a migliorare l’immagine della città e le prestazioni energetiche mira a integrare superficie aggiuntiva agli edifici esistenti con altezza di massimo 5 piani. La superficie aggiuntiva può aiutare al recupero parziale dei costi di riqualificazione. Grazie al Fondo Comunitario del Comune di Tirana, il quale prevede il finanziamento fino al 50% dei costi, i residenti che prevedono di migliorare le condizioni termiche degli edifici possono fare domanda per aderire al progetto. Gli obiettivi del comune consistono nei seguenti punti:

- Riqualificazione delle facciate dei palazzi residenziali
- Miglioramento dell’efficienza energetica dei palazzi residenziali
- Miglioramento del benessere degli abitanti
- Miglioramento estetico del complesso residenziale e della città
- Aumento del valore degli immobili

Le immagini in Fig. 30 e 31 mostrano diverse proposte preparate dal Comune di Tirana in attesa di essere approvate. Vale dire che non è ancora stato preparato un studio approfondito oppure un progetto costruttivo degli interventi proposti o delle soluzioni adatte agli interventi proposti.



Figura 30. Progetto per il rinnovo degli edifici in Via Muhamet Gjollësja a Tirana, immagini precedente e successiva al rinnovo [Municipio di Tirana 2018]



Figura 31. Immagini precedenti e successive del progetto di rinnovo in Via Janos Hunyadi a Tirana [Municipio di Tirana 2018]

4.4. CONSIDERAZIONI SULL'EFFICACIA DELLE ESPERIENZE EUROPEE ED ALBANESE DELLA RIQUALIFICAZIONE DELL'EDILIZIA RESIDENZIALE PREFABBRICATA

Il gran numero di iniziative finalizzate al miglioramento delle prestazioni energetiche del patrimonio costruito testimonia la consapevolezza, pur con diversi gradi di sensibilità, a livello internazionale, dell'importanza della definizione di una metodologia comune di approccio verso soluzioni efficaci ed innovative. La maggior parte dei progetti e studi analizzati si concludono con la stesura di linee guida capaci di orientare i professionisti verso interventi efficaci su questo patrimonio edificato.

Nella riqualificazione energetica del costruito prefabbricato è fondamentale partire da un'analisi e dalla conoscenza dello stato di fatto del costruito e delle sue prestazioni per poter procedere alla progettazione di interventi mirati a seconda delle esigenze, capaci di apportare un giusto miglioramento delle prestazioni dell'edificio.

Per quanto riguarda l'Albania, possiamo dire che si stanno compiendo i primi passi in questo importante processo. L'esperienza ha mostrato che gli interventi parziali hanno portato miglioramenti alle prestazioni energetiche poco significativi, risolvendo solo parzialmente i problemi. L'approccio più comune è rivolto all'isolamento con l'aggiunta di uno strato coibente, generalmente polistirene in facciata. Nei casi di iniziative individuali, l'isolamento è posto verso l'interno e questo non risolve la problematica dei ponti termici. Anche quando l'isolamento è posto all'esterno e ben eseguito è efficiente solo in termini di miglioramento termico. Isolare l'involucro porta a fermare il flusso d'aria causando problemi di muffa e di salubrità per gli abitanti. L'unica modalità per inserire aria fresca è apren-

do le finestre, cosa che porta alla dispersione di calore aumentando così il fabbisogno energetico e, di conseguenza, anche le spese. Per fare in modo che gli interventi di riqualificazione abbiano dei risultati efficaci è necessario un intervento integrato di isolamento e di installazione di un sistema di climatizzazione e ventilazione efficiente. La riorganizzazione funzionale in questi edifici richiede uno studio approfondito del fabbricato e della struttura e nello stesso tempo comporta dei costi elevati per la fascia economica degli abitanti.

Lo svantaggio dell'approccio C, in cui si propone la riorganizzazione funzionale e l'aggiunta di superficie, a parte lo svantaggio economico, ha come svantaggio l'aumento della densità della popolazione urbana, peggiorando ed aumentando la richiesta delle infrastrutture e dei servizi esistenti.

Un'alternativa per recuperare i costi degli interventi del rinnovo è la vendita o l'affitto degli spazi aggiunti, coprendo completamente o parzialmente l'investimento (mostrato anche nel progetto KLIKK in Finlandia). Nelle zone urbane centrali il costo degli immobili è alto, il che aumenta l'interesse verso questo approccio. Dipendendo da diversi fattori i guadagni possono non coprire tutto l'investimento, per questa ragione la piena consapevolezza dell'utente dell'importanza degli interventi per migliorare il rendimento energetico e delle abitazioni insieme alle alternative economiche è indispensabile nel loro coinvolgimento. È chiaro che il supporto finanziario e la politica di incentivazione siano indispensabili per consentire la realizzazione di questi interventi.

Riferimenti bibliografici

BOTICI, A., UNGUREANU, V. e CIUTINA, A., 2013. *La riqualificazione sostenibile dei grandi edifici residenziali prefabbricati in calcestruzzo*. Disponibile su: < http://cesb.cz/cesb13/proceedings/1_refurbishment/CESB13_1277.pdf > [data di accesso: 10/06/2017].

BPIE, 2018. *Verso un patrimonio immobiliare decarbonizzato dell'UE: opinioni di esperti sulle problematiche e le sfide che la transizione deve affrontare*. Disponibile su: <<http://bpie.eu/publication/towards-a-decarbonised-eu-building-stock-expert-views-on-the-issues-and-challenges-facing-the-transition/>> [data di accesso: 23/01/2019].

BYRNES, M., 2017. *La scomparsa degli alloggi di massa dell'Unione Sovietica*. CityLab, Disponibile su: <<https://www.citylab.com/equity/2017/03/the-disappearing-mass-housing-of-the-soviet-union/518868/>> [data di accesso: 16/01/2018].

Centro di ricerca sui sistemi ambientali, Università di Kassel, 2003. *Il progetto Solanova, costruendo il nostro futuro*. Disponibile su: <<http://www.solanova.org/>> [data di accesso: 12/01/2017].

GERGELY, A., 2007. *Le torri prefabbricate dell'Europa dell'Est pronte per il rinnovamento*. Disponibile su: <<https://www.reuters.com/article/us-housing-communism/east-europes-drab-prefab-towers-ripe-for-revamp-idUSL1541083120071205>> [data di accesso: 10/07/2017].

Greenpeace, 2017. *A causa del "progetto di rinnovo" di 13 distretti di Mosca, oltre il 25% degli alberi può essere perso*. Disponibile su: <<http://www.greenpeace.org/russia/ru/news/2017/05-22-moscow/>> [data di accesso: 24/12/2017].

LUHN, A., 2017. La grande mossa di Mosca: è questo il più grande progetto di demolizione urbana mai visto? *The Guardian*. Disponibile su: <<https://www.theguardian.com/cities/2017/mar/31/moscow-biggest-urban-demolition-project-khrushchevka-flats>> [data di accesso: 10/07/2017].

KONSTANTINOU, T. e KNAACK U. *Il processo di riqualificazione integrata per l'efficienza energetica*. TU Delft, Facoltà di Architettura, Dipartimento di AE + T.

LESLIE, CH. e CHARLEY, J., 2017. La demolizione di Mosca, un saggio fotografico. *The Guardian*. Disponibile su: <<https://www.theguardian.com/cities/2017/oct/31/moscow-residents-vote-russia-demolition-rehousing>> [data di accesso: 10/01/2018].

MUNTEAN, D.M., UNGUREANU, V., PETRAN, I. e GEORGESCU, M., 2017. *I grandi edifici con pannelli prefabbricati in calcestruzzo - Le abitazioni collettive degli anni '70: contesto e miglioramenti*. Disponibile su: <https://www.researchgate.net/publication/320859502_Large_Prefabricated_Concrete_Panels_Collective_Dwellings_from_the_1970s_Context_and_Improvements> [data di accesso: 12/06/2017].

MARTIN, A. J., 1999. *La riqualificazione degli edifici in calcestruzzo: La decisione di rinnovare*. BSRIA, C A Gold, BCA The Building Services Research and Information Association, Berkshire.

NIEMINEN, J., VTT, 2011. *Soluzioni finlandesi per la costruzione a zero energia*. Disponibile su: <https://www.vtt.fi/files/sites/eescu/seminar_16052011/9_Zero_energy_buildings_Nieminen.pdf> [data di accesso: 10/01/2017].

Paroclv. *Il progetto Innova - un nuovo metodo innovativo per la realizzazione di ristrutturazioni ad alta efficienza energetica negli edifici multipiano*. Disponibile su: <https://www.paroc.lv/campaigns/innova-project?-sc_lang=en> [data di accesso: 10/01/2017]

RFE/RL, 2017. Putin firma la legge che autorizza la demolizione di 4.500 palazzi in Mosca. *Radio Free Europe*. Disponibile su: <<https://www.rferl.org/a/putin-moscow-apartment-demolition-protests-relocation/28590076.html>> [data di accesso: 10/01/2017].

RODRIGUES-GABRIEL, A. 2012. *Progetto di ristrutturazione Innova con elementi di facciata prefabbricati TES, Riihimäki (Finlandia)*. Disponibile su: <https://www.ttu.ee/public/p/projektid/enef/ENEF_TES-facade_Riihimaki_AR_18102012.pdf> [data di accesso: 10/01/2017].

SHEHI, T., GJOKA, K. e SCHWEIZER, R., 2010. *Guida pratica per aumentare l'efficienza termica negli edifici residenziali*. Tirana: Botime Afrojdit.

SOIKKELI, A., 2016. Piani aggiuntivi in vecchi condomini. *Energy Procedia*, 96, 815-823.

SZALAY, Z., 2012. *Caso di studio decisionale per il risanamento degli edifici alti in calcestruzzo basato sulla valutazione del ciclo di vita di diversi scenari*. Università di Tecnologia ed Economia di Budapest.

Stroi, 2018. *Mosca implementerà la tecnologia della costruzione "verde" e la "demolizione intelligente" degli edifici*. Disponibile su: <<https://stroi.mos.ru/news/moskva-budiet-vniedriat-tiekhnologhii-zielienogho-stroitiel-stva-i-umnogho-snosa-z-danii>> [data di accesso: 15/11/2018].

Stroi, 2018. *10 permessi di costruzione a settimana rilasciati a Mosca*. Disponibile su: <<https://stroi.mos.ru/news/10-razreshenii-na-stroitiel-stvo-zhil-ia-po-rienovatsii-vydano-za-niedieliu>> [data di accesso: 15/11/2018].

Stroi, 2018. *Sobyanin: il primo edificio ristrutturato nel sud di Mosca è pronto per essere abitato*. Disponibile su: <<https://stroi.mos.ru/news/sobyanin-piervyi-dom-po-rienovatsii-na-iughie-moskvy-ghotov-k-zasielieniu?from=cl>> [data di accesso: 15/11/2018].

Stroi, 2018. *Valutazione dei 54 progetti di ricostruzione di edifici residenziali*. Disponibile su: <<https://stroi.mos.ru/news/ekspertiza-soglasovala-54-proiekta-zhilykh-domov-po-rienovatsii?from=cl>> [data di accesso: 15/11/2018].

ŠUTAVIČIUS, M., 2014. *Abitazioni di massa: tendenze e modernizzazione*. Ricerca, TU Delft, Facoltà di Architettura e dell'Ambiente Costruito, Dipartimento di Architettura. Disponibile su: <<https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid.../download>> [data di accesso: 10/01/2017].

CAPITOLO 5

INDAGINE CONOSCITIVA DELLO
STATO DI FATTO DEGLI ALLOGGI
COMPOSTI DA PANNELLI
PREFABBRICATI IN ALBANIA

5.1 CASO STUDIO - ANALISI DEL DEGRADO MATERIALE E FUNZIONALE

In relazione al numero degli edifici costruiti con pannelli prefabbricati, oggi non ci sono dati certi. Durante l'acquisizione delle informazioni di Census 2011, non sono stati effettuati registrazioni per quanto riguarda la tipologia costruttiva degli edifici. Basandoci sui dati di Census 2001, notiamo che più del 5% degli edifici costruiti a livello nazionale consistono in edifici con pannelli prefabbricati. Si pensa che siano stati montati circa ventimila appartamenti in più di venti centri urbani¹.

Distribuzione degli edifici prefabbricati nelle città principali dell'Albania:

- Tirana 1015 appartamenti
- Durrës 447 appartamenti
- Shkodër 150 appartamenti
- Fier 88 appartamenti
- Vlorë 80 appartamenti
- Elbasan 80 appartamenti

Nella città di Tirana sono stati costruiti il numero più alto degli alloggi prefabbricati con circa 1015 appartamenti distribuiti in 9 quartieri residenziali, inizialmente in zone periferiche, ma che oggi, con lo sviluppo della città, si trovano in zone abbastanza centrali. Il blocco preso in analisi è situato nel quartiere n. 9 nella città di Tirana, vicino all'incrocio di Via 21 Dicembre. Negli anni '80, quando il complesso venne costruito, si trovava in un'area periferica di nuovo sviluppo sull'anello esterno; esso, con l'espansione della città, oggi è diventato l'anello interno. L'espansione accelerata ed incontrollata dopo la caduta del regime ha causato il degrado e la perdita di identità di questi quartieri che oggi dispongono di servizi minimi e dipendenti dalle funzioni esterne del

quartiere (spazi verdi, parchi giochi, biblioteche etc.). Il blocco in analisi è parte di uno dei più grandi complessi urbani della città di Tirana composto da edifici con pannelli prefabbricati.

Lo studio si concentra sull'analisi del edificio V, moduli 33-40 in figura 3. A Sud-Est confina con Via Bylykbashi ed a Nord-Ovest con Via Kongressi i Lushnjës. Il blocco è composto da tre edifici corpi di fabbrica principali con pannelli prefabbricati in calcestruzzo connessi tra di loro attraverso una struttura in cemento armato con muri di mattoni che creano una pianta a forma di U. La disposizione dei tre edifici forma una grande corte aperta la quale è occupata al centro da un rifugio seminterrato di soccorso. Due degli edifici sono composti da 6 piani e un edificio (Sud-Est) da 5 piani. In complesso ci sono 10 vani scala che servono due appartamenti per piano, per un totale di 112 unità residenziali. Le piante degli appartamenti corrispondono al modulo "1" (Cap. 3, Fig. 10) e consistono in una planimetria regolare con il perimetro continuo e due muri ciechi che permettono l'affiancamento agli altri moduli. In ogni piano ci sono due appartamenti, un bilocale di 54 m² ed un trilocale di 76 m², entrambi con orientamento bilaterale. Per quanto riguarda le facciate, troviamo in parte la soluzione con le logge e in parte quella con il balcone.

In figura 3 si mostra lo studio urbanistico iniziale redatto nel 1980 dall'ufficio di Urbanistica e Progettazione del Comitato Esecutivo del C.P. nel distretto di Tirana. In grigio è evidenziata la proposta dell'edificio in studio. Si nota che nel quartiere era prevista anche la costruzione di un edificio di un piano con funzione commerciale il quale non è stato implementato, ma sostituito con un al-

.....
¹ ISLAMI, GJ., 2016. *Miglioramento energetico degli alloggi con pannelli prefabbricati a Tirana. Tesi di dottorato, Politecnico di Tirana, Facoltà di Architettura e Urbanistica.*

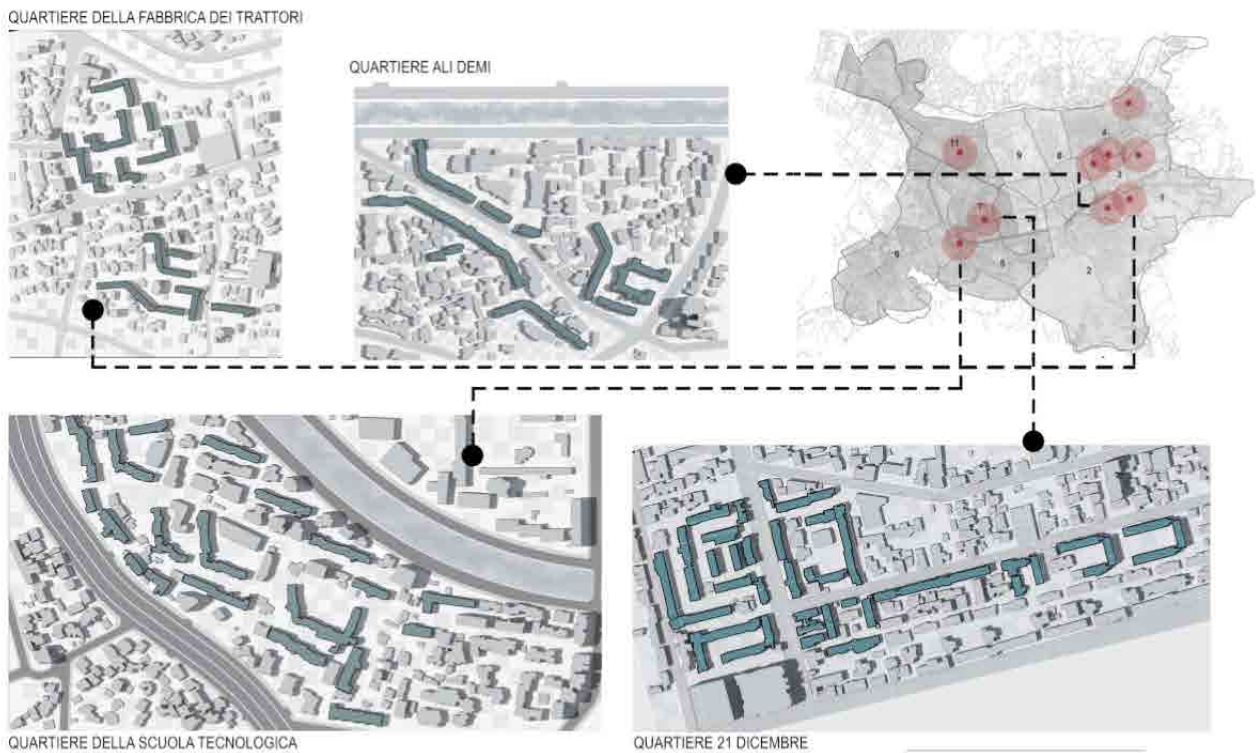


Figura 1. Mappa dei quartieri residenziali con abitazioni costruite con pannelli prefabbricati nella città di Tirana [Tataveshi 2017]

LEGENDA:

- EDIFICI PREFABBRICATI
- EDIFICI CON MATTONI IN SILICATO
- EDIFICI CON MATTONI IN TERRACOTTA
- ALTRO



Figura 2. Le tipologie di edifici nel quartiere n. 9 a Tirana

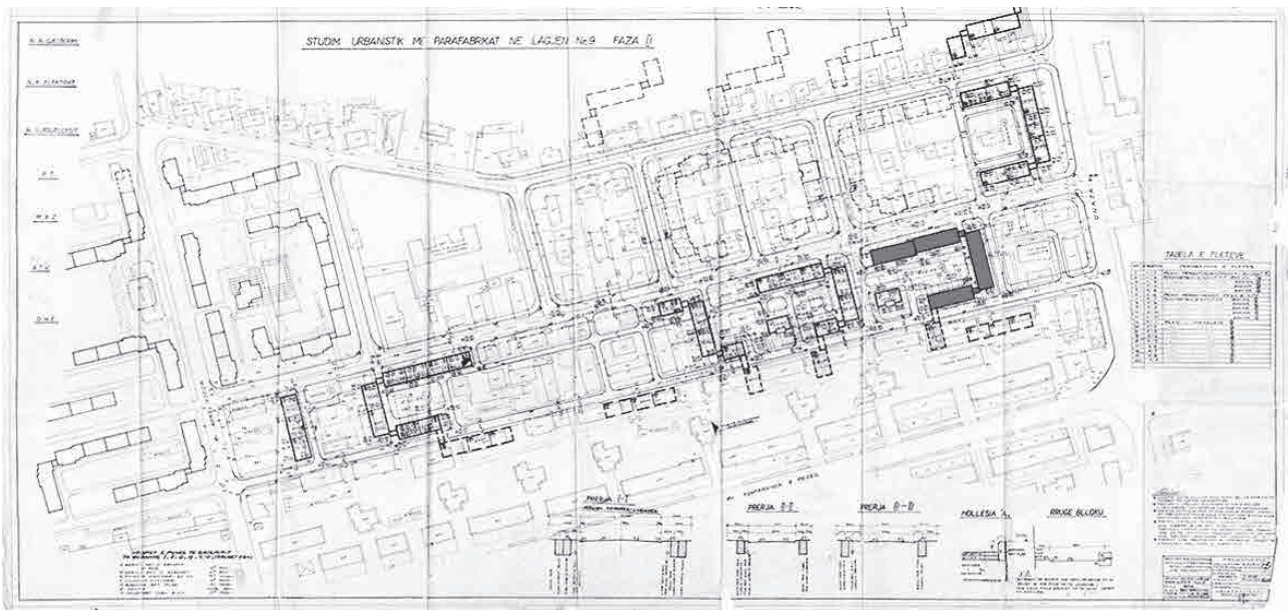


Figura 3. Studio urbano del quartiere n. 9 [Archivio Centrale Tecnico dell'Edilizia]

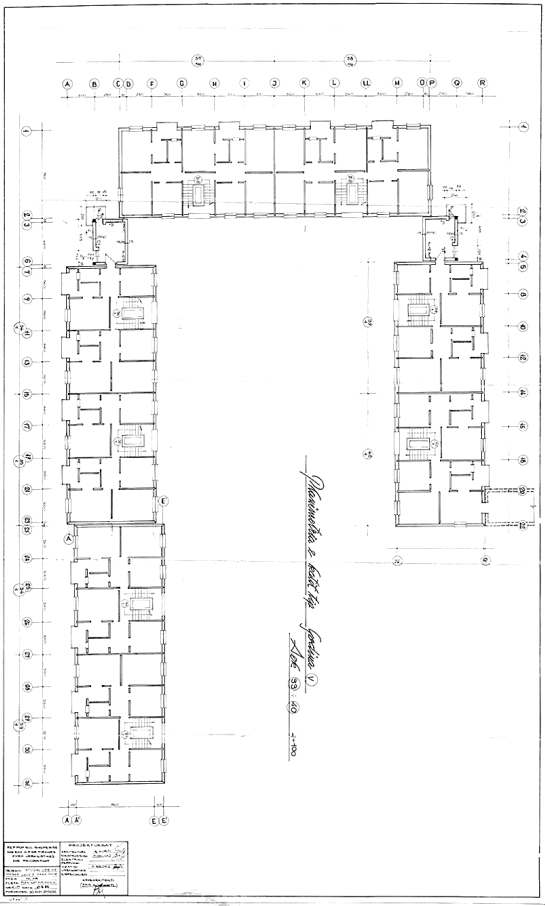


Figura 4. Pianta iniziale del piano tipo dell'edificio preso come caso studio nel quartiere n. 9 [AQTN]

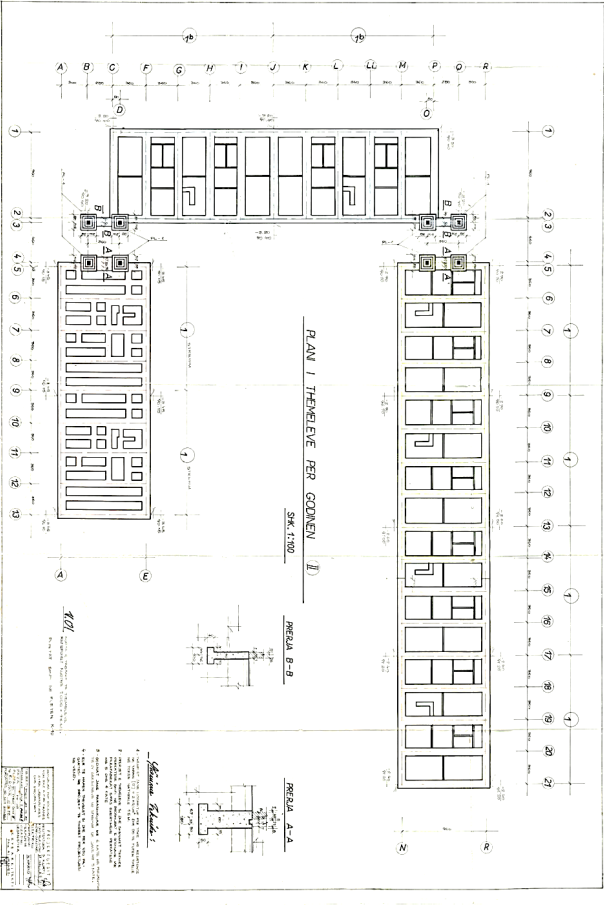


Figura 5. Pianta iniziale delle fondazioni dell'edificio preso come caso studio nel quartiere n.9 [AQTN]

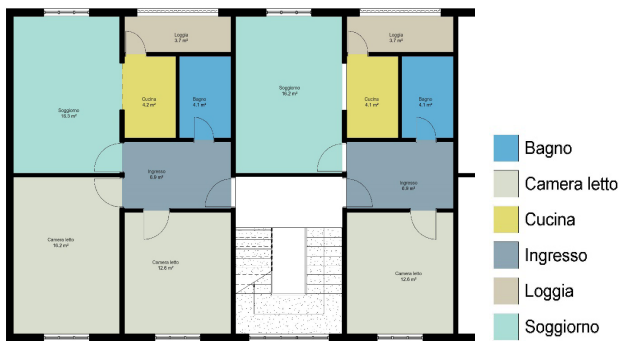


Figura 6. Planimetria del modulo 1 e superfici degli appartamenti dell'edificio preso come caso studio

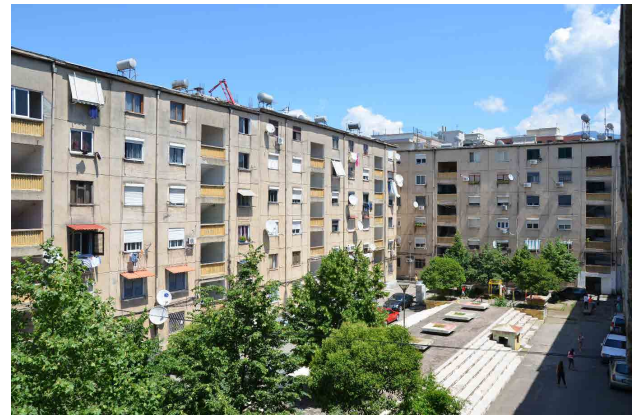


Figura 7. Vista del blocco in studio



Figura 8. Apertura di (a) una porta e (b) finestre nel corpo dei pannelli esterni pieni

tro edificio di 5 piani con 30 unità abitative. Durante il sopralluogo si è notato che in quasi tutti i casi sono stati eseguiti vari interventi di trasformazione (aperture di finestre, porte, fori etc.) nei pannelli esterni portanti in calcestruzzo armato progettati pieni, cosa che causa danni strutturali.

Si noti in figura 9 l'estensione della porta nello spazio previsto per la finestra al piano terra e l'apertura a livello della fondazione, entrambi elementi che causano danni strutturali.

Tuttavia in generale le strutture si presentano regolari in piano e in altezza, a dimo-

strazione della loro buona reazione alle azioni sismiche. Questa tipologia gode di buona capacità portante dovuta essenzialmente all'elevato numero di diaframmi verticali. Ad ogni modo la valutazione corretta dello stato delle strutture deve essere eseguita effettuando ispezioni dettagliate ed analisi necessarie per ogni edificio oggetto di intervento. Diversamente dagli edifici realizzati in laterizio, negli edifici prefabbricati si notano meno le superfici aggiuntive. Le facciate hanno subito diversi cambiamenti individuali, i quali consistono principalmente in chiusure ombreggianti, chiusure delle logge, chiusure



Figura 9. Danneggiamento del supporto dei pannelli sulla testata delle fondazioni

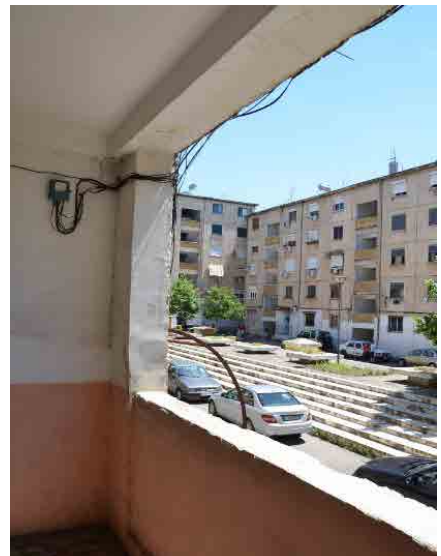


Figura 10. (a) Facciata esposta a Sud-Est, (b, c) corpo scala

del vano scala, impianti di condizionamento. Le chiusure ombreggianti sono posizionate principalmente nelle facciate Sud, Ovest,

Est, Sud-Ovest e Sud-Est e consistono principalmente in tapparelle esterne, persiane, schermature orizzontali fisse, tende etc.

In Albania, in particolare negli edifici multipiano, la fornitura di acqua potabile non è sempre garantita. Per questo motivo i residenti hanno installato elettropompe per aumentare la pressione di rete degli acquedotti e per la distribuzione automatica dell'acqua nei piani superiori. L'uso delle elettropompe comporta diverse problematiche come l'umidità, rumori, vibrazioni e costi operativi. Un altro modo per risolvere il problema dell'acqua corrente nelle abitazioni sono i serbatoi d'acqua che vengono installati sulle terrazze dei palazzi, nelle facciate o anche al interno del vano scala. Problematiche legate ai serbatoi d'acqua sono l'umidità, l'igiene ed il peso aggiuntivo. Il comune di Tirana a partire dal 2022 attiverà il nuovo sistema che assicurerà il rifornimento d'acqua potabile 24 ore su 24, cosa che faciliterà l'eliminazione dei problemi relativi alle pompe e ai serbatoi d'acqua².

Le immagini in figura 12 mostrano l'unione di due moduli costruiti in periodi diversi e le fughe dei giunti dei pannelli angolari. Inoltre dalle immagini è visibile il degrado superficiale dei pannelli esterni causato dal trasporto, l'installazione e l'ammortamento dell'edificio (rottura dei bordi dei pannelli, la loro perforazione durante l'installazione dei condizionatori d'aria, cavi telefonici etc.).

Il quartiere è servito da diverse infrastrutture pubbliche come ambulatori, asili e scuole. Anche se posizionato in vicinanza del centro della città e facilmente raggiungibile da mezzi pubblici si nota che il numero dei veicoli è relativamente alto. La zona centrale è occupata dal bunker di soccorso seminterrato attorno al quale è stata creata una scalinata. Lo spazio rimanente consiste in percorsi carrabili e parcheggio. Come si vede anche nelle seguenti immagini (Fig. 14) lo spazio pubblico è occupato dalle macchine parcheggiate ovunque in modo disordinato. Gli abitanti si lamentano della mancanza di spazi sicuri per bambini,

.....
 2 <https://www.tirana.al/artikull/nisem-fazen-epare-te-investimeve-me-berzh-in-dyfishojme-kapacitetin-e-bovilles-692>

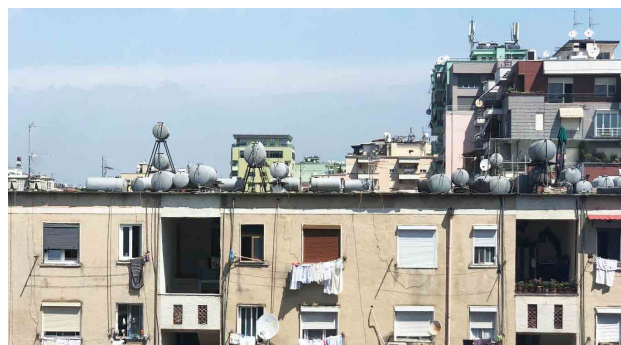


Figura 11. Serbatoi d'acqua installati sulla terrazza

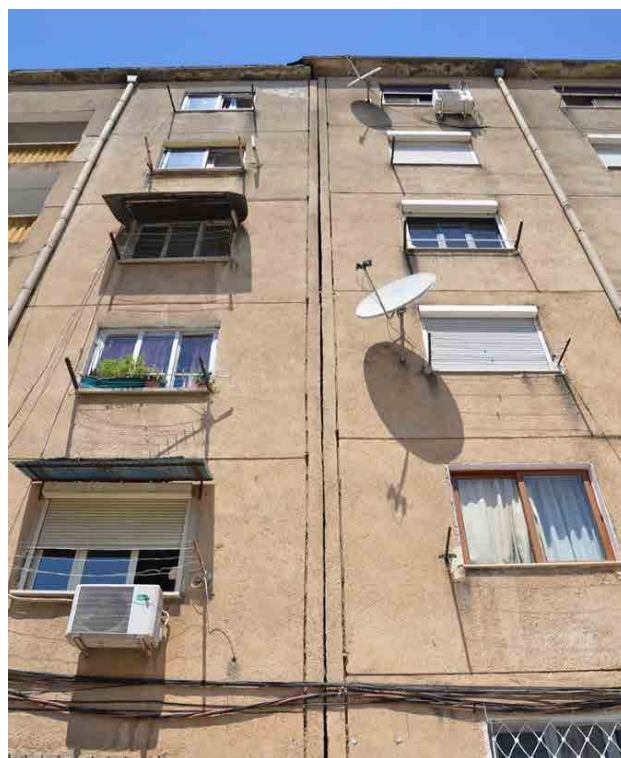


Figura 12. Unione di due moduli costruiti in periodi diversi (Modulo 40 e 41)



Figura 13. (a) Condizionatore d'aria installato in facciata, (b) elettropompa nell'entrata dell'edificio



Figura 14. Spazio pubblico occupato dalle macchine parcheggiate in modo disordinato

mancanza di spazi di ritrovo, per le attività del tempo libero, marciapiedi, spazi verdi e servizi.

Lo spazio del cortile all'interno del blocco residenziale risente la necessità di essere riqualificato, in termini di funzionalità e di sicurezza, per essere fruibile e alla portata di tutti i residenti.

5.2 ANALISI DEL DEGRADO PRESTAZIONALE

L'involucro edilizio del blocco preso in analisi è stato rilevato al fine di verificare il suo comportamento relativo a dispersioni di calore, presenza di ponti termici, guasti di isolamento termico, stato dei pannelli, etc., con lo scopo di individuare gli interventi necessari per diminuire le spese di riscaldamento/raffrescamento e migliorare il comfort abitativo.

Per lo studio dell'involucro dell'edificio è stata usata la termografia a infrarossi, facendo riferimento all'irraggiamento ed alla temperatura delle superfici. L'aumento della differenza di temperatura è associato all'aumento del flusso di calore trasmesso attraverso gli elementi costruttivi. Nel nostro caso è stato abbastanza facile individuare i difetti dell'involucro e le prestazioni termiche dei vari elementi. Bisogna tenere in considerazione il fatto che i rilievi effettuati sulle facciate direttamente esposte all'irraggiamento solare potrebbero dare delle informazioni errate sulle prestazioni dei materiali dell'involucro. Per questa ragione, l'analisi è stata fatta in giorni e ore diverse per avere dei risultati ottimali.

Il rilievo è stato effettuato durante il mese di gennaio e febbraio in condizioni atmosferiche stabili: la differenza tra la temperatura esterna e quella interna era di almeno 15 °C (come raccomandato per la termografia edile), senza precipitazioni; inoltre le superfici dell'oggetto in questione erano asciutte e prive di fonti termiche d'interferenza, in assenza di vento o correnti d'aria (meno di 1 m/s).

I dati termografici sono stati rilevati utilizzando il dispositivo per le misurazioni termiche Flir E4. Attraverso questa termocamera è stato possibile acquisire le termografie per analizzare la distribuzione delle temperature sulle superfici selezionate, individuare le posizioni delle dispersioni termiche ed identificare le cause delle perdite.



Figura 15. Ponti termici nella facciata esposta a Nord. Rilievo del 12.01.2018 ore 14:00

Le termografie raccolte identificano le dispersioni termiche dell'involucro degli edifici in esame. Di seguito sono elencate alcune delle problematiche principali che sono state individuate durante il rilievo e l'analisi. Nelle immagini in figura 15 è molto visibile il cambiamento di temperatura sulla superficie dei pannelli causate dalle discontinuità termiche. I ponti termici nella parte sotto il davanzale delle finestre (in rosso e bianco) sono un problema comune, mentre le altre dispersioni nella parte dov'è presente l'isolamento sono anomale.

L'isolamento termico dell'edificio in analisi (come in tutti gli altri edifici composti da pannelli prefabbricati in calcestruzzo) è stato effettuato attraverso uno strato di calcestruzzo alveolato chiamato "peno-beton", posizionato all'interno dei pannelli esterni e del solaio di copertura. Gli spazi tra i blocchi di isolamento e la differenza del peso specifico del calcestruzzo creano dei ponti termici all'interno della struttura del pannello, rendendolo un componente a conducibilità termica non uniforme; questi ponti termici riducono le prestazioni del pannello in modo significativo.

Nelle immagini in seguito si evidenziano le camere riempite di calcestruzzo cellulare situate all'interno di ogni pannello. Questi spazi hanno una conducibilità termica più alta e consentono la dispersione di calore dell'edificio durante la stagione fredda, mentre durante la stagione calda avviene l'esatto contrario.

In un'intervista l'ingegnere Prof. Asoc. Fisinin Kadiu, che ha lavorato per l'Istituto degli Studi e Ricerca delle Costruzioni (ISKN), racconta che agli inizi degli anni '80, quando la costruzione degli edifici con pannelli prefabbricati era appena iniziata, in uno dei primi complessi realizzati nel quartiere Porcelani si sono riscontrate problematiche rilevanti di umidità negli ambienti interni. Per questa ragione l'istituto (ISKN) ha iniziato un'analisi per individuarne le cause. Durante l'analisi venne tagliato uno dei pannelli esterni dove è stato riscontrato che lo strato interno di isolamento in calcestruzzo alleggerito si era sbriciolato. Successivamente è stata cambiata la composizione dell'isolante. Il fatto che le dispersioni termiche siano maggiori nelle aree che corrispondono all'isolamento significa che questo materiale può essersi degradato. Inoltre risulta che il "peno-beton" assorbe l'acqua e il suo peso aumenta notevolmente specialmente durante le giornate piovose, aumentando così il carico della struttura.

L'immagine termografica in figura 17 permette di rilevare altre dispersioni termiche anche nei profili trasversali e longitudinali dei pannelli. L'ammortamento e la mancanza di isolamento creano dei ponti termici

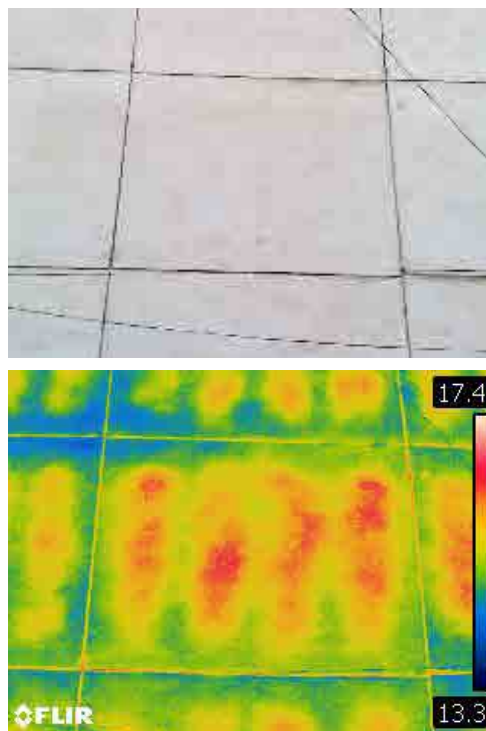


Figura 16. Ponti termici nella struttura interna dei pannelli e nelle unioni tra i pannelli. Rilievo del 12.01.2018 ore 14:00

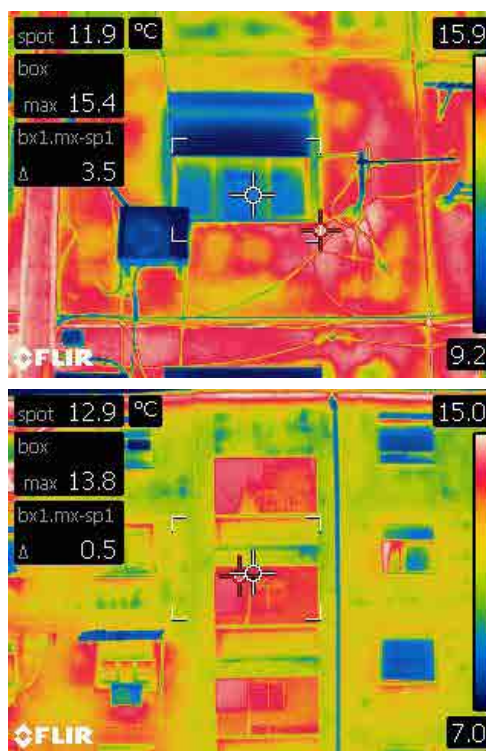


Figura 17. (a) Dispersioni termiche nella facciata, (b) Dispersioni termiche nei muri del corpo scala e copertura

di costruzione o durante l'uso): questo è un altro fattore che influenza le dispersioni termiche.

La figura 20, dove si mostra il blocco dell'unione angolare dei moduli prefabbricati con telaio in calcestruzzo e muri di tamponamento in mattoni, permette di individuare la presenza di dispersioni termiche provenienti dai solai in cemento armato (in rosso). È chiaro che i muri in mattoni hanno dispersioni termiche più basse rispetto ai pannelli in calcestruzzo.

Finestre, porte e infissi sono un'altra fonte di dispersione di calore, dovuta alla loro scarsa proprietà isolante e al montaggio non ermetico, cosa che comporta infiltrazioni. Nella maggior parte dei casi si individuano delle finestre che consentono delle dispersioni piuttosto elevate a causa della loro struttura a vetro unico ed agli infissi senza taglio termico. Il davanzale, il quale è a contatto sia con lo spazio interno che con quello esterno, è un altro ponte termico che si riscontra in quasi tutti i casi. Un altro problema che comporta un ponte termico sotto il davanzale è la creazione di muffe e condense sulla muratura.

Un altro punto debole comporta l'umidità di risalita nel piano terra. L'acqua presente nel terreno penetra nei muri attraverso le capillarità. La coibentazione non eseguita bene sotto il pavimento del piano terra e le murature non adeguatamente protette dall'umidità di risalita hanno permesso la presenza di muffa nelle murature del piano terra. L'umidità è causata anche dall'infiltrazione delle perdite dei vecchi tubi di scarico dell'acqua piovana.

Spesso i residenti, per migliorare le condizioni di comfort abitativo, individualmente o in gruppo hanno eseguito degli interventi di rinnovo parziali che, tuttavia, non sono risultati efficienti. Diversi interventi simili sono stati eseguiti anche nel complesso preso in esame (Fig.23). Un intervento è stato eseguito nella sezione 41 appartamento 2, al quinto piano (ultimo piano).

Esso consiste nell'isolamento termico con pannelli di polistirene espanso con il sistema del cappotto applicato nella parte esterna dell'involucro dell'edificio. L'isolamento a cappotto è la soluzione più adat-

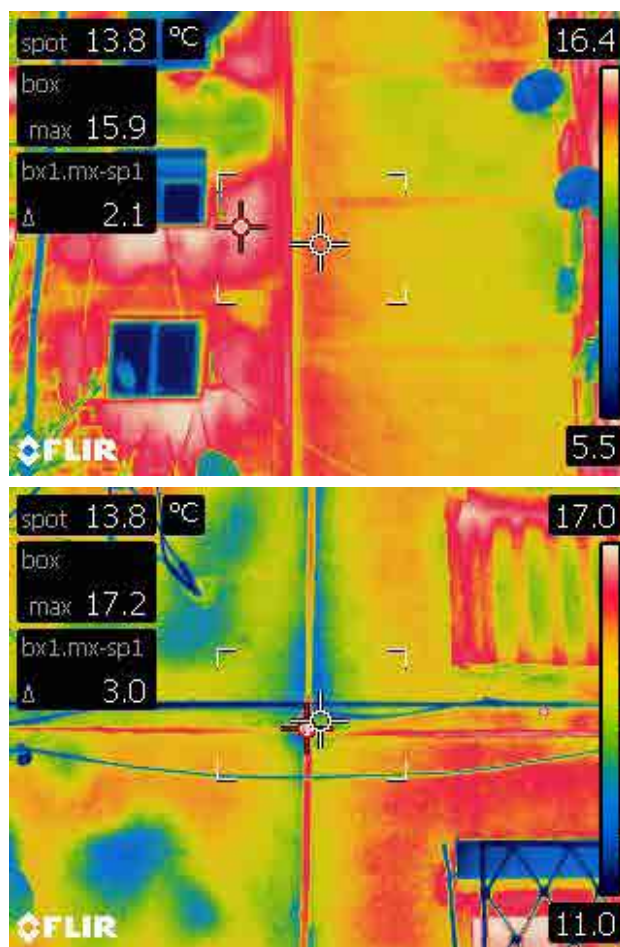


Figura 20. (a) Ponti termici in corrispondenza dello scheletro in cemento armato, (b) ponti termici in corrispondenza dei giunti dei pannelli



Figura 21. Dispersioni termiche dalla porta esterna



Figura 22. Umidità di risalita nella parte inferiore della muratura, scarico dell'acqua piovana sui giunti tra i pannelli causa della corrosione dei elementi di connessione.

ta per questi edifici, perché elimina i ponti termici e limita le dispersioni termiche e la formazione di condensa superficiale, umidità o muffe. Nella figura 23 si può vedere il confronto delle prestazioni dell'involucro con e senza isolamento.

Nelle pareti isolate si osserva l'eliminazione dei diversi ponti termici che si vedono nella parte dell'edificio non isolato. La parete isolata ha una temperatura più bassa e una continuità termica.

In figura 24 si nota che la temperatura sulla parete isolata è di circa 3 - 4 °C inferiore rispetto ai pannelli esposti in calcestruzzo. Ciò è dovuto alla minore conducibilità termica dell'isolamento che riduce le perdite del calore dagli spazi interni verso l'esterno. Nella copertura l'isolamento non è stato adeguatamente applicato; è per questo che le perdite sono più alte in questa zona. Un altro intervento di rinnovo si riscontra nell'edificio a fianco, dove si è intervenuto in un modulo intero. Anche in questo caso l'intervento consiste nell'isolamento termico a cappotto con pannelli EPS. L'isolamento si è applicato anche nella copertura dell'edificio.

La differenza tra le temperature della parte isolata e non isolata sono notevoli. Tuttavia le dispersioni termiche sono ancora presenti: questo significa che l'isolamento applicato non è adeguato. Durante il rinnovo non sono state cambiate le finestre, che nella maggior parte degli appartamenti, sono



Figura 23. Dispersioni termiche della facciata con e senza isolamento. Rilievo del 12.01.2018 ore 15:00



Figura 24. Temperatura della facciata con e senza isolamento. Rilievo del 12.01.2018 ore 15:00



Figura 25. Temperatura della facciata Sud-Est con e senza isolamento. Rilievo del 12.01.2018 ore 9:00.

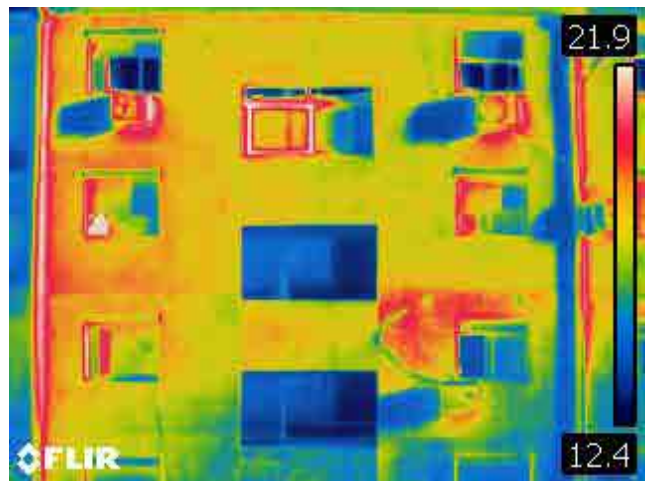


Figura 26. Dispersioni termiche nella facciata del modulo isolato

con profilo in alluminio e vetro monostrato. Infatti nella figura 26 si nota nelle finestre le dispersioni di calore, dovute alle loro scar-

se proprietà isolanti (rispetto al resto della muratura isolata dell'edificio) e al montaggio non ermetico.

5.3 ANALISI DEL CONSUMO ENERGETICO DI UN APPARTAMENTO RINNOVATO PER UN PERIODO DI QUATTRO ANNI

L'appartamento preso in analisi si trova nel complesso residenziale del quartiere n. 9 preso in analisi. La pianta dell'appartamento corrisponde al modulo "1" (Fig. 6) e consiste in una planimetria regolare con il perimetro continuo, due muri ciechi e doppia esposizione a S-E e N-O. L'appartamento si compone di soggiorno, angolo cottura, due stanze da letto e un bagno con una superficie di 76 m².

Bilancio del consumo di elettricità per ogni specifico anno (su base mensile) e per i quattro anni insieme in kWh

Nelle seguenti tabelle sono presentati il consumo e le bollette mensili dell'energia consumata dalla famiglia negli ultimi 4 anni. Tale famiglia non consuma legna da ardere né gas liquido. Il loro consumo è nullo. Per il riscaldamento e la cottura si usa solo elettricità presentata nella tabella in seguito³. I risultati del consumo mensile di energia elettrica mostrano un declino significativo dei consumi a partire da agosto 2014, quando l'appartamento è stato sottoposto a ristrutturazione. A partire da questo mese, le fluttuazioni dei consumi sono ridotte. Tra il 2015 e il 2016 si nota che il consumo annuale di energia elettrica si riduce ulteriormente, questo è dovuto anche al fatto che il 2015 è stato un anno più freddo rispetto al 2016. Considerando che nel mese di maggio la domanda per riscaldamento o raffrescamento è quasi nulla, deduciamo il consumo totale di energia di maggio dal consumo mensile per stimare approssimativamente il consumo energetico per riscaldamento o raffrescamento per ciascun mese.

.....
³ Il consumo energetico è stato ottenuto dal sito web del Operatore di distribuzione dell'energia elettrica (OSHEE) in Albania, <http://oshee.al/home/fatrura-online/>



Figura 27. Termografia dell'appartamento rinnovato

Tabella 1. Consumo mensile di energia elettrica

Mese/Anno	2013	2014	2015	2016
Gennaio	622	602	434	501
Febbraio	571	357	454	352
Marzo	563	438	394	374
Aprile	397	457	360	274
Maggio	244	220	208	225
Giugno	231	410	187	196
Luglio	202	326	217	226
Agosto	74	61	209	84
Settembre	181	32	207	175
Ottobre	265	167	243	209
Novembre	532	227	240	255
Dicembre	619	293	323	343
Totale (kWh)	4501	3783	3476	3214

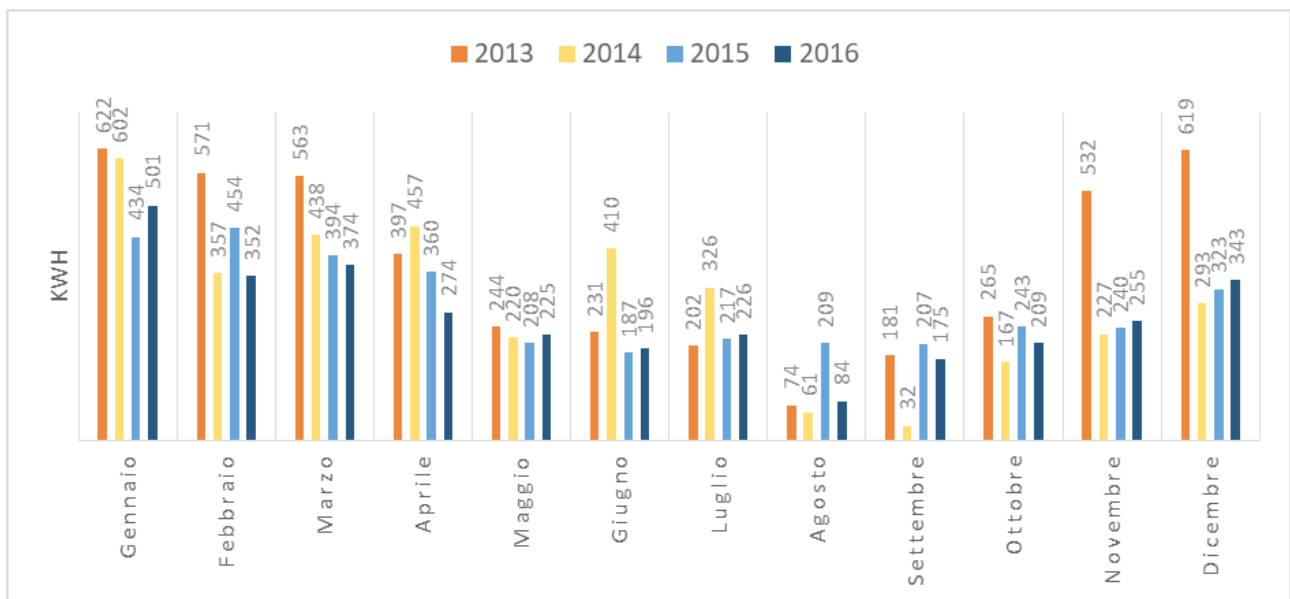


Grafico 1. Consumo mensile di energia elettrica 2013-2016

Dai grafici risulta evidente che la maggior parte del consumo si concentra nel periodo invernale a causa dell'uso di elettricità per riscaldamento. Ciò non vale per la stagione estiva, perché l'appartamento si trova al piano terra e si deduce che è relativamente fresco in questa stagione.

Analizzando il consumo annuale dei dati di cui sopra, si può notare chiaramente la diminuzione dei consumi di anno in anno dopo che l'appartamento è stato sottoposto a ristrutturazione.

Nel mese di agosto 2014 l'appartamento ha subito un rinnovamento, dove a parte le finiture interne si sono eseguiti interventi di riqualificazione energetica per diminuire la dispersione del calore, tra cui, isolamento a capotto, sostituzione delle vetrate in alluminio con finestre in PVC con doppi vetri e gas Argon e porta esterna con isolamento termico. La riduzione del consumo nel 2016 del 37% è una chiara indicazione di miglioramento dell'efficienza energetica dell'abitazione. Anche nella termografia in figura 27 si può vedere che le dispersioni termiche sono ridotte nella parte dell'edificio rinnovato.

Il cambiamento dell'utente a metà del 2015 potrebbe essere una delle ragioni per la riduzione dei consumi nel 2015 e 2016. Nonostante il fatto che l'utente precedente fosse una sola persona, mentre i

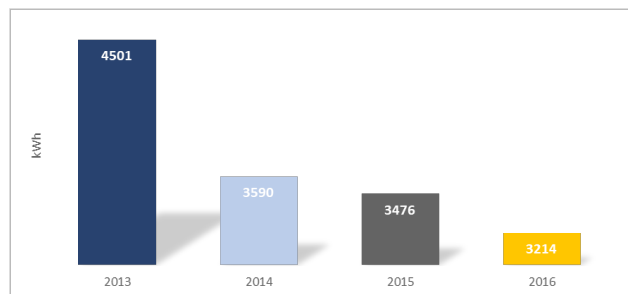


Grafico 2. Consumo annuo di energia elettrica 2013-2016

	2013	2014	2015	2016
Gennaio	378	382	226	276
Febbraio	327	137	246	127
Marzo	319	218	186	149
Aprile	153	237	152	49
Maggio	0	193	0	0
Giugno	-13	190	-21	-29
Luglio	-42	106	9	1
Agosto	-170	-159	1	-141
Settembre	-63	-188	-1	-50
Ottobre	21	-53	35	-16
Novembre	288	7	32	30
Dicembre	375	73	115	118
Totale (kWh)	1573	1143	980	514

Tabella 2. Consumo di energia con differenza di consumo nel mese di maggio

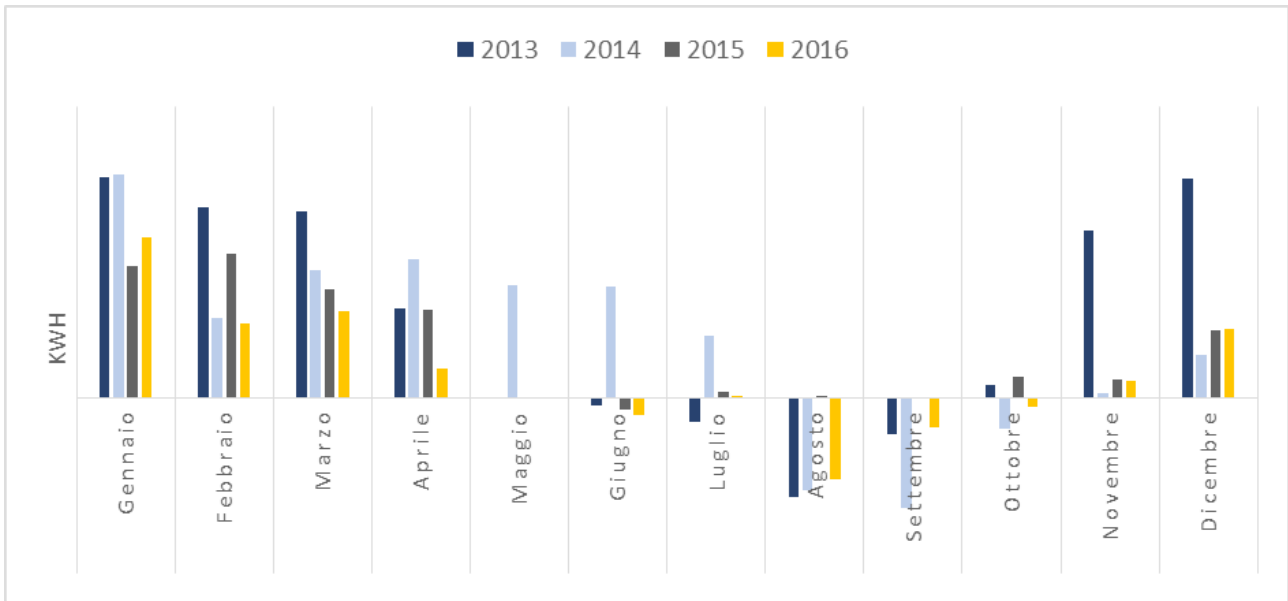


Grafico 3. Bilancio mensile per riscaldamento e raffrescamento per 4 anni

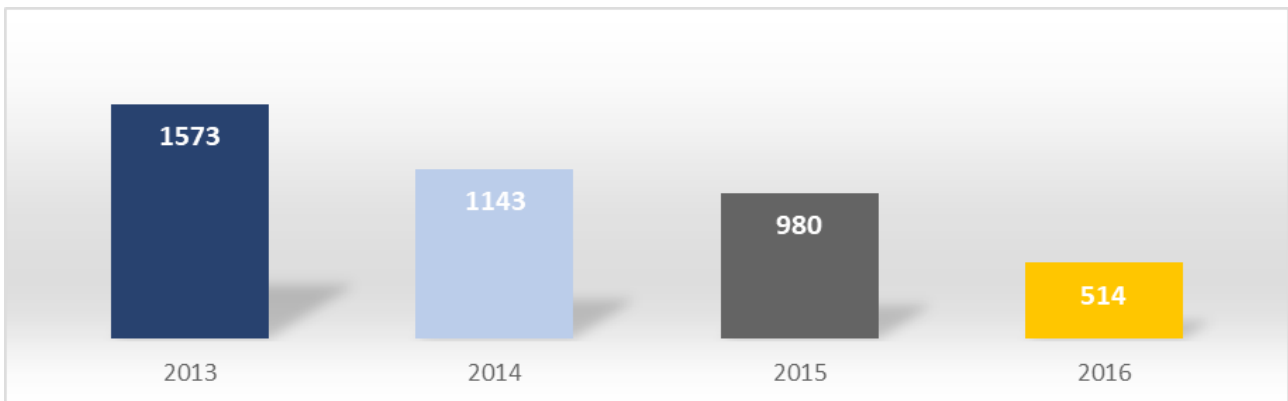


Grafico 4. Bilancio totale per il riscaldamento e il raffrescamento per 4 anni in kWh

nuovi utenti sono una famiglia di tre persone, di nuovo il consumo si è ridotto del 10% (2016). Per quanto riguarda i consumi energetici ci sono in mezzo una quantità di fattori da considerare per capire la realtà

dei fatti. Tuttavia la diminuzione dei consumi energetici successiva agli interventi di riqualificazione energetica è un'indicazione qualitativa dei risultati ottenibili tramite solo la coibentazione dell'edificio.

5.4 INDAGINE CON I RESIDENTI DEGLI ALLOGGI COMPOSTI DA PANNELLI PREFABBRICATI

Gli alloggi composti da pannelli prefabbricati offrono delle basse condizioni di comfort abitativo, a causa principalmente dell'elevata dispersione termica tra l'ambiente esterno e quello interno. Questi edifici generano un elevato consumo di energia per il raffrescamento e il riscaldamento, con elevati costi di esercizio. In questo capitolo vengono illustrati i fattori che portano al consumo energetico e influiscono sulla qualità della vita negli alloggi prefabbricati. La discussione si basa sui dati rac-

colti attraverso un sondaggio condotto tra gli abitanti degli alloggi prefabbricati nelle città di Tirana, Durrës, Lushnje, Fier e Burrel. L'indagine è stata condotta tra il 10 ottobre 2017 e il 20 maggio 2018.

Il questionario dell'indagine conoscitiva riguardante le caratteristiche degli edifici, il consumo energetico e l'approccio sostenibile degli abitanti negli alloggi prefabbricati in calcestruzzo è articolato in 6 sezioni tematiche, come illustrato nel prospetto sottostante:

SEZIONE DI QUESTIONARIO	OBIETTIVO
1 Caratteristiche e condizioni dell'abitazione	Acquisire informazioni sulle caratteristiche edilizie relative all'anno di costruzione, al numero dei piani, all'orientamento ed esposizione, alla superficie dell'abitazione, alle caratteristiche di tutti i componenti dell'involucro edilizio (muri, copertura, finestre) e nello stesso tempo acquisire informazioni sulle condizioni in cui tali edifici versano.
2 La caratterizzazione degli impianti e dei servizi dell'abitazione	Acquisire informazioni sui principali impianti e servizi (impianti di riscaldamento, impianti di raffrescamento, impianti di riscaldamento dell'acqua, sistemi di illuminazione) delle abitazioni, su alcune loro caratteristiche e sulle modalità di utilizzo di tali impianti da parte delle famiglie. Acquisire informazioni sull'eventuale consumo di legna da ardere, pellet e altre biomasse, sulle quantità consumate e sulla destinazione d'uso di tale fonte energetica (riscaldamento, cucina, etc.).
3 Analisi dell'utenza	Acquisire informazioni di base sui componenti della famiglia (età, titolo di studio e reddito), per capire e valutare il loro comportamento e le opportunità di investimento da parte dei residenti.
4 Interventi/Manutenzione	Acquisire informazioni sugli interventi di ricostruzione eseguiti negli ultimi anni, capire se l'intervento era mirato ad elementi estetici (finiture, rivestimenti) o anche a migliorare le prestazioni energetiche (sostituzione degli infissi, isolamento termico etc.).
5 Consumi	Acquisire informazioni sulle spese sostenute per il gas, l'energia elettrica e gli altri combustibili che la famiglia utilizza.
6 Approccio sostenibile degli abitanti	Informarsi sul livello di conoscenza da parte degli utenti dei possibili interventi per migliorare le prestazioni energetiche delle loro abitazioni, le fonti alternative di energia, le modalità di risparmio energetico etc.

Risultati delle indagini svolte con gli abitanti degli alloggi prefabbricati in diverse città dell'Albania

L'indagine con gli abitanti degli alloggi con pannelli prefabbricati è stata condotta in cinque città dell'Albania. Durante l'indagine sono stati intervistati 108 residenti di cui 31 nella città di Tirana, 25 nella città di Fier, 17 nella città di Lushnje, 12 nella città di Burrel e 23 nella città di Durrës. La selezione dei partecipanti è stata casuale. I risultati dei dati raccolti durante l'indagine sono descritti di seguito.

1. Caratteristiche e condizioni dell'abitazione

In questa sezione sono state raccolte le informazioni ottenute sulle caratteristiche edilizie relative all'anno della costruzione, al numero dei piani, all'orientamento ed esposizione dell'edificio, alla superficie dell'abitazione, alle caratteristiche di tutti i componenti dell'involucro edilizio e nello stesso tempo sulle condizioni attuali in cui si trovano questi edifici. Dall'indagine condotta risulta che in 61 dei casi gli appartamenti sono stati costruiti durante gli anni 1981-1985 ed in altri 47 sono stati costruiti nel periodo 1986-1989. In 86 casi gli edifici sono composti da cinque piani, mentre in 22 di essi sono composti da sei piani.

Riguardo la soluzione architettonica, gli appartamenti appartengono ai quattro diversi moduli planimetrici (1, 1a, 2, 2a), dei quali 81 appartamenti (75%) sono bilocali con una superficie interna che varia da 50 a 54 m² e 27 appartamenti (25%) sono trilocali con superficie interna che varia da 64 a 76m². In 81 casi (75%) gli appartamenti hanno esposizione bilaterale, in 22 casi (20%) gli appartamenti hanno esposizione solo su un lato e solo 5 appartamenti (5%) hanno un'esposizione su tre lati, cosa che si riscontra negli appartamenti posizionati all'unione angolare di due edifici.

L'esposizione degli appartamenti è diversa e cambia in relazione al contesto urbano e all'aggregazione degli edifici.

Diversamente dagli edifici realizzati in laterizio, negli edifici prefabbricati si riscontra-

no meno superfici aggiuntive. Solo in 5 casi si sono verificate superfici aggiuntive che consistono in una stanza, o nell'estensione della zona del soggiorno, oppure nella sopraelevazione di un piano. Invece in altri 54 casi (50%) le logge sono state chiuse e sfruttate per ingrandire gli spazi della cucina e del bagno o usati come ripostiglio o altro ancora.

Riguardo la locazione del piano risulta che 17 appartamenti (15%) sono situati al piano terra, 79 appartamenti (73%) sono collocati nei piani intermedi dell'edificio, mentre 13 appartamenti (12 %) si trovano nei piani superiori.

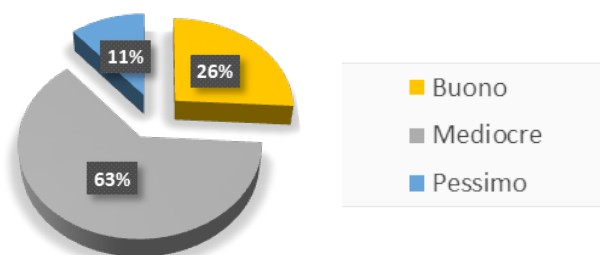


Grafico 5. Stato di conservazione

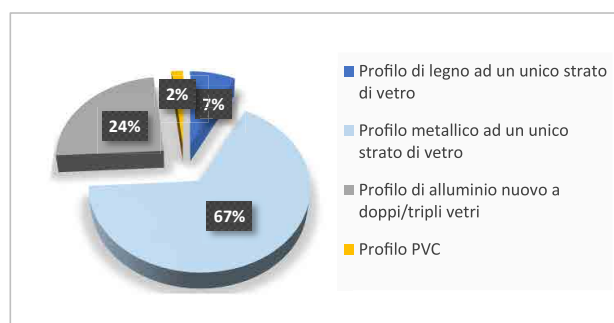


Grafico 6. Materiale dei profili delle finestre

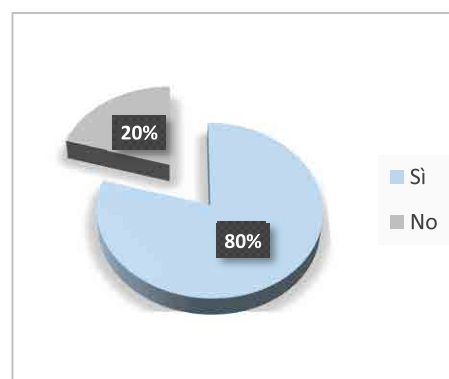


Grafico 7. Presenza delle chiusure oscuranti

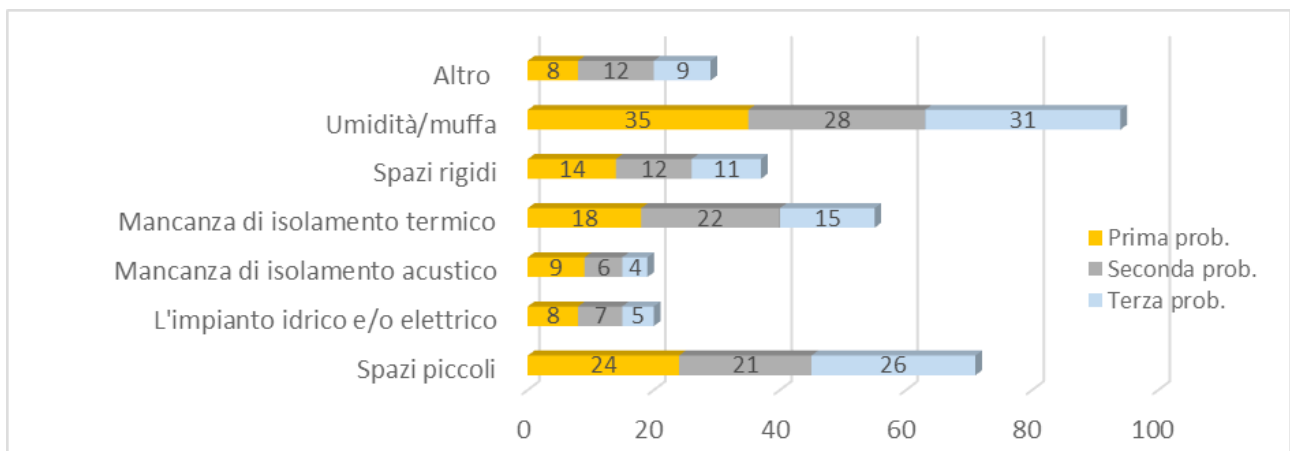


Grafico 9. Problematiche principali che si riscontrano nel quartiere

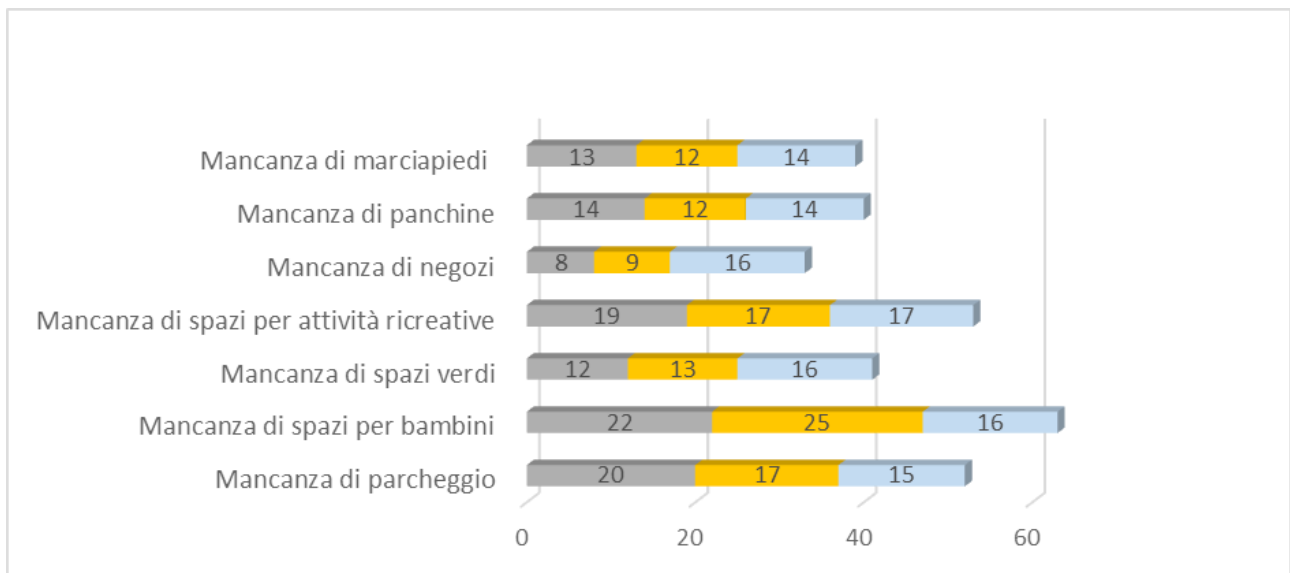


Grafico 8. Problematiche principali che si riscontrano nelle abitazioni

Durante l'indagine è stato chiesto in che stato di conservazione si trovasse l'abitazione. In 28 casi (26%) è stato risposto che l'appartamento si trovava in buono stato, in 68 casi (63%) è stato risposto che l'abitazione si trovava in uno stato mediocre e 12 intervistati (11%) hanno risposto che l'abitazione si trovava in un pessimo stato di conservazione.

Per quanto riguarda lo stato delle finestre e degli infissi, risulta che in 8 casi (7%) le finestre sono originali, con profilo in legno ad un unico strato di vetro/ferro, montate durante la costruzione di questi edifici, mentre per il 93% le hanno sostituite; di queste, 72 casi (67%) hanno finestre con profilo me-

tallico e vetro monostrato, mentre 26 casi (24%) hanno finestre con profili in alluminio nuovi a taglio termico e vetrocamera con gas basso emissivo inoltre in soli 2 casi (2%) gli infissi sono stati sostituiti recentemente con elementi aventi telaio in PVC e vetrocamera basso emissivo.

Nell'80% dei casi si usano chiusure oscuranti. Queste sono posizionate principalmente sugli specifici lati dell'edificio Est, Sud, Ovest, Sud-Est e Sud-Ovest e consistono principalmente in tapparelle esterne, persiane, schermature orizzontali fisse, tende ecc. Questi interventi sono individuali e si usano principalmente per la riduzione

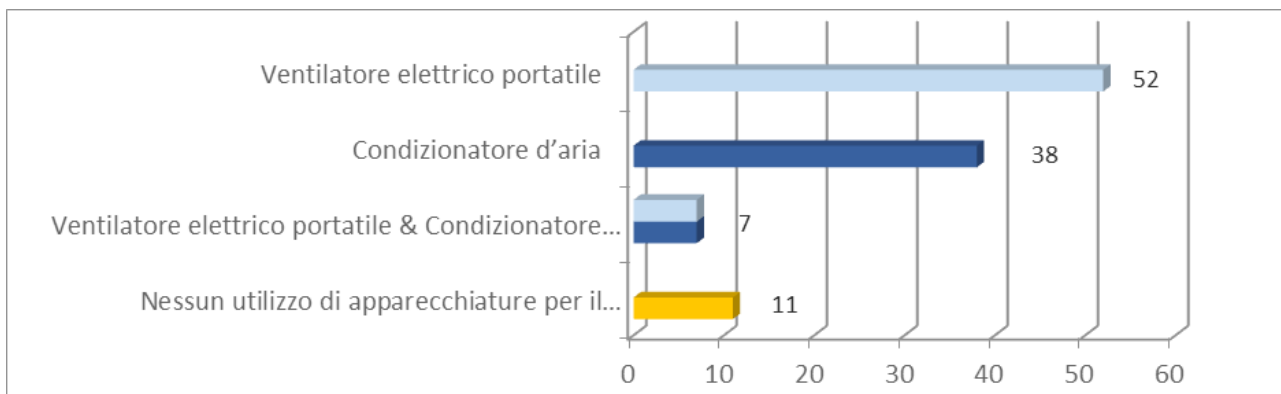


Grafico 10. Impianti prevalentemente utilizzati per il riscaldamento dell'abitazione

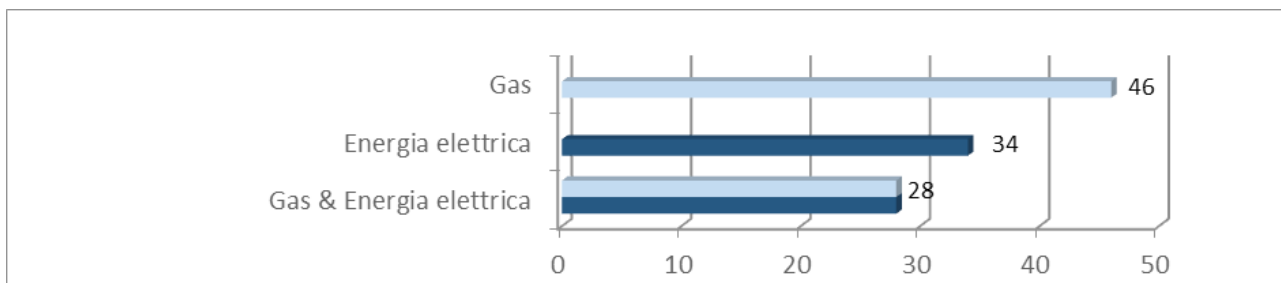


Grafico 11. Apparecchiature utilizzate per il raffrescamento dell'abitazione

dei carichi termici e solari estivi. Nei complessi composti da più edifici si nota l'uso delle chiusure oscuranti anche nelle finestre esposte a Nord.

Nell'8% dei casi si tratta di schermature fisse orizzontali montate sulla muratura esterna nella parte superiore delle finestre, mentre per il 68% sono sistemi mobili (tapparelle, persiane, tende), che però impediscono la vista.

Le problematiche principali che si riscontrano oggi negli alloggi con pannelli prefabbricati sono le seguenti: spazi piccoli e insufficienti per le richieste d'oggi, spazi rigidi da modificare, presenza di umidità e muffa, mancanza di isolamento termico e acustico, infiltrazioni d'acqua, mancanza di riscaldamento centrale, presenza di fessure nei muri etc.

Invece le problematiche principali che si riscontrano su scala urbana sono: mancanza di spazi per bambini, mancanza di parcheggio, mancanza di spazi per le attività del tempo libero, mancanza di arredo urbano, panchine, marciapiedi e spazi verdi, e infine mancanza di negozi e servizi.

2. Servizi dell'abitazione

In questa sezione sono state raccolte informazioni sui principali impianti e servizi delle abitazioni (impianti di riscaldamento, impianti di raffrescamento, impianti di riscaldamento idrico, sistemi di illuminazione), in base ad alcune loro caratteristiche ed alle modalità di utilizzo di tali impianti da parte delle famiglie.

Gli edifici prefabbricati in Albania sono stati costruiti privi di impianto centralizzato di riscaldamento il quale avveniva tramite le stufe. Ancor' oggi il riscaldamento/raffrescamento avviene ancora in modo autonomo. In relazione all'impianto che si utilizza per il riscaldamento si nota che gli abitanti nel 28% dei casi usano principalmente il condizionatore d'aria, il 21% usano il condizionatore d'aria e la stufa elettrica portante, quasi il 20% preferisce usare il gas portatile come fonte primaria di energia per il riscaldamento e il 12% si riscalda tramite il condizionatore d'aria e il gas portatile. Originariamente il riscaldamento avveniva tramite stufa a legna: attualmente nessuno le usa più e in gran parte degli apparta-

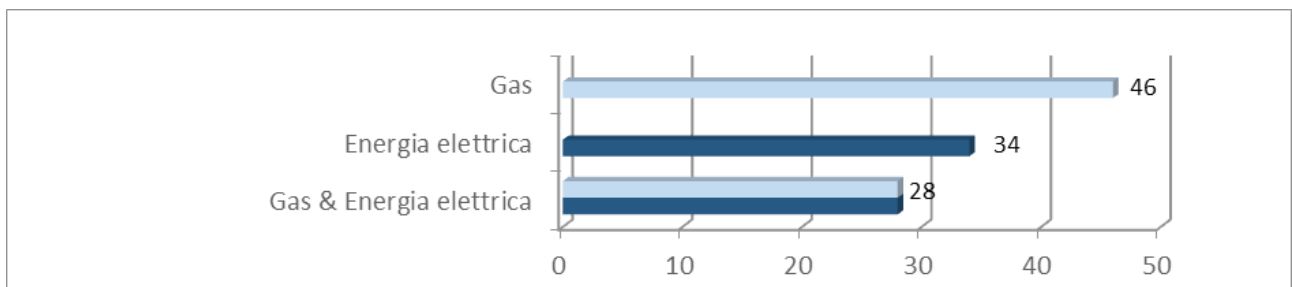


Grafico 12. Tipologia di energia utilizzata per la cottura

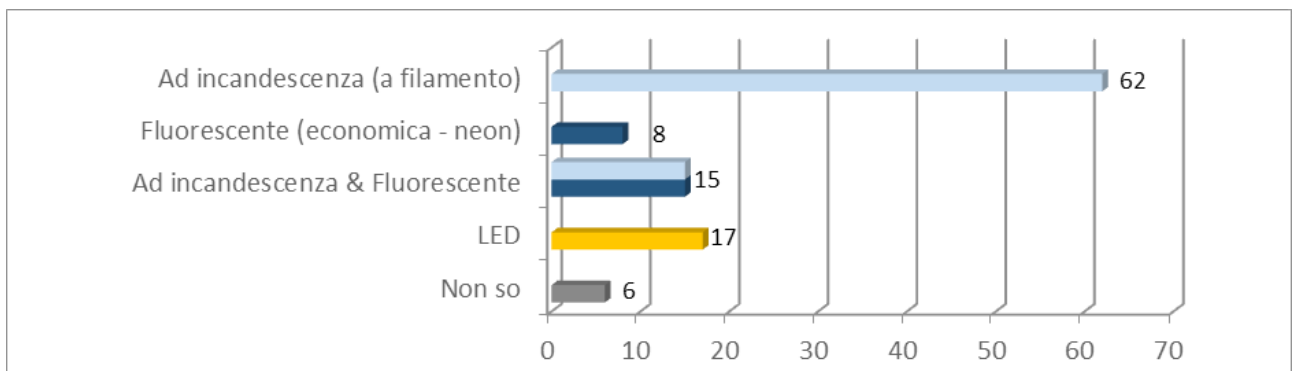


Grafico 13. Tipologia di lampade utilizzate per l'illuminazione

menti le canne fumarie sono state chiuse e demolite. Una parte degli intervistati hanno espresso interesse nel riutilizzo delle stufe e del camino a legna.

In relazione alle apparecchiature utilizzate per il raffrescamento delle abitazioni, gli abitanti usano principalmente i ventilatori elettrici portatili (48% dei casi), seguiti dai condizionatori d'aria (35%); il 6% usa il ventilatore elettrico portatile in aggiunta al condizionatore d'aria, mentre il 10% non utilizza alcuna apparecchiatura per il raffrescamento durante l'estate. Degli 11 casi che non utilizzano alcuna apparecchiatura per il raffrescamento durante l'estate, 8 appartamenti si trovano al piano terra: da questo deduciamo che queste unità siano più fresche in estate.

Come si nota nel grafico 12 il 42% degli abitanti utilizza il gas come fonte primaria di energia per la cottura, il 31% usa l'energia elettrica e il resto utilizza la cottura combinata di gas e energia elettrica. Il gas utilizzato per l'uso domestico è il GPL (gas di petrolio

liquefatto), in bombole o contenitori esterni. La scelta dell'utilizzo del gas è influenzata principalmente dal costo inferiore rispetto all'elettricità; inoltre, durante gli anni della crisi energetica in Albania, la mancanza di energia elettrica ha incentivato l'uso del gas per la cottura e il riscaldamento, essendo stato indicato come fonte sicura e indipendente in caso di mancanza della corrente elettrica⁴.

Per quanto riguarda il riscaldamento dell'acqua calda in 98% dei casi viene effettuato tramite il scaldabagno elettrico, i quali in solo 6% dei casi sono a basso consumo energetico.

In relazione alle apparecchiature utilizzate per il riscaldamento idrico, si usa prevalentemente lo scaldabagno elettrico.

Dai risultati dell'indagine si osserva che la maggior parte degli abitanti utilizza le lampade ad incandescenza (57% dei casi) e il 7% utilizza le lampade fluorescenti. Il 14% dei casi utilizza sia le lampade ad incandescenza che le lampade fluorescenti. Solo il 16% degli abitanti utilizza le lampade a LED.

.....
 4 ISLAMI, GJ., 2016. *Miglioramento energetico degli alloggi con pannelli prefabbricati a Tirana*. Tesi di dottorato, Politecnico di Tirana, Facoltà di Architettura e Urbanistica.

3. Analisi dell'utenza

In questa sezione sono raccolte le informazioni di base sui componenti delle famiglie (età, titolo di studio e reddito) per

capire e valutare il loro comportamento e le opportunità di investimento da parte dei residenti.

Tabella 3. Età dell'intervistato o anno di nascita

Età	Nr. di risposte	Percentuale (%)
22-35	16	14,8%
35-50	63	58,3%
50-73	29	26,9%

L'età degli intervistati varia dai 22 ai 73 anni, di cui il 61% sono occupati, il 18% sono pensionati, il 16% sono casalinghe, il 4% sono disoccupati e il 2% sono studenti.

Anche se il 61% sono occupati, per quanto riguarda il titolo di studio e la posizione professionale, complessivamente gli abitanti di questi edifici sono svantaggiati, in termini di istruzione e di qualità della

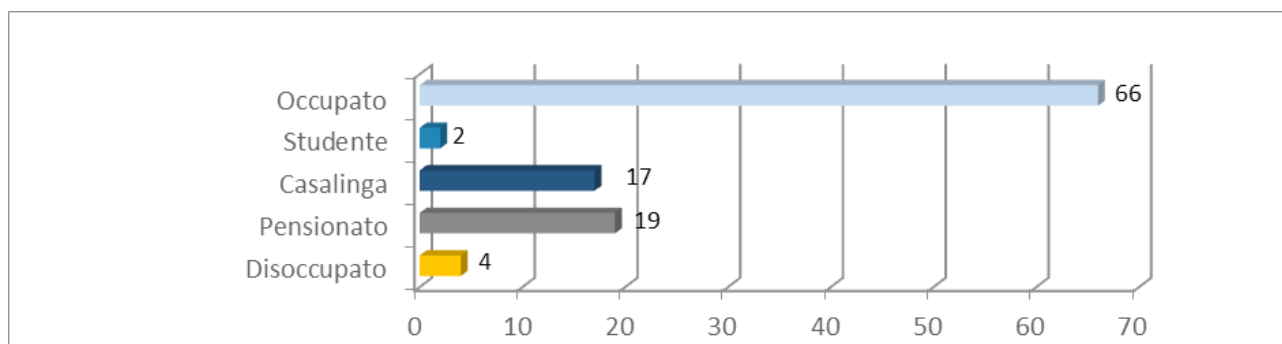


Grafico 14. Condizione lavorativa degli abitanti

vita.

Secondo i risultati dell'indagine, si osserva che nel 40% dei casi il nucleo familiare è costituito da 4 persone, principalmente coppie con 2 figli; per il 24% il nucleo fami-

gliare è costituito da tre persone, il 22% dei casi sono nuclei costituiti da due persone, come coppie senza figli, anziani o studenti; inoltre il 5% dei casi è costituito da nuclei di 5 persone e il 3% dei casi è costretto a vivere in 6 persone, anche se gli appartamenti

Tabella 4. Numero delle persone che vivono in un alloggio/Componenti del nucleo familiare

Nr. di persone	Nr. di risposte	Percentuale (%)
1	7	6,5%
2	24	22,2%
3	26	24,1%
4	43	39,8%
5	5	4,6%
6	3	2,8%

sono molto piccoli.

La maggioranza degli abitanti vive in una casa di proprietà. Il 72% sono proprietari delle abitazioni in cui vivono, il 26% sono in affitto e quasi il 2% dispongono della loro abitazione in usufrutto. La percentuale del-

le famiglie che vivono in affitto è considerevolmente bassa. I (vecchi) edifici costruiti durante il socialismo hanno prezzi molto più bassi in confronto agli edifici nuovi, anche se situati in zone centrali. Per le famiglie più povere, o anche per quelle di più recente costituzione, l'acquisto all'interno

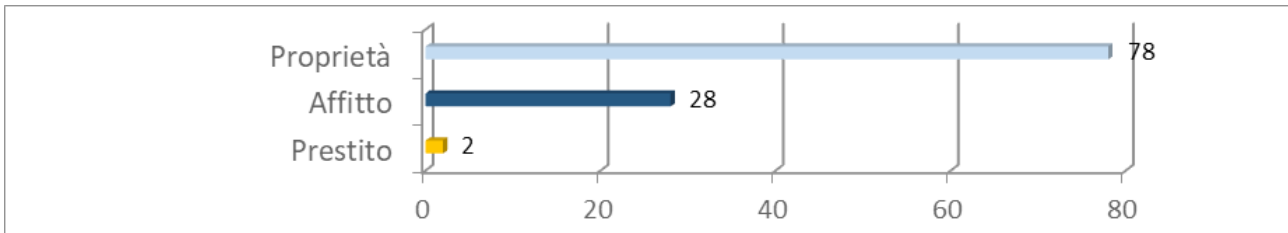


Grafico 15. Titolo del possesso dell'alloggio

di questi edifici è una scelta conveniente.

Per il 50% dei casi il reddito complessivo del nucleo familiare, basato sull'anno pre-

cedente, come somma approssimativa di tutti i redditi dei componenti, è inferiore ai 5000€ all'anno. Nel 36% dei casi il reddito varia da 5000€ a 12000€ all'anno e solo

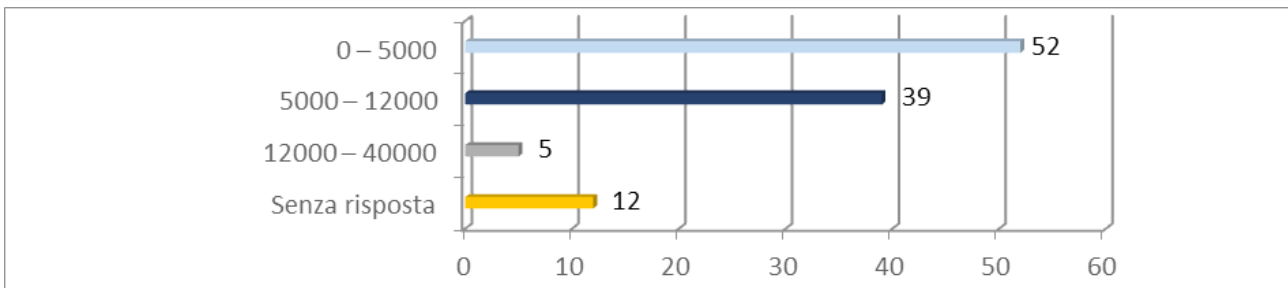


Grafico 16. Reddito complessivo familiare (in Euro)

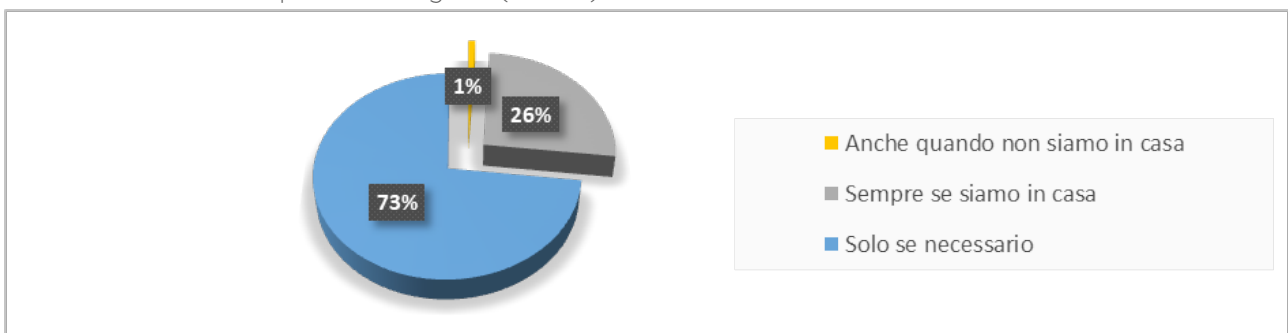


Grafico 17. Uso dell'impianto di condizionamento

per il 4% dei casi il reddito complessivo varia da 12000€ a 40000€ all'anno.

Durante l'indagine è stata chiesta la frequenza d'uso dell'impianto di condizionamento. Il 73% degli abitanti ha risposto che

lo usano solo quando è necessario, evitando di tenerlo sempre acceso per ridurre lo spreco energetico. Solo il 26% ha risposto che lo usano sempre quando sono in casa: quasi tutti questi hanno un reddito familiare più alto della media complessiva.

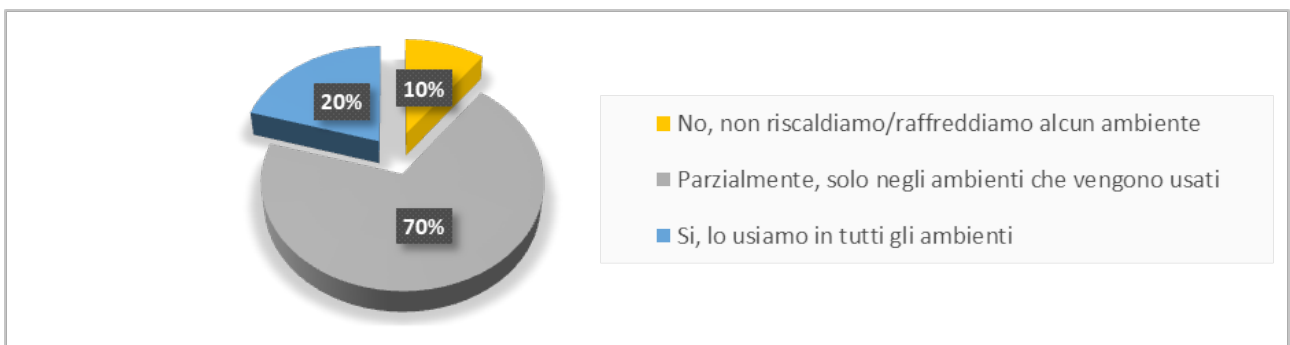


Grafico 18. Uso dell'impianto di condizionamento negli ambienti dell'abitazione

Solo l'1% ha risposto che utilizza l'impianto di condizionamento anche quando non si trova in casa.

Il 70% degli abitanti riscaldano/raffrescano

parzialmente la casa, quindi in modo locale solo gli ambienti che utilizzano. Ciò porta ad avere sbalzi di temperatura tra un ambiente e l'altro. Gli sbalzi di temperatura molto bruschi non sono salubri e favorisco-

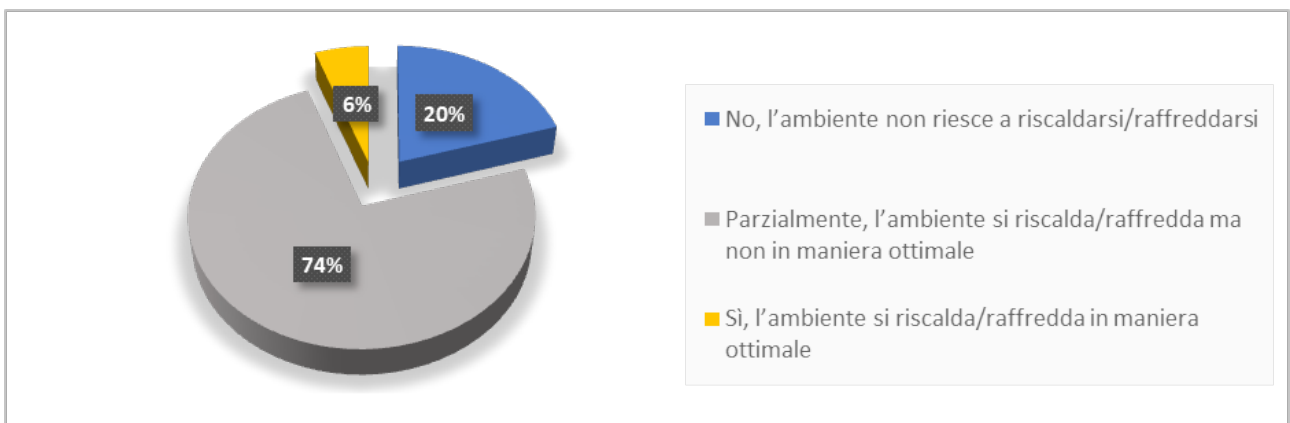


Grafico 19. Temperature negli ambienti dell'abitazione durante l'uso del condizionamento (riscaldamento/raffrescamento)

no l'entrata di virus e batteri. Solo il 20% usa il condizionamento in tutta la casa e quasi il 10% non lo usa affatto.

Alla domanda relativa alla possibilità di avere una temperatura ottimale quando si ac-

cede il condizionamento, il 74% ha risposto che l'ambiente non si raffresca/riscalda in maniera ottimale. Il 20% ha risposto che l'ambiente non riesce a raffrescarsi/riscaldarsi. La mancanza di isolamento causa perdite termiche e umidità. Infatti l'umidità

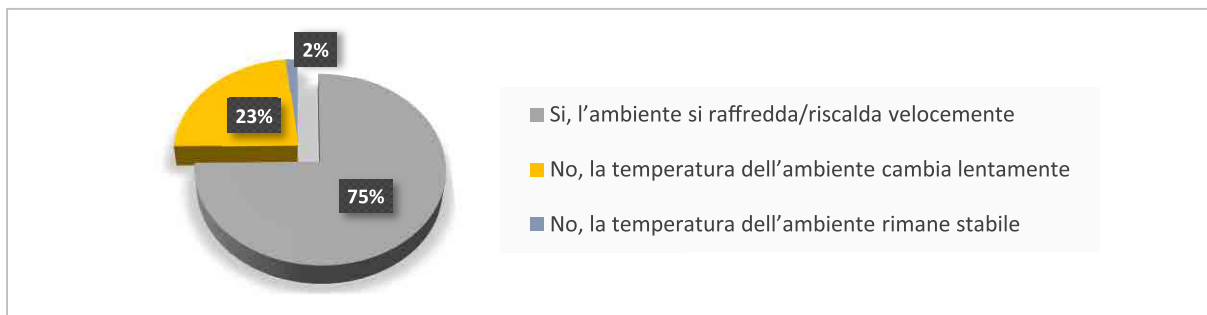


Grafico 20. Cambiamento della temperatura dell'ambiente (riscaldato/raffrescato) quando si spegne l'impianto di condizionamento.

è uno dei problemi più sofferti dalle abitazioni composte da pannelli prefabbricati (umidità da infiltrazione, umidità da condensa e umidità da risalita e capillarità).

La dispersione di calore attraverso l'invo-

4. Interventi/Manutenzione

che l'ambiente si raffresca/riscalda velocemente, il 23% ha risposto che la temperatura dell'ambiente cambia lentamente e solo il 2% ha risposto che la temperatura

lucro non isolato porta a temperature interne instabili. Infatti, quando agli abitanti è stato chiesto se la temperatura dell'ambiente cambiasse quando l'impianto di condizionamento veniva spento, il 75% ha risposto affermativamente, sostenendo

dell'ambiente rimane stabile.

Questa sezione mira ad acquisire informazioni sugli interventi di ricostruzione

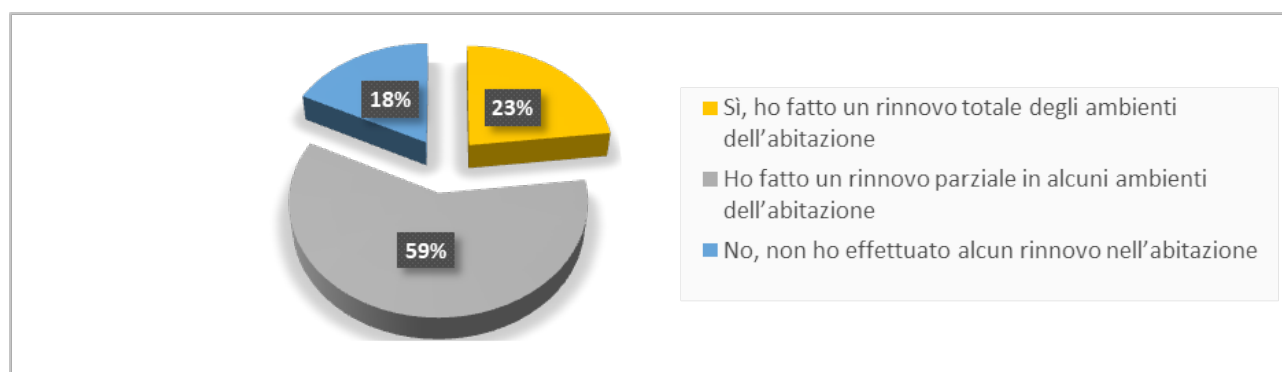


Grafico 21. Interventi di rinnovo dell'abitazione negli ultimi anni

eseguiti negli ultimi anni, in modo da capire se l'intervento fosse mirato ad elementi estetici (finiture, rivestimenti) o anche a migliorare le prestazioni energe-

tiche (sostituzione degli infissi, isolamento termico etc.).

Alla domanda relativa all'aver effettua-

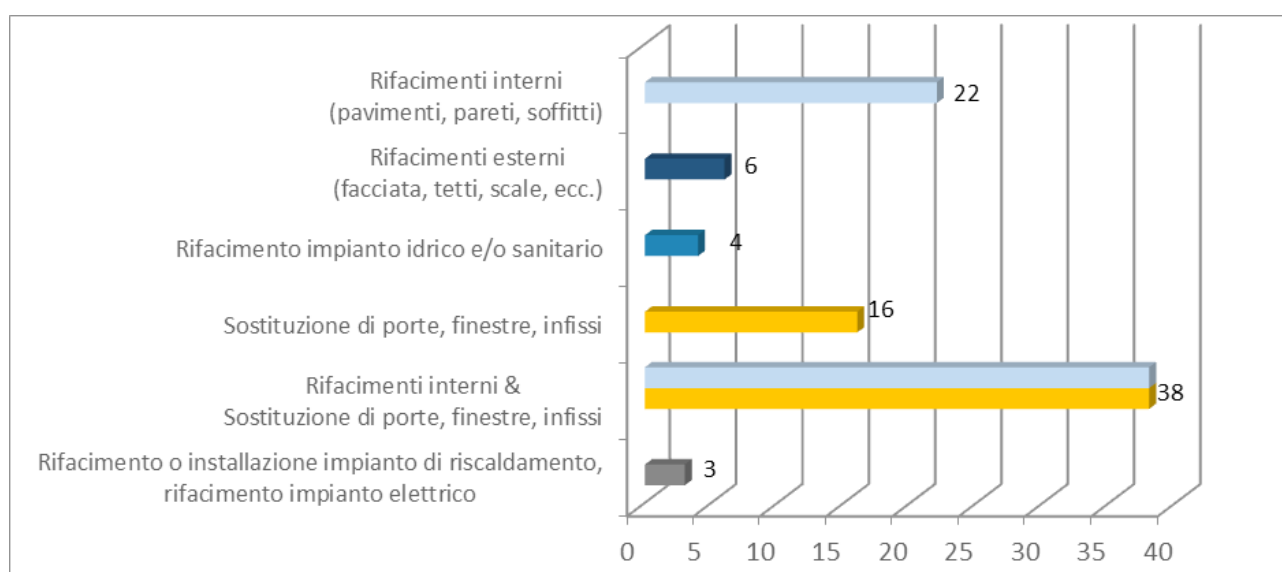


Grafico 22. Tipologia d'intervento

to interventi di rinnovo dell'abitazione negli ultimi anni, il 59% ha affermato di aver fatto un rinnovo parziale di alcuni ambienti dell'abitazione, il 23% ha affermato di aver fatto un rinnovo totale, mentre il 18% non ha effettuato alcun rinnovo dell'abitazione.

Agli intervistati che hanno eseguito interventi di ripristino completo o parziale è stato chiesto in cosa è consistito l'intervento. In 38 casi gli interventi di ripristino con-

sistono in rifacimenti interni e sostituzione di porte e finestre; in 22 casi sono stati eseguiti unicamente rifacimenti interni quali tinteggiatura, in 16 casi sono state eseguite sostituzioni di porte e finestre; solo in 6 casi sono stati eseguiti ripristini esterni influenti termicamente (isolamento di facciata e copertura); in 4 casi gli interventi hanno consistito in ripristino dell'impianto idrico; infine in 3 casi è stato eseguito il ripristino o l'installazione dell'impianto di riscaldamento o dell'impianto elettrico.

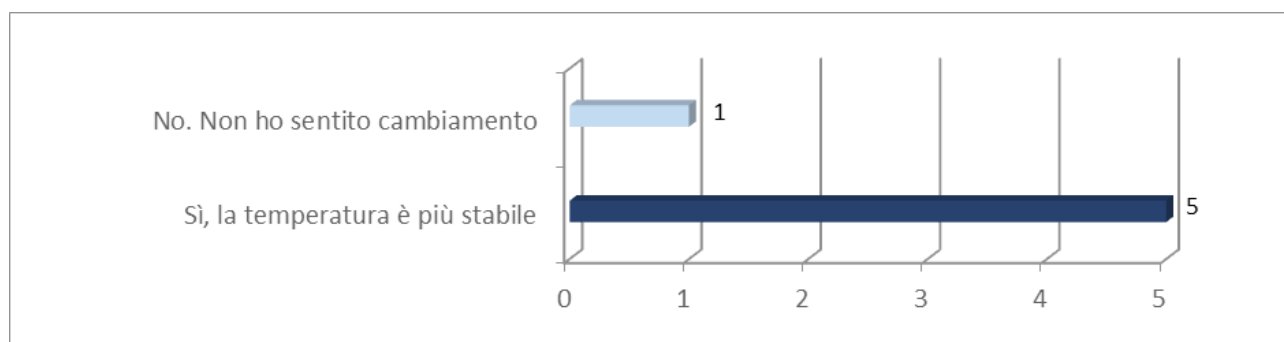


Grafico 23. Cambiamenti della temperatura interna dell'abitazione dopo l'intervento di isolamento termico nella muratura

Solo in due casi si è intervenuti nella riorganizzazione degli spazi interni. L'abbattimento delle pareti interne non è possibile senza una soluzione strutturale. I cambiamenti si riscontrano negli appartamenti del piano

terza che hanno mutato la loro funzione in quella di spazi commerciali (negozi).

Agli abitanti che hanno eseguito rifacimenti esterni (isolamento di facciata e coper-

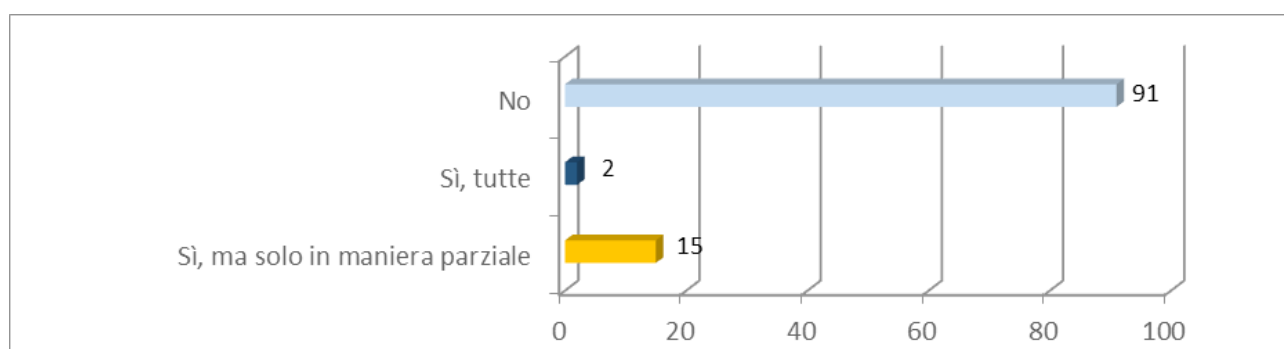


Grafico 24. Sostituzione delle vecchie lampadine con le nuove a risparmio energetico

tura) è stato chiesto se avessero osservato dei cambiamenti dopo l'intervento e in 5 casi è stato risposto che sono stati avvertiti dei cambiamenti e che la temperatura interna era più stabile rispetto a prima

dell'intervento. In un caso gli abitanti non hanno osservato nessun cambiamento della temperatura.

Agli intervistati è stato chiesto anche se

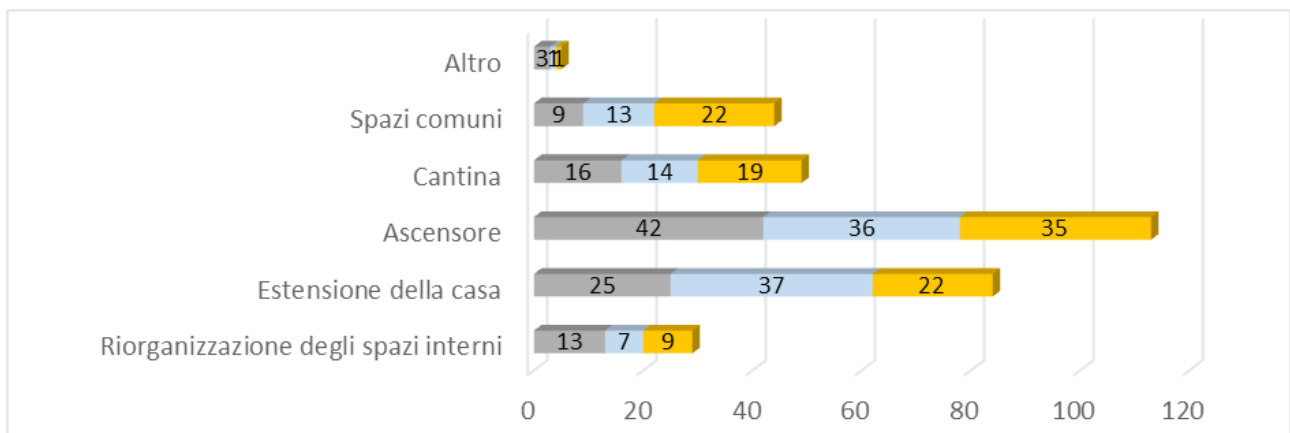


Grafico 25. Interventi da effettuare negli edifici

avessero provveduto a sostituire le vecchie lampadine con le nuove a risparmio energetico. Nella maggior parte dei casi (84%) le vecchie lampadine non sono sta-

te sostituite. Nel 16% dei casi le lampadine sono state cambiate solo in parte e solo il 2% ha cambiato le vecchie lampade con quelle a LED.

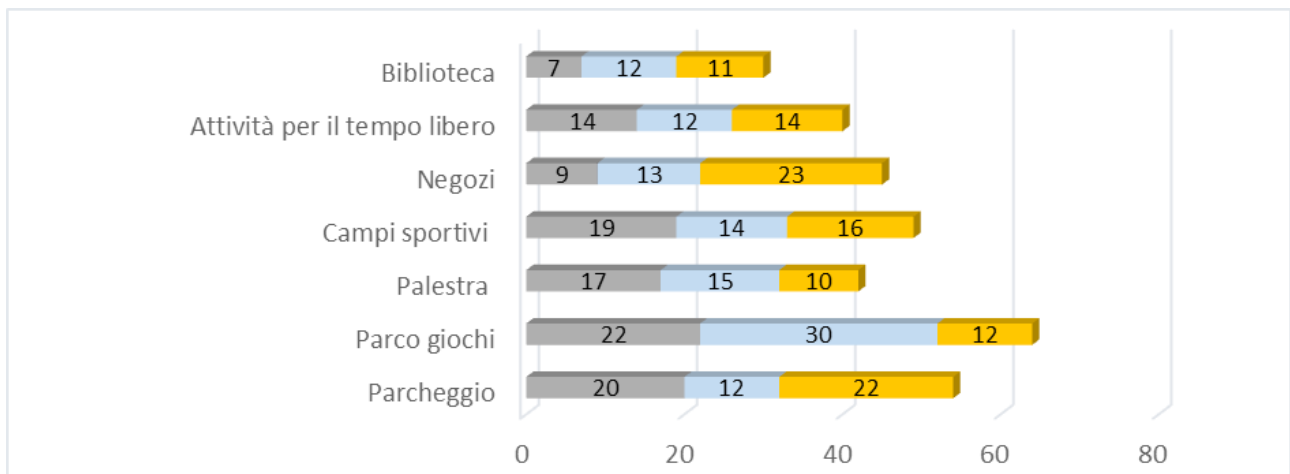


Grafico 26. Funzioni da integrare nel cortile del blocco residenziale

In relazione agli interventi necessari da effettuare nell'edificio o nel quartiere, a una buona parte degli abitanti (39%) piacereb-

be avere l'ascensore, seguito da un interesse per l'estensione degli spazi interni, cantina, riorganizzazione degli spazi interni,

5. Consumi

spazi comuni ecc.

Dall'indagine risulta che tra le funzioni che gli abitanti preferiscono avere nel quartiere prevalgono il parcheggio e un parco giochi per bambini, seguiti da campi sportivi, attività per il tempo libero, negozi e biblioteca.

In questa sezione sono state raccolte informazioni sulle spese sostenute per il gas, l'energia elettrica e gli altri combustibili che le famiglie utilizzano.

Durante l'indagine agli abitanti è stato chiesto di riferire il consumo annuo di energia elettrica. Da 96 risposte risulta un consumo

Tabella 5. Consumo di energia elettrica all'anno in kWh

Città	Nr. risposte	Consumo medio dell'energia elettrica consumata all'anno (kWh)
Tirana	31	5680
Durrës	22	4945
Fier	14	5289
Lushjane	11	3570
Burrel	9	3860

medio annuale di 4670 kWh. Ovviamente il consumo cambia nelle diverse stagioni e varia in media fino al doppio del consumo mensile. Il consumo maggiore è nei mesi di dicembre, gennaio, febbraio, luglio e agosto ed è più basso durante la primavera e l'autunno.

Il consumo varia anche da città a città. Secondo i dati presentati in tabella 5 si nota che nella città di Tirana e di Fier il consumo di energia elettrica è più alto che nelle altre città. Considerando che le differenze di temperatura sono minime, questo può essere il risultato di un livello economico più

alto degli abitanti in queste città. Anche se i consumi sono più bassi della media europea,

questo non è un indicatore dell'efficienza energetica di questi edifici. Dalle indagini risulta che per la maggior parte dei casi si

risparmia compromettendo le condizioni di comfort.

Tabella 6. Ha già effettuato interventi di miglioramento per il risparmio energetico?

Tipo di intervento	Nr. di risposte	Percentuale (%)
Installazione di serramenti ad alta efficienza (doppi o tripli vetri)	39	55,7%
Isolamento dell'involucro (facciata, tetti, scale, ecc.)	6	8,6%
Installazione di lampade a basso consumo	17	24,3%
Installazione di boiler a basso consumo	4	5,7%
Acquisto di elettrodomestici a basso consumo	4	5,7%

6. Approccio sostenibile degli abitanti

Questa sezione è servita ad informarsi sul livello di conoscenza degli utenti relativa ai possibili interventi per migliorare le prestazioni energetiche delle loro abitazioni, le fonti alternative di energia, le modalità di risparmio energetico etc.

Agli abitanti è stato chiesto se avessero già effettuato interventi di miglioramento volti

al risparmio energetico nelle loro abitazioni e, in caso di risposta affermativa, in cosa fosse consistito l'intervento. L'intervento più diffuso riguarda l'installazione di serramenti ad alta efficienza (51%), l'installazione di lampade a basso consumo (24%), l'isolamento dell'involucro (9%), l'installazione di boiler a basso consumo (6%), l'acquisto di elettrodomestici a basso consumo (6%). Nella maggior parte dei casi, gli interventi non hanno avuto un alto impatto

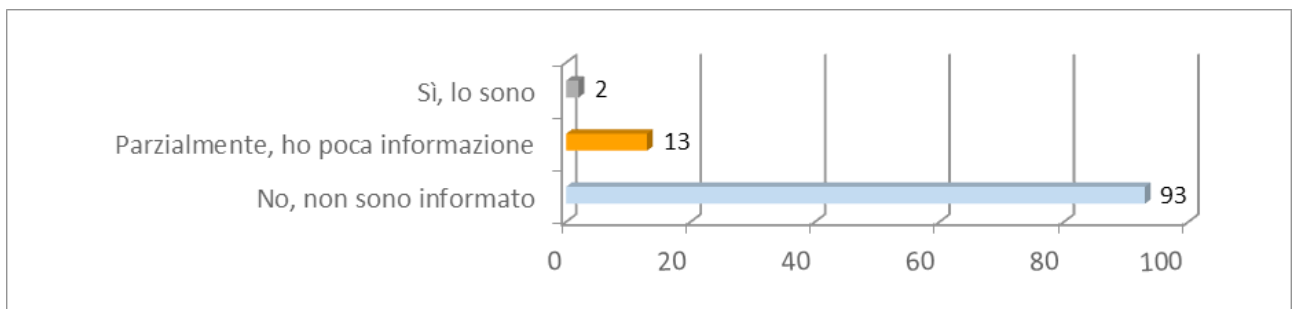


Grafico 27. Conoscenza degli interventi e delle misure possibili da prendere per il risparmio energetico

nella riduzione dei consumi energetici. Anche nei casi di intervento nell'isolamento si è riscontrato che non sono stati eseguiti i necessari interventi di isolamento. Dall'indagine risulta che non ci sono casi di

installazioni di fonti energetiche rinnovabili come pannelli solari termici per la produzione di acqua calda o pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica. Agli abitanti è stato chiesto se fossero a

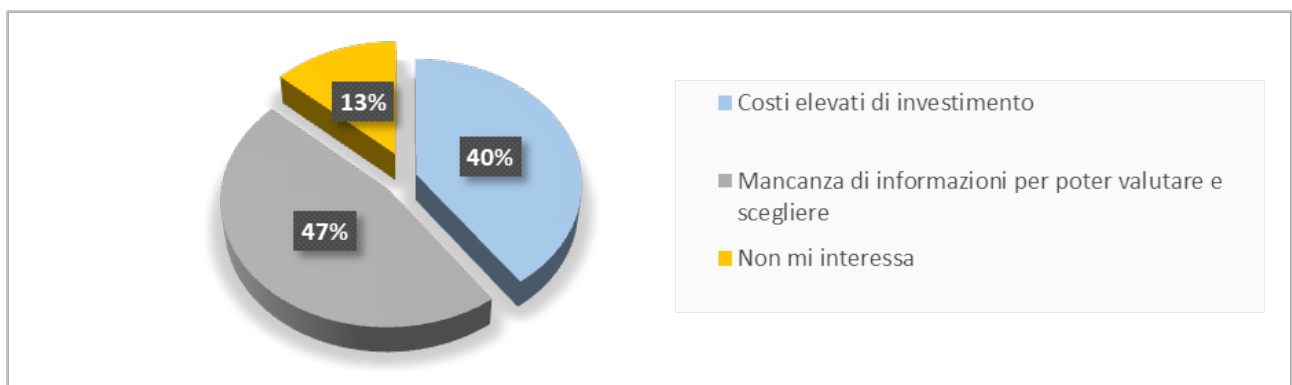


Grafico 28. Ragioni per cui non si sono prese misure per gli interventi di miglioramento del consumo energetico

conoscenza degli interventi e delle misure possibili da prendere per il risparmio energetico. L'86% degli intervistati non sono informati degli interventi e delle misure

possibili da prendere per il risparmio energetico; il 12% ne è a conoscenza; solo il 2% è informato in merito alle misure attuabili per il risparmio energetico.

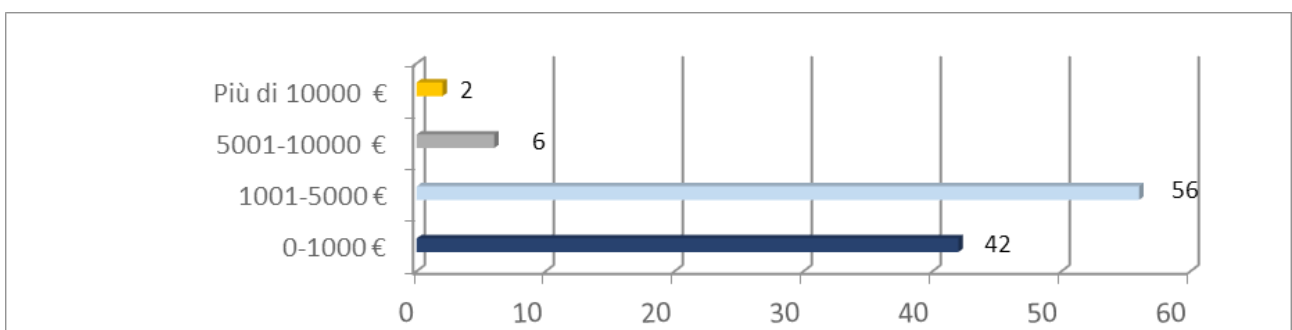


Grafico 29. Quanto si è disposti a spendere in un rinnovo dell'abitazione (esclusi i mobili)

Agli abitanti che hanno affermato di essere informati in merito alle possibili misure di risparmio energetico è stato chiesto perché

non avessero ancora effettuato interventi in questo senso. Il 47% ha risposto che non ha abbastanza informazione per poter valuta-

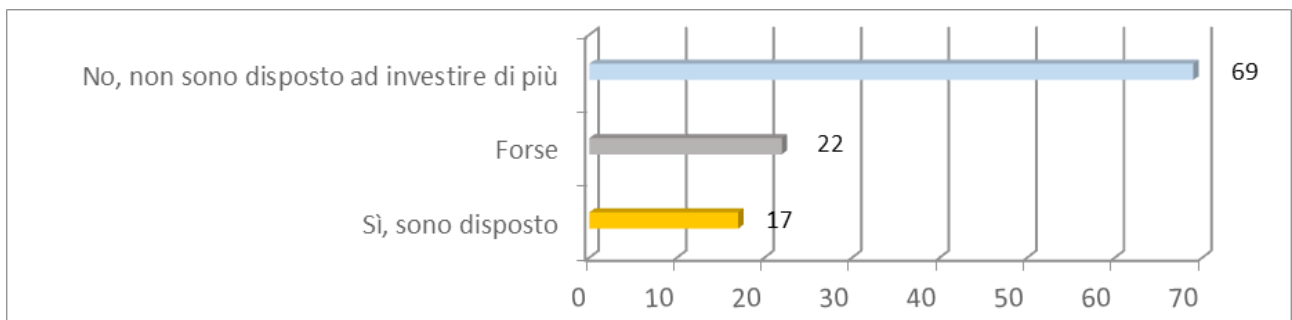


Grafico 30. Disponibilità ad investire di più nel caso in cui fosse possibile recuperare l'investimento detraendolo dalle spese dell'energia

re, il 40% ritiene che i costi siano elevati e il 13% ha risposto di non essere interessato.

Agli abitanti è stato chiesto quanto potessero spendere in un rinnovo dell'abitazione. Il 39% può spendere fino a 1000 Euro; la maggior parte (52%) non può spendere più di 5000 Euro; il 5% può spendere fino a 10000 Euro;

solo il 2% può spendere più di 10000 Euro.

Agli abitanti è stato chiesto anche se fossero disposti ad investire di più nel caso in cui potessero recuperare l'investimento detraendolo dalle spese dell'energia. Il 64% ha risposto affermativamente, il 20% ha risposto affermativamente nel caso in cui avessero una valuta-

5.5 PRINCIPALI CRITICITÀ RISCONTRATE

zione approssimativa del costo, mentre il 16% non è disposto ad investire di più.

Inoltre agli intervistati è stato chiesto se fossero a conoscenza dei finanziamenti per il risparmio energetico a basso tasso (isolamento termico pareti/tetto, serramenti, pannelli solari, etc.). 99 casi (92%) non sono informati e in solo 9 casi (8%) sono a conoscenza dei finanziamenti per il risparmio energetico a basso tasso.

Dall'indagine termografica e dall'analisi con gli abitanti del nostro caso studio e dell'intera tipologia abitativa composta dai pannelli prefabbricati risulta che i problemi principali sono l'elevato flusso termico tra ambiente interno e ambiente esterno attraverso l'involucro dell'edificio, la presenza di umidità negli spazi abitativi e basso comfort termico e qualità dell'aria.

L'analisi è servita ad individuare gli elementi critici dal punto di vista energetico. In seguito sono elencate le problematiche principali che sono state identificate durante l'analisi:

- **L'isolamento dei pannelli esterni e del solaio di copertura**

Dall'analisi risulta evidente che la funzione iniziale del materiale di isolamento in calcestruzzo cellulare (peno-beton) di aumentare le proprietà di isolamento e di ridurre il peso dei pannelli non è più rilevante. Il fatto che i pannelli non siano isolati all'esterno fa sì che i pannelli e lo strato di isolamento siano esposti all'umidità, la quale riduce ulteriormente le capacità di isolamento termico della costruzione ed aumenta considerevolmente il peso dei pannelli, rischiando di portare dei danni strutturali.

- **Le giunzioni dei pannelli**

L'articolazione dell'unione dei pannelli, a

causa del metodo, dei materiali di fusione, dell'ammortamento e del mancante isolamento, creano dei ponti termici lungo il perimetro dei pannelli. Queste aree sono dei punti deboli dell'edificio, in cui le dispersioni termiche sono superiori a quelle delle altre parti.

- **Serramenti e infissi**

Le finestre, le porte e gli infissi sono un'altra fonte di dispersione di calore, dovuta alla loro alta conducibilità termica e al montaggio non eseguito adeguatamente, cosa che comporta infiltrazioni. Il davanzale, a contatto sia con lo spazio interno che con quello esterno, è un altro ponte termico che si riscontra in quasi tutti i casi, anche quelli isolati di recente.

- **Il vano scala**

I vani scala negli edifici con pannelli prefabbricati sono aperti, cosa che aumenta le superfici esposte e, quindi, le dispersioni termiche. Infatti i muri perimetrali in contatto con il vano scala, diversamente dai pannelli esterni, sono costituiti da pannelli in calcestruzzo di 10 e 14 centimetri senza isolamento termico. Queste superfici hanno delle perdite termiche notevoli dovute all'elevata conducibilità che caratterizza i pannelli in calcestruzzo.

- **Le logge/ balconi**

La stessa situazione si presenta anche nelle logge. Anche in questo caso i pannelli esterni sono costituiti da pannelli in calcestruzzo di 14 centimetri senza isolamento termico. Anche se nella maggior parte dei casi le logge sono state chiuse con muri e finestre dai residenti stessi, le dispersioni di calore avvengono tramite i parapetti in calcestruzzo con spessore di 10 centimetri e tramite le finestre. Ponti termici si riscon-

trano anche nei balconi, dovuti alla continuità strutturale tra il solaio interno e il solaio del balcone, il quale favorisce il passaggio del flusso di calore verso l'esterno.

- **Umidità di risalita o umidità ascendente**

A parte l'umidità e la muffa causate dalla presenza di dispersione di calore dalla struttura mal isolata, l'umidità è causata anche dalle infiltrazioni delle perdite dei vecchi tubi di scarico dell'acqua piovana e dalla risalita nel piano terra.

Le varie indagini sono servite ad individuare gli elementi critici anche dal punto di vista funzionale e sociale. Di seguito sono elencate le problematiche principali emerse. Gli alloggi degli edifici prefabbricati sono caratterizzati da spazi piccoli ed insufficienti per le esigenze d'oggi; inoltre la rigidità del sistema costruttivo rende difficile gli interventi funzionali. Infatti, diversamente dagli edifici realizzati in laterizio, negli edifici prefabbricati si notano meno le superfici aggiuntive ed i cambiamenti funzionali degli spazi interni. L'abbattimento delle pareti interne non è possibile senza una soluzione strutturale. Tuttavia si riscontrano casi di cambiamenti individuali, principalmente al piano terra, che hanno mutato la loro funzione in quella di spazi commerciali, con aperture di finestre e porte nei pannelli esterni portanti in calcestruzzo armato progettati pieni, provocando danni strutturali. Le chiusure ombreggianti consistono principalmente in tapparelle e persiane dove la funzione primaria con-

siste nell'oscuramento degli ambienti o nell'evitare lo scambio visivo con il vicinato invece che in misure efficaci per combattere il surriscaldamento degli ambienti. Dalle indagini con i residenti risulta che per la maggior parte dei casi si risparmia compromettendo le condizioni di comfort. Infatti quasi la metà degli abitanti utilizza il gas come fonte primaria di energia per la cottura, scelta influenzata principalmente dal costo inferiore rispetto all'elettricità. Il riscaldamento/raffrescamento avviene ancora in modo autonomo. Sempre per ragioni economiche gran parte degli abitanti riscaldano/raffrescano solo parzialmente la casa, quindi in modo locale solo gli ambienti che utilizzano. Infatti quasi la metà dei casi il reddito complessivo del nucleo familiare è inferiore ai 5000€ l'anno. Tra le problematiche principali che si riscontrano su scala urbana è la mancanza di spazi per i servizi e le attività della comunità. Durante la trasformazione e l'espansione urbana lo spazio pubblico ha perso il suo significato e la sua identità. I cortili all'interno dei blocchi residenziali sono occupati da nuovi edifici oppure vengono invasi dalle automobili che parcheggiano ovunque. Si sente la necessità di una riqualificazione effettiva per ridare qualità urbana e nello stesso tempo c'è la necessità di una riqualificazione del tessuto sociale, perché sia fruibile ed alla portata di tutti i residenti. Ovviamente occorre fare l'analisi dei singoli quartieri oggetto di riqualificazione coinvolgendo attivamente gli abitanti per identificare le diverse esigenze e fondare le giuste scelte di intervento urbano.

CAPITOLO 6

AZIONI PROGETTUALI E
TECNOLOGICHE PER LA
RIQUALIFICAZIONE
ENERGETICA DEL COSTRUITO

6 AZIONI PROGETTUALI E TECNOLOGICHE PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEL COSTRUITO

Per una riqualificazione efficace è molto importante iniziare con un'analisi approfondita dell'edificio, conoscere tutti gli elementi costruttivi ed i suoi impianti, ed evidenziarne le criticità principali. Lo studio dei materiali d'archivio, l'indagine con i residenti, e l'analisi del degrado materiale e di inefficienza prestazionale svolte nella prima fase della ricerca, hanno evidenziato le problematiche che prevalgono nel nostro caso studio e nell'intera tipologia dell'edilizia prefabbricata.

Gli elementi costruttivi principali da considerare sono l'involucro, composto dalle pareti esterne, la copertura, il solaio del piano contro terra (o verso i rifugi, nel caso di una parte degli edifici prefabbricati), le finestre, le porte e gli infissi ed i ponti termici, i quali sono anche i punti più critici dell'edificio. A parte l'involucro, vengono considerati gli impianti dell'edificio (impianto di riscaldamento, di ventilazione, di condizionamento d'aria, impianto per la produzione dell'acqua calda, impianto elettrico). Dopo aver fatto la diagnosi completa dell'edificio og-

getto di riqualificazione, occorre definire le soluzioni migliori ed adeguate alla tipologia dell'edificio in relazione al contesto climatico di appartenenza, in base alle criticità dell'edificio in questione e, ovviamente, alle risorse che si possono investire.

Gli strumenti più comuni ed importanti usati per la riqualificazione energetica degli edifici esistenti sono i seguenti¹:

- Isolamento termico dell'involucro dell'edificio
- Sostituzione di finestre e porte
- Sistema di ombreggiamento
- Nuovo sistema efficiente per la climatizzazione invernale ed altri impianti elettrici
- Utilizzo di fonti energetiche rinnovabili
 - Impianto solare termico per la produzione di acqua calda
 - Impianto fotovoltaico
- Sistema di riscaldamento/raffrescamento passivo

.....
1 Agenzia CasaClima, 2008. *Manuale CasaClima-Risanare oggi, Risparmio energetico, Comfort abitativo, Tutela del Clima*; KWOK, A. e GRONDZIK, W., 2011. *Il libro verde: Strategie ambientali per la progettazione schematica*. London: Architectural Press; OBERTI, I., 2014. *Prodotti edilizi per edifici ecocompatibili*. Rimini: Maggioli Editore; SAYIGH, A., 2013. *Sustainability, Energy and Architecture: Case Studies in Realizing Green Buildings*. San Diego Academic Press Inc. etc.

6.1 INTERVENTI PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DELL'INVOLUCRO

L'isolamento termico è il primo passo necessario da compiere per ridurre le dispersioni termiche, migliorare il comfort abitativo e ridurre i costi per il riscaldamento ed il raffrescamento. La funzione dell'isolamento è quella di ridurre il flusso termico che attraversa gli elementi verticali e orizzontali disperdenti dell'involucro opaco, riducendo significativamente il valore di trasmittanza U (valore che rappresenta la quantità di calore scambiato da un elemento per unità di presenza di differenza di temperatura interna/esterna della struttura).

L'involucro si può dividere in:

- Elementi verticali
 - Pareti perimetrali
 - Finestre e porte
- Elementi orizzontali
 - Copertura
 - Solaio del piano terra (e verso i rifugi in parte degli edifici del caso studio)

6.1.1 Isolamento delle pareti opache

Le modalità e le combinazioni per l'isolamento degli edifici esistenti sono tante e comportano sempre l'uso di un materiale isolante.

I materiali isolanti si possono suddividere in tre gruppi principali²:

- Materiali isolanti di origine naturale (rinnovabili): fibre di legno, cotone, canapa sughero, cellulosa, lana di pecora etc.
- Materiali isolanti sintetici: polistirene espanso, polistirene estruso, fibre in polietilene o poliuretano.

.....

² Agenzia CasaClima, 2008. Manuale CasaClima-Risanare oggi, Risparmio energetico, Comfort abitativo, Tutela del Clima. Il manuale CasaClima fornisce delle linee guida chiare per gli interventi di riqualificazione energetica per il miglioramento del rendimento energetico degli edifici esistenti e migliorare le condizioni di comfort nei ambienti interni.

- Materiali isolanti minerali: lana di roccia, lana di vetro, schiuma minerale, etc.

A parte i valori fisici caratteristici (come la conduttività termica e la permeabilità alla diffusione del vapore), la scelta dipende da una serie di altri fattori, come ad esempio il contenuto di sostanze inquinanti e non biodegradabili, il ciclo di vita, il costo etc.; ovviamente, sta al committente decidere a quali caratteristiche dare la priorità.

L'isolamento delle pareti può essere applicato dall'interno delle abitazioni (isolamento interno) oppure realizzato esternamente sulla facciata (isolamento esterno).

L'isolamento interno

Questo tipo di isolamento si applica principalmente nei casi in cui non è possibile, oppure non è conveniente, applicare l'isolamento all'esterno dell'edificio, cosa che capita negli interventi singoli per gli edifici multipiano, gli edifici storici, nei casi di una morfologia complessa dell'edificio etc. Questa soluzione consente di migliorare la prestazione dell'involucro, però non elimina completamente i ponti termici. Un altro svantaggio dell'isolamento interno sta nella riduzione del volume dell'ambiente abitativo e, considerando le superfici limitate che caratterizzano gli alloggi prefabbricati, questa soluzione non è appropriata.

L'isolamento esterno

L'isolamento esterno consiste nell'isolamento ed il rivestimento continuo ed uni-

forme delle pareti esterne. Questa soluzione consente la riduzione in modo considerevole delle dispersioni termiche, favorisce l'eliminazione dei ponti termici e dei fenomeni di condensa superficiale e permette di migliorare l'inerzia termica della struttura sul lato interno dell'edificio. Tre sono le soluzioni principali per l'isolamento esterno: i sistemi di facciata ventilata, l'isolamento a cappotto e l'intonaco termoisolante. Considerando i rispettivi vantaggi e svantaggi dei diversi sistemi di isolamento esterno, tenendo conto del rapporto costo/benefici, il sistema di capotto termico è il modo più efficace per l'isolamento degli edifici prefabbricati.

Il cappotto termico è facilmente applicabile alle facciate degli edifici prefabbricati. Lo strato di isolamento scelto viene applicato direttamente al di sopra dell'intonaco esterno. Il primo passo prevede il fissaggio di un profilo di partenza posizionato alla base delle pareti esterne lungo il perimetro dell'edificio. In seguito si applica una malta collante adatta all'isolante scelto dove vengono posate le lastre di isolamento. Il fissaggio dei pannelli isolanti viene fatto attraverso l'utilizzo di tasselli i quali possono essere ad avvitamento o a percussione³. In seguito viene steso il rasante in tutta la superficie ed in modo omogeneo, dove viene poi posata la rete di armatura. In seguito si procede con la lisciatura del rasante, coprendo ed annegando completamente la rete. Dopo la stesura del primer (che ha la funzione di preparare la superficie) viene posato lo strato di finitura, il quale può essere un rivestimento colorato oppure un rivestimento ceramico a seconda della scelta.

Dalle foto termiche prese durante l'indagine si nota chiaramente il cambiamento di temperatura sulla superficie dei pannelli causate dalle discontinuità termiche (Fig. 2a). Sempre nelle stesse foto si nota la riduzione dei ponti termici tramite modesti interventi

.....
³ La posa in opera del Sistema Cappotto Termico. Disponibile su <http://www.knauf.it/cappottoTermico/knauf_posa.aspx> [Data di accesso: 10/11/2018].

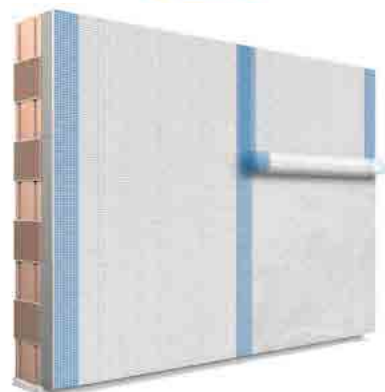
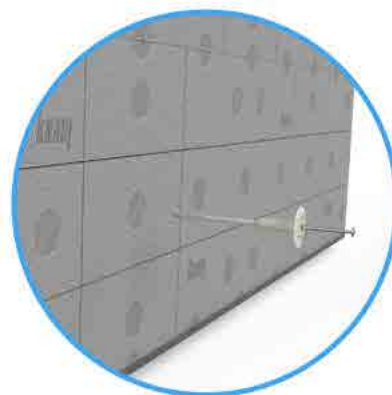


Figura 1. Applicazione dell'isolamento a cappotto [Knauf]

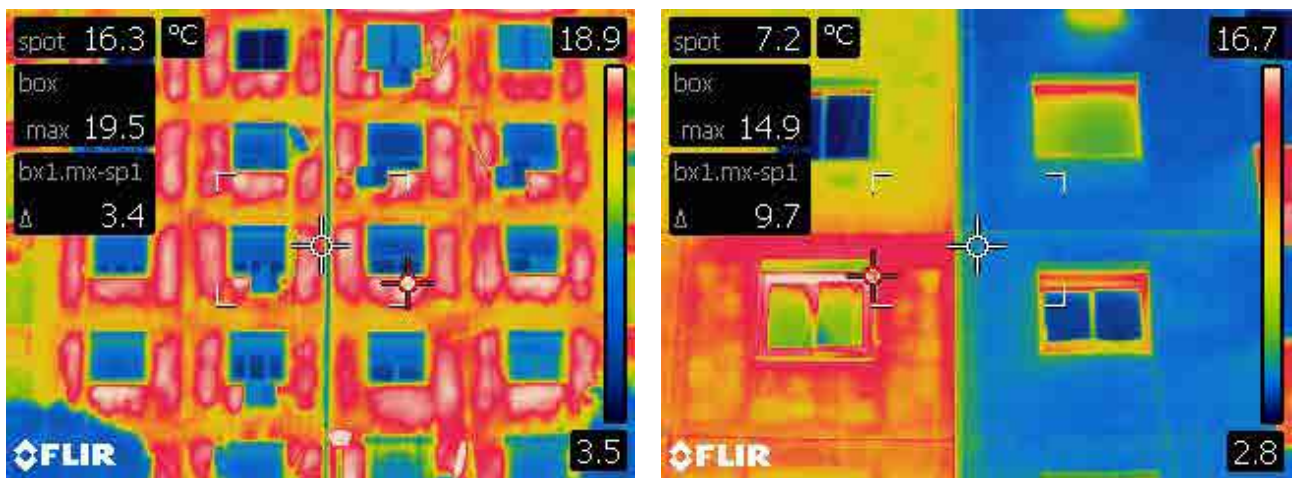


Figura 2. (a) Dispersioni termiche nella facciata, (b) edificio prefabbricato parzialmente isolato

di isolamento a cappotto (Fig. 2b). Per non ridurre le aperture delle finestre è importante usare materiali isolanti che hanno un ridotto spessore e le stesse proprietà isolanti delle pareti esterne, come per esempio pannelli sottovuoto ad elevato potere coibente.

Isolamento della copertura

Considerando la grande superficie che occupa, la copertura è tra gli elementi più disperdenti dell'involucro dell'edificio. La copertura degli edifici prefabbricati comporta uno dei punti più critici dell'edificio. Questo si è verificato anche durante l'indagine sugli alloggi prefabbricati, dove si è rilevato che le abitazioni nei sottotetti presentano un basso comfort termico e qualità dell'aria, presenza di umidità ed elevato scambio termico con l'ambiente esterno. Essi infatti, indipendentemente dall'uso dei sistemi di climatizzazione negli ambienti abitativi, sono caldi in estate e freddi in inverno. L'isolamento della copertura a regola d'arte svolge un ruolo fondamentale nell'efficienza della riqualificazione dell'edificio, considerando le grandi sollecitazioni termiche a cui è sottoposta. Per questo la coibentazione dei tetti in modo appropriato consente un elevato risparmio energetico.

Negli edifici prefabbricati abbiamo a che fare con tetti piani con pendenza di 2°. In questi casi per ottenere dei risultati migliori la soluzione ideale rimane l'isolamento esterno. Solo in questo modo si possono eliminare i ponti termici. I materiali più adatti a questo scopo secondo il manuale CasaClima sono il polistirene estruso e il vetro cellulare⁴. È importante isolare tutti gli elementi costruttivi che possono comportare ponti termici, come per esempio il parapetto perimetrale. In questi casi bisogna prestare particolare attenzione all'impermeabilità, e al convoglio dell'acqua piovana.

Solaio del piano contro terra o verso i rifugi

Un altro elemento dell'involucro che necessita di isolamento termico è il solaio contro terra o verso i rifugi seminterrati. Per ridurre le dispersioni termiche e le risalite di umidità per capillarità è importante utilizzare materiali che abbiano alti livelli di isolamento ed alta resistenza meccanica, inoltre è importante che il materiale isolante sia fortemente drenante. La maggior parte degli edifici prefabbricati sono privi di scantinato. In questo caso lo strato di isolamento si posa sopra alla platea di fondazione, al di sotto del massetto.

4 Il polistirene estruso e il vetro cellulare sono tra i materiali isolanti più usati nel mercato albanese.

Dato che i vani di questi edifici non sono molto alti, si raccomanda di usare pannelli sottovuoto ad elevato potere coibentante per ridurre lo spessore dello strato isolante. Per evitare il più possibile i ponti termici, in questi casi è necessario un continuo isolamento perimetrale.

Come menzionato anche nel capitolo 3, nel seminterrato di una parte degli edifici prefabbricati sono situati i rifugi anticroll, i quali oggi si trovano in stato fatiscente e spesso allagati, il che causa il degrado dell'intero edificio ma, in particolare, delle abitazioni soprastanti. I solai, similmente ai pannelli perimetrali, si compongono di pannelli a sandwich, con isolamento centrale che oramai ha perso completamente la sua funzione, originando alte dispersioni termiche. Infatti gli abitanti degli appartamenti che si trovano al di sopra dei rifugi si lamentano del fatto che le abitazioni sono

fredde, umide e con una forte presenza di muffa. Questo è dovuto ad un insieme di aspetti, infatti i solai verso i rifugi non sono isolati, a cui si associa la problematica di risalita dell'umidità e delle infiltrazioni dovute essenzialmente a perdite dai vecchi pluviali di scarico dell'acqua piovana⁵.

L'opzione più comune e semplice è quella di applicare l'isolamento sul lato inferiore del solaio verso i rifugi, fissandolo direttamente sul soffitto. Il fatto che i rifugi non siano utilizzabili permette di non avere ostacoli nella scelta dello spessore dell'isolante, che in genere si raccomanda di essere di almeno 10 cm (CasaClima 2017, pp. 7). Anche in questo caso è necessario un isolamento perimetrale dello zoccolo dell'edificio. È importante proseguire con l'isolante al di sotto del piano di calpestio del ultimo solaio, fin sotto terra.

.....

5 Illustrati nel capitolo 5, Fig. 22.

6.1.2 SOSTITUZIONE DELLE SUPERFICI TRASPARENTI COMPRENSIVE DI INFISSI

Per raggiungere un completo ed efficace isolamento dell'involucro ed evitare le differenze di temperatura che causano la creazione di muffe, contemporaneamente all'isolamento dell'involucro opaco è indispensabile sostituire anche le superfici trasparenti. Sostituire le finestre esistenti con buone finestre a taglio termico con doppi o tripli vetri (a seconda dal contesto climatico) riduce le perdite termiche, l'umidità dell'abitazione e, ovviamente, comporta risparmi nei consumi.

Nella maggior parte degli edifici prefabbricati le finestre sono l'elemento costruttivo più disperdente. Infatti, secondo le indagini, risulta che nel 7% dei casi le finestre sono ancora con profilo in legno o metallo ad un unico strato di vetro. Mentre, anche se il 93% le hanno sostituite, ancora quasi il 90% hanno ancora finestre con profilo semplice in alluminio (tra i peggiori materiali in relazione alle dispersioni termiche) ad un unico o doppio strato di vetro (rispettivamente 67% e 24%, cfr. Cap. 5, Graf. 2).

Per avere dei risultati ottimali è necessario l'impiego di finestre ad alta qualità con doppi o tripli vetri isolanti basso emissivi o selettivi⁶. L'utilizzo del vetro selettivo permette la perfetta trasmittanza della radiazione luminosa mentre respinge la radiazione infrarossa, che è responsabile anche della trasmissione del calore. In questo modo si può evitare il surriscaldamento degli ambienti interni durante la stagione calda (in particolare nelle facciate di sud-est, sud-ovest e ovest, le quali sono più difficili da ombreggiare e sono spesso causa di surriscaldamento).

Nelle località più fredde, invece, dove è più

.....

6 Particolari trattamenti sulla superficie delle lastre di vetro, ai quali si attribuiscono ottime proprietà isolanti, realizzati appositamente per ottenere elevati livelli di coibentazione.

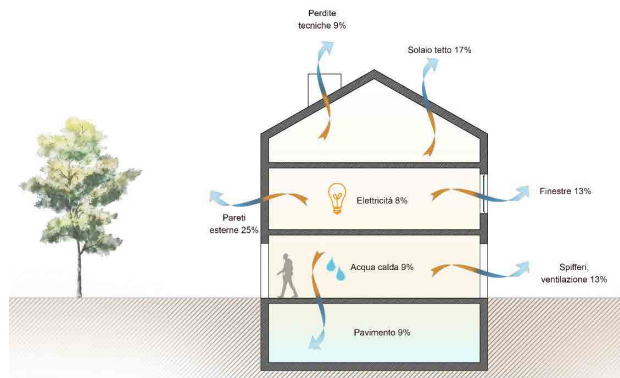


Figura 3. Dispersioni termiche negli edifici

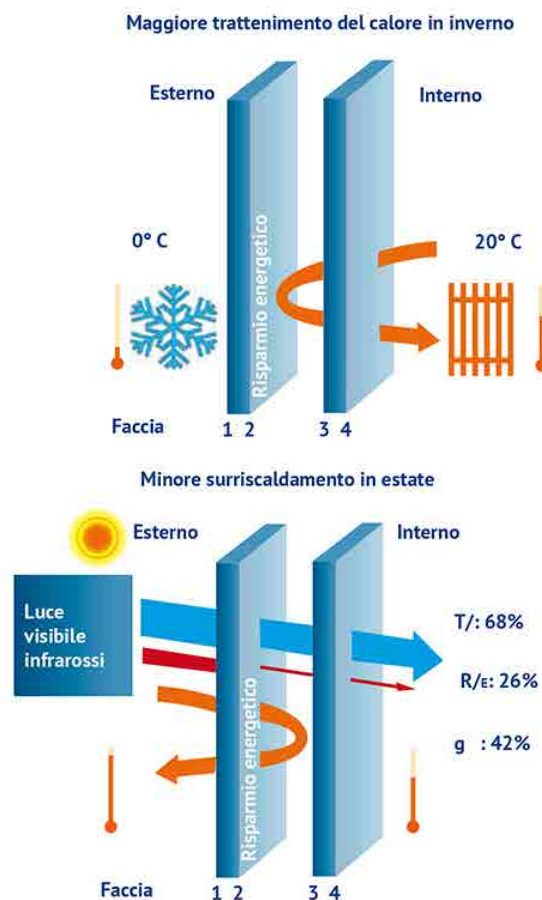


Figura 4. Vetri selettivi "quattro stagioni" [Serramenti Pellegrino]



Versioni disponibili

Vetro curvo



Apertura
elettrica



Fissa non
apribile

Vetro piano



Apertura
elettrica



Fissa non
apribile

Cupola



Apertura
elettrica



Manuale con
arganello



Fissa non
apribile

Figura 5. Finestre per tetti piani proposte per i bunker di soccorso [Velux]

importante ridurre le dispersioni termiche e dove i guadagni termici dell'irraggiamento sono favoriti, si raccomanda maggiormente l'uso dei vetri basso emissivi, i quali, tramite l'applicazione sulla superficie del vetro orientata verso il vetro camera di un deposito di metallo, riflettono verso l'interno del vano una parte del calore emesso, riducendo così le perdite di calore che si producono all'interno dell'abitazione.

Ovviamente ci sono dei vetri selettivi più sofisticati chiamati "quattro stagioni" i quali possono trattenere il calore dalla parte interna e rifletterlo dalla parte esterna, tuttavia comportano dei costi elevati.

Tramite la scelta giusta del vetro camera si possono controllare i guadagni termici dell'irraggiamento solare a seconda del contesto climatico e dell'orientamento del singolo edificio.

Il riempimento dell'intercapedine tra le lastre di vetro con gas nobili (Argon, Krypton) è un altro elemento che diminuisce ulteriormente le dispersioni termiche e rallenta i flussi termici.

Per raggiungere in complesso dei buoni valori di isolamento termico, contemporaneamente alla scelta del vetro, particolare attenzione richiedono anche altri componenti importanti delle finestre, come i telai, i giunti perimetrali, i montanti ed i traversi dei serramenti.

In relazione ai giunti perimetrali, si racco-

manda che siano in materiali termici non conduttori, per evitare la condensa del vapore acqueo lungo i bordi delle finestre.

In relazione ai telai, per poter ottenere un'elevata resistenza alla temperatura ed al degrado degli agenti atmosferici, si raccomanda di usare materiali diversi nella loro composizione.

Da alcuni anni ormai sono entrati nel mercato albanese le vetrate in alluminio con taglio termico, legno e PVC riempite all'interno dell'intercapedine con gas argon, che hanno un valore ridotto di trasmittanza termica U_w di 2.1-1.2 W/m^2k . C'è da dire che spesso il collegamento fra telaio della finestra e la muratura viene fatto in modo scorretto, causando ponti termici cfr. Cap. 4, Fig. 15.

Considerazioni vanno fatte anche per i "bunker di soccorso", i quali consistono in spazi ciechi e senza finestre. Per poter essere utilizzati è opportuno trasformarli in spazi illuminati e migliorare la qualità dell'aria. Per portare luce e ventilazione negli ambienti sotterranei dei bunker di soccorso si propone l'uso dei lucernai sulla loro copertura. I lucernai sono ideali in questo caso per integrare la luce naturale e per illuminare gli spazi bui, e, nello stesso tempo, ventilare i locali dei bunker. In questo caso si raccomanda l'uso del vetro basso emissivo, stratificato, antieffrazione e con apertura elettrica.

6.2 SISTEMA DI OMBREGGIAMENTO

È raccomandabile che gli interventi sopra menzionati per l'isolamento termico delle superfici opache e la sostituzione delle finestre siano abbinati all'installazione di sistemi di controllo della radiazione solare delle superfici trasparenti con esposizione a sud-est, sud, sud-ovest e ovest. L'utilizzo di sistemi di ombreggiamento, quali schermature esterne attive, passive, arbusti o rampicanti, aiutano a controllare i flussi luminosi e termici sulle superfici vetrate, permettendo la ventilazione naturale. L'ombreggiamento è tra le misure necessarie a combattere il surriscaldamento e può giocare un ruolo importante nel bilancio energetico degli edifici nel caso dell'Albania, esposta all'irraggiamento solare e con carichi termici elevati. Tuttavia, tuttora, non si è data la dovuta considerazione a tale questione, né in edifici di nuova costruzione né negli interventi di efficientamento energetico degli edifici già esistenti. Il sistema più comunemente usato sono gli avvolgibili e le tende alla veneziana, le quali vengono usate tanto per la regolazione della luce quanto per il controllo degli apporti solari. Invece negli edifici nuovi le schermature le troviamo usate principalmente come elemento architettonico, per arricchire e movimentare le facciate.

Le soluzioni per l'ombreggiamento sono numerose e, a seconda della regione climatica, della latitudine, dell'orientamento e delle condizioni particolari del contesto, si definiscono le caratteristiche tipologiche e geometriche per controllare i diversi fattori che influenzano il benessere interno delle abitazioni (ombreggiare, migliorare l'illuminazione naturale etc.). Per questo occorrerebbe effettuare uno studio approfondito per poter definire i modelli di riferimento più adatti a ciascun caso.

I sistemi di schermatura in base alla posizione, alla geometria e alle modalità di gestione, si classificano in interni ed esterni, orizzontali e verticali e in passivi ed attivi.

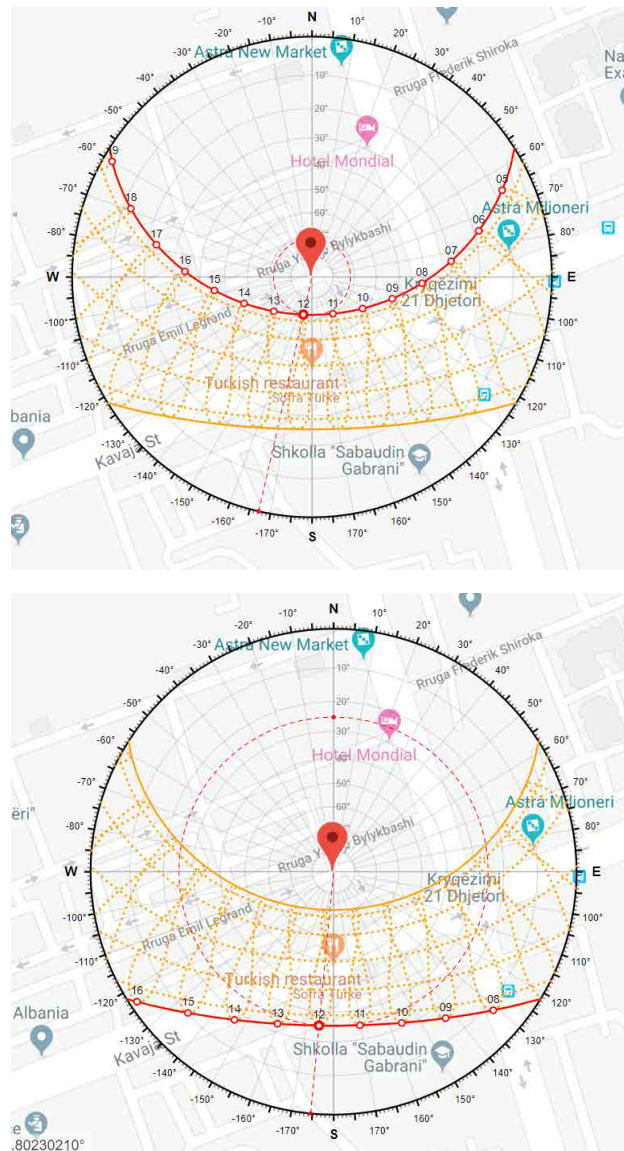


Figura 6. Diagramma solare per la località del caso studio nella città di Tirana (a) solstizio d'estate 21 giugno ore 12:00, (b) solstizio d'inverno 21 dicembre ore 12:00 [andrewmarsh]

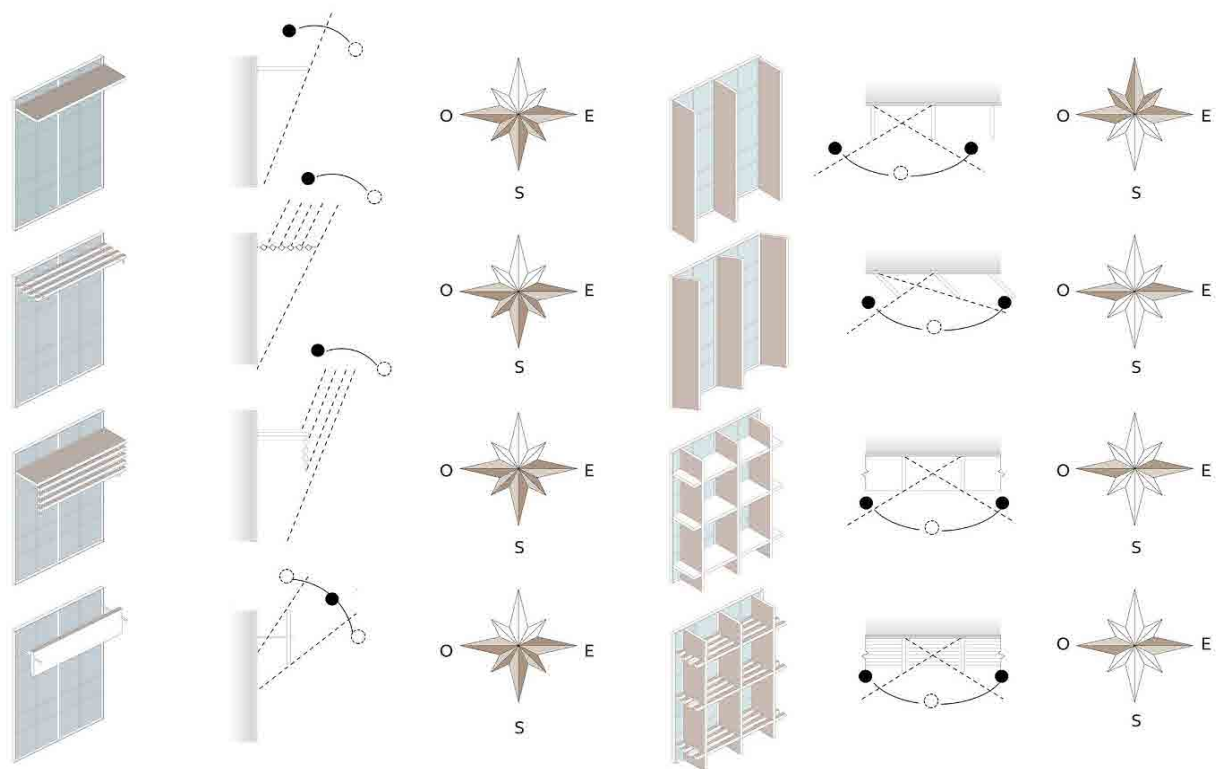


Figura 7. Diverse schermature solari secondo l'orientamento

I sistemi passivi consistono in elementi architettonici fissi, orizzontali o verticali, integrati nell'edificio. Le schermature vengono posizionate generalmente fuori⁷ delle superfici trasparenti e, tramite semplicemente le loro caratteristiche geometriche, i materiali ed i colori, progettate in relazione al percorso solare, riescono ad offrire un'efficace protezione in estate senza compromettere i guadagni termici in inverno.

Tra i materiali più usati ci sono il metallo, il legno, il PVC e il cotto. Ultimamente si applica anche il vetro riflettente, il quale permette di avere una buona vista verso l'esterno anche quando le lamelle sono chiuse; tale materiale è particolarmente utile nelle esposizioni sud-est, sudovest e ovest quando il sole è basso nell'orizzonte. Un altro vantaggio del vetro è che, diversamente dagli altri materiali, permette un'illuminazione uniforme degli ambienti.

I sistemi di schermatura attivi invece sono generalmente dispositivi meccanici che si orientano a seconda della luce, assumendo la posizione più adeguata in base al periodo dell'anno ed alle varie ore del giorno. Gli elementi della schermatura vengono collegati tra loro, orientati e comandati in modo manuale o elettrico; in alternativa si utilizzano sistemi più sofisticati, connessi a sistemi con sensori, i quali reagiscono ai fattori esterni (come il gradiente di temperatura o la luminosità) azionando la rotazione delle lamelle. Le lamelle possono essere dimensionate, in rapporto all'edificio esistente, per offrire la migliore prestazione. Lo svantaggio di questo sistema consiste tanto nella necessità di pulizia e manutenzione che esso richiede quanto nel loro costo, che è più elevato in confronto al sistema passivo.

.....
 7 Se la schermatura viene posizionata all'interno, il guadagno di radiazione solare attraverso la finestra può essere ridotto fino al 20%. Invece se la schermatura viene posizionata all'esterno l'apporto di calore può essere ridotto fino all'80% (Kwok 2007)

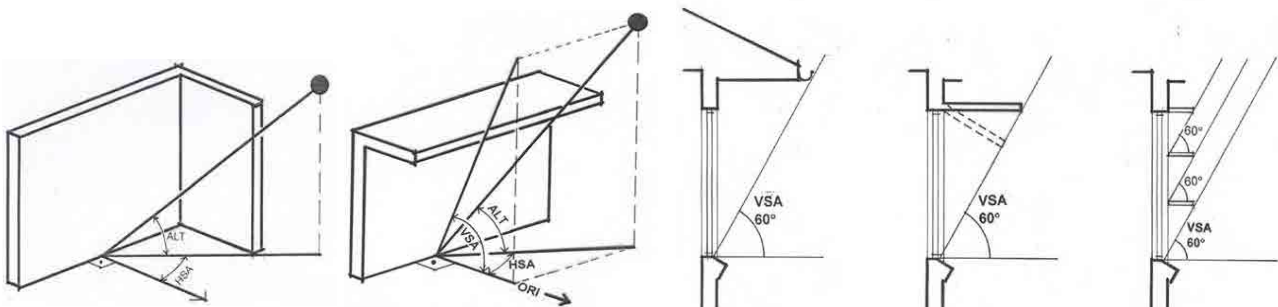


Figura 8. Angolo orizzontale dell'ombra (HSA), (b) angolo verticale dell'ombra (VSA), (c) schermature orizzontali che danno lo stesso angolo verticale dell'ombra [Szokolay 2007]

La posizione e l'orientamento sono due fattori determinanti nella progettazione delle schermature che determinano la quantità delle ore e la potenza dell'insolazione. A seconda della posizione, infatti, cambia la necessità di ombreggiamento. Nei climi freddi, quando i gradi giorno di riscaldamento superano i gradi giorno di raffrescamento, è importante fare attenzione a non compromettere l'apporto termico durante i mesi invernali.

L'opposto succede quando i gradi giorni di raffrescamento superano di molto i gradi di riscaldamento: in questi casi è importante che il sistema di ombreggiatura sia efficace per tutto il periodo necessario.

Per quanto riguarda l'orientamento, la facciata nord riceve generalmente poco irraggiamento solare diretto durante l'estate nelle prime ore della mattina e del pomeriggio, per questo non richiede ombreggiamento.

La facciata del sud, invece, riceve il maggior irraggiamento in inverno, diversamente dalle facciate est e ovest, le quali lo ricevono maggiormente in estate. Per questo le finestre orientate verso sud sono passivamente regolabili e facilmente ombreggiabili. La soluzione più efficace alle esposizioni verso sud sono le schermature orizzontali, gli aggetti orizzontali, la soletta, i balconi e le schermature a pannello o a doghe, le quali impediscono la radiazione solare diretta nelle ore centrali dei mesi estivi, e consentono l'apporto solare nei mesi invernali.

Gli altri orientamenti (est, sud-est, sud-ovest, ovest) hanno un apporto solare massimo in estate e, a causa della bassa altitu-

dine del sole, sono difficili da ombreggiare. In questi casi i sistemi verticali sono la soluzione più efficace. Bisogna, però, fare attenzione a trovare il giusto rapporto tra le misure e l'intervallo tra gli elementi verticali per assicurare un ombreggiamento ottimo senza ostacolare la vista e per ottenere un buon comfort visivo (Fig. 7).

Per una progettazione corretta delle schermature solari è importante analizzare i dati della località, gli elementi specifici del contesto, l'orientamento e l'altezza della posizione specifica. Sono disponibili vari strumenti per calcolare le ombre dei sistemi di ombreggiamento. Tramite il diagramma del percorso del sole si può trovare rapidamente l'altitudine del sole e l'angolo dell'azimut per qualsiasi latitudine e periodo dell'anno per definire l'angolo necessario che determina l'ombra delle schermature. L'effetto ombreggiante dipende dal rapporto tra la profondità del sistema e le particolari dimensioni della superficie trasparente da ombreggiare.

Tramite l'uso di software è possibile valutare, definire e verificare le schermature a seconda dei momenti del giorno in cui è necessaria l'ombreggiatura⁸. In seguito si definisce la tipologia, le caratteristiche geometriche del sistema di schermatura, il materiale che sarà utilizzato, la modalità di gestione etc.

Nel caso degli edifici prefabbricati le schermature devono essere strutture semplici e relativamente leggere per evitare il sovraccarico della struttura. I sistemi fissi sicuramente sono la soluzione più semplice, più economica e più duratura.

.....
8 Autodesk Ecotect, Excel Tool - Optimal Shading, Energyplus etc.

6.3 NUOVO SISTEMA EFFICIENTE PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE ED ALTRI IMPIANTI ELETTRICI

Per migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio, assieme alle misure prese per il miglioramento dell'involucro, è importante trovare una soluzione efficiente per l'impianto di condizionamento invernale. Negli edifici residenziali in Albania il riscaldamento avviene ancora in modo autonomo⁹. Più della metà degli abitanti degli edifici prefabbricati intervistati durante l'indagine¹⁰ utilizza il condizionatore assieme alle stufe elettriche portanti. Solo una bassa percentuale usa le bombole di gas (GPL) come fonte primaria di energia per il riscaldamento.

Attenzione richiede anche la scelta delle fonti energetiche disponibili in Albania per la produzione di calore, le quali comportano differenze considerevoli in relazione all'efficienza energetica, ai costi economici, al livello di comfort raggiunto e alle emissioni di sostanze inquinanti.

Dipendere dall'energia elettrica è costoso ed ecologicamente più dannoso che utilizzare i derivati del petrolio. Il gas presenta un bilancio ecologico leggermente migliore, ma appartiene pur sempre alle fonti energetiche non rinnovabili. Il legno invece ha un comportamento neutrale ma inquinante. La scelta migliore è ovviamente l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili come l'energia solare, eolica e geotermica etc., le quali garantiscono anche l'indipendenza energetica (elemento importante, considerata la crisi energetica che affronta ancora oggi l'Albania). Lo svantaggio che, però, hanno gli impianti che sfruttano le energie rinnovabili sono gli elevati costi, considerando sempre le possibilità economiche

degli abitanti di questi edifici.

L'elevato costo iniziale, la mancanza di assemblee dei comproprietari (stabilite solo recentemente) che facilitino le decisioni di investimenti comuni, assieme alla mancanza di informazione sul livello di conoscenza da parte degli utenti dei possibili risparmi ha reso possibile il fatto che fino ad oggi si è investito in impianti di climatizzazione individuali ed autonomi.

Sono quasi inesistenti i casi di riscaldamento centralizzato, anche se in una parte delle nuove costruzioni in edifici multipiano troviamo il sistema di tubazioni ed i dispositivi di trasmissione in ogni abitazione. Il riscaldamento centralizzato, considerando la maggiore efficienza delle pompe di calore e la presenza di caldaie più grandi, porta, ovviamente, ad un minore consumo di energia a parità di rendimento. Quindi, per evitare sprechi ed ottenere un maggiore comfort abitativo, è consigliabile la sostituzione degli impianti autonomi con impianti efficienti di climatizzazione centralizzati e con contabilizzazione individuale.

Le soluzioni disponibili degli impianti di riscaldamento sono tante e si distinguono tra di loro per i seguenti elementi:

- La fonte energetica impiegata: elettricità, energia solare, energia geotermica etc.
- Il materiale combustibile: gas, gasolio, legna, pellet, carbone etc.
- Il termovettore usato: acqua, aria, vapore¹¹ etc.
- I dispositivi di emissione/trasmissione del calore: radiatori, termosifoni,

9 Risultati dalle indagini con i residenti riportati nel Cap 5, Graf. 6, 7 e 8.

10 Secondo i dati di AKBN (Agenzia Nazionale delle Risorse Naturali) nella zona A e B (in Albania) il 45% della popolazione usa il condizionatore per il riscaldamento e raffrescamento delle abitazioni. Invece nella Zona C lo usa solo il 15%.

11 <https://www.ideegreen.it/tipologie-di-impianti-di-riscaldamento-65438.html>

condizionatori a parete tipo split, pannelli radianti a pavimento, parete o battiscopa etc.

Per poter scegliere l'impianto migliore di riscaldamento per gli edifici prefabbricati si sono considerate le fonti energetiche disponibili, l'infrastruttura esistente, le soluzioni presenti sul mercato e, ovviamente, la fascia economica degli abitanti negli edifici prefabbricati. Tra le principali tecnologie efficienti disponibili sono considerate la Caldaia a Condensazione, la Caldaia Elettrica e la Pompa di Calore (PdC).

Impianto Elettrico con Pompa di Calore

La Pompa di Calore elettrica è una soluzione ottimale, conveniente ed ecologica per il riscaldamento e raffrescamento oltre che per il riscaldamento dell'acqua sanitaria per gli edifici esistenti in Albania utilizzando l'elettricità come fonte primaria di energia¹². Considerato che attualmente la disponibilità di metano è limitata, l'uso dell'energia elettrica è la scelta più facile da mettere in atto. Questo sistema può essere certamente integrato ad un impianto solare e fotovoltaico per compensare il consumo elettrico dell'impianto. Soluzione che, però, comporta dei costi elevati per il nostro caso studio.

Caldaia Elettrica

La Caldaia Elettrica a basso consumo energetico è un'altra soluzione conveniente per il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua sanitaria, che permette di ottimizzare il consumo energetico per il nostro caso studio. Questo soluzione sfrutta l'effetto Joule, riscaldando il termovettore fluido di un impianto termico e trasformando l'energia elettrica in calore. L'utilizzo delle caldaie elettriche di nuova generazione, a parte vari vantaggi (come l'efficienza e l'assen-

za di emissioni inquinanti), ha anche bassi costi di manutenzione e contenuti costi iniziali. Per ridurre l'acquisto di elettricità dalla rete, si propone di nuovo l'utilizzo efficiente delle risorse rinnovabili (pannelli fotovoltaici). L'impiego di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili può rendere le caldaie elettriche più convenienti.

Impianto a Pellet

Di recente anche in Albania si è diffuso l'uso degli impianti a pellet, principalmente usati per il riscaldamento di singole unità abitative. Meno diffuso è il sistema centralizzato di riscaldamento a pellet, il quale comporta considerevoli vantaggi nelle prestazioni energetiche.

Il sistema centralizzato a biomassa può essere una buona soluzione sia per il riscaldamento che per la produzione di acqua sanitaria, in particolare nelle zone dove le interruzioni della fornitura di elettricità sono più elevate. La caldaia a pellet presenta un tasso elevato di risparmio energetico in aggiunta alle sue basse emissioni inquinanti nell'aria.

Considerando che questa soluzione richiede spazio considerevole per il deposito del combustibile¹³, per i casi in cui non disponiamo dei rifugi seminterrati si può considerare l'integrazione di caldaie abbinata con un piccolo deposito per il pellet, che, però, richiede manutenzione giornaliera per garantire un funzionamento continuo, oltre alla pulizia ed ai controlli regolari necessari. L'uso di questo sistema contribuirebbe a raggiungere gli obiettivi del paese di aumentare l'uso delle biomasse.

Per valutare più concretamente quale sia la scelta più efficace ed economica degli impianti di riscaldamento, nel Capitolo 8, attraverso le simulazioni per il caso studio, si confronteranno le diverse tipologie di impianti per la produzione di calore per il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua sanitaria.

.....
12 L'elettricità attualmente è la fonte di energia più usata in Albania.

13 Per ogni kW di potenza termica di un impianto a pellet servono circa 0,9 m³ di spazio (CasaClima 2008, pp. 23)

6.4 ILLUMINAZIONE EFFICIENTE E APPARECCHI A BASSO CONSUMO ENERGETICO

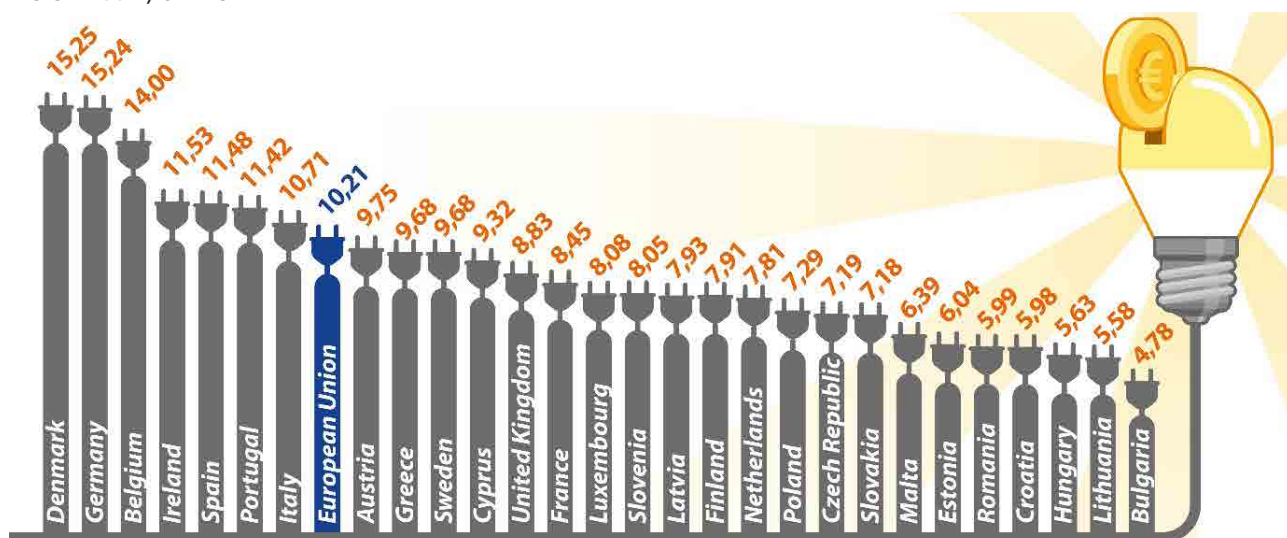
Ulteriori risparmi energetici si possono raggiungere anche tramite l'adozione ed il miglior controllo di sistemi e apparecchi ad alta efficienza, come l'illuminazione e gli elettrodomestici.

L'illuminazione è un elemento che viene sottovalutato, ma che ha un ruolo importante nel benessere e nel consumo energetico delle abitazioni.

Nell'illuminazione si possono attuare molti accorgimenti per risparmiare in termini di energia elettrica. Con la semplice sostituzione delle lampade tradizionali (alogene o ad incandescenza) con quelle a basso consumo energetico e lo spegnimento dei vari apparecchi come tv, computer, stereo, carica batterie etc. quando inutilizzati, si può ottenere un risparmio di circa 600-700 kWh/anno¹⁴.

Gli interventi principali per ottenere il migliore comfort visivo e risparmio energetico consistono principalmente nella sostituzione dei componenti di illuminazione con quelli efficienti e l'adozione di sistemi automatici e di regolazione del flusso luminoso. Senza considerare il contributo degli alimentatori e dei regolatori, secondo l'istituto di statistica europeo Eurostat solo tramite la sostituzione delle vecchie lampade con nuove lampade a led, si può arrivare a risparmiare fino all'80% di energia elettrica per l'illuminazione.

Secondo Eurostat (2017), con la sostituzione di una lampada tradizionale di 60W con una Led di 10 Watt, si può risparmiare da 4,7€ in Bulgaria a 15€ in Danimarca (stato che ha i costi maggiori per l'elettricità)¹⁵.



* Savings when replacing a traditional 60-Watt bulb by a LED 10-Watt (used 3 hours per day).

The electricity costs refer to a household with annual electricity consumption between 2500 and 5000 kWh.

Data refer to the first half of 2017 and include taxes.

Source: Eurostat, Electricity prices <http://europa.eu/gm37UV>

ec.europa.eu/eurostat

Figura 9. Risparmi energetici ottenibili con la sostituzione delle lampade [Eurostat 2017]

14 Manuale per l'edilizia sostenibile, 2010. *La qualità energetico ambientale degli edifici in Toscana*, pp. 168. Centro stampa Giunta Regionale Toscana.

15 I risparmi ottenibili sono stati calcolati considerato l'utilizzo giornaliero medio di tre ore.

Elettrodomestico	Apparecchi tradizionali (kWh/anno)	Apparecchi classe A (kWh/anno)
Frigorifero	560	320
Congelatore	520	300
Illuminazione	420	84
Lavatrice	570	360
Lavastoviglie	672	504
Forno elettrico	156	78
Forno Microonde	0	39
Televisore funzionamento	130	130
Televisore stand-by	105	0
Videoregistratore funzionamento	55	55
Videoregistratore stand-by	110	0
Computer	160	120
Computer stand-by	100	0
Hi-Fi funzionamento	20	20
Hi-Fi stand-by	60	0
Altri apparecchi	423	265
TOTALE	4061	2275

Figura 10. Consumi di energia elettrica [Manuale per l'edilizia sostenibile 2010]

In Albania, considerando il costo dell'elettricità di 0,09€/kWh, si stima un risparmio di circa 4,6 € all'anno per ciascuna lampada sostituita. La sostituzione di almeno 10 lampade simili per un'abitazione può portare ad ottenere risparmi energetici di circa 46€ all'anno.

Ulteriori risparmi si possono ottenere anche grazie alla lunga durata di vita delle lampade LED. Secondo una delle aziende leader nel settore della tecnologia LED,

una lampada LED può durare fino a 15'000 ore, che è quasi quanto 15 lampade a incandescenza: il che significa che hanno anche un inferiore impatto ambientale¹⁶.

Lo stesso vale per la sostituzione degli elettrodomestici e di altri apparecchi elettrici. La sostituzione solo degli elettrodomestici tradizionali con apparecchi di classe A può portare a riduzioni di consumo energetico fino al 44%.

.....
16 <https://www.lighting.philips.it/consumer/led-lights/eco-friendly-led-light>

6.5 UTILIZZO DI FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI - IMPIANTO SOLARE TERMICO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA

Grazie alla posizione geografica, l'Albania ha grande potenziale per l'uso delle energie rinnovabili. Guidata dal desiderio di ridurre la dipendenza dalle importazioni d'energia¹⁷, ridurre l'uso dei combustibili fossili e raggiungere gli obiettivi fissati nel Piano Nazionale d'Azione sulle Risorse dell'Energia Rinnovabile, il governo albanese è stato molto attivo nella promozione degli investimenti nelle energie rinnovabili¹⁸.

Oggi, le fonti rinnovabili sono in costante miglioramento sul piano tecnologico e consentono di produrre energia pulita ed inesauribile a prezzi sempre più convenienti. Tra le diverse tecnologie che utilizzano le fonti rinnovabili, a prezzi iniziali contenuti e che si possono tecnicamente facilmente applicare negli edifici prefabbricati, ci sono i solari termici. Tramite il posizionamento dei pannelli sulla copertura degli edifici si può produrre energia termica per riscaldare l'acqua sanitaria, che si può usare per il riscaldamento invernale.

Secondo l'indagine con i residenti degli edifici prefabbricati, il 98% delle abitazioni usa lo scaldabagno elettrico per la produzione dell'acqua calda sanitaria. Secondo uno studio fatto dal governo albanese e dal Programma di Sviluppo delle Nazioni Unite nell'ambito dell'iniziativa di trasformazione e promozione del mercato nazionale per l'uso dei pannelli solari, su 14 famiglie si dimostra che il consumo di elettricità dei boiler elettrici è in media da 16 a 54% del consumo totale di elettricità della famiglia¹⁹. Il che

dimostra l'importanza dell'installazione di pannelli solari per il riscaldamento dell'acqua per ridurre il consumo energetico.

In Albania ci sono ottime condizioni per l'applicazione dei pannelli solari. Secondo lo studio di UNDP/GEF (2017) ci sono in media 220 giorni oppure da 2000 a 2700 ore di sole all'anno, il che potrebbe fornire l'energia necessaria per un periodo di almeno 7-8 mesi. Con l'installazione di 1m² a persona si può risparmiare fino al 50% di energia annuale per il riscaldamento dell'acqua sanitaria, invece con un impianto solare ben dimensionato si può coprire fino al 70% della rispettiva domanda di acqua calda per tutto l'anno (UNDP/GEF 2017, pp.19).

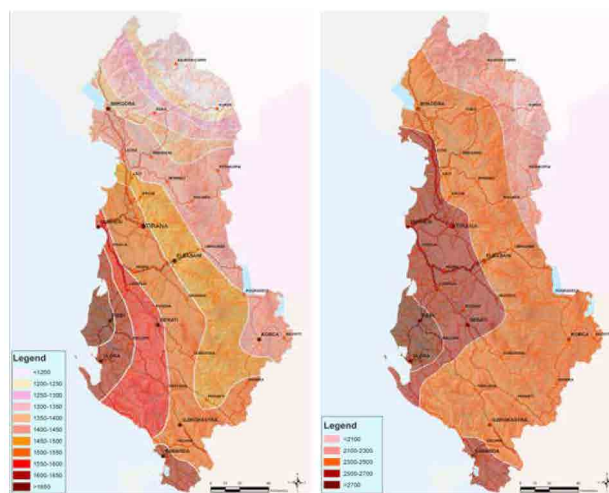


Figura 11. Irraggiamento solare (kWh/m²/anno) e ore di sole (ore/anno) in Albania [Co-Plan 2017]

17 A seconda delle situazioni climatiche, l'Albania importa dal 30 a 60% di elettricità.

18 L'Albania, come contraente del trattato della Comunità dell'Energia, è tenuta a trasporre e rispettare la Direttiva UE 2009/28/CE sulla promozione della produzione dell'energia con fonti rinnovabili. Uno dei requisiti della presente direttiva è la preparazione e l'adozione di un Piano nazionale delle energie rinnovabili (PKBR), che fissa gli obiettivi nazionali in relazione alle energie rinnovabili.

19 UNDP, GEF, Ministero dell'Energia e dell'Industria, Ministero dell'Ambiente, 2017. *Il Programma per il paese dell'Albania nell'ambito dell'iniziativa per la trasformazione e il rafforzamento del mercato dei pannelli solari*. pp. 19. Disponibile su <http://www.al.undp.org/content/dam/albania/docs/misc/Best%20Practice%20from%20SWH%20Project_Eng.pdf> [Data di accesso: 11/11/2018].

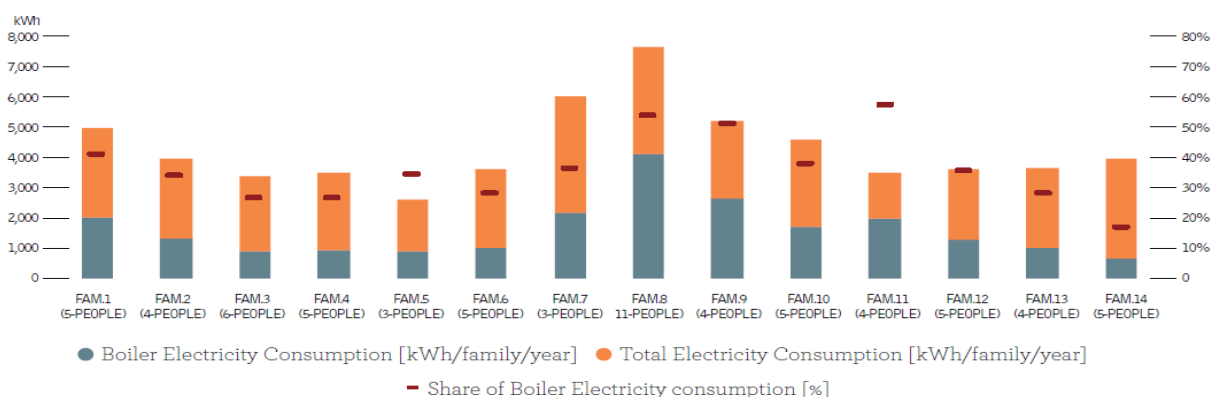


Figura 12. Percentuale del consumo del boiler elettrico rispetto al consumo totale di elettricità [UNPD 2017]

L'impianto solare è costituito dal collettore (che assorbe l'energia solare e la trasmette al fluido vettore) e dal serbatoio di accumulo del fluido.

I pannelli solari sono di diverse tipologie e si adattano alle diverse zone climatiche con differenti rendimenti. Tra le tipologie principali trovano applicazione i classici pannelli piani vetrati ed i pannelli a tubolari sottovuoto, i quali hanno un rendimento migliore, in particolare in inverno.

Gli impianti solari sono suddivisi a loro volta in due varianti, quello a Circolazione Naturale, più semplice ed economico, e quello a Circolazione Forzata, ad alta efficienza ed indipendenza energetica.

L'orientamento ed il dimensionamento ottimale dei collettori influenzano il rendimento degli impianti solari. Dato che i guadagni termici sono massimi quando i raggi del sole sono perpendicolari al collettore, l'orientamento migliore è certamente verso sud, con spostamenti fino a 45°. Se orientiamo i pannelli non a sud la produzione di energia si riduce con l'ingrandirsi dell'ampiezza dell'angolo. Inoltre è importante considerare anche che l'angolo di incidenza del sole cambia continuamente durante tutto l'anno. L'inclinazione ottimale dei pannelli, quindi, dipende da due fattori principali:

- La latitudine dell'edificio
- Il periodo dell'anno in cui abbiamo bisogno di produrre più energia

Per un utilizzo durante tutto l'anno è meglio optare per una via di mezzo d'inclinazione,

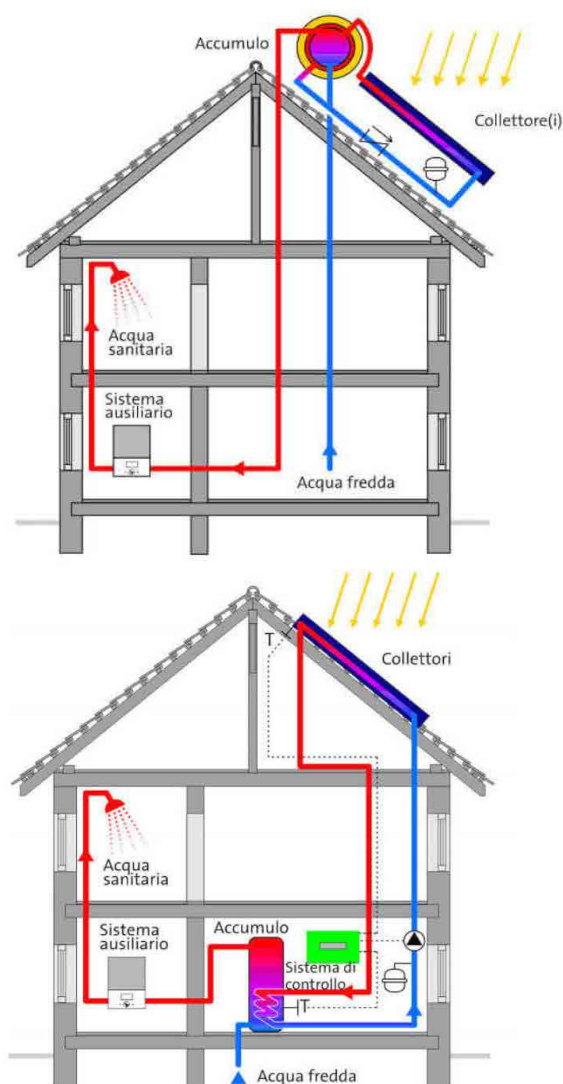


Figura 13. Schema di un impianto solare per il riscaldamento dell'acqua (a) a circolazione naturale, (b) a circolazione forzata [abbassalebollette.it]

quindi per un angolo approssimativamente simile alla latitudine della posizione geografica. L'inclinazione ottimale ad ogni latitudine si può facilmente calcolare con la seguente formula: inclinazione ideale = $3,7 + (0,69 \times \text{latitudine})$.

Per quanto riguarda le dimensioni dell'impianto è importante considerare il rapporto tra il costo dell'energia e l'energia prodotta. Per questo, è importante adeguare la superficie dei collettori al fabbisogno di acqua calda temporale, per evitare costi aggiuntivi e sprechi in estate. Per ottenere il miglior rapporto tra costi e benefici, il dimensionamento dell'impianto solare deve essere tale da coprire circa il 60-90% del fabbisogno annuo di acqua calda²⁰.

I pannelli fotovoltaici sono un altro impianto elettrico che sfrutta l'energia solare incidente per la produzione di energia elettrica. L'impianto è composto da pannelli a loro volta composti da numerose celle in materiale semi conduttore (silicio) che, esposti alla luce, permettono di catturare l'energia solare e la convertono in energia in forma continua; essa viene trasformata in energia elettrica utilizzabile dall'inverter. Gli svantaggi dell'impianto fotovoltaico relativi agli edifici prefabbricati sono decisamente i costi iniziali e di mantenimento che questi impianti comportano ancora oggi in Albania. Inoltre il fotovoltaico produce un ritorno a lungo termine che lo rende di scarso interesse per il nostro caso studio.

.....

20 http://dma.ing.uniroma1.it/users/m_ener_c1/Solare_Termico_BT.pdf

6.6 SISTEMA DI RISCALDAMENTO/RAFFRESCAMENTO PASSIVO

Il geotermico è un'altra fonte energetica rinnovabile; infatti anche il calore della terra si può sfruttare in diversi modi per il riscaldamento ed il raffreddamento delle abitazioni, con sonde geotermiche o serpentine interrate in modo passivo o combinato a sistemi meccanici.

Per ridurre l'uso del condizionamento durante l'estate, che ha dei costi considerevoli, è necessario l'utilizzo di sistemi di raffreddamento passivo estivo e senza sprechi. Per questo si sono considerate le opportunità di integrare negli edifici prefabbricati un nuovo sistema di raffreddamento.

Considerando l'elevata capacità termica che caratterizza i muri in calcestruzzo, i rifugi sotterranei hanno un'oscillazione di temperatura annuale decisamente ridotta in confronto alle temperature esterne. Il fatto che queste strutture siano interrate aumenta ulteriormente la loro inerzia termica. Per questo possono essere sfruttati per il raffreddamento passivo durante i mesi caldi e per ridurre le spese di riscaldamento durante l'inverno negli edifici prefabbricati. Grazie alla temperatura stabile dei rifugi di circa 16-18 °C, le masse d'aria che passano per gli spazi sotterranei disperdono il calore e, tramite condotti/tubi verticali, possono essere trasportate in ciascun piano ed immesse nei vari ambienti delle unità abitative.

Un esempio simile è il prodotto di Rehau "Awa-dukth Thermo"²¹, il quale, similmente al sistema del bunker, usa la capacità termica del terreno, attraverso un sistema di tubi posizionati in orizzontale a 1,5 m di profondità dall'aspirazione dell'aria, tramite dei captatori fino al rilascio ad un apparecchio di recupero del calore. Il dimensionamento dello scambiatore aria-terra dipende da diversi parametri, come la portata volumetrica dell'aria, la profondità di posa, il materiale dei tubi, le caratteristiche del terreno e le condizioni climatiche.

.....

²¹ <https://www.rehau.com/it-it/installatori/climatizzazione/ventilazione-meccanica>

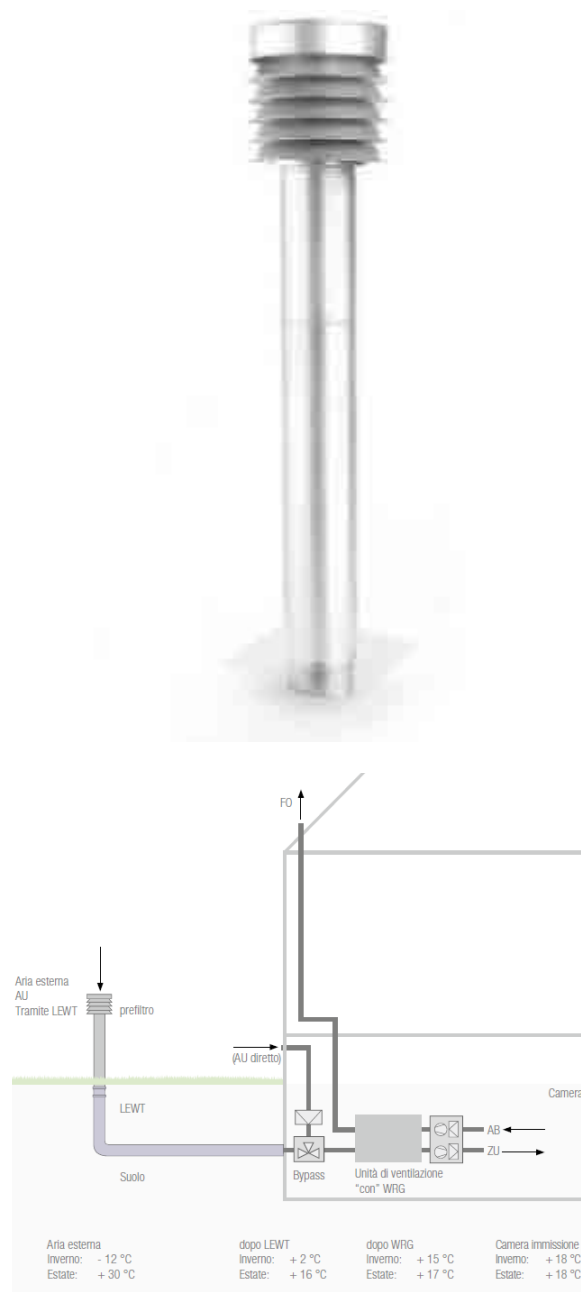


Figura 14. (a) Elemento di aspirazione da posizionare nel cortile dell'edificio, (b) scambiatore di calore aria-terra in edifici residenziali [Rehau]

Riferimenti bibliografici

Agenzia CasaClima, 2008. *Manuale CasaClima-Risanare oggi, Risparmio energetico, Comfort abitativo, Tutela del Clima*.

Agenzia CasaClima, 2017. *Direttiva Tecnica Edifici esistenti & Risanamento*.

CASTELLI, S., 2015. *Schermature Solari e Architettura: Analisi qualitativa e quantitative del loro utilizzo*. Politecnico di Milano, Scuola di Architettura e Società, Corso di Laurea Magistrale in Progettazione Architettonica.

Commissione delle Comunità Europee, 2005. *Libro verde sull'efficienza energetica: fare di più con meno*. Bruxelles.

Co-PLAN Institute for Habitat Development. *Studio sulla valutazione delle potenzialità delle fonti di energia rinnovabili*. Disponibile su <http://aea-al.org/wp-content/uploads/2014/07/study_on_assessment_of_res_potentials_in_albania.pdf> [Data di accesso: 10/11/2018].

Eurostat, 2017. *Quanti potresti risparmiare usando una lampadina a LED per un anno?* Disponibile su <<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/4187653/8572557/Money-savings-electricity.pdf>> [Data di accesso: 12/09/2018].

KAFTAN, E., 2001. *Il metodo cellulare per progettare forme di ombreggiamento efficienti per accogliere le caratteristiche dinamiche del clima*. Tesi di Master in Architettura, Università di Arizona. Disponibile su <<http://recod.net/optimal-shading/>> [Data di accesso: 23/09/2018].

KWOK, A. e GRONZIK, W., 2011. *Il libro verde: Strategie ambientali per la progettazione schematica (The Green Studio Handbo-*

ok: Environmental Strategies for Schematic Design). 2° ed. London: Architectural Press.

La posa in opera del Sistema Cappotto Termico. Disponibile su <http://www.knauf.it/cappottoTermicoKnauf_posa.aspx> [Data di accesso: 10/11/2018].

Manuale per l'edilizia sostenibile, 2010. *La qualità energetico ambientale degli edifici in Toscana*, pp. 168. Centro stampa Giunta Regionale Toscana.

OBERTI, I., 2014. *Prodotti edilizi per edifici ecocompatibili*. Rimini: Maggioli Editore.

SAYIGH, A., 2013. *Sustainability, Energy and Architecture: Case Studies in Realizing Green Buildings*. San Diego Academic Press Inc.

SZOKOLAY, S. V., 1996. *Geomentria Solare - Strumenti di progettazione*. Passive and Low Energy Architecture PLEA, International in associazione con il Dipartimento di Architettura, Università di Queensland.

SZOKOLAY, S. V., 2008. *Introduzione alla scienza dell'architettura: le basi della progettazione sostenibile*. 2° ed. Burlington: Architectural Press.

STEFANIZZI, P., 2016. *Le Schermature Solari nel Bilancio Energetico degli Edifici, Ambiente e Energia*, QLT 1.2016, 17-37. Disponibile su <https://www.researchgate.net/publication/304738052_LE_SCHERMATURE_SOLARI_NEL_BILANCIO_ENERGETICO_DEGLI_EDIFICI> [Data di accesso: 14/12/2017].

THINK, 2012. *How to refurbish all buildings by 2050, final report*. Disponibile su <<https://www.eui.eu/Projects/THINK/Docu->

[ments/Thinktopic/THINKTopic72012.pdf](#)> [Data di accesso: 09/11/2018].

Un sistema integrato con scambiatore di calore aria-terra. Disponibile su <www.rehau.com/it-it/installatori/climatizzazione/ventilazione-meccanica> [Data di accesso: 12/11/2018].

UNDP, GEF, Ministero dell'Energia e dell'Industria, Ministero dell'Ambiente, 2017. *Il Programma per il paese dell'Albania*

nell'ambito dell'Iniziativa per la trasformazione e il rafforzamento del mercato dei pannelli solari. pp. 19. Disponibile su <http://www.al.undp.org/content/dam/albania/docs/misc/Best%20Practice%20from%20SWH%20Project_Eng.pdf. > [Data di accesso: 11/11/2018].

CAPITOLO 7

AZIONI PROGETTUALI E
TECNOLOGICHE PER LA
RIQUALIFICAZIONE
ENERGETICA DEL COSTRUITO

7 SCENARI DI RIQUELIFICAZIONE URBANA E DEL SINGOLO EDIFICIO

L'analisi condotta sul quartiere n. 9 nella città di Tirana, preso come caso studio, ha fatto emergere delle criticità in merito alle strategie di intervento, ma anche degli elementi che meritano di essere recuperati e riqualificati. L'indagine con i residenti, lo studio dei materiali d'archivio e l'analisi del degrado materiale e prestazionale, nonché dei consumi di energia¹, hanno evidenziato delle criticità che possono essere considerate significative per l'edilizia prefabbricata albanese. Le principali sono:

- Mancanza di isolamento termico e impermeabilizzazione dell'involucro (pareti esterne, copertura, finestre, porte etc.) che sono alla base dell'elevato fabbisogno energetico sia per il riscaldamento che per il raffrescamento
- Mancanza di isolamento acustico delle pareti esterne ed interne che porta a un basso comfort e benessere acustico all'interno delle abitazioni
- Assenza di schermature solari efficaci che causa il surriscaldamento degli ambienti durante la stagione calda
- Spazi interni ridotti e difficili da riorganizzare dovuto alla rigida costruttiva di questa tipologia
- Assenza di sistemi di ventilazione
- Assenza di ascensori, problemi di accessibilità per le persone diversamente abili.
- Ambiente urbano degradato e carente di servizi
 - Assenza di spazi pubblici (spazi di ritrovo e riposo, arredo urbano, spazi sportivi, parco giochi etc.)
 - Assenza di parcheggio organizzato

Scopo di questo capitolo è quello di valu-


tare le varie strategie di recupero di questo patrimonio edilizio tramite diversi scenari con interventi diversificati, da quelli più economici a quelli più ambiziosi, dimostrandone le possibilità di replicarli anche in contesti differenti dell'Albania.

Dopo l'analisi del manufatto e le criticità evidenziate, si sono fatte delle riflessioni metodologiche per il recupero funzionale ed energetico, evidenziando i criteri di approccio per il recupero sostenibile che consistono in un insieme di diversi approcci progettuali. Questi sono diversificati in base alla scala dell'intervento e in relazione ai differenti livelli di degrado materiale, prestazionale, urbano e sociale, cercando sempre di individuare il rapporto ottimale costi/benefici. Il set di interventi proposti sono finalizzati al miglioramento della qualità del fabbricato e delle sue prestazioni energetiche, riducendo il consumo di energia per la climatizzazione estiva ed invernale, al fine di garantire il miglioramento del comfort abitativo, secondo quanto previsto dagli indirizzi dell'Unione Europea in materia di riqualificazione energetica, e, nel caso specifico albanese di migliorare la qualità del quartiere, aumentando il valore commerciale dell'edificio.

Anche se abbiamo a che fare con edifici esistenti, l'intervento valuterà le condizioni climatiche ed il contesto urbano del sito per lo sfruttamento dell'irraggiamento solare e per favorire la ventilazione naturale, allo scopo di migliorare le condizioni di comfort e il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'edificio.

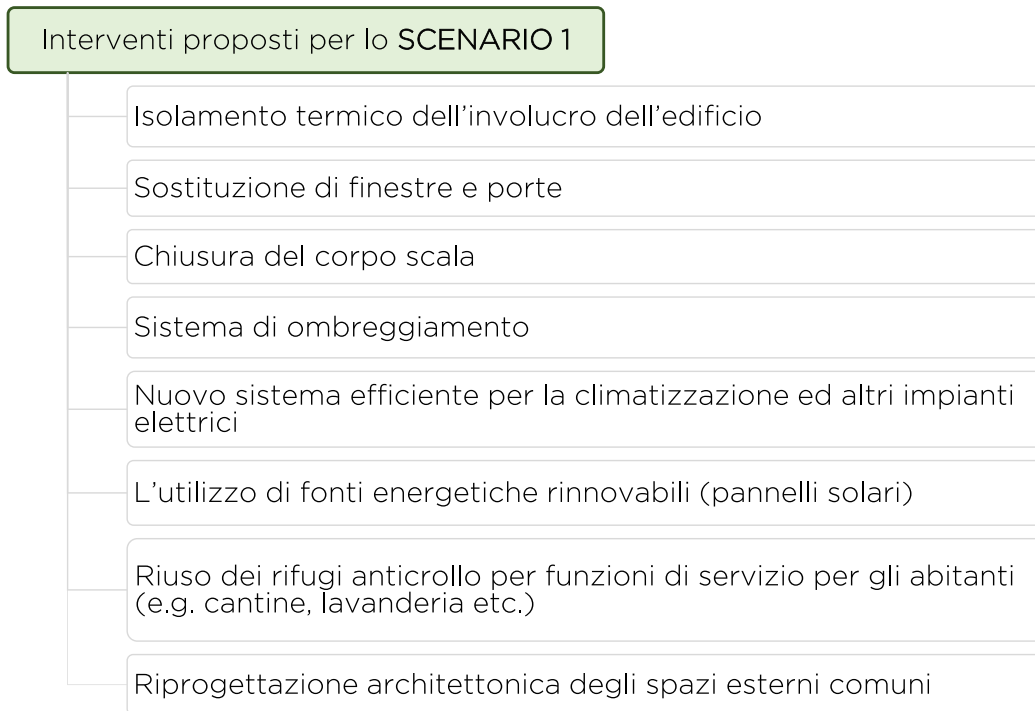
La configurazione spaziale dei tre edifici con diversi orientamenti permette la sperimentazione di interventi differenziati per ciascuno dei corpi dell'edificio che si possono applicare ai diversi edifici del quartie-

1 Risultati ottenuti dal capitolo 2 al capitolo 5.



SCENARIO 3 Riqualificazione Integrata	<ul style="list-style-type: none"> •Interventi proposti nello Scenario 2 •Rivitalizzazione dei rifugi per spazi pubblici e servizi
SCENARIO 2 Riqualificazione Energetica e Funzionale	<ul style="list-style-type: none"> •Interventi proposti nello Scenario 1 •Riprogettazione architettonica degli spazi interni •Superficie aggiuntiva
SCENARIO 1 Riqualificazione Energetica	<ul style="list-style-type: none"> •Miglioramento della qualità del fabbricato e delle sue prestazioni energetiche

Figura 1. Scenari di intervento



re oggetto di studio come anche in altre zone di Tirana ed altre città albanesi. In seguito si propongono tre diversi scenari con approccio multidisciplinare dove si integrano diversi aspetti progettuali, sociali ed economici. Gli scenari sono stati sviluppati valutando i passi di riqualificazione in relazione ai costi.

Il primo scenario propone gli interventi più fattibili, minimi indispensabili per migliorare le prestazioni energetiche ed il comfort abitativo negli edifici prefabbricati.

Nel secondo scenario si propongono gli stessi interventi base di riqualificazione energetica, però lo scopo si estende anche alla riqualificazione funzionale degli spazi interni. Inoltre si propone un ampliamento dell'edificio esistente tramite estensione laterale, frontale o sopraelevazione, a seconda del contesto specifico. L'affitto o la vendita di tale superficie può servire per ammortizzare parzialmente o completamente le spese della riqualificazione.

Interventi proposti per lo SCENARIO 2

Gli interventi per la riqualificazione energetica dell'edificio proposti nello Scenario 1

Ampliamento dell'edificio - Nuovo volume edilizio con funzione residenziale/commerciale

Installazione dell'ascensore

Sistema di riscaldamento/raffrescamento passivo

Tetto verde

L'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili (panelli fotovoltaici)

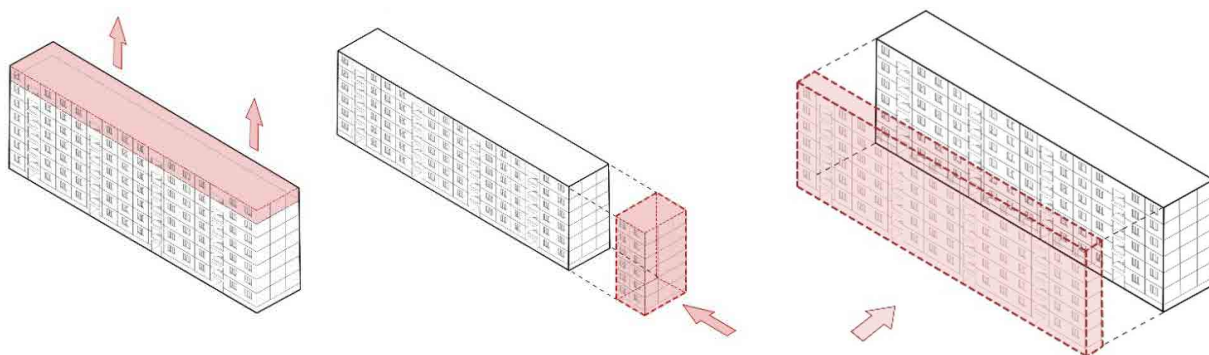


Figura 2. Varianti dell'estensione dell'edificio nel Scenario 2 in relazione al contesto (a) sopraelevazione, (b) estensione laterale, (c) frontale

A seconda della scelta progettuale la sopraelevazione dell'edificio esistente può essere parziale o totale. Nel caso della sopraelevazione parziale si propone il tetto verde estensivo, dove oltre ai vari benefici permette di creare nuovi ambienti verdi e giardini fruibili per i residenti. L'estensione del corpo scala permette l'uscita nel terrazzo.

Nel terzo scenario si applicano gli stessi interventi di riqualificazione funzionale ed energetica degli edifici prefabbricati e del contesto urbano, con particolare focus nella rivitalizzazione e trasformazione dei bunker di soccorso situati al centro dei cortili, in spazi pubblici e servizi per la comunità.

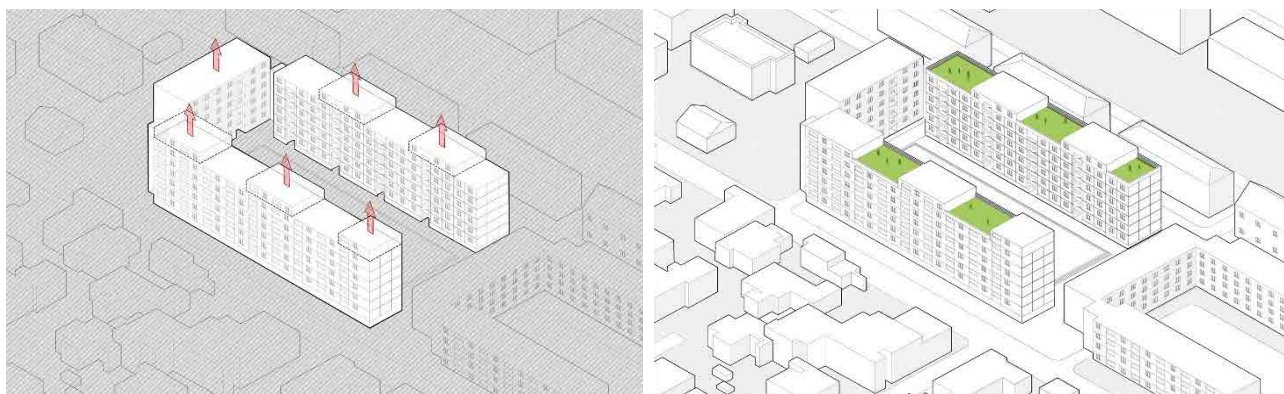


Figura 3. Esempio della sopraelevazione parziale nel blocco preso in analisi

Interventi proposti per lo SCENARIO 3

Interventi per la riqualificazione energetica e funzionale, proposti nel Scenario 2

Utilizzo di fonti energetiche rinnovabili (panelli solari e fotovoltaici)

Riqualificazione e la rifunzionalizzazione dei rifugi di soccorso

- Edificio con servizi (zona dedicata alla comunità, negozi, biblioteca etc.)
- Parcheggio
- Sistema di riscaldamento/raffrescamento passivo (scambiatore d'aria)

Caso Studio - Quartiere n.9 nella città di Tirana

Come caso studio è stato preso il complesso residenziale analizzato nel capitolo 5, ovvero parte del quartiere n. 9 nella città di Tirana, costituito da tre edifici principali con pannelli prefabbricati in calcestruzzo connessi tra di loro attraverso una struttura in cemento

armato con muri di mattoni che creano una pianta a U. I disegni in scala sono stati prodotti per due moduli da cinque piani fuori terra composti da due vani scala che servono due appartamenti per piano, per un totale di 20 unità residenziali, con e senza rifugio seminterrato (riportati nell'Appendice C). Di seguito si può vedere l'applicazione dei diversi scenari al caso studio.



Figura 4. Quartiere n. 9 nella città di Tirana

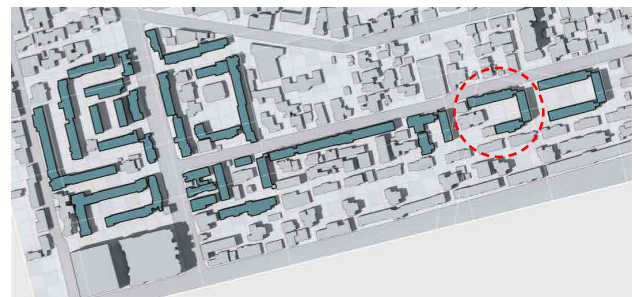


Figura 5. Edifici prefabbricati nel quartiere n. 9 nella città di Tirana

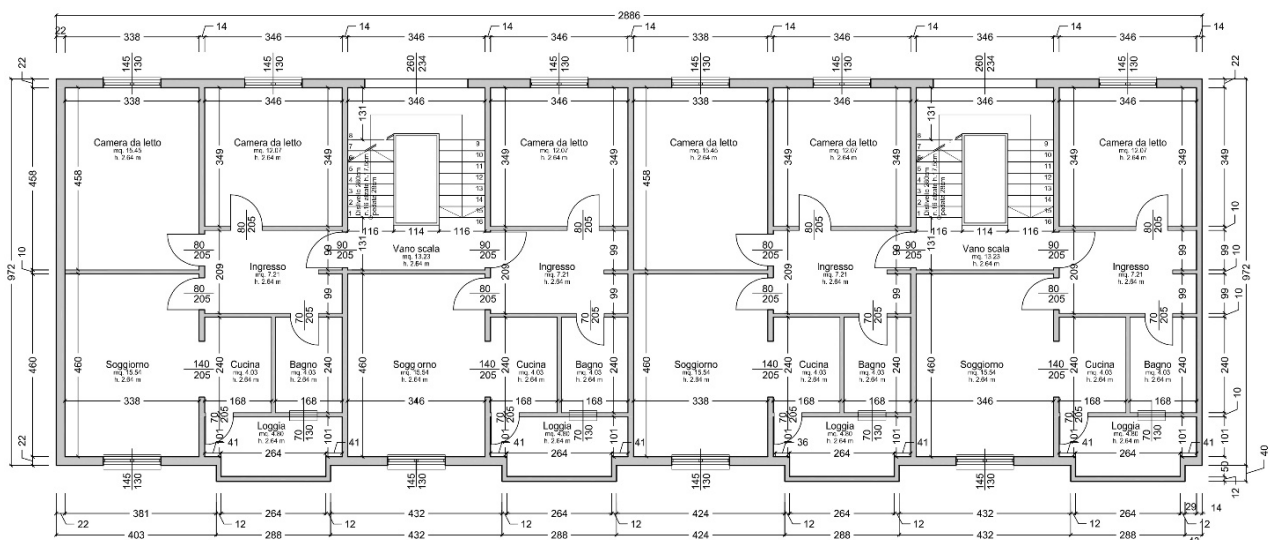


Figura 6. Pianta piano tipo di due Moduli

7.1 SCENARIO 1

Gli interventi proposti per questo scenario consistono in una serie di interventi che riguardano il tamponamento dell'intero edificio con funzione di isolamento e nello stesso tempo di riqualifica estetica. La distribuzione degli spazi interni rimane inalterata. Gli interventi finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche applicabili al caso studio sono i seguenti:

- Posa di un cappotto esterno tramite l'inserimento di pannelli rigidi in lana di roccia su tutto l'involucro (incluso le pareti esterne verso le logge);
- Isolamento della copertura tramite la posa di pannelli in lana di vetro ad alta densità al di sopra del pacchetto esistente ed aggiunta di opportune guaine impermeabilizzanti;
- Sostituzione degli infissi con nuovi infissi con telaio in PVC e vetrocamera;
- Chiusura delle aperture dei vani scala mediante infissi con telaio in PVC e vetrocamera con schermi solari costituiti da brise soleil esterni, orizzontali e fissi;
- Persiane/avvolgibili esterni con cassonetti isolati come sistemi ombreggianti (ad eccezione di tutti gli infissi esposti a nord e sud);
- Sistemi ombreggianti con brise soleil esterni, orizzontali e fissi per tutti i serramenti posti a sud.



Figura 7. Viste prospettica della facciata esposta a S-E, (a) stato di fatto, (b, c) proposta progettuale



Figura 8. Planimetria generale/Pianta piano rialzato dell'area di progetto

Nello scenario 1 viene proposto anche la riprogettazione architettonica degli spazi esterni comuni, mirando a migliorare la fruibilità e la sicurezza e definendo gli spazi del cortile con funzioni e servizi alla portata di tutti i residenti². Lo spazio del cortile all'interno del blocco residenziale si sviluppa per 63 metri con larghezza di 28 metri. La zona centrale è occupata dal bunker di soccorso seminterrato che arriva a quota +1.02 m, attorno al quale è stata creata una scalinata che serve anche da seduta. Attualmente lo spazio rimanente consiste in percorsi carrabili e parcheggio. L'obiettivo principale nella riqualificazione è stato di restituire agli abitanti lo spazio pubblico che negli anni aveva perso il suo significato. Il punto di partenza è stato quello di spostare il parcheggio all'esterno

del blocco residenziale. Il cortile diventa in funzione solo delle attività ciclopedonali dei residenti e diventa un luogo di ritrovo per stimolare la vita collettiva. Lungo le facciate un percorso distribuisce negli ingressi il quale può servire in eventualità anche per i mezzi di soccorso. La presenza del percorso nella parte est del cortile (tra i due tunnel) consente il collegamento con gli altri percorsi e gli ingressi. La parte est del cortile è dedicata agli spazi sportivi e di ritrovo. Nella parte centrale (sopra il rifugio di soccorso) si trova l'area riservata ai giochi per l'infanzia³. I parcheggi sono stati spostati all'esterno del blocco, posizionati nella parte nord del blocco ed a ovest del cortile, separati da una area verde. Aree di prato e sosta si creano anche tra i percorsi pedonali e ciclabili.

.....
 2 Il degrado urbano e la mancanza di spazi per i servizi e le attività della comunità era una delle problematiche principali emerse durante l'indagine con gli abitanti.

3 Una delle richieste principali durante l'indagine con i residenti.



Figura 9. Spazi sportivi all'interno del cortile



Figura 10. Vista della facciata esposta a S-E

7.2 SCENARIO 2

In questo scenario si propongono gli stessi interventi proposti nello scenario base finalizzati al miglioramento dell'efficienza energetica con la particolarità dell'ampliamento dell'edificio oggetto di studio. Questa proposta è legata alla necessità di rendere economicamente sostenibile la riqualificazione, valutando una soluzione per il finanziamento parziale o completo dei costi degli interventi necessari per la riqualificazione prevista nello scenario 1.

I nuovi volumi possono consistere in ampliamenti laterali, frontali o in piani sopraelevati, sia connessi funzionalmente all'edificio esistente che separati funzionalmente. L'ampliamento deve tenere in considerazione vari fattori del contesto urbano, come la condizione della struttura dell'edificio, la densità urbana, gli spazi liberi, la questione della proprietà etc.

Nel caso studio, la soluzione più adatta di ampliamento è la sopraelevazione parziale o completa di un piano. Il nuovo spazio abitabile si può creare tramite una struttura leggera indipendentemente da quella esistente in acciaio o legno.

Un altro intervento importante in questo scenario comprende il riesame funzionale

degli spazi interni rimuovendo solo i pannelli divisorii e lasciando inalterati quelli portanti. Le soluzioni strutturali che consentono la rimozione dei pannelli portanti interni sono varie, però questo richiede dei costi elevati, in relazione ai risultati finali.

Per non aumentare i carichi verticali all'edificio ed evitare i rinforzi strutturali, in relazione alla disponibilità e al costo dei materiali in Albania, si è individuato l'acciaio per la struttura della sopraelevazione. I vantaggi dell'uso di strutture in acciaio nelle sopraelevazioni:

- L'elevato rapporto resistenza/leggerezza dell'acciaio
- La possibilità di creare soluzioni interessanti per la copertura;
- L'ampia varietà di materiali di rivestimento, finiture e colori che possono essere applicati alla struttura in acciaio per ottenere un design interessante;
- Le connessioni tra i componenti, che sono semplici, economiche, molto affidabili e possono essere smontate se necessario; inoltre l'acciaio è resistente al fuoco e non è combustibile.

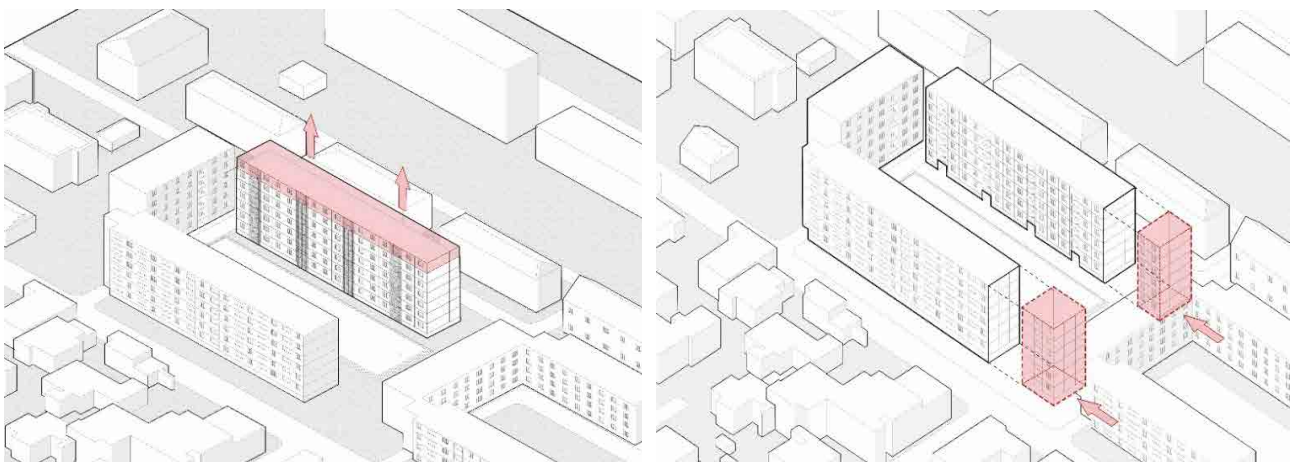


Figura 11. Varianti per l'ampliamento del caso studio (a) sopraelevazione di un piano, (b) estensione laterale

L'ampliamento dell'edificio nel nostro caso studio avviene tramite la sopraelevazione di un piano. La destinazione d'uso del nuovo volume sarà residenziale. In questo scenario si può operare in due diverse modalità. Nella prima variante (A) l'intero edificio ha destinazione d'uso residenziale. Invece la seconda variante (B) propone agli abitanti del piano terra (esposti maggiormente ai rumori delle attività nel cortile) di spostar-

si nelle nuove unità residenziali dell'ultimo piano, mentre il piano terra viene convertito in spazio commerciale. Nella variante B, l'accesso avverrà dall'esterno del blocco per evitare l'accesso ai non residenti. Il rifugio anticrollo nel seminterrato dell'edificio viene riusato per funzioni di servizio in parte per gli abitanti (con funzione di cantina) e in parte per le unità commerciali del piano terra (illustrato nell'Appendice C).



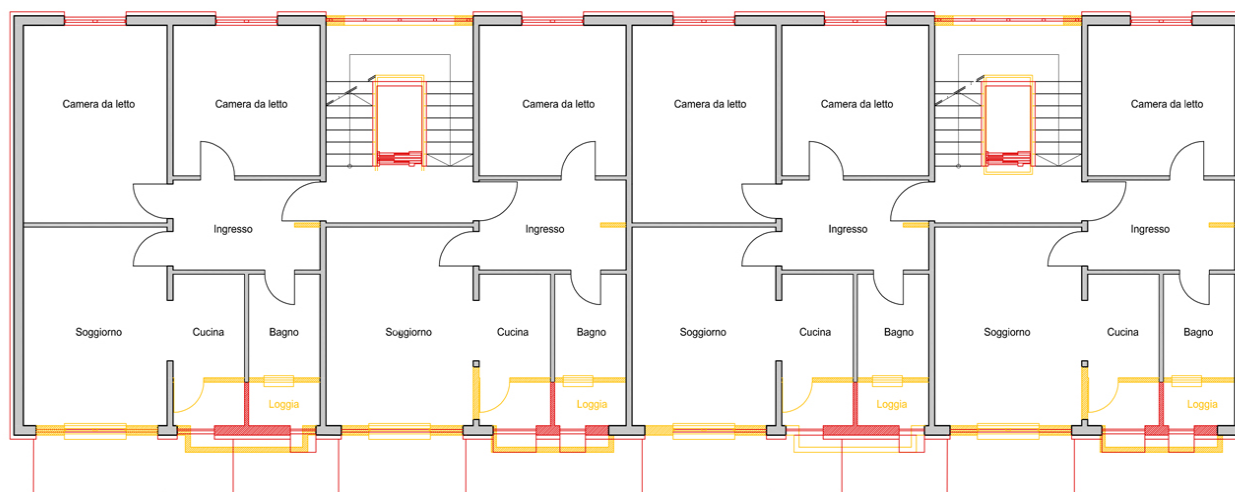
Figura 12. (a) Alternativa A piano terra con abitazioni, (b) alternativa B piano terra con spazi commerciali



Figura 13. Vista est del cortile

Nel lato sud vengono rimossi i pannelli esterni e la loggia viene sostituita dando più spazio al bagno e alla cucina (attualmente con superficie del minimo indispensabile). Inoltre vengono a formarsi nuovi

balconi con uscita dal soggiorno e cucina, attrezzate di brise soleil orizzontali (o verticali per la facciata ovest) con struttura in alluminio e doghe in legno.





-  OPERE DI NUOVA COSTRUZIONE
-  OPERE DI DEMOLIZIONE

Figura 14. Scenario 2 - Stato di raffronto, pianta piano tipo di due moduli

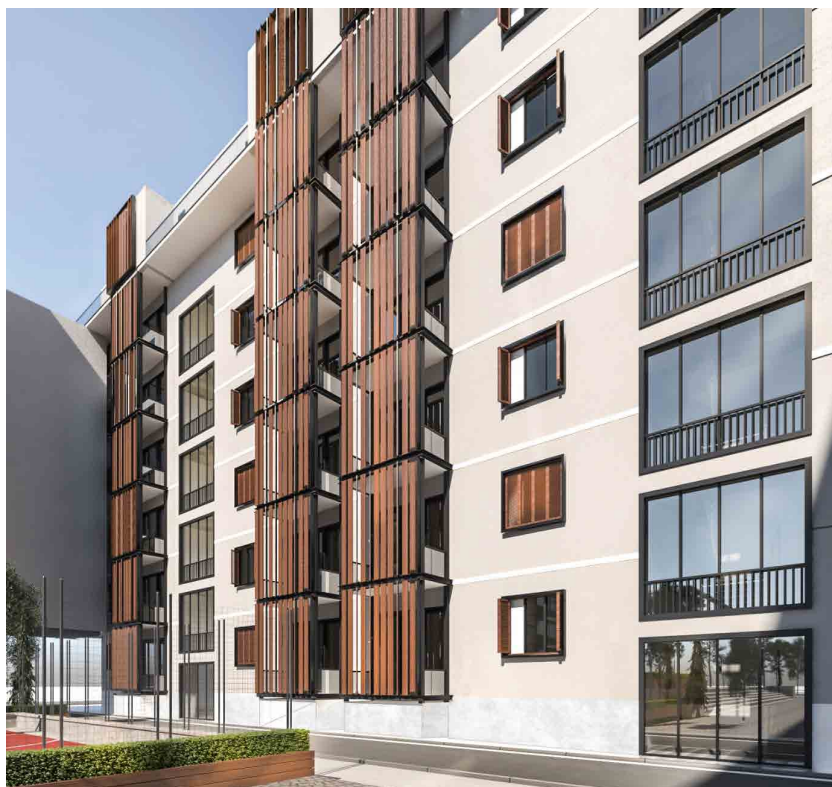


Figura 15. Vista della facciata ovest

Simile allo scenario base i vani scala verranno chiusi mediante vetrate apribili con infissi con telaio in PVC e vetrocamera.

Per tutti i serramenti posti a sud si prevedono sistemi ombreggianti con brise soleil esterni, orizzontali e fissi. Mentre ad ovest si interviene posizionando dei brise soleil esterni, verticali a doghe orientabili composte da profili in alluminio e lastre in legno o in alluminio. Inoltre si prevedono persiane esterne come sistemi ombreggianti (ad eccezione di tutti gli infissi esposti a nord e sud).

Per quanto riguarda il nuovo piano sopraelevato, gli appartamenti hanno la stessa configurazione planimetrica degli appar-

tamenti sottostanti, al fine di rispettarne la struttura esistente. La zona giorno (soggiorno e cucina), essendo la zona più usata della casa (esposta verso sud-est), tramite una parete vetrata funge da giardino d'inverno e garantisce la captazione solare, l'illuminazione naturale ed il comfort termico durante la stagione più fredda. Invece durante l'estate, mediante le finestre scorrevoli, questa zona assume la funzione di balcone, mentre i sistemi brise soleil regolabili controllano il passaggio dei raggi solari. Il doppio affaccio degli appartamenti insieme al sistema di raffrescamento passivo con scambiatore d'aria tramite i rifugi seminterrati garantiscono un ottimo ricambio d'aria.



Figura 16. Vista della facciata sud-est V.1 (soluzione dei balconi con struttura in acciaio)

Oltre ai pannelli solari proposti nello scenario base per la produzione d'acqua calda, lo scenario 2 prevede anche l'uso dell'impianto fotovoltaico per produrre energia elettrica. I pannelli fotovoltaici possono essere posizionati nel tetto degli edifici assieme ai

pannelli solari con orientamento ottimale verso sud, oppure integrati come vetri fotovoltaici semitrasparenti nella parte superiore delle vetrate inclinate di $32,12^{\circ}$ ⁴ verso sud-est⁵.

.....

4 Inclinazione ottimale per la latitudine della città di Tirana calcolata con la seguente formula: inclinazione ideale = $3,7 + (0,69 \times \text{latitudine})$

5 Orientamento dell'edificio esistente sud-est (-21°)



Figura 17. Vista dall'esterno del blocco, facciata sud-est V.2



Figura 18. Vista dall'esterno del blocco, facciata sud-est (soluzione con brise soleil orizzontali) V.3



Figura 19. Vista della facciata sud-est del piano sopraelevato

Consultare l'Appendice C per gli elaborati in scala dei vari interventi progettuali proposti per lo Scenario 1 e 2.

Gli interventi proposti per lo scenario 2 sono stati applicati a un altro caso studio dove è stato preso in considerazione un edificio con pannelli prefabbricati in calce-

struzzo situato nel complesso residenziale del quartiere Ali Demi, sempre nella città di Tirana. L'idea di progetto per la riqualificazione energetica e funzionale sviluppata nella tesi di laurea di Bruno Tataveshi con la supervisione dell'autore è illustrata nell'Appendice D⁶.

.....
 6 TATAVESHİ, B., relatore ABAZAJ. A., 2017. Riqualificazione di un edificio prefabbricato nel quartiere Ali Demi. Relazione finale, Albanian University, Facoltà delle Scienze Applicate, Dipartimento di Architettura.

7.3 SCENARIO 3

Questo scenario si configura come un insieme integrato di interventi di riqualificazione che comprende gli edifici prefabbricati, il miglioramento delle condizioni sociali degli abitanti (tramite azioni per la riqualificazione e la sicurezza degli spazi urbani) e la rivitalizzazione e la trasformazione dei bunker di soccorso, situati al centro dei cortili, in spazi pubblici, fornendo lo spazio tanto necessario per i servizi e le attività della comunità perso durante la trasformazione urbana.

L'obiettivo è stato quello di sviluppare nuovi e diversi metodi di recupero e utilizzo, sfruttando principalmente gli spazi sotterranei e seminterrati esistenti e creando nuovi spazi complementari per l'uso pubblico. Gli interventi di riqualificazione previsti si definiranno successivamente in maggior dettaglio. Le seguenti proposte sono una prima

indicazione di massima su come riusare e valorizzare questi spazi, oggi dimenticati e lasciati al degrado. L'obiettivo è quello di proporre delle idee per il loro potenziale di riuso in modo da aumentarne la visibilità e la loro funzione sociale ed economica. Il loro riuso permette di generare nuovi spazi senza compromettere quello esistente.

In seguito per il rifugio di soccorso situato al centro del cortile del blocco in analisi si propone che i spazi esistenti vengono convertiti in un centro multifunzionale sociale e culturale a servizio della comunità dei residenti nel quartiere con varie funzioni, tra cui una biblioteca, un ufficio per l'amministratore del complesso residenziale, una sala eventi, spazi di ritrovo e servizi formativi per giovani ed anziani. Allo spazio esistente è stato integrato parzialmente un altro piano adibito a funzione di caffetteria e ristoro.



Figura 20. Pianta piano rialzato



Figura 21. Rifugio di soccorso (a) pianta stato di fatto, (b) pianta piano seminterrato proposta progettuale, (c) nuovo piano rialzato, (d) sezione



Figura 22. Planivolumetria della zona di progetto



Figura 23. Vista aerea della proposta progettuale per il rifugio di soccorso

Un intervento proposto in tutti e tre gli scenari è la riprogettazione architettonica degli spazi esterni comuni per ritornare agli abitanti lo spazio necessario per le attività urbane. Diversamente dagli altri scenari una parte del cortile viene occupato dal nuovo volume integrato al rifugio di soccorso per il quale si propone il tetto verde. L'uso del tetto verde oltre alle capacità di isolare in modo naturale la copertura aiu-

ta all'abbassamento delle temperature nel cortile e riduce l'effetto ingombrante del nuovo volume.

La facciata esposta ad ovest consiste in un sistema di vetrata con pannelli pieghevoli apribili in estate e chiudibili in inverno. Inoltre per proteggere dall'irraggiamento solare, massimo in estate, sono stati introdotti dei sistemi di ombreggiamento verticale a doghe.



Figura 24. Viste della proposta progettuale per il rifugio di soccorso



Figura 25. Viste della sopraelevazione del rifugio di soccorso



Figura 26. Vista del cortile

Una altra alternativa di questo scenario ha come obiettivo primario quello di ordinare e incrementare il numero di posti auto trasformando il bunker sotterraneo in parcheggio senza compromettere lo spazio esistente. Per questo si propone l'introduzione di nuovi posti auto all'interno del bunker con disposizione a spina di pesce

e rampa di accesso da via B. Rexha. Altri 20 posti auto sono posizionati a nord del blocco residenziale in via K. Lushnjes, nella fascia che attualmente è occupata da marciapiede. L'incremento dei posti auto si deve considerare come un'opportunità di guadagno economico.



Figura 27. Vista della proposta progettuale per la riqualificazione integrata

I rifugi possono essere sfruttati anche per riscaldamento/raffrescamento passivo delle abitazioni. Infatti un'altra alternativa per il riuso dei rifugi è il sistema dello scambiatore d'aria tramite i rifugi di soccorso e anticrollo. Tramite dei boccaporti posizionati nel cortile dell'edificio sopra i rifugi di soccorso, i flussi d'aria esterni vengono captati e, seguendo un percorso nel rifugio sotterraneo, vengono raffrescati/riscaldati, per poi essere distribuiti nelle unità abitative. L'aria esterna raffrescata/riscaldata attraverso il passaggio dell'aria nei bunker consente lo scambio termico tra i flussi d'aria

e la temperatura degli ambienti interni. La circolazione dell'aria è condizionata dalla differenza di pressione tra le diverse zone (immissione ed emissione). Considerando che i flussi d'aria non sempre sono alti a seconda del contesto, può essere necessario l'uso dei sistemi meccanici per aumentare i flussi (ventilatori). Combinato con un sistema di ventilazione controllata e con un sistema per il recupero di calore, questa soluzione assicura massima efficienza energetica, evitando le dispersioni di calore causate dall'apertura delle finestre.

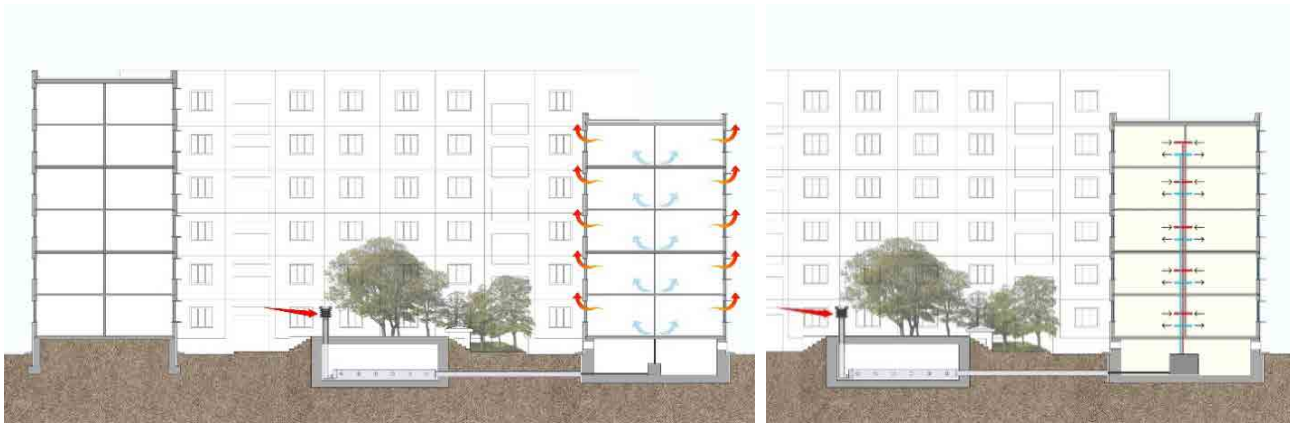


Figura 28. Schema del sistema di raffreddamento passivo tramite i rifugi sotterranei, (b) funzionamento estivo dell'impianto climatico ottimizzato con lo scambiatore di calore

Il sistema di raffreddamento/riscaldamento tramite i bunker riduce i costi per la climatizzazione degli ambienti interni, garantendo buona qualità dell'aria interna ed umidità relativa. Inoltre, tramite la ventilazione controllata, è possibile ridurre la formazione di muffe causata dall'umidità all'interno

delle abitazioni. Il sistema di ventilazione meccanica controllata, diversamente dal sistema passivo, assicura un costante afflusso di aria fresca negli ambienti, garantendo ottime condizioni igieniche. Infine, la funzione di deumidificazione abbassa l'umidità all'interno dell'ambiente.

7.4 ASPETTO STRUTTURALE DEL PIANO AGGIUNTIVO

Un aspetto importante di questa ricerca è la proposta per la sopraelevazione sull'ultimo piano della struttura esistente dell'edificio oggetto di studio nel quartiere n. 9. La valutazione della reale possibilità di costruire un piano aggiuntivo sulla struttura degli edifici prefabbricati esistenti, secondo la proposta progettuale, dovrebbe basarsi su elementi tecnici reali, che possono essere interpretati in senso qualitativo e, soprattutto, quantitativo, in modo tale che gli effetti risultanti possano essere sostenuti applicando i requisiti e le raccomandazioni dei codici di progettazione strutturale. A questo proposito, gli elementi elencati dovrebbero essere valutati studiando in dettaglio quanto segue:

- Lo stato attuale delle strutture esistenti, in riferimento ai requisiti del periodo in cui sono progettate;
- Lo stato attuale delle strutture esistenti, in riferimento ai codici aggiornati della progettazione strutturale;
- La struttura aggiuntiva proposta e la sua interazione con la struttura esistente.

7.4.1 Lo stato di fatto delle strutture esistenti in riferimento ai requisiti del periodo in cui sono progettate

Le strutture esistenti sulle quali si propone la sopraelevazione consistono in strutture continue con pannelli portanti prefabbricati in calcestruzzo armato. Al momento della costruzione delle strutture in questione, le Condizioni Tecniche di Progettazione (KTP-78) erano in fase di pubblicazione, mentre la pratica progettuale si basava sul-

le Linee Guida Tecniche di Progettazione (UTP). La pubblicazione delle Condizioni Tecniche è continuata fino al 1989 - ultima edizione: *Condizioni Tecniche di Progettazione per le Costruzioni Antisismiche KTP-N.2-89*, Accademia della Scienza di Tirana (Filaj 2017).

Queste Condizioni (KTP), visto il momento in cui sono state redatte, contenevano le informazioni necessarie tecniche in riferimento alle strutture in costruzione - principalmente le strutture con muratura portante e, più raramente, con elementi in calcestruzzo armato - e rispecchiavano letteralmente la letteratura tecnica del tempo (principalmente dei Paesi dell'Europa Orientale)⁷. Quindi, considerando il contesto del periodo di costruzione e il fatto che la costruzione è strettamente legata allo sviluppo economico, le strutture sono state progettate in modo corretto, e la prova di quanto affermato è la condizione fisica, dal momento che le strutture sono in uno stato funzionale, quindi hanno mantenuto la sicurezza e l'integrità strutturale anche dopo 35-40 anni dalla loro costruzione; senza dimenticare che questo periodo ha visto anche eventi sismici significativi (e.g. 09/01/1988⁸, con magnitudo $M_s = 5,4$; 04/07/2018, con magnitudo $M_s = 5,2$; 21/09/2019, con magnitudo $M_s = 5,8$).

Condizione geologica

Le condizioni geologiche delle zone dove sono costruiti questi edifici sono necessarie per comprendere correttamente il livello degli sforzi e le possibili flessioni che la struttura esistente può subire dopo la so-

7 Per alcune ragioni, queste condizioni tecniche sono ancora in vigore oggi in Albania.

8 ALIAJ SH., KOCI S., MUÇO B. e SULSTAROVA E., 2010. *Sismicità, Sismotettonica e Valutazione del rischio sismico in Albania*. Tirana, Albania.

praelevazione del piano aggiuntivo. Durante la fase progettuale in funzione dell'esecuzione del progetto, è necessario fornire le informazioni necessarie, anche consultando la documentazione tecnica iniziale preparata dagli ingegneri strutturali, dove si nota che lo sforzo consentito sul suolo che è minimamente di 1.5daN /cm². È importante sottolineare che le condizioni del basamento dovrebbero essere buone a partire dall'azione permanente del peso delle strutture esistenti per un tempo piuttosto lungo.

Condizioni sismiche

L'Albania si trova in un territorio con notevole attività sismica. Inoltre, il pericolo sismico nel territorio della città di Tirana è moderato rispetto alle altre città delle pianure occidentali e alle altre zone del nord e del nord-est⁹. Oltre alla presenza o meno di un rischio sismico significativo, facendo riferimento alla tipologia delle strutture in analisi, è stata comunque presa in considerazione l'azione sismica.

- Per i dettagli è necessario lo studio della documentazione tecnica originale. I calcoli eseguiti, ovviamente, sono basati su metodi semplificati, lineari ed a favore della tolleranza.

- Non sono state fatte analisi modali basate sullo spettro di risposta (*Response Spectrum Analysis*) o sull'aspetto temporale (*Time History Analysis*).

Sistema strutturale

La struttura esistente è realizzata con pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato con spessore di 10-22 cm. Questi pannelli

.....

9 Ministero degli Interni (consulente UTS-01 sh.pk), 2012. Progetto AL-DRMAP: *Affrontare e mitigare i rischi da catastrofi. Componente 3: revisione e Miglioramento dei codici edilizi in Albania - Linee guida nazionali: processo di adozione degli Eurocodici strutturali in Albania*. Tirana, Albania.

10 Calcestruzzo con contenuto di pietra di varie dimensioni fino a 20 cm, in rapporto di fino di 25%.

11 CEN, 2006. EN 1992, Eurocode 2: *Progettazione di strutture in calcestruzzo*. Bruxelles, Belgio.

12 Ministero delle Costruzioni, 1978. *Termini tecnici. Libri I (KTP-1, 2, 3, 4, 5-1978)*. Tirana: Casa editrice "8 Nëntori".

poggiano sulle fondazioni in forma continua in due direzioni ortogonali nel piano. Le fondamenta sono realizzate con la sezione "T" ed "L" rovesciato in Buto Beton¹⁰. Il calcestruzzo utilizzato è della classe C8 /10 secondo EN 1992-1-1¹¹ o Marca M-100 secondo la letteratura locale e la nomenclatura tecnica del tempo (Verdho 2002). Queste strutture classificate in parte nella classe 2 (con ciclo di vita di 50-100 anni) e in parte nella classe 3 (con ciclo di vita di 20-50 anni)¹², oggi si presentano regolari in piano e in altezza in relazione ai principi della progettazione strutturale (Filaj 2013), cosa che dimostra la loro buona reazione alle azioni sismiche. Anche se solide, quindi, reagiscono con periodi bassi (e sono più sensibili alle oscillazioni periodiche con alta/bassa frequenza), e all'alto livello delle forze orizzontali, in riferimento alle loro destinazioni e ai carichi, godono di buona capacità portante a causa dell'elevato numero di diaframmi verticali. È necessario consultare la documentazione tecnica in relazione alla classe della resistenza del calcestruzzo dei pannelli, dell'acciaio e dei dettagli del monolitico.

I carichi

I carichi considerati per il calcolo della struttura sono importanti in funzione della valutazione della reazione della struttura stessa, basata sulle raccomandazioni ed i requisiti dei codici di progettazione aggiornati; sono inoltre importanti per determinare gli effetti che accompagneranno la costruzione del nuovo piano aggiuntivo. KTP-6-78 richiede:

Tabella 1. Coefficienti del sovraccarico del peso delle costruzioni e dei terreni

Nr.	Costruzione e terreni	Coefficienti di sovraccarico	
1	Strutture in calcestruzzo, cemento armato, metallo, legno.	1.10	(0.9)
2	Muratura con pietre, mattoni, ecc.	1.15	(0.9)
3	Isolanti termici, isolanti acustici, riempimento degli strati (piastrelle, ecc.)	1.20	(0.9)

(I valori tra parentesi sono validi per i casi in cui la diminuzione del peso della costruzione peggiora il suo comportamento, ad es. in calcoli in scivolamento, ribaltamento, etc.).

Tabella 2. Carichi normati nei piani intermedi e terrazze e relativi coefficienti di sovraccarico

Nr.	Denominazione dell'edificio e del dipartimento	Carico normato in kg/m ²	Coefficiente di sovraccarico
1	Appartamenti residenziali, ospedali (eccetto le sale e gli ingressi dove è possibile l'affollamento)	150	1.4
2	Corridoi, ingressi, scale, balconi, terrazze utilizzabili	300	1.3
3	Terrazze inutilizzabili	75	1.4

Lo stato delle strutture

La valutazione corretta dello stato delle strutture può e deve essere eseguita effettuando ispezioni dettagliate in sito e ciò deve avvenire contemporaneamente ad analisi con attrezzature collaudate eseguite da specialisti certificati.

Le ispezioni dovrebbero riguardare questi aspetti (pur senza limitarsi ad essi):

1. Verifica della possibile riduzione differenziale della struttura: dev'essere possibile effettuare tale verifica tramite osservazione anche diretta e, in caso di dubbio, si possono usare strumenti e misurazioni topografiche;
2. Verificare lo stato delle fondazioni (inclusa la geometria), facendo indagini controllate che non influenzino la stabilità della struttura a livello locale e globale;
3. Individuazione delle modifiche nella struttura: superfici aggiuntive, apertu-

re nei pannelli perimetrali e/o all'interno dei locali, chiusura dei balconi, chiusura dei pannelli in modo permanente, superficie aggiuntiva nelle aree delle scale, etc.;

4. Constatazione dei difetti nella realizzazione della struttura: uscita dei pannelli all'esterno del piano, in seguito di un'applicazione non corretta o come risposta della struttura all'attività sismica;
5. Constatazione di problemi nei dettagli delle connessioni dei pannelli, corrosione degli elementi di collegamento in acciaio, danni locali dei pannelli e nelle aree in questione;
6. Verifica dello stato dei pannelli - si raccomanda almeno l'esecuzione di test sclerometrici per determinare la classe di resistenza del calcestruzzo e, possibilmente, l'esecuzione di test tomografici per verificare la struttura dei pannelli, il posizionamento dell'armatura e le loro condizioni (test non distruttivi).

Quando si verificano problemi, si possono ottenere campioni intrusivi per testarli fisicamente in laboratorio.

7.4.2 Stato di fatto delle strutture prefabbricate in riferimento ai codici aggiornati della progettazione strutturale

La discussione sulla necessità di valutare lo stato delle strutture esistenti progettate soprattutto fino agli anni '90, in base alle Condizioni Tecniche di Progettazione, dal momento che potrebbero aver subito interventi impropri, secondo le raccomandazioni e i requisiti delle normative di progettazione aggiornate, è un tema molto discusso nell'ultimo periodo. I risultati ottenuti sono direttamente legati alla sicurezza delle strutture e, soprattutto, a quella dei cittadini.

Nella situazione a cui si riferisce anche questo studio, la valutazione dello stato di fatto è assolutamente necessaria, soprattutto nel momento in cui si prevede di realizzare un piano aggiuntivo, mentre, contemporaneamente, si propone un investimento per migliorare le condizioni tecniche, in modo da garantire gli standard degli alloggi temporanei. Quindi l'investimento deve essere sicuro.

Aspetti principali da valutare

Di seguito sono riportati alcuni dei principali aspetti di progettazione che devono essere valutati in base alle raccomandazioni e ai requisiti dei codici/manuali di progettazione aggiornati (soprattutto data l'imminente attuazione), secondo gli Eurocodici (Filaj 2017).

- **Caratteristiche dei materiali e fattori parziali di sicurezza**

La determinazione esatta delle caratteristiche dei materiali consente la realizzazione di analisi accurate, che consentono dei risultati certi. L'applicazione dei coefficienti parziali di sicurezza (secondo KTP, coefficienti delle condizioni di lavoro^{13, 14}) si presenta molto importante e gli Eurocodici forniscono valori dettagliati per varie situazioni¹⁵.

- **Calcolo dei carichi e loro combinazione**

La più grande differenza osservata tra KTP e gli Eurocodici^{16, 17} considera non solo i termini concettuali/qualitativi ma anche i termini quantitativi. In pratica, ci sono dei cambiamenti nei valori di carico temporaneo (che possono ridursi), nei coefficienti di sovraccarico nell'insieme e nelle combinazioni dei carichi. I valori consigliati dagli Eurocodici sono superiori a quelli di KTP-6-78 - il coefficiente di sovraccarico per il carico permanente è 1,35; per i carichi temporanei è raccomandata un'intensità maggiore e un coefficiente di 1,5 - di conseguenza gli effetti del carico saranno più amplificati, forse anche a tal punto che può essere necessario un intervento di fortificazione.

- **Azione sismica**

L'azione sismica si dovrebbe determinare basandosi sulla mappa della velocità/accelerazione e non secondo la scala macrosismica. Per determinare le funzioni spettrali si possono utilizzare le espressioni

.....
13 Ministero delle Costruzioni, 1978. Termini tecnici. Libri II (KTP-6, 7, 8, 9-1978). Tirana: "8 Nëntori".

14 Ministero delle costruzioni, 1978. Termini tecnici. Libri III (KTP-10-1978). Tirana: "8 Nëntori".

15 CEN, 2006. EN 1993, *Eurocode 3: Progettazione delle strutture in acciaio*. Bruxelles, Belgio.

16 CEN, 2006. EN 1990, *Eurocodice: Basi della progettazione strutturale*. Bruxelles, Belgio.

17 13. CEN, 2006. EN 1991, *Eurocodice 1: Azioni sulle strutture*. Bruxelles, Belgio.

ni presentate in EN 1998-1-1^{18 19}. Anche nel caso in cui le funzioni spettrali siano state usate durante la progettazione (dopo che fu pubblicato KTP-N.2-89²⁰), il modello impostato da quest'ultimo non corrisponde a quello di EN-1998-1-1, non offrendo la sicurezza necessaria.

- **Calcolo della resistenza al fuoco e calcolo della fatica**

La resistenza al fuoco deve essere eseguita per tutte le costruzioni, cosa che non è stata assolutamente trattata nelle KTP; tale lacuna dev'essere assolutamente colmata. Lo stesso vale per strutture in acciaio e alluminio: si deve procedere per determinati casi. Nel caso di strutture esistenti dovrebbero essere effettuate verifiche riguardanti gli elementi monolitici dei pannelli, nel caso in cui ci siano segni di stanchezza.

7.4.3 Proposta per la struttura del nuovo piano aggiuntivo

Questo paragrafo espone brevemente i dettagli relativi alla progettazione della struttura del nuovo piano sopraelevato proposto al di sopra del quinto piano della struttura esistente sviluppato in collaborazione con l'ing. Esmerald Filaj docente presso il Politecnico di Tirana. La struttura aggiuntiva si è pensato di realizzarla con elementi in acciaio, scegliendo un semplice sistema travi-colonne, al fine di rispettare la proposta della soluzione architettonica ma anche della struttura esistente²¹.

La copertura della sopraelevazione si propone di farla con pannelli sandwich, mentre per le pareti perimetrali si propone la

soluzione a secco con pannelli in lastre di cartongesso; questa soluzione per le pareti elimina la necessità di usare altri elementi strutturali verticali tra le colonne principali, riducendo così anche i costi. In alternativa, è possibile realizzare una struttura in legno, ma i costi sarebbe più alti rispetto a questa variante.

La preparazione della struttura esistente

Prima di discutere alcuni aspetti del progetto della struttura aggiuntiva, è necessario considerare alcune delle misure che devono essere prese per realizzare la struttura del nuovo piano.

- *Rimozione degli strati impermeabilizzanti e degli strati che danno pendenza - questi processi sono assolutamente necessari, almeno parzialmente (nel peggiore dei casi).*

La rimozione degli strati impermeabilizzanti e degli strati di pendenza (compreso il granulato fine che al tempo veniva usato dopo l'estensione del bitume fuso) dovrebbe essere eseguita per i seguenti motivi:

- Non hanno più funzione - cade la loro funzione come risultato della costruzione del piano aggiuntivo;
- Permette la possibilità di accedere e controllare l'unione dei giunti dei pannelli delle solette (St); infatti, a causa delle finiture interne, la condizione dei giunti non può essere controllata dall'interno: il controllo dovrebbe essere eseguito da ingegneri strutturali in relazione al progetto iniziale;
- Consente il posizionamento di elementi strutturali verticali direttamente sugli

18 CEN, 2006. EN 1998, Eurocodice 8: *Progettazione di strutture per la resistenza ai terremoti*. Bruxelles, Belgio.

19 POJANI, N., 2003. *Ingegneria sismica*. Tirana: Toena.

20 Accademia delle scienze, Ministero delle costruzioni. 1989. *Progettazione di condizioni tecniche per costruzioni antisismiche KTP-N.2-89*. Tirana, Albania.

21 La progettazione delle strutture si basa sulle raccomandazioni e sui requisiti degli Eurocodici, ma senza trascurare il KTP ancora in vigore riportati più in dettaglio nell'Appendice D.

elementi strutturali esistenti, eliminando incertezze inaccettabili per quanto riguarda la risposta del pacchetto e degli strati in questione;

- Riduce il carico sul terrazzo.

Quest'ultimo elemento può risultare molto importante, dal momento che si deve mantenere un bilancio dei carichi per non richiedere il rinforzo dei pannelli delle solette della copertura o almeno di rinforzi leggeri che non riducono il volume dei locali. Questa logica vale per il caso in cui i sistemi HVAC e degli scarichi dei sistemi sanitari possono essere posizionati sulle pareti di gesso e nel soffitto (motivo più importante per cui le travi sono IPE forate). In caso verranno fatte installazioni nel pavimento, in modo tale che il pacchetto degli strati possa essere ridotto.

- *Garantire il funzionamento delle colonne d'aspirazione durante il periodo dei lavori.*
- *Demolizione/rimozione dei parapetti costruiti per il controllo dell'acqua piovana.*
- *Demolizione/rimozione della soletta del terrazzo nello spazio della scala - si raccomanda la rimozione intera di questo pannello dopo essere diviso dalle articolazioni (consultare progetto strutturale iniziale).*
- *Lavori di rinforzo delle solette della terrazza esistente (se valutato necessario).* Come evidenziato, l'aumento dei carichi e il controllo delle solette esistenti sulla base delle raccomandazioni e dei requisiti dei codici aggiornati può essere accompagnato all'esigenza di effettuare rinforzi. I rinforzi possono essere correlati alla capacità di sostenimento dei carichi: la valutazione accurata sarà fatta in base al grado di resistenza del calcestruzzo dei pannelli, la classe di resistenza dell'acciaio e la sua quantità, e in relazione alle deformazioni (abbassamenti) e possibili vibrazioni. In sostanza, con la rimozione degli strati impermeabilizzanti e con la realizzazione della nuova struttura (il cui carico viene scaricato nei pannelli portanti verticali e tramite le colonne), il carico delle so-

lette esistenti si riduce; come rifinitura si può applicare autolivellante, tappeto acustico, strato di polistirolo e in seguito parquet o piastrelle in ceramica o può essere lavorato con pavimenti galleggianti, aumentando leggermente l'altezza del piano aggiuntivo. D'altra parte, se i calcoli verranno eseguiti secondo gli Eurocodici, risulta che deve essere aggiunto un carico temporaneo. Nel caso in cui la struttura sia progettata con alcune parti di ricambio, potrebbe non esserci bisogno di rinforzi; in caso contrario, essi risulterebbero necessari.

- *L'apertura dei fori nelle solette per gli scarichi dei sistemi sanitari - misura da adottare nel caso in cui la planimetria del nuovo piano differisca dalla planimetria del piano tipo, in modo che le colonne degli scarichi siano sulla stessa linea.*

I materiali

Gli elementi strutturali saranno realizzati a caldo con acciaio inossidabile S275JR. Gli elementi composti dalle piastrelle, così come le piastrelle stesse, saranno realizzate con lo stesso materiale. Non è permesso l'uso di nessun acciaio strutturale con classe di resistenza inferiore.

Gli elementi strutturali e non strutturali

- Elementi strutturali primari

Il dimensionamento degli elementi strutturali primari è stato fatto per la classe media di duttilità. A tale scopo sono stati applicati i principi e le raccomandazioni di EC3 ed EC8. Di seguito le informazioni relative ai seguenti elementi:

- Colonne
- Travi
- Travi secondarie
- Controventamenti verticali

- **Le colonne**

Le colonne saranno calcolate nelle condizioni di pressione fuori centro. Saranno realizzate con sezione HSS 200x12.5 secondo lo standard europeo, ovvero S275JR. La loro connessione con le travi è considerata rigida (*end plate moment resisting connection*) e verranno bullonate. Il collegamento della colonna con la base si realizza tramite saldatura, mentre con la struttura esistente con bullonatura, i quali vengono fissati con resina.

- **Travi**

Le travi saranno calcolate in condizioni di flessione (come caso particolare di pressione fuori centro). Saranno realizzati con la sezione IPE 180 secondo lo standard europeo, ovvero S275JR, e IPE forate. La loro connessione con le travi si considera rigida (*end plate moment resisting connection*), e si realizzerà tramite bullonatura.

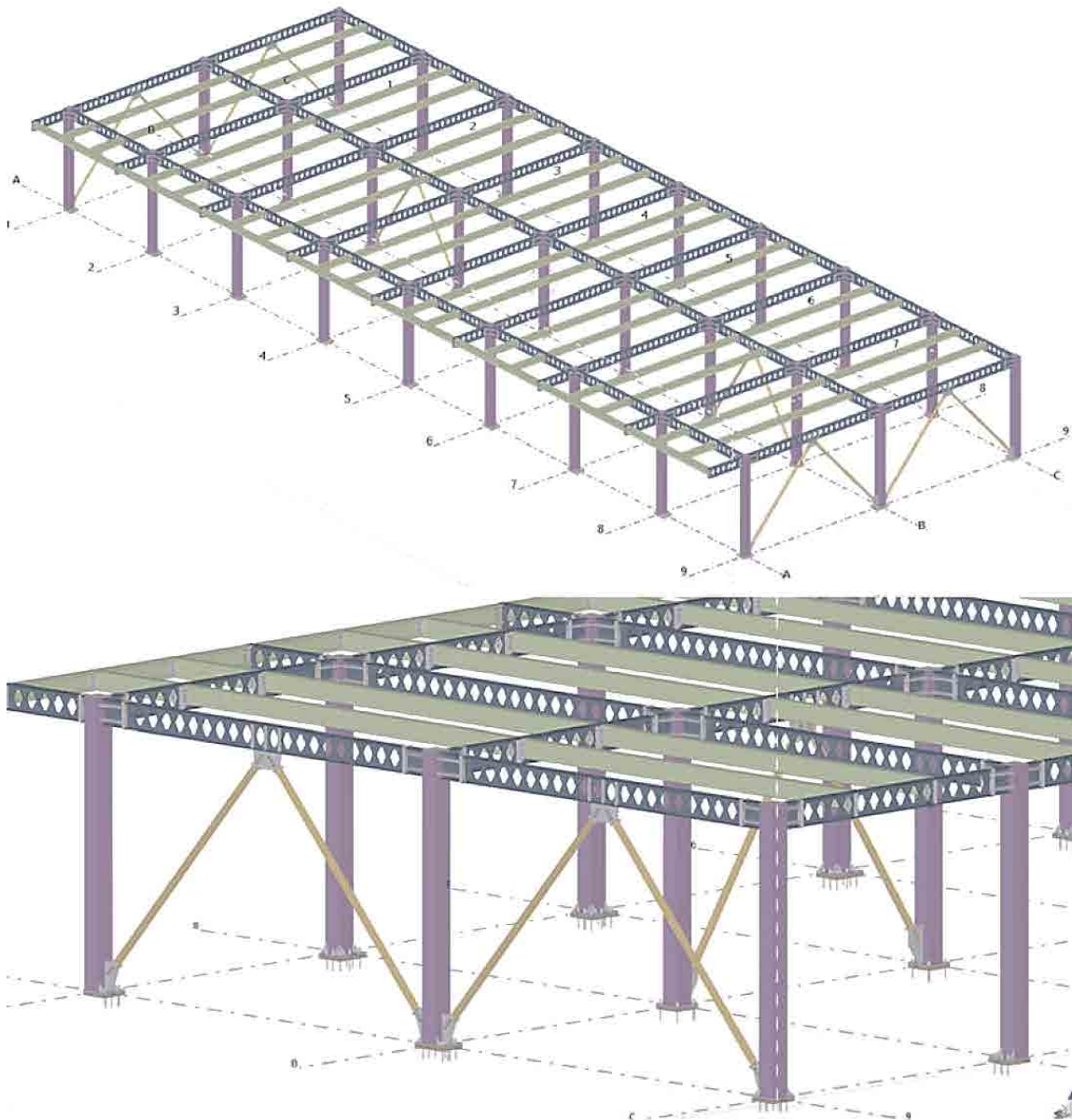


Figura 29. Viste 3D della struttura

- **Travi**

Le travi secondarie saranno realizzate con lamiera dello spessore di 2mm, forme sagomate a freddo (cold formed shapes), con acciaio inossidabile della classe non inferiore a S275JR.

- **Controventi**

I controventamenti verranno eseguiti con la sezione tipo del tubo CHS 76.1x3, con

acciaio di qualità non inferiore a S275JR. Oltre alla variante sopra mostrata, la seguente è un'altra variante con meno colonne, che può essere considerata più appropriata nel caso delle soluzioni planimetricamente diverse da quelle del piano tipo, rispettando facciate e sistemi HVAC e i sistemi sanitari. In entrambi i casi, l'orientamento degli elementi secondari di copertura può essere cambiato in funzione dei sistemi in questione.

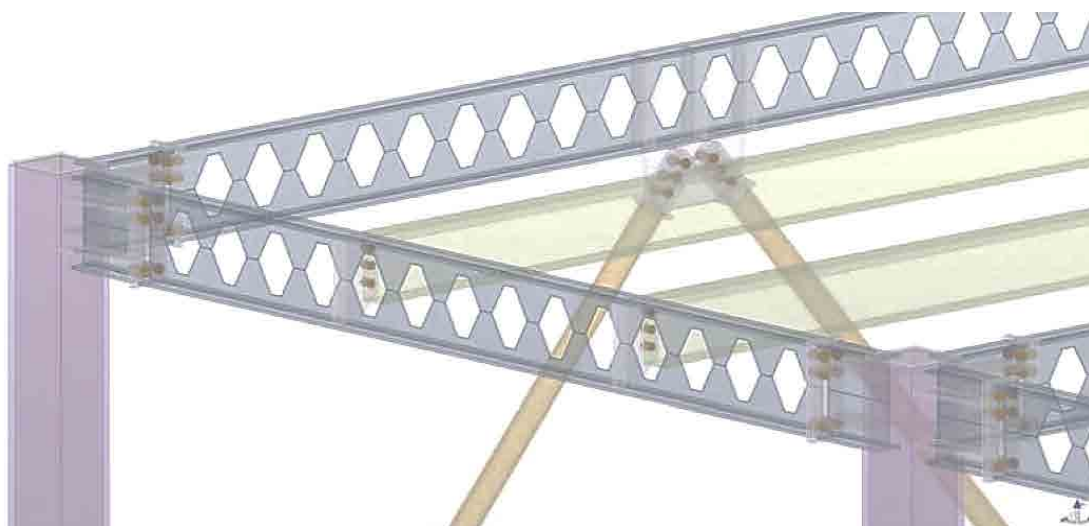


Figura 30. Dettagli 3D della struttura

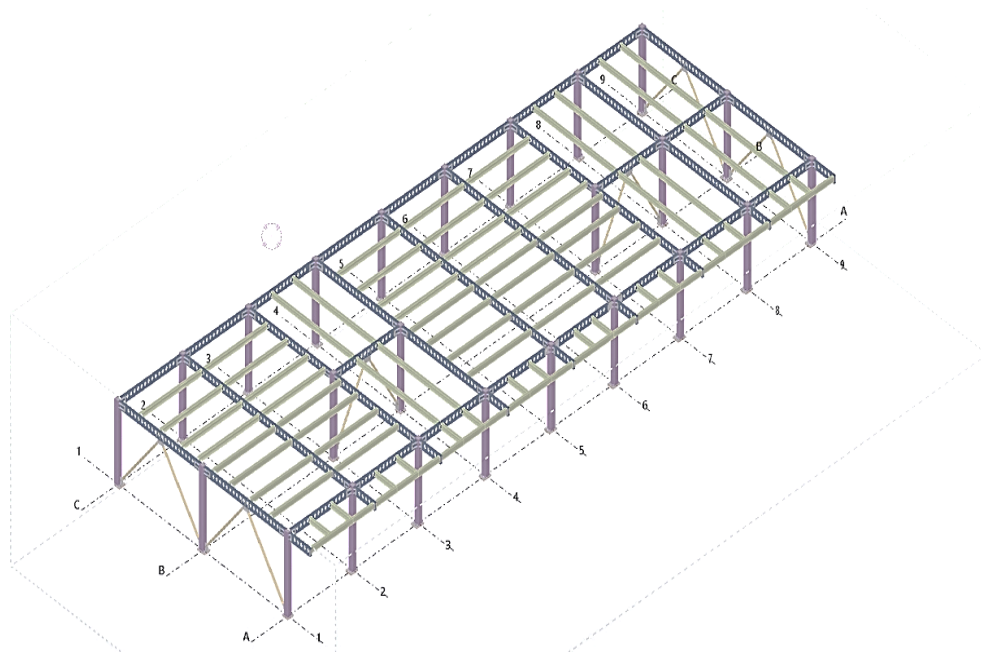


Figura 31. Vista 3D della struttura alternativa per la sopraelevazione sulla superficie di due moduli abitativi

7.4.4 Descrizione delle tecnologie costruttive e dei materiali proposti

Di seguito vengono descritte le scelte che sono state fatte a livello di materiali e di tecnologie costruttive in merito alla nuova sopraelevazione, tali da poter garantire ottime prestazioni dell'involucro edilizio a livello termico ed acustico.

Dopo un'analisi delle ipotesi strutturali, si è valutato opportuno prevedere pareti di tamponamento con tecnologia a secco in modo da non gravare eccessivamente sulla struttura sottostante e riuscendo così a garantire contemporaneamente anche ottimi livelli sia da un punto di vista termico che acustico.

- **Pareti di tamponamento**

Soluzione a secco con pannelli in lastre di cartongesso. Nello specifico si prevede il posizionamento di una doppia lastra interna in gesso rivestito di cui una con barriera al vapore per evitare fenomeni di condensa interstiziale. Successivamente si ha una doppia orditura metallica, con isolante in lana di vetro all'interno dell'intercapedine tecnica, necessario per l'abbattimento acustico e per ottenere una buona inerzia termica della parete nel suo complesso. In merito alle rimanenti lastre, si prevede una lastra di gesso tra le due orditure metalliche, la quale ha un elevato grado di durezza superficiale e un'ottima resistenza meccanica. Esternamente si prevede invece la posa di una lastra in cemento alleggerito con elevata resistenza all'acqua e all'umidità. Ultimo strato è l'isolamento a cappotto in lana di roccia che contribuisce all'inerzia termica dell'involucro grazie alla sua elevata densità.

- **Pareti divisorie interne**

Soluzione a secco con pannelli in lastre di cartongesso ed isolante in lana di vetro all'interno dell'intercapedine tecnica, in

modo da garantire un buon abbattimento acustico tra i vari ambienti adiacenti.

- **Pareti di separazione tra unità immobiliari e tra appartamenti e vano scala**

Soluzione a secco con pannelli in lastre di cartongesso. Nello specifico il pacchetto è caratterizzato da una doppia lastra di gesso su entrambi i lati della parete, una doppia orditura metallica con isolante in lana di vetro all'interno dell'intercapedine tecnica, e doppia lastra all'interno del pacchetto di cui una con maggiore densità per garantire una maggiore resistenza meccanica alla parete. Tale stratigrafia assicura un'adeguata trasmittanza termica ed un buon comportamento acustico del tramezzo.

In merito ai ponti termici interni presenti in corrispondenza dei pilastri in acciaio, si prevede la posa di isolante all'interno dei profili tubolari cavi mediante la tecnica dell'insufflaggio, in modo da poter abbattere la discontinuità materica soprattutto dal punto di vista acustico. Tale situazione non si presenta in corrispondenza dei pilastri ad angolo in quanto il ponte termico viene corretto grazie al cappotto termico esterno.

- **Parete in cemento armato verso vano scala**

Parete in cemento armato caratterizzata da una contro-parete coibentata sul lato degli ambienti riscaldati. Nello specifico si prevede il posizionamento di una lastra di gesso con orditura metallica di spessore pari a 7,5 cm e con isolamento in lana di vetro all'interno dell'intercapedine tecnica. Questa soluzione è indispensabile in quanto permette di ridurre notevolmente le dispersioni verso il vano scala non riscaldato e potendo allo stesso modo garantire anche un buon isolamento acustico.

- **Solaio a sbalzo**

Soluzione con struttura a sbalzo in acciaio, costituita da travi portanti in acciaio e

lamiera superiore, al di sopra del quale si prevede la posa del pacchetto pavimento previsto. È importante il mantenimento del perimetro continuo dell'isolamento a cappotto anche sull'intradosso del solaio a sbalzo in modo da poter garantire l'abbattimento del ponte termico.

- **Copertura**

Struttura portante in acciaio con rivestimento in pannello sandwich coibentato con isolante in schiuma poliuretanicca con spessore minimo di 15 cm affinché si possa garantire una buona trasmittanza termica e soprattutto un'opportuna inerzia termica al pacchetto costruttivo.

7.5 Considerazioni sull'applicabilità dei scenari proposti

Come si può vedere, l'approccio multiscale dei tre scenari proposti si sviluppa in modo progressivo. Iniziando con lo scenario 1, che propone gli interventi più economici, minimi indispensabili, fino allo scenario 3, che presenta un approccio integrato di riqualificazione energetica, funzionale e di qualità sociale. I tre scenari sono pensati per essere applicati in sequenza, a seconda degli obiettivi di sostenibilità ambientale, economica ed energetica richiesti.

La grande varietà e molteplicità degli strumenti applicabili nello scenario 2 rende difficile la valutazione della fattibilità economica di questo approccio. Solo dopo un'analisi accurata del manufatto e del contesto, come anche della condizione delle strutture, degli spazi liberi, della questione della proprietà, della modalità di

finanziamento etc. (che variano di caso in caso), si possono definire le metodiche di intervento per poter avere una valutazione tecnico economica accurata del progetto di investimento. Di conseguenza, è particolarmente complesso determinare se i criteri e gli strumenti di approccio siano convenienti.

Sicuramente si può dire che lo Scenario 1 rappresenta gli interventi emergenti ed indispensabili e tecnicamente fattibili per assicurare il miglioramento dell'efficienza energetica e del comfort abitativo delle unità residenziali. Invece, per la valutazione degli interventi di recupero e utilizzo dei rifugi di soccorso in spazi pubblici, è indispensabile studiare strumenti finanziari e misure necessarie per facilitare e agevolare il processo.

Riferimenti bibliografici

Accademia delle scienze, Ministero delle costruzioni, 1989. *Progettazione di condizioni tecniche per costruzioni antisismiche KTP-N.2-89*. Tirana, Albania.

ALIAJ SH., KOCI S., MUÇO B. e SULSTAROVA, E. 2010. *Sismicità, sismotettonica e Valutazione del rischio sismico in Albania*. Tirana.

CEN, 2006. EN 1992, Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Bruxelles, Belgio.

CEN, 2006. EN 1993, Eurocodice 3: Progettazione di strutture in acciaio. Bruxelles, Belgio.

CEN, 2006. EN 1990, Eurocodice: basi della progettazione strutturale. Bruxelles, Belgio.

CEN, 2006. EN 1991, Eurocodice 1: Azioni sulle strutture. Bruxelles, Belgio.

CEN, 2006. EN 1998, Eurocodice 8: Progettazione di strutture per la resistenza sismica. Bruxelles, Belgio.

FILAJ E., 2013. *Studio dell'impatto delle irregolarità strutturali sulla risposta delle strutture in calcestruzzo armato*. Scuola di Dottorato in Ingegneria delle Costruzioni, Idrotecnica e Ambiente, Politecnico di Tirana, Facoltà di Ingegneria Civile.

FILAJ E., 2017. *Studio sui parametri nazionali specificati per le strutture in acciaio secondo Eurocodici*. Politecnico di Tirana, Facoltà di Ingegneria Civile.

Ministero dell'Interno (consulente UTS-01 sh.pk), 2012. *Progetto AL-DRMAP: Affrontare e mitigare i rischi da catastrofi. Componente 3: Revisione e Miglioramento dei codici edilizi in Albania - Linee guida nazionali: processo di adozione degli Eurocodici strutturali in Albania*. Tirana.

Ministero delle costruzioni, 1978. *Termini tecnici. Libri I (KTP-1, 2, 3, 4, 5-1978)*. Tirana: Casa editrice "8 Nëntori".

Ministero delle costruzioni, 1978. *Termini tecnici. Libri II (KTP-6, 7, 8, 9-1978)*. Tirana: Casa editrice "8 Nëntori".

Ministero delle costruzioni, 1978. *Termini tecnici. Libri III (KTP-10-1978)*. Tirana: Casa editrice "8 Nëntori".

POJANI N., 2003. *Ingegneria sismica*. Tirana: Toena.

VERDHO N, MUKLI, G., 2000. *Calcolo delle strutture in calcestruzzo*. Tirana.

VERDHO N, NEGOVANI K., 2002. *Costruzioni in cemento armato*. Tirana.

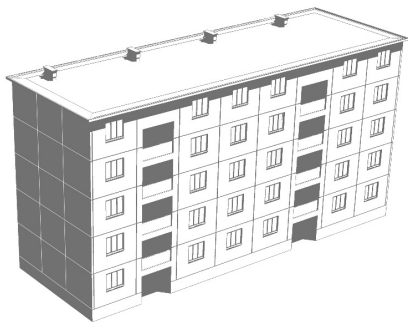
CAPITOLO 8

VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'EDIFICIO PRIMA E DOPO L'INTERVENTO PER TRE DIVERSE ZONE CLIMATICHE

VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'EDIFICIO PRIMA E DOPO L'INTERVENTO PER TRE DIVERSE ZONE CLIMATICHE

Scopo di questo capitolo è quello di analizzare le varie possibilità di interventi di riqualificazione energetica del blocco preso in analisi nel capitolo 5, situato nel quartiere n. 9 nella città di Tirana che fa parte di uno dei più grandi complessi urbani della città composto da edifici con pannelli prefabbricati. L'oggetto di analisi è costituito da due moduli di cinque piani fuori terra, con 2 vani scala che servono due appartamenti per piano, per un totale di 20 unità residenziali. L'obiettivo principale è di calcolare il miglioramento della prestazione energetica che si otterrebbe ed i costi degli interventi (e quindi il tempo approssimativo di ritorno degli investimenti).

La ricerca è stata portata avanti attraverso diverse fasi: dopo l'analisi dell'edificio nel suo stato di fatto attuale, facendo determinate ipotesi a riguardo delle caratteristiche dell'involucro e dei vari sistemi impiantistici presenti, sono stati analizzati diversi interventi di riqualificazione energetica sia per l'involucro esterno che per il sistema impiantistico. Considerando la vasta estensione dell'edilizia residenziale costruita con pannelli prefabbricati in tutto il paese, lo stesso edificio è stato analizzato ipotizzando la sua collocazione nelle tre diverse zone climatiche che prevede la classificazione climatica in Albania. Precisamente:



ZONA 1 - DURRËS (condizioni climatiche simili a quelle di BRINDISI)

- Altitudine: 15.00 m s.l.m.;
- temperatura bulbo secco invernale: 0.00 °C;
- temperatura bulbo secco estiva: 31.50 °C;
- gradi giorno: 1083.00 °C.

ZONA 2 - TIRANA (condizioni climatiche simili a quelle di TERNI)

- Altitudine: 130.00 m s.l.m.;
- temperatura bulbo secco invernale: -2.00 °C;
- temperatura bulbo secco estiva: 32.50 °C;

Figura 1. L'edificio preso in analisi

- gradi giorno: 1650.00 °C

ZONA 3 - KORÇË (condizioni climatiche simili a quelle di MERANO)

- Altitudine: 325.00 m s.l.m.;
- temperatura bulbo secco invernale: -15.00 °C;
- temperatura bulbo secco estiva: 31.50 °C;
- gradi giorno: 2863.00 °C

La classificazione climatica del territorio dell'Albania è divisa in tre zone climatiche¹:

Zona A: 900 - 1500 GG
Zona B: 1501 - 2500 GG
Zona C: 2501 - 3000 GG

Considerando che la classificazione climatica in Albania consiste in tre fasce (A, B e C) differisce dalla classificazione Italiana che prevede fasce climatiche (A, B, C, D, E

.....
1 DCM n. 38, data 16.01.2003, "Per l'approvazione delle norme, regolamenti e condizioni di progettazione e costruzione, della produzione e conservazione del calore negli edifici".

ed F), nelle simulazioni in seguito per non creare confusione è stata usata la seguente classificazione:

- Zona 1: 900 - 1500 GG (Albania - Zona A, Italia - Zona A, B, C e in parte D)
- Zona 2: 1501 - 2500 GG (Albania - Zona B, Italia - Zona D e in parte E)
- Zona 3: 2501 - 3000 GG (Albania - Zona C, Italia - Zona E)

Per tutte le analisi e simulazioni svolte si è fatto riferimento alle normative italiane (e quindi alle normative europee²). In particolare secondo l'Art.3 del D.lgs. 192/05 modificato dalla Legge 90/2013, le metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici, predisposte in conformità alle norme EN a supporto delle direttive 2001/91/CE e 2010/31/UE, sono quelle di seguito elencate:

- raccomandazione CTI 14/2013 “Prestazioni energetiche degli edifici - Determinazione dell'energia primaria e della prestazione energetica EP per la classificazione dell'edificio”, o normativa UNI equivalente e successive norme tecniche che ne conseguono;

- UNI/TS 11300 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6;

- UNI EN 15193 Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione.

Inoltre, per le varie simulazioni, prendendo come riferimento diverse località di Italia, si è assunto come riferimento normativo il decreto nazionale DM 26/6/2015.

Il software di calcolo utilizzato è denominato “MC4 Software_MC4 Suite” ed è stato certificato il 15 marzo del 2017 con certificato n.72 dal Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente (CTI). Tale software è conforme alle UNI/TS 11300-1:2014, UNI/TS 11300-2:2014, UNI/TS 11300-3:2010, UNI/TS

.....

2 Considerando che l'Albania è in processo di allineamento della legislazione a quella dell'Unione Europea.

11300-4:2016, UNI/TS 11300-5:2016, UNI/TS 11300-6:2016 e alla UNI EN 15193:2008.

Nello specifico il macro modulo “MC4 Suite” è l'insieme dei moduli di progettazione che ricavano le informazioni principali dal modello architettonico del fabbricato che viene realizzato, facendo calcoli termici ed energetici.

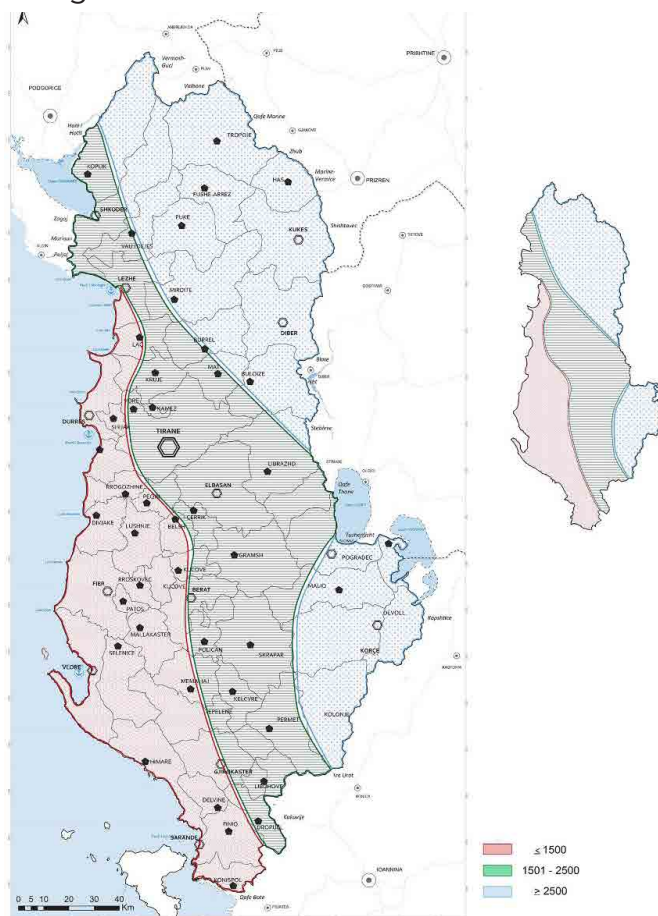


Figura 2. Mappa delle zone climatiche per il territorio dell'Albania in GG

8.1 INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

8.1.1 STATO DI FATTO

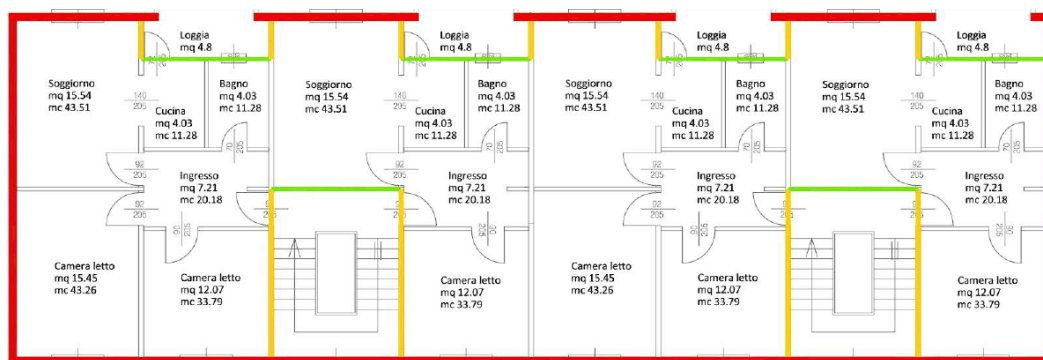
Involucro opaco

La struttura è realizzata con pannelli portanti prefabbricati in calcestruzzo di 22cm di spessore, aventi all'interno uno strato di isolamento in calcestruzzo alveolato (peno-beton) di 14cm. I pannelli divisori tra le varie unità ed i vani scala ed i pannelli divisori tra le varie unità e le logge, sono realizzati mediante pannelli in cemento armato di 10-14cm di spessore e privi di isolamento interno. Il solaio di copertura è stato realizzato anch'esso mediante pannelli prefabbricati in calcestruzzo con uno strato di isolamento interno della stessa natura del materiale utilizzato per le pareti esterne. Siccome nei vari sopralluoghi effettuati si è riscontrato un notevole deterioramento dello strato di isolamento nei pannelli prefabbricati delle pareti e del solaio di coper-

tura, si è deciso di considerare una situazione con parziale presenza di isolamento interno ipotizzando valori di trasmittanza termica pari a $U=2,03 \text{ W/m}^2\text{K}$ per le pareti esterne e pari a $U=1,94 \text{ W/m}^2\text{K}$ per il solaio di copertura.

Per quanto riguarda il solaio del piano terra, come per il solaio di copertura, si è considerato un solaio realizzato in pannelli prefabbricati con isolamento interno deteriorato, con un valore di trasmittanza termica pari a $U=1,85 \text{ W/m}^2\text{K}$.

I vani scala sono ambienti tamponati solo parzialmente per cui nell'analisi dell'edificio nel suo stato di fatto sono stati considerati come ambienti totalmente aperti. L'edificio, inoltre, è caratterizzato da logge sul fronte Sud-Est, zone che ad oggi si presentano in parte chiuse mediante tamponamenti opachi e vetrati ed in parte aperte. Anche per questa situazione è stata fatta una semplificazione considerando tutte queste zone come ambienti aperti.



PANNELLI PREFABBRICATI IN C.A.:
spessore tot =22cm
spessore isolamento interno in cls alleggerito = 14cm
Trasmittanza termica $U = 1,35 \text{ W/m}^2\text{K}$

PANNELLI PREFABBRICATI IN C.A.:
spessore tot =14cm
assenza di isolamento interno
Trasmittanza termica $U = 2,65 \text{ W/m}^2\text{K}$

PANNELLI PREFABBRICATI IN C.A.:
spessore tot =10cm
assenza di isolamento interno
Trasmittanza termica $U = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$

Figura 3. Le tipologie dei pannelli perimetrali

Infissi

Sulla base delle informazioni ricavate dall'indagine preliminare dello stock edilizio esistente sono state considerate diverse tipologie di serramenti, presenti nelle seguenti percentuali³:

- telaio in legno/ferro e vetro singolo (7%);
- telaio in alluminio e vetro singolo (67%);
- telaio in alluminio e vetrocamera (24%);
- telaio in PVC e vetrocamera (2%).

Per quanto concerne gli elementi oscuranti, si sono considerati avvolgibili esterni per ogni serramento, ad esclusione di quelli posti a sud, per i quali sono stati considerati di avere in parte (50% dei casi) brise soleil esterni, orizzontali e fissi.

Illuminazione

Sulla base delle informazioni ricavate dall'indagine preliminare sul parco edilizio esistente i vari alloggi sono caratterizzati dalle seguenti tipologie di illuminazione⁴:

- lampade ad incandescenza: potenza media 10W/mq (57% dei casi);
- lampade fluorescenti: potenza media 5W/mq (7% dei casi);
- lampade a led: potenza media 4W/mq (16% dei casi);
- mix di lampade ad incandescenza e fluorescenti: potenza media 8 W/mq (14% dei casi).

Poiché la normativa di riferimento utilizzata per le analisi richiede l'obbligo di verificare il fabbisogno di energia elettrica per illuminazione solamente per edifici a destinazione d'uso non residenziale, questo fattore non è stato preso in considerazione nelle simulazioni energetiche svolte.

Impianti

Sul fronte impiantistico la situazione dello stato di fatto è molto diversificata per cui è stato necessario adottare delle semplificazioni per poter procedere con le simulazioni, che comunque sono sufficientemente rappresentative della realtà.

Una certa percentuale delle unità immobiliari prese in esame sono riscaldate mediante stufe a gas portatili che utilizzano come combustibile il GPL in bombole. Non riuscendo a simulare tali apparecchi nel software utilizzato per le analisi e non conoscendo le potenze dei generatori esistenti, abbiamo considerato caldaie standard con un rendimento molto basso e, dopo aver calcolato le dispersioni dell'involucro, abbiamo assunto una potenza pari a 1,5 volte il valore delle dispersioni.

In sintesi le semplificazioni adottate sul modello energetico per rappresentare lo stato di fatto è la seguente:

- produzione di acqua calda sanitaria: scaldabagno elettrico centralizzato di potenza pari alla somma delle potenze dei singoli boiler;
- riscaldamento del 50% della superficie con generatore a caldaia alimentata a GPL e corpi emissivi a radiatori (50% dei casi);
- riscaldamento e raffrescamento del rimanente 50% della superficie con generatore a pompa di calore aria-acqua e corpi emissivi a split. Per le pompe di calore esistenti si è ipotizzato un valore di COP pari a 2,2.

.....
³ Dati ottenuti dall'indagine con i residenti degli alloggi composti da pannelli prefabbricati illustrati nel grafico 2 del capitolo 5.

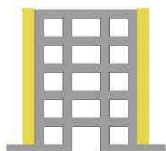
⁴ illustrati nel grafico 9 del capitolo 5.

8.1.2 INTERVENTI MIGLIORATIVI SULL'INVOLUCRO

I differenti interventi migliorativi sull'involucro sono stati analizzati separatamente e unitamente ai fini di un confronto dell'incremento dell'efficienza energetica dell'edificio. Sono state prese in esame ed analizzate le seguenti soluzioni:

A. Posa di un cappotto esterno

- Inserimento di pannelli rigidi in lana di roccia (spessore 8 cm e conducibilità termica pari a 0.039 W/mK) su tutto l'involucro;
- inserimento di pannelli rigidi in lana di roccia (spessore 5 cm e conducibilità termica pari a 0.039W/mK) sulle pareti esterne verso le logge (lo spessore inferiore rispetto a quanto previsto sulle altre pareti è dovuto al vincolo posto dalla presenza delle porte-finestre)



B. Isolamento copertura

- Posa di pannelli in lana di vetro ad alta densità (spessore 10cm e conducibilità termica pari a 0.041 W/mK) al di sopra del pacchetto esistente ed aggiunta di opportune guaine impermeabilizzanti.



C. Sostituzione infissi e chiusura vano scala

- Nuovi infissi con telaio in PVC e vetrocamera con valori di trasmit-

tanza termica $U=1,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ circa (per tutte le esposizioni), avvolgibili esterni con cassonetti isolati come sistemi ombreggianti (questi ultimi ad eccezione di tutti gli infissi esposti a sud);

- Chiusura delle aperture dei vani scala mediante infissi con telaio in PVC e vetrocamera ($U=1,35 \text{ W/m}^2\text{K}$), con schermi solari costituiti da brise soleil esterni, orizzontali e fissi;
- Sistemi ombreggianti con brise soleil esterni, orizzontali e fissi per tutti i serramenti posti a sud.



D. Cappotto esterno e isolamento copertura

- Soluzione A e soluzione B



E. Cappotto esterno, isolamento copertura, sostituzione infissi e chiusura vano scala

- Soluzione C e soluzione D



I risultati delle simulazioni fatte per i diversi interventi all'involucro preceduti dalle stratigrafie di pareti e solai sono riportati nell'appendice F, mentre a titolo esemplificativo vengono riportati quelli relativi alla soluzione A.

8.1.3 INTERVENTI IMPIANTISTICI

F. Involucro base, nuovo impianto di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria (impianto ibrido con sistema di emissione a radiatori) e nuovo impianto di raffrescamento

Nuovo impianto di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria centralizzato costituito da:

- Pompa di calore aria - acqua, caldaia a condensazione di riserva (sistema di generazione) e boiler per acqua calda sanitaria con capacità pari a 1500 lt;
- Radiatori (sistema di emissione) dotati di valvole termostatiche (sistema di regolazione).

Nuovo impianto di raffrescamento costituito da:

- Pompa di calore aria - acqua;
- Terminali costituiti da condizionatori a parete tipo idro-split di ultima generazione.



G. Involucro base, nuovo impianto di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria (impianto ibrido e sistema di emissione a radiatori), nuovo impianto di raffrescamento e impianto solare termico

- Soluzione F e impianto solare termico

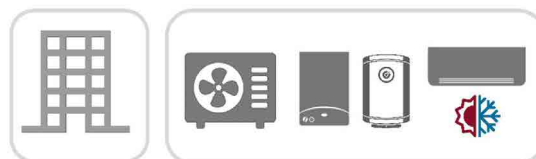
L'impianto solare termico ipotizzato è previsto con collettori solari piani aventi ciascuno circa 2,1 mq di superficie captante ed è stato dimensionato per realizzare una copertura del fabbisogno di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria superiore al 50%. Con questo criterio, tenendo conto delle condizioni climatiche delle 3 località, con le ipotesi impiantistiche in oggetto sono previsti 10 collettori solari per tutte e 3 le località.



H. Involucro base, nuovo impianto di riscaldamento/raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria (impianto ibrido e sistema di emissione a split)

Nuovo impianto di riscaldamento/raffrescamento, produzione di acqua calda sanitaria centralizzato costituito da:

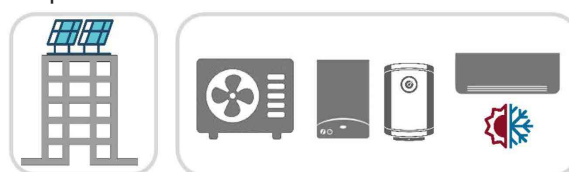
- Pompa di calore aria - acqua, caldaia a condensazione di riserva (sistema di generazione), boiler per acqua calda sanitaria con capacità pari a 1500 lt;
- Terminali costituiti da condizionatori a parete tipo idro-split di ultima generazione per caldo e freddo



I. Involucro base, nuovo impianto di riscaldamento/raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria (impianto ibrido e sistema di emissione a split) e impianto solare termico

- Soluzione H e impianto solare termico

L'impianto solare termico ipotizzato è previsto con collettori solari piani aventi ciascuno circa 2,1 mq di superficie captante ed è stato dimensionato per realizzare una copertura del fabbisogno di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria superiore al 50%. Con questo criterio, tenendo conto delle condizioni climatiche delle 3 località, con le ipotesi impiantistiche in oggetto sono previsti 10 collettori solari per tutte e 3 le località.



8.1.4 SOLUZIONI GLOBALI

Le soluzioni globali riguardano sia interventi migliorativi sull'involucro (descritti nel punto 8.1.2) che gli impianti (descritti in 8.1.3).

L. Soluzione involucro e soluzione impianti (radiatori)

- Soluzione E e soluzione G



L bis. Soluzione involucro e soluzione impianti (radiatori) senza solare termico

- Soluzione E e soluzione F



M. Soluzione involucro e soluzione impianti (split)

- Soluzione E e soluzione I



M bis. Soluzione involucro e soluzione impianti (split) senza solare termico

- Soluzione E e soluzione H



N. Soluzione involucro, nuovo impianto di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria (PDC e sistema di emissione a pannelli radianti), nuovo impianto di raffrescamento e solare termico

- Soluzione E, nuovo impianto di riscaldamento/raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria centralizzato costituito da:
 - o Pompa di calore aria - acqua (sistema di generazione), boiler per acqua calda sanitaria con capacità pari a 1500 lt;
 - o Pannelli radianti a pavimento posati a secco;
 - o Terminali per climatizzazione estiva costituiti da condizionatori a parete tipo idro-split di ultima generazione
 - o Impianto solare termico.

L'impianto solare termico ipotizzato è previsto con collettori solari piani aventi ciascuno circa 2,1 mq di superficie captante ed è stato dimensionato per realizzare una copertura del fabbisogno di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria superiore al 50%. Con questo criterio, tenendo conto delle condizioni climatiche delle 3 località, con le ipotesi impiantistiche in oggetto sono previsti 8 collettori solari per la località Korça e 9 collettori per le località Tirana e Durrës.



N bis

È uguale alla soluzione N senza i pannelli solari.



8.1.5 ULTERIORI SIMULAZIONI SULL'INVOLUCRO

Sono state effettuate ulteriori simulazioni sull'involucro edilizio per ogni zona climatica andando a verificare il miglioramento che si ottiene con diversi spessori di coibentazione termica e con infissi a triplo vetro per individuare la soluzione economicamente più conveniente.

U1) Base di partenza

Come base di partenza si propone la soluzione E vista in precedenza che prevede involucro base, sostituzione infissi, chiusura vano scala, posa di un cappotto esterno (spessore 8cm) e isolamento copertura (spessore 10cm).

Nel dettaglio si ha:

- Inserimento di pannelli rigidi in lana di roccia (spessore 8cm e conducibilità termica pari a 0.039 W/mK) su tutto l'involucro;
- Inserimento di pannelli rigidi in lana di roccia (spessore 5cm e conducibilità termica pari a 0.039W/mK) sulle pareti esterne verso le logge (lo spessore inferiore rispetto a quanto previsto sulle altre pareti è dovuto al vincolo posto dalla presenza delle porte-finestre);
- Posa di pannelli in lana di vetro ad alta densità (spessore 10cm e conducibilità termica pari a 0.041 W/mK) al di sopra del pacchetto esistente ed aggiunta di opportune guaine impermeabilizzanti;
- Nuovi infissi con telaio in pvc e vetrocamera con valori di trasmittanza termica $U=1,35$ W/m²K circa (per tutte le esposizioni) in più avvolgibili esterni con cassonetti isolati come sistemi ombreggianti (questi ultimi ad eccezione di tutti gli infissi esposti a sud);
- Chiusura delle aperture dei vani scala mediante infissi con telaio in PVC e vetrocamera ($U=1,35$ W/m²K), con schermi solari costituiti da brise soleil esterni, orizzontali e fissi;

- Sistemi ombreggianti con brise soleil esterni, orizzontali e fissi per tutti i serramenti posti a sud.



U2) Involucro base, sostituzione infissi, chiusura vano scala, posa di un cappotto esterno (spessore 12cm) e isolamento copertura (spessore 12cm).

È come la soluzione U1 con 12 cm di isolante termico sia a cappotto (fermo restando 5 cm di isolante nelle pareti delle logge) che in copertura.



U3) Involucro base, sostituzione infissi, chiusura vano scala, posa di un cappotto esterno (spessore 16cm) e isolamento copertura (spessore 16cm).

È come la soluzione U1 con 16 cm di isolante termico sia a cappotto (fermo restando 5 cm di isolante nelle pareti delle logge) che in copertura.



U4) Involucro base, sostituzione infissi con triplo vetro, chiusura vano scala, posa di un cappotto esterno (spessore 20cm) e isolamento copertura (spessore 20cm).

- Inserimento di pannelli rigidi in lana di roccia (spessore 20cm e conducibilità termica pari a 0.039 W/mK) su tutto l'involucro;
- Inserimento di pannelli rigidi in lana di

roccia (spessore 5cm e conducibilità termica pari a 0.039W/mK) sulle pareti esterne verso le logge (lo spessore inferiore rispetto a quanto previsto sulle altre pareti è dovuto al vincolo posto dalla presenza delle porte-finestre)

- Posa di pannelli in lana di vetro ad alta densità (spessore 20cm e conducibilità termica pari a 0.041 W/mK) al di sopra del pacchetto esistente ed aggiunta di opportune guaine impermeabilizzanti.
- Nuovi infissi con telaio in PVC e triplo vetro con valori di trasmittanza termica $U=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ circa e avvolgibili esterni con cassonetti isolati come sistemi ombreggianti;
- Chiusura delle aperture dei vani scala mediante infissi con telaio in PVC e triplo vetro ($U=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$), caratterizzati da brise soleil esterni, orizzontali e fissi;



8.1.6 CONSIDERAZIONI ECONOMICHE

Il passo conclusivo di questo lavoro è stato quello di svolgere delle analisi economiche per valutare la convenienza ed i tempi di ritorno dei possibili investimenti. Per far ciò è stato necessario tradurre le prestazioni energetiche ottenute con i vari interventi migliorativi in consumi annui di gas e/o di energia elettrica e stimare i costi degli interventi di efficientamento. Prima di illustrare i risultati si dà una breve descrizione delle ipotesi assunte per svolgere i calcoli.

Costi energetici

Da informazioni raccolte in loco, i prezzi medi utilizzati per combustibili ed energia sono i seguenti:

- Energia elettrica: 0,1 €/kWh
- GPL in bombole: 0,52 €/litro
- Gas metano: 0,6 €/mc

Per il GPL sono stati poi considerati i seguenti dati:

- Potere calorifico inferiore: 11.500 kcal/kg = 13,37 kW/kg
- Il peso è pari a 0,52 kg/litro
- Ne risulta che da un litro di GPL si ottengono 6,96 kW

Prestazione pompe di calore e condizionatori

Per le macchine esistenti, di vecchia concezione, si è considerato un valore di COP ed EER nominale di 2,2 mentre per le nuove macchine si è considerato un valore di COP ed EER nominale di 3,8

Valutazione costi interventi di efficientamento

Per la stima del costo degli investimenti si è fatto riferimento al prezzario ufficiale 2018 della Regione Emilia Romagna applicando uno sconto del 40% sui prezzi unitari per attualizzarli con i prezzi di mercato medi che si riscontrano in Albania.

Inoltre si specifica che per i vari interventi si sono considerati i costi anche delle operazioni propedeutiche e complementari alla realizzazione delle opere secondo quanto di seguito descritto.

Intervento per la posa del cappotto termico

Sono stati considerati i seguenti costi:

- Fornitura e posa in opera del cappotto compresa la barriera al vapore
- Tinteggiatura finale
- Ponteggi

Intervento per la sostituzione degli infissi

Sono stati considerati i seguenti costi:

- Smontaggio infissi e cassonetti esistenti
- Fornitura e posa in opera di nuovi infissi in PVC
- Fornitura e posa in opera di cassonetti monoblocco isolanti per gli avvolgibili
- Fornitura e posa in opera di avvolgibili

in materiale plastico

- Fornitura e posa in opera di frangisole in alluminio per gli infissi esposti a sud

Intervento per la chiusura dei vani scala

Sono stati considerati i seguenti costi:

- Fornitura e posa in opera di nuovi infissi in PVC
- Fornitura e posa in opera di frangisole in alluminio per gli infissi esposti a sud

Intervento per la coibentazione della copertura

Sono stati considerati i seguenti costi:

- Rimozione dello strato superficiale della copertura esistente
- Realizzazione di massetto con calcestruzzo alleggerito per pendenze e piano di posa della coibentazione
- Fornitura e posa in opera della coibentazione compresa di barriera al vapore
- Realizzazione di finitura superficiale con guaina bituminosa in doppio strato di cui il primo con guaina armata con tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo, il secondo con rivestimento superiore in ardesia
- Esecuzione di linea vita permanente
- Realizzazione di nuovi canali di gronda con relativi discendenti in acciaio zincato verniciato

8.2 RISULTATI E COMMENTI

Passiamo ora in rassegna i risultati ottenuti con le varie simulazioni analizzando e commentando quanto ottenuto.

8.2.1 INTERVENTI SULL'INVOLUCRO

Un primo blocco di simulazioni sono quelli indicati come SOLUZIONI A, B, C, D, E nelle quali (si veda il precedente punto 8.1.2) sono stati presi in considerazione interventi sul solo involucro.

Si riporta una volta per tutte la legenda dei vari simboli che compariranno nelle tabelle e nei grafici.

LEGENDA	
EPH,tot	Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale [kWh/mq]
EPC,tot	Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva [kWh/mq]
EPW,tot	Indice di prestazione energetica per la produzione di ACS [kWh/mq]
EPH,nd	Indice di prestazione termica utile per il riscaldamento [kWh/mq]
EPC,nd	Indice di prestazione termica utile per il raffrescamento [kWh/mq]
H'T	Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie dispendente [W/mqK]
hh	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione invernale
hc	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione estiva
hw	Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di ACS
Epgl tot	Indice di prestazione energetica globale dell'edificio totale, ovvero sia rinnovabile che non rinnovabile [kWh/mq]
Epgl,nren	Indice di prestazione energetica globale dell'edificio, espresso in energia primaria non rinnovabile [kWh/mq anno]

La tabella 1 riporta i risultati ottenuti per i parametri più significativi per l'edificio in zona climatica 1 mentre nel grafico 1 è riportato l'andamento dei 3 parametri rappresentativi delle migliorie ottenute e cioè:

EPH,tot	Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale [kWh/mq]
EPC,tot	Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva [kWh/mq]
EPW,tot	Indice di prestazione energetica per la produzione di ACS [kWh/mq]

TABELLA 1						
ZONA 1	FILE BASE	SOLUZIONE A	SOLUZIONE B	SOLUZIONE C	SOLUZIONE D	SOLUZIONE E
EPH,tot	210.78	116.20	197.43	149.09	103.54	58.71
EPC,tot	35.82	47.47	42.84	41.52	48.15	53.53
EPW,tot	60.28	64.32	60.11	60.00	59.81	57.10
EPH,nd	107.41	66.81	101.30	72.89	57.54	23.21
EPC,nd	30.02	29.37	29.15	22.67	28.84	22.57
H'T	2.71	1.60	2.36	1.84	1.40	0.85
hh	0.51	0.57	0.51	0.49	0.56	0.40
hc	0.42	0.31	0.34	0.27	0.30	0.22
hw	0.27	0.25	0.27	0.27	0.27	0.28
Epgltot	306.87	227.99	300.38	250.61	211.5	169.34
Epgl,nren	241.40	195.01	237.24	201.13	180.29	140.82

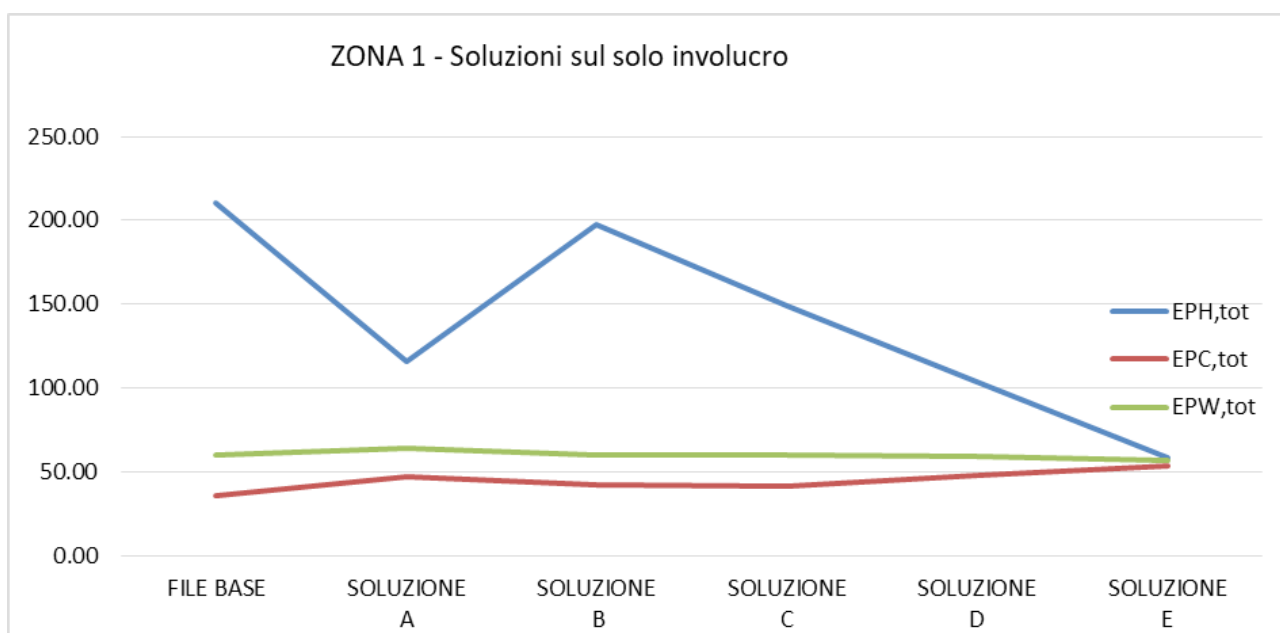


Grafico 1. Interventi migliorativi sull'involucro, Zona 1

Dall'analisi della tabella 1 e del grafico 1 si possono dedurre alcune considerazioni qualitative e cioè:

- Per la prestazione invernale incide molto l'intervento sul cappotto, abbastanza quello sugli infissi, poco quello sulla copertura.
- Per la prestazione energetica estiva gli interventi di coibentazione peggiorano la prestazione rispetto a quella dell'edificio base e questo era da aspettarselo perché gli interventi di coibentazione rendono più difficile lo smaltimento del calore prodotto all'interno dell'edificio.
- La prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) è praticamente costante, come era ovvio attendersi.

La tabella 2 riporta i risultati ottenuti per i parametri più significativi per l'edificio in zona climatica 2 mentre nel grafico 2 è riportato l'andamento dei 3 parametri rappresentativi delle migliorie ottenute.

TABELLA 2						
ZONA 2	FILE BASE	SOLUZIONE A	SOLUZIONE B	SOLUZIONE C	SOLUZIONE D	SOLUZIONE E
EPH,tot	301.63	182.04	258.26	192.85	162.96	88.45
EPC,tot	22.94	30.19	22.92	24.20	31.21	38.28
EPW,tot	66.00	70.21	66.00	66.06	65.81	62.98
EPH,nd	186.36	108.81	158.40	113.63	95.46	43.57
EPC,nd	10.29	13.10	11.07	8.30	13.54	12.34
H'T	2.71	1.60	2.36	1.86	1.40	0.85
hh	0.62	0.60	0.61	0.59	0.59	0.49
hc	0.23	0.23	0.23	0.18	0.23	0.17
hw	0.28	0.26	0.28	0.28	0.28	0.29
Epgl,tot	390.57	282.45	347.17	283.10	259.98	189.70
Epgl,nren	347.19	246.26	307.55	248.18	226.02	160.94

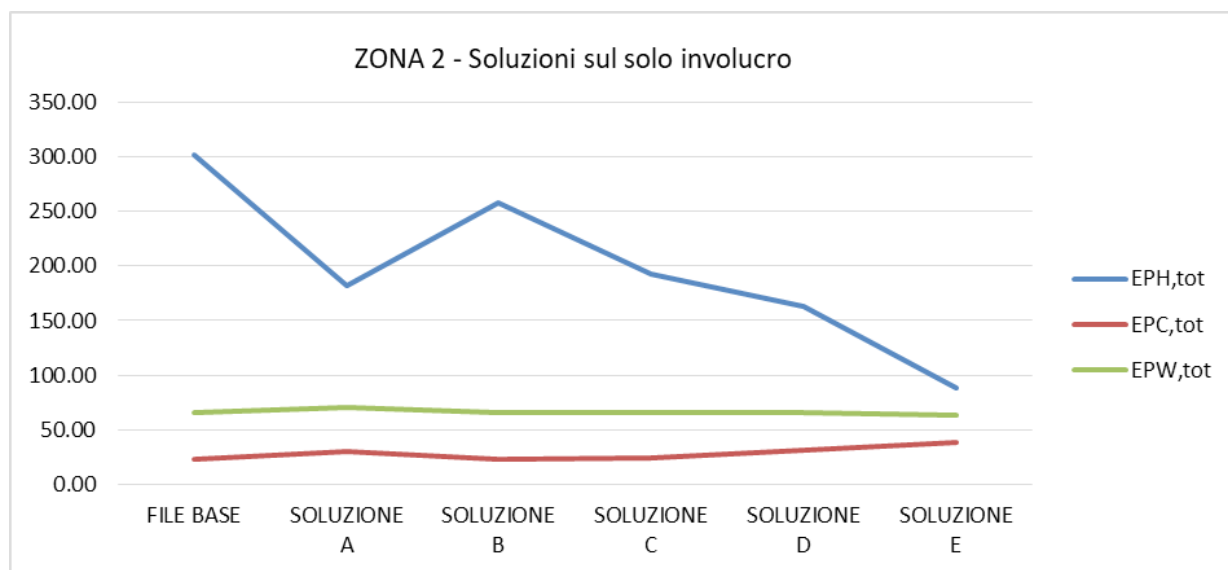


Grafico 2. Interventi migliorativi sull'involucro, Zona 2

Dall'analisi della tabella 2 e del grafico 2 si possono dedurre le seguenti considerazioni qualitative e cioè:

- Si conferma lo stesso andamento già visto per la zona climatica 1
- Si nota però che in questo caso l'intervento di coibentazione della copertura ha un peso più significativo rispetto a quanto visto in precedenza ed è logico in quanto siamo in una zona climatica dove la stagione invernale presenta temperature invernali inferiori e durata maggiore.

La tabella 3 e il grafico 3 riportano i dati analoghi ai precedenti ma per la zona climatica 3. Si ripetono, in maniera più accentuata, i fenomeni già visti per la zona 2.

TABELLA 3						
ZONA 3	FILE BASE	SOLUZIONE A	SOLUZIONE B	SOLUZIONE C	SOLUZIONE D	SOLUZIONE E
EPH,tot	372.57	206.14	298.57	225.47	118.14	100.17
EPC,tot	16.12	26.48	14.83	18.91	46.54	37.74
EPW,tot	68.10	72.31	68.10	68.16	60.11	65.07
EPH,nd	229.12	125.80	182.69	132.16	57.5	50.94
EPC,nd	0.63	3.68	1.29	1.07	28.87	7.47
H'T	2.71	1.60	2.36	1.86	1.4	0.85
hh	0.61	0.61	0.61	0.59	0.49	0.51
hc	0.02	0.08	0.03	0.04	0.31	0.11
hw	0.28	0.27	0.28	0.28	0.27	0.29
Epgl,tot	456.79	304.93	381.50	312.53	224.79	202.98
Epgl,nren	409.58	267.50	340.52	276.27	180.67	173.14

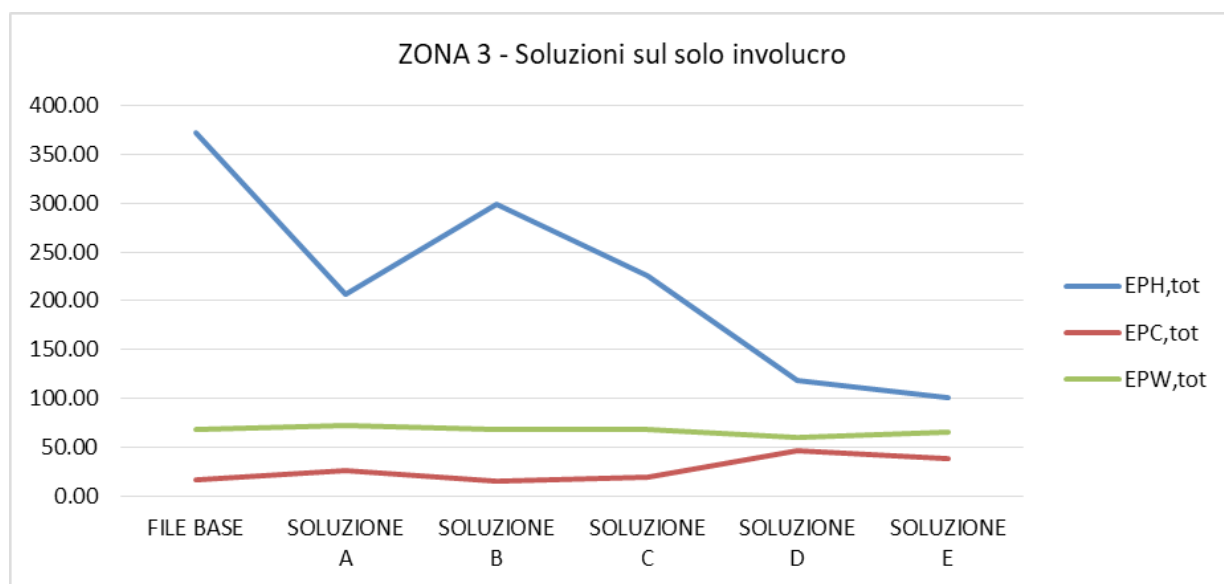


Grafico 3. Interventi migliorativi sull'involucro, Zona 3

8.2.2 INTERVENTI MIGLIORATIVI SUGLI IMPIANTI

Un secondo blocco di simulazioni sono quelli indicati come SOLUZIONI F, G, H, I nelle quali (si veda il precedente punto 8.1.3) sono stati presi in considerazione interventi sugli impianti mantenendo l'involucro dell'edificio di base.

La tabella 4, e il grafico 4, riportano i dati per la zona climatica 1.

TABELLA 4					
ZONA 1	FILE BASE	SOLUZIONE F	SOLUZIONE G	SOLUZIONE H	SOLUZIONE I
EPH,tot	210.78	168.07	168.19	156.67	156.75
EPC,tot	35.82	20.26	20.26	20.26	20.26
EPW,tot	60.28	37.34	34.39	37.34	34.39
EPH,nd	107.41	107.45	107.45	107.45	107.45
EPC,nd	30.02	29.99	29.99	29.99	29.99
H'T	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71
hh	0.51	0.64	0.64	0.69	0.69
hc	0.42	1.10	1.10	1.10	1.10
hw	0.27	0.44	0.47	0.44	0.47
Epgltot	306.87	225.67	222.84	214.26	211.40
Epgl,nren	241.40	91.99	87.66	81.96	77.59

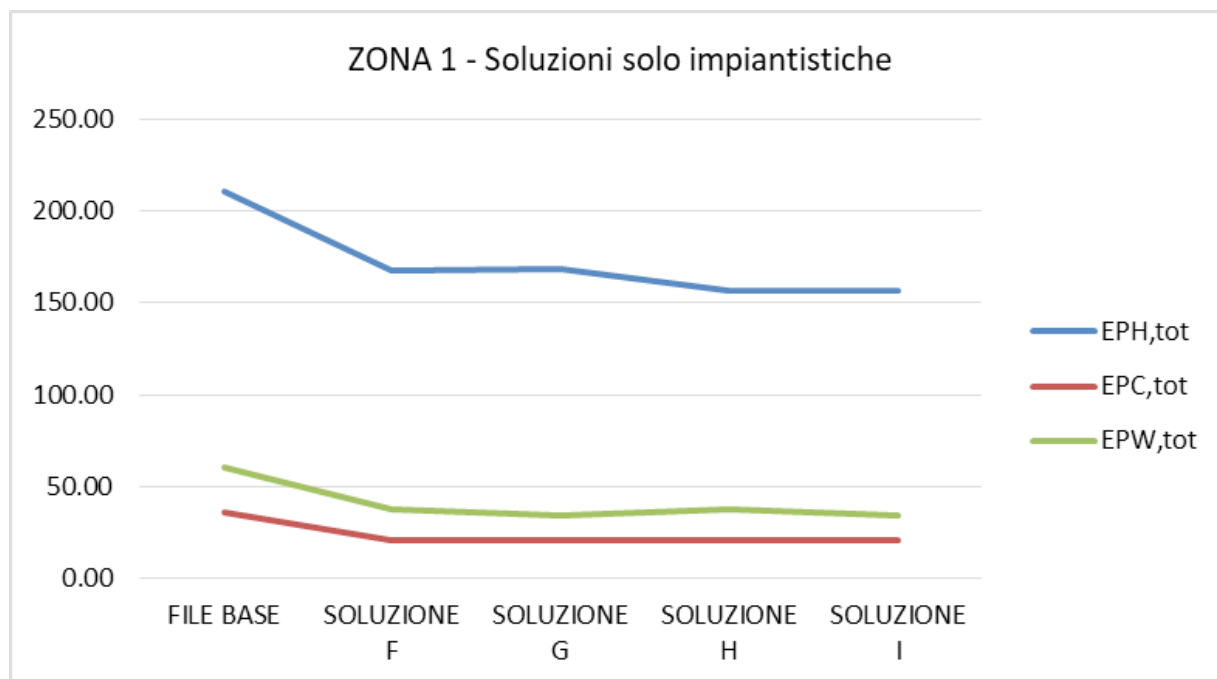


Grafico 4. Soluzioni solo impiantistiche, Zona 1

Alcune considerazioni:

- Il passaggio a impianto centralizzato con caldaia a condensazione e pompa di calore porta un deciso miglioramento per tutti e tre gli indici
- Il solare termico fa guadagnare qualcosa all'indice di prestazione energetico dell'ACS (EPW)
- Il sistema di emissione invernale, fan-coil piuttosto che radiatori, porta variazioni non significative.

La tabella 5, e il grafico 5, riportano gli analoghi i dati per la zona climatica 2.

TABELLA 5					
ZONA 2	FILE BASE	SOLUZIONE F	SOLUZIONE G	SOLUZIONE H	SOLUZIONE I
EPH,tot	301.63	281.04	281.20	263.93	264.06
EPC,tot	22.94	7.65	7.65	7.70	7.70
EPW,tot	66.00	43.99	39.74	43.99	39.74
EPH,nd	186.36	167.23	167.23	167.23	167.23
EPC,nd	10.29	10.39	10.39	10.39	10.39
H'T	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71
hh	0.62	0.60	0.59	0.63	0.63
hc	0.23	1.01	1.01	1.00	1.00
hw	0.28	0.42	0.46	0.42	0.46
Epgl,tot	390.57	332.68	328.60	315.62	311.51
Epgl,nren	347.19	147.32	141.26	133.68	127.58

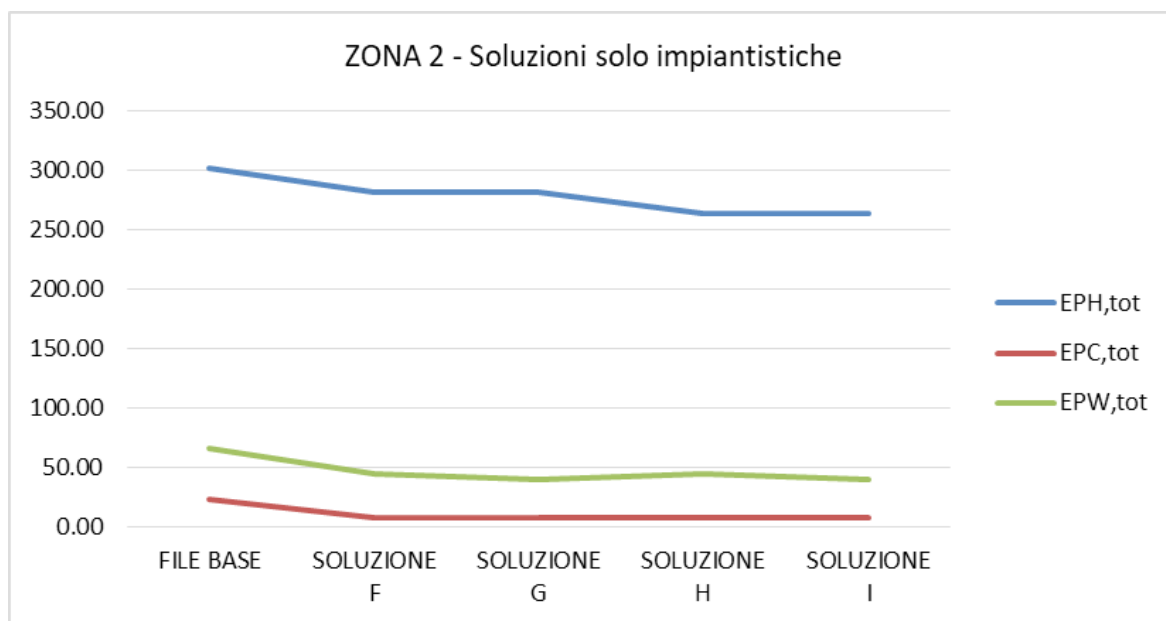


Grafico 5. Soluzioni solo impiantistiche, Zona 2

Alcune considerazioni:

- Il passaggio a impianto centralizzato con caldaia a condensazione e pompa di calore porta un miglioramento ma non così deciso come in precedenza. Questo è dovuto al fatto che la pompa di calore ha dei rendimenti inferiori rispetto alla zona 1 a causa delle temperature invernali più basse.
- Il solare termico fa guadagnare qualcosa all'indice di prestazione energetico dell'ACS (EPW)
- Il sistema di emissione invernale, fan-coil piuttosto che radiatori, porta variazioni non significative.

La tabella 6, e il grafico 6, riportano gli analoghi i dati per la zona climatica 3.

TABELLA 6					
ZONA 3	FILE BASE	SOLUZIONE F	SOLUZIONE G	SOLUZIONE H	SOLUZIONE I
EPH,tot	372.57	309.63	309.80	286.76	286.89
EPC,tot	16.12	1.96	1.96	1.96	1.96
EPW,tot	68.10	43.55	39.57	43.55	39.57
EPH,nd	229.12	193.26	193.26	193.26	193.26
EPC,nd	0.63	0.72	0.72	0.72	0.72
H'T	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71
hh	0.61	0.62	0.62	0.67	0.67
hc	0.02	0.36	0.36	0.36	0.36
hw	0.28	0.44	0.49	0.44	0.49
Epgl,tot	456.79	355.13	351.33	332.26	328.42
Epgl,nren	409.58	139.51	133.84	119.27	113.55

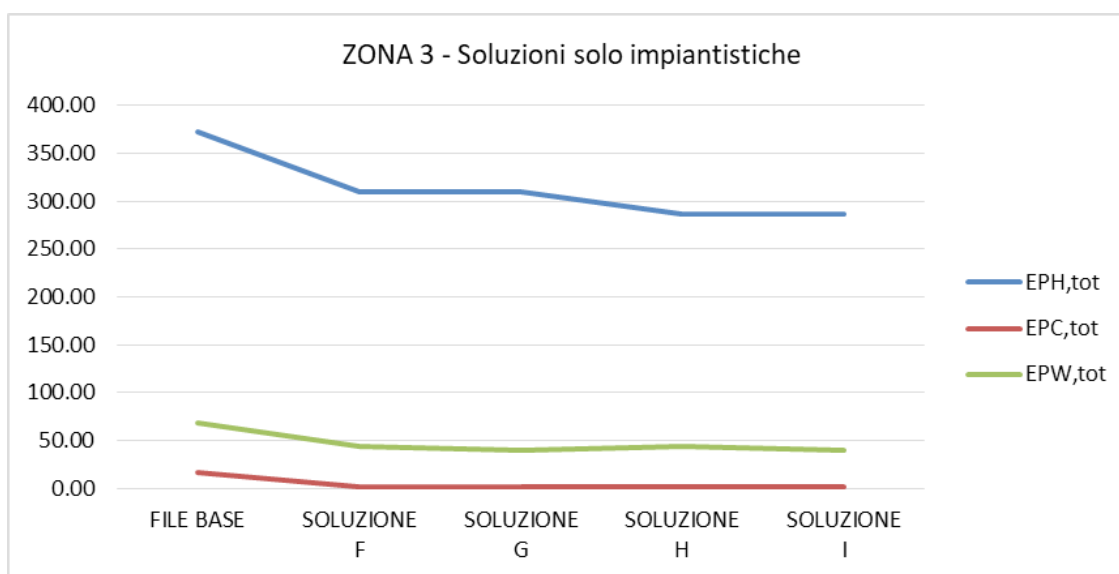


Grafico 6. Soluzioni solo impiantistiche, Zona 3

Alcune considerazioni:

- Questa volta il passaggio a impianto centralizzato con caldaia a condensazione e pompa di calore porta un miglioramento leggermente superiore a quanto visto per la zona 2. Questo è dovuto alle condizioni climatiche della zona: i picchi di temperature minime sono più basse ma mediamente si hanno valori di umidità relative molto inferiori (clima secco) per cui i periodi di sbrinamento sono inferiori.
- Il solare termico fa guadagnare qualcosa all'indice di prestazione energetico dell'ACS (EPW)
- Il sistema di emissione invernale, fan-coil piuttosto che radiatori, porta variazioni non significative.

8.2.3 INTERVENTI MIGLIORATIVI SIA SULL'INVOLUCRO CHE SUGLI IMPIANTI

Un terzo blocco di simulazioni sono quelle indicate come “SOLUZIONI GLOBALI”, interventi migliorativi cioè che riguardano sia l’involucro che gli impianti e si tratta di quanto descritto al precedente punto 8.1.4 laddove sono state descritte le soluzioni L, L bis, M, M bis, N, N bis. Punto di partenza del confronto è sempre l’edificio base (cioè quello rappresentativo dello stato di fatto), come soluzioni dell’involucro si sono considerate quelle della Soluzione E e poi si sono variati gli impianti.

La tabella 7 ed il grafico 7 riportano i risultati.

TABELLA 7							
ZONA 1	FILE BASE	SOLUZ. L	SOLUZ. L BIS	SOLUZ. M	SOLUZ. M BIS	SOLUZ. N	SOLUZ. N BIS
EPH,tot	210.78	33.33	33.23	35.49	35.41	30.93	30.85
EPC,tot	35.82	20.05	20.05	20.05	20.05	20.33	20.33
EPW,tot	60.28	31.81	34.09	31.08	33.34	30.92	33.18
EPH,nd	107.41	23.44	23.44	23.44	23.44	22.43	22.43
EPC,nd	30.02	22.81	22.81	22.81	22.81	22.97	22.97
H'T	2.71	0.85	0.85	0.85	0.85	0.84	0.84
hh	0.51	0.70	0.71	0.66	0.66	0.73	0.73
hc	0.42	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.94
hw	0.27	0.51	0.48	0.51	0.49	0.52	0.48
Epgltot	306.87	85.19	87.37	86.62	88.80	82.18	84.36
Epgl,nren	241.40	33.96	37.33	36.18	39.56	31.30	34.67

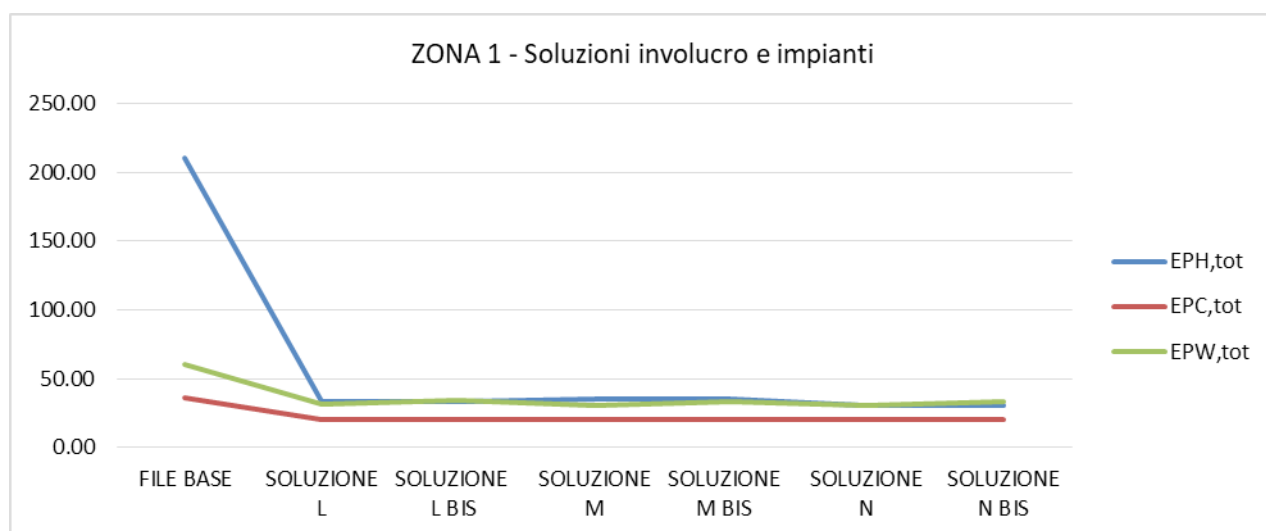


Grafico 7. Soluzioni globali, Zona 1

Osservazioni:

- Le diverse soluzioni impiantistiche hanno un effetto trascurabile rispetto agli effetti delle soluzioni sull’involucro.

La tabella 8 ed il grafico 8 riportano le analoghe risultanze per la zona 2.

TABELLA 8							
ZONA 2	FILE BASE	SOLUZ. L	SOLUZ. L BIS	SOLUZ. M	SOLUZ. M BIS	SOLUZ. N	SOLUZ. N BIS
EPH,tot	301.63	47.97	47.73	75.27	75.14	67.18	67.05
EPC,tot	22.94	14.27	14.27	14.27	14.27	14.78	14.78
EPW,tot	66.00	35.39	39.36	35.39	39.36	37.45	41.41
EPH,nd	186.36	43.67	43.67	43.67	43.67	41.69	41.69
EPC,nd	10.29	12.63	12.63	12.63	12.63	12.96	12.96
H'T	2.71	0.85	0.85	0.85	0.85	0.83	0.83
hh	0.62	0.91	0.91	0.58	0.58	0.62	0.62
hc	0.23	0.78	0.78	0.78	0.78	0.77	0.77
hw	0.28	0.52	0.47	0.52	0.47	0.49	0.44
Epgl,tot	390.57	97.64	101.36	124.93	128.77	119.40	123.24
Epgl,nren	347.19	58.46	64.12	59.71	65.40	53.26	58.95

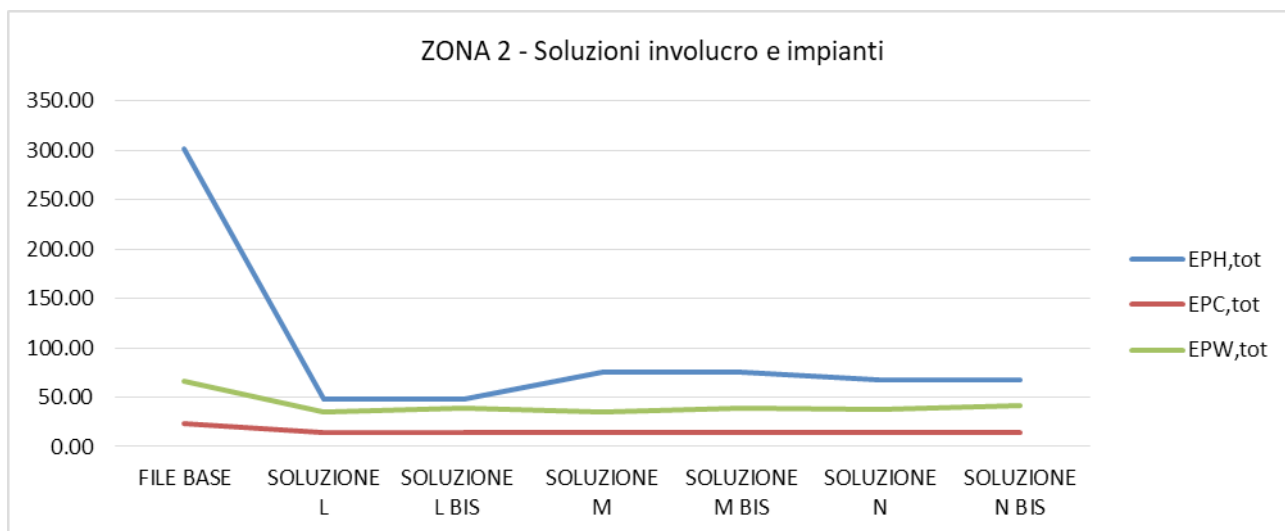


Grafico 8. Soluzioni globali, Zona 2

Osservazioni:

- Le diverse soluzioni impiantistiche hanno un effetto trascurabile rispetto agli effetti delle soluzioni sull'involucro.

Si riportano di seguito la tabella 9 ed il grafico 9 con le analoghe risultanze per la zona 3.

TABELLA 9							
ZONA 3	FILE BASE	SOLUZ. L	SOLUZ. L BIS	SOLUZ. M	SOLUZ. M BIS	SOLUZ. N	SOLUZ. N BIS
EPH,tot	372.57	64.72	64.32	59.63	59.38	51.57	51.24
EPC,tot	16.12	8.88	8.88	8.88	8.88	9.13	9.13
EPW,tot	68.10	34.63	37.63	34.63	37.63	34.63	37.63
EPH,nd	229.12	51.13	51.13	51.13	51.13	49.33	49.33
EPC,nd	0.63	7.90	7.90	7.90	7.90	8.16	8.16
H'T	2.71	0.85	0.85	0.85	0.85	0.84	0.84
hh	0.61	0.79	0.79	0.86	0.86	0.96	0.96
hc	0.02	0.83	0.83	0.83	0.83	0.84	0.84
hw	0.28	0.55	0.51	0.55	0.51	0.55	0.51
Epgl,tot	456.79	108.23	110.83	103.14	105.89	95.32	98.00
Epgl,nren	409.58	65.53	69.71	61.43	65.73	55.13	59.37

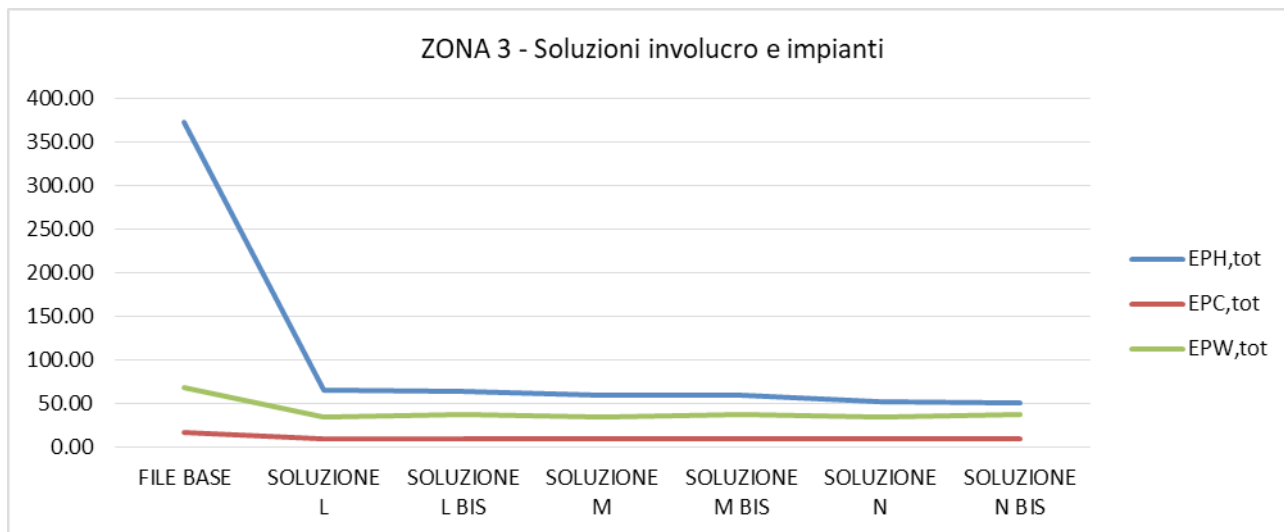


Grafico 9. Soluzioni globali, Zona 3

Osservazioni:

- Si accentua ancora di più, rispetto alle altre collocazioni climatiche, il peso degli effetti delle soluzioni sull'involucro rispetto a quelle sugli impianti.

8.2.4 INTERVENTI MIGLIORATIVI SULL'INVOLUCRO con diversi spessori delle coibentazioni

Un ultimo blocco di simulazioni sono quelle indicate nel punto 8.1.5 e sono state fatte per verificare come si modificano i dati delle soluzioni andando a variare lo spessore delle coibentazioni del cappotto, della copertura e introducendo infissi con triplo vetro e doppia camera. Si tratta delle soluzioni U1-U2-U3-U4.

La tabella 10 e il grafico 10 mostrano i risultati per la zona 1.

TABELLA 10					
ZONA 1	FILE BASE	SOLUZIONE U1	SOLUZIONE U2	SOLUZIONE U3	SOLUZIONE U4
EPH,tot	210.78	58.71	55.59	54.18	52.41
EPC,tot	35.82	53.53	54.80	55.27	54.01
EPW,tot	60.28	57.10	57.10	57.10	57.10
EPH,nd	107.41	23.21	21.31	20.08	18.45
EPC,nd	30.02	22.57	22.65	22.66	20.18
H'T	2.71	0.85	0.81	0.78	0.71
hh	0.51	0.40	0.38	0.37	0.35
hc	0.42	0.22	0.21	0.21	0.19
hw	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28
Epgltot	306.87	169.34	167.49	166.55	163.52
Epgl,nren	241.40	140.82	139.02	138.07	135.36

N.B. La soluzione U1 coincide con la soluzione E ed è riportata per poter apprezzare l'effetto delle soluzioni U2-U3-U4 che prevedono l'aumento dello spessore delle coibentazioni rispetto alla prima ipotesi analizzata

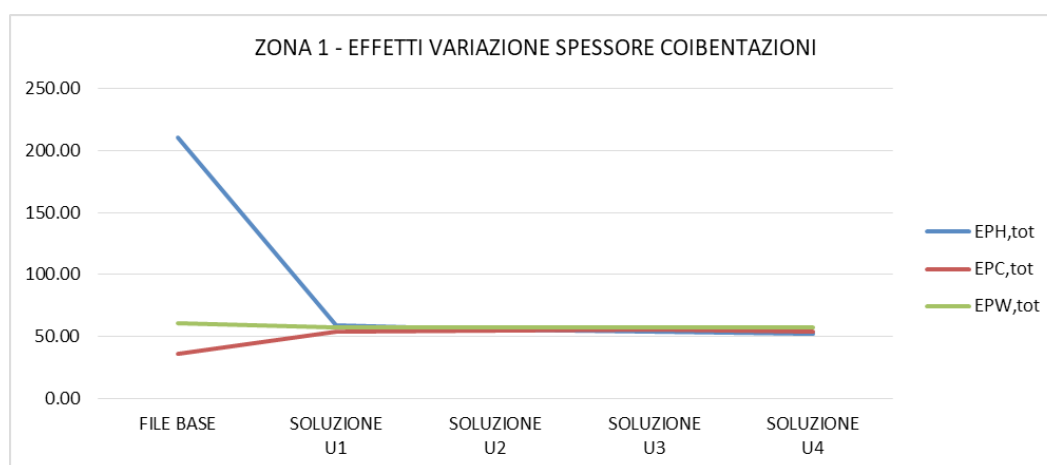


Grafico 10. Effetti delle variazioni del spessore del coibente per la zona climatica 1

Osservazioni:

- Come si può notare, l'aumento di spessore delle coibentazioni praticamente non produce effetti significativi (confronto tra le soluzioni U2 - U3 - U4 con la soluzione U1).

La tabella 11 e il grafico 11 mostrano i risultati per la zona 2.

TABELLA 11					
ZONA 2	FILE BASE	SOLUZIONE U1	SOLUZIONE U2	SOLUZIONE U3	SOLUZIONE U4
EPH,tot	301.63	88.45	83.20	80.58	76.09
EPC,tot	22.94	38.28	39.83	40.47	38.98
EPW,tot	66.00	62.98	62.98	62.98	62.98
EPH,nd	186.36	43.57	40.69	38.80	35.72
EPC,nd	10.29	12.34	12.58	12.71	11.05
H'T	2.71	0.85	0.81	0.78	0.71
hh	0.62	0.49	0.49	0.48	0.47
hc	0.23	0.17	0.17	0.17	0.15
hw	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29
Epgltot	390.57	189.70	186.00	184.02	178.05
Epgl,nren	347.19	160.94	157.49	155.59	150.27

N.B. La soluzione U1 coincide con la soluzione E ed è riportata per poter apprezzare l'effetto delle soluzioni U2-U3-U4 che prevedono l'aumento dello spessore delle coibentazioni rispetto alla prima ipotesi analizzata

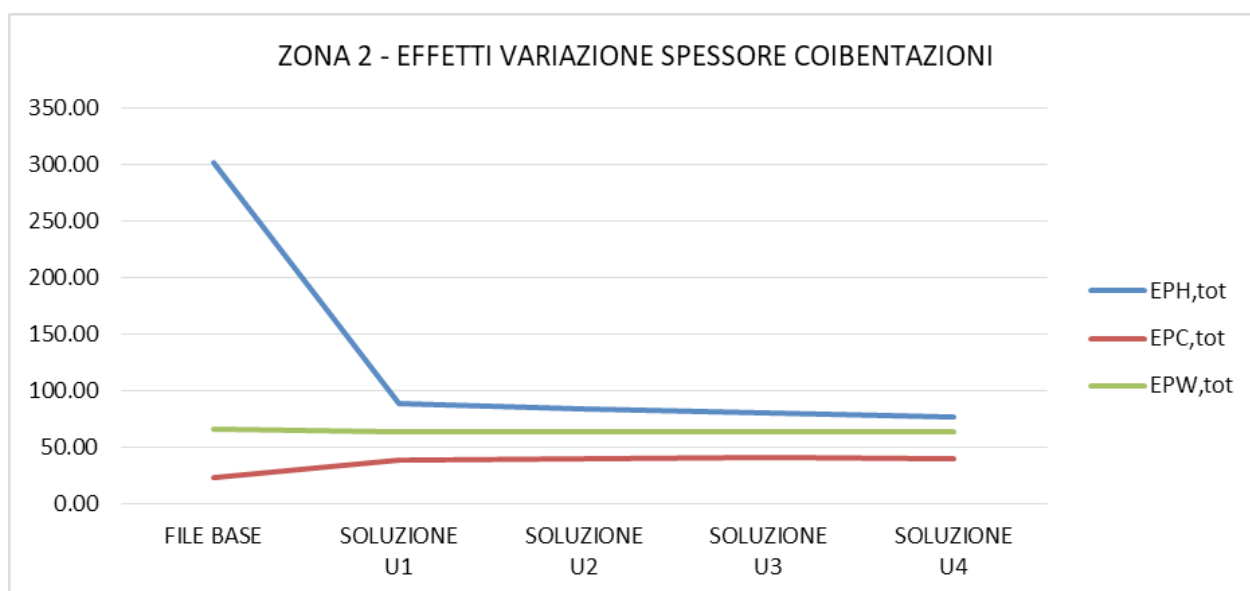


Grafico 11. Effetti delle variazioni del spessore del coibente per la zona climatica 2

Osservazioni:

- Per questa condizione climatica, al variare degli spessori delle coibentazioni si apprezza un leggero miglioramento dell'indice energetico invernale al crescere degli spessori delle coibentazioni.

La tabella 12 e il grafico 12 mostrano i risultati per la zona 3.

TABELLA 12					
ZONA 3	FILE BASE	SOLUZIONE U1	SOLUZIONE U2	SOLUZIONE U3	SOLUZIONE U4
EPH,tot	372.57	100.17	94.62	91.61	87.21
EPC,tot	16.12	37.74	39.64	40.38	39.21
EPW,tot	68.10	65.07	65.07	65.07	65.07
EPH,nd	229.12	50.94	47.66	45.50	42.39
EPC,nd	0.63	7.47	8.04	8.38	7.22
H'T	2.71	0.85	0.81	0.78	0.71
hh	0.61	0.51	0.50	0.50	0.49
hc	0.02	0.11	0.11	0.12	0.10
hw	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29
Epgl,tot	456.79	202.98	199.33	197.06	191.49
Epgl,nren	409.58	173.14	169.67	167.49	162.50

N.B. La soluzione U1 coincide con la soluzione E ed è riportata per poter apprezzare l'effetto delle soluzioni U2-U3-U4 che prevedono l'aumento dello spessore delle coibentazioni rispetto alla prima ipotesi analizzata

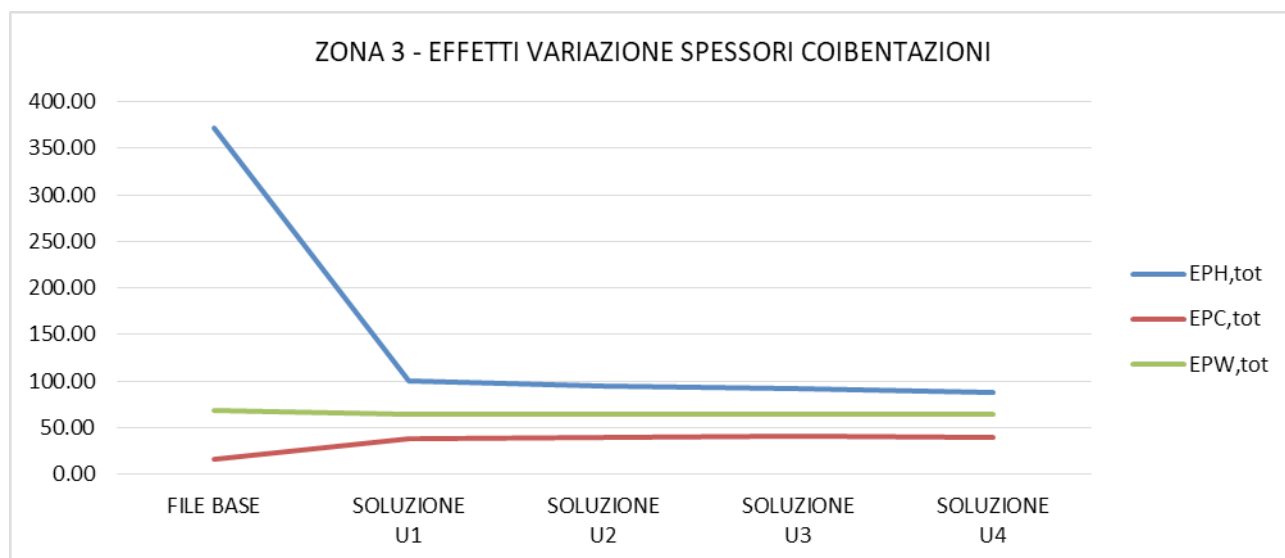


Grafico 12. Effetti delle variazioni del spessore del coibente per la zona climatica 3

Osservazioni:

- Per questa condizione climatica, al variare degli spessori delle coibentazioni si apprezza un leggero miglioramento dell'indice energetico invernale al crescere degli spessori delle coibentazioni.

8.3 CALCOLO RISPARMI ECONOMICI ATTESI

All'inizio di questo paragrafo occorre fare una premessa per non arrivare a conclusioni affrettate e fuorvianti.

Una volta stabilito il costo delle tariffe energetiche e ottenuti i risultati delle simulazioni (si vedano i precedenti paragrafi di questo Capitolo), è relativamente semplice fare dei conti economici.

Ma tra i risultati così ottenuti e la realtà dei fatti ci sono in mezzo una quantità di altri fattori che devono farci prendere i risultati ottenuti per quello che sono e cioè una indicazione qualitativa di quello che succede al variare delle cose e non dei numeri da prendere per veri, soprattutto per quanto riguarda la spesa energetica.

I principali elementi che possono rendere aleatori i risultati numerici nei loro valori assoluti sono i seguenti:

- Variabilità nel tempo delle tariffe energetiche
- L'approssimazione delle normative nel rappresentare quello che succede nella realtà
- La variabilità estrema dei comportamenti delle persone che utilizzano gli edifici e gli impianti.

Fatta questa doverosa premessa, si illustra un primo gruppo di tabelle che mostra come varia la spesa energetica in funzione delle soluzioni dell'involucro. I simboli riportati nelle prossime tabelle hanno il seguente significato:

LEGENDA	
EPH,tot	Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale
EPC,tot	Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva
EPW,tot	Indice di prestazione energetica per la produzione di ACS
Pci GPL	Potere calorifico inferiore del GPL
EPH _{gpl}	Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale soddisfatto col GPL
EPH _{ee}	Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale soddisfatto con pompe di calore elettriche
QH _{gpl}	Fabbisogno energetico annuo riscaldamento coperto da gpl
QH _{ee}	Fabbisogno energetico annuo riscaldamento coperto da pompe di calore elettriche
QC	Fabbisogno energetico annuo climatizzazione est. coperto da pompe di calore elettriche
QW	Fabbisogno energetico annuo acqua calda sanitaria
QW _{st}	Quota fabbisogno energetico annuo acqua calda sanitaria prodotto da solare termico
QW _{nst}	Quota fabbisogno energetico annuo acqua calda sanitaria prodotto da pompa di calore
C _{gpl}	Consumo annuo gpl per riscaldamento
C _{eeH}	Consumo annuo en. elettrica per riscaldamento

C_{eeC}	Consumo annuo en. elettrica per climatizzazione estiva
C_{eeW}	Consumo annuo en. elettrica per produzione acqua calda sanitaria
C_{eeTot}	Consumo annuo en. elettrica totale
P_{gpl}	Prezzo unitario gpl
P_{ee}	Prezzo unitario energia elettrica
S_{gpl}	Spesa annua gpl
S_{ee}	Spesa annua energia elettrica
S_{tot}	Spesa annua totale riscaldamento, condizionamento, produzione acqua calda sanitaria

Le tabelle 13-14-15 mostrano i calcoli di come si modifica la spesa annua energetica per riscaldamento, climatizzazione estiva e produzione acqua calda sanitaria in funzione dei soli interventi sull'involucro. Le tabelle sono riportate nell'Appendice F per non appesantire il documento.

La tabella 16 ed il grafico 13 mostrano il riepilogo di confronto.

TABELLA 16 - TABELLA RIEPILOGATIVA DI CONFRONTO DEI RISPARMI DELLA SPESA ENERGETICA OTTENIBILI CON INTERVENTI SUL SOLO INVOLUCRO							
		EDIFICIO BASE	SOLUZ. A	SOLUZ. B	SOLUZ. C	SOLUZ. D	SOLUZ. E
ZONA 1	€/anno	20,454	23%	2%	17%	29%	43%
ZONA 2	€/anno	25,935	25%	10%	25%	31%	48%
ZONA 3	€/anno	30,125	30%	15%	29%	49%	52%

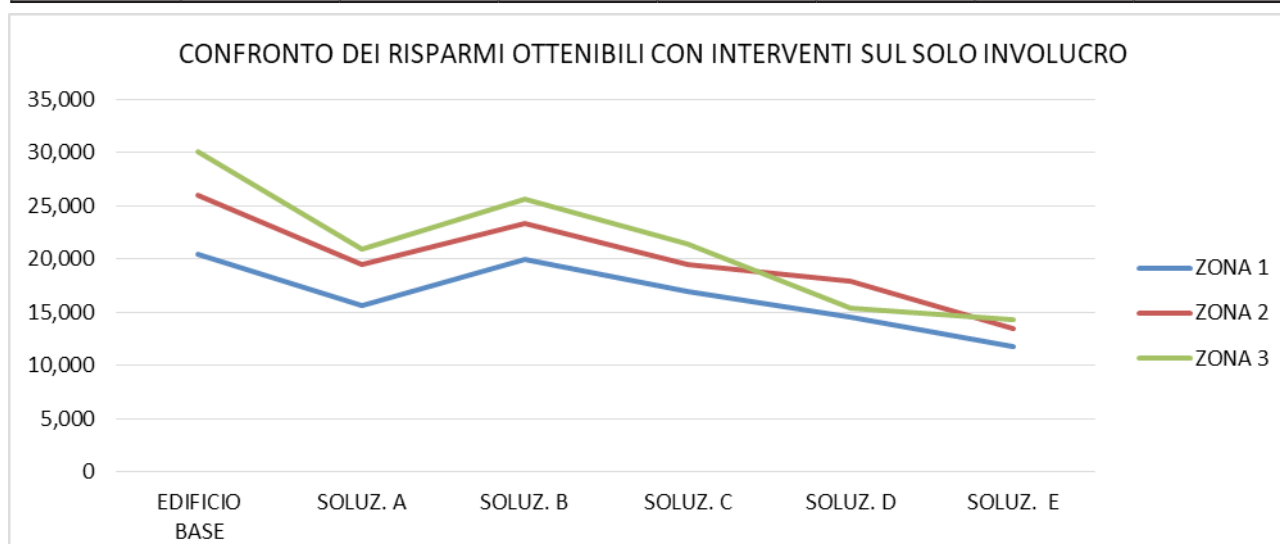


Grafico 13. Confronto dei risparmi ottenibili con interventi sul solo involucro

È interessante notare come ci siano delle situazioni in cui la zona 3 avrà una spesa energetica inferiore a quella della zona 2; questo è dovuto unicamente al fatto che il fabbisogno di energia per la climatizzazione estiva in zona climatica 3 è praticamente nullo per cui l'aumento della coibentazione non incide sui costi energetici annui.

Le tabelle 17-18-19 mostrano l'influenza della spesa energetica annua al variare dello spessore delle coibentazioni. Le tabelle sono riportate nell'Appendice F. La tabella 20 e il grafico 14 mostrano il relativo riepilogo di confronto.

TABELLA 20 - TABELLA RIEPILOGATIVA DI CONFRONTO DEI RISPARMI DELLA SPESA ENERGETICA ANNUA AL VARIARE DELLO SPESSORE DELLE COIBENTAZIONI					
		U1 (SOLUZIONE E)	SOLUZIONE U2	SOLUZIONE U3	SOLUZIONE U4
ZONA 1	€/anno	13,017	0.5%	1%	2%
ZONA 2	€/anno	14,298	1%	1%	3%
ZONA 3	€/anno	15,020	1%	1%	3%

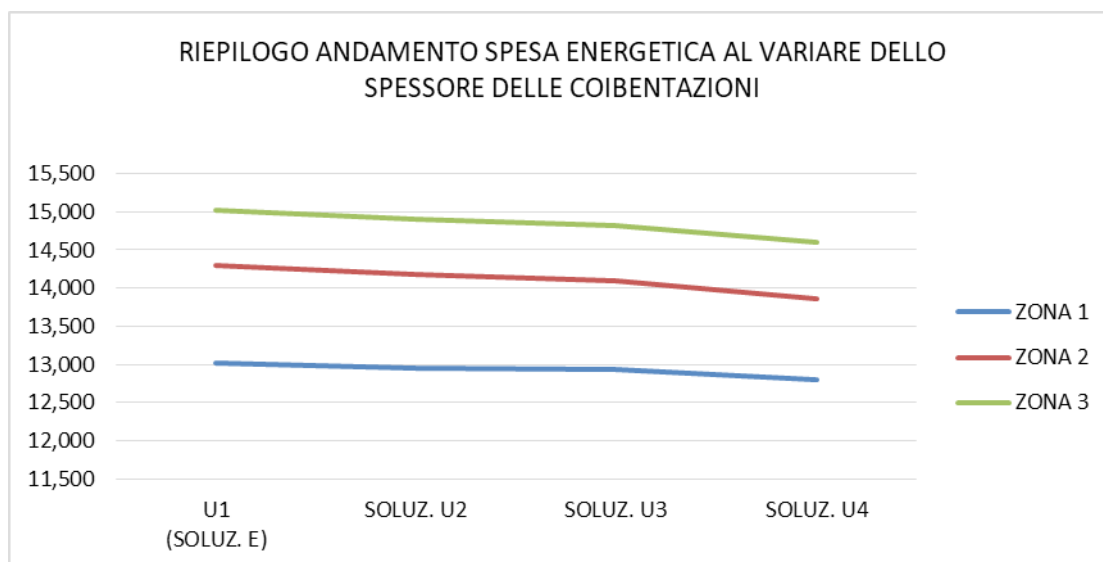


Grafico 14. Confronto dei risparmi al variare dello spessore delle coibentazioni

Come era logico aspettarsi il risparmio è più sensibile per le zone climatiche fredde ma rimane comunque poco significativo.

Le tabelle 21-22-23 illustrano il risparmio energetico conseguibile con le soluzioni impiantistiche. Le tabelle sono riportate nell'Appendice F. La tabella 24 e il grafico 15 mostrano il riepilogo di confronto.

TABELLA 24 - TABELLA RIEPILOGATIVA DI CONFRONTO DELLA VARIAZIONE DELLA SPESA ENERGETICA ANNUA CON SOLI INTERVENTI SUGLI IMPIANTI										
		EDIFICIO BASE	SOLUZ. F	SOLUZ. G	SOLUZ. H	SOLUZ. I	SOLUZ. L	SOLUZ. Bis	SOLUZ. M	SOLUZ. Mbis
ZONA 1	€/anno	20,454	69%	71%	70%	73%	89%	87%	89%	87%
ZONA 2	€/anno	25,935	65%	68%	67%	70%	91%	89%	88%	86%
ZONA 3	€/anno	30,125	69%	71%	71%	73%	91%	90%	92%	90%

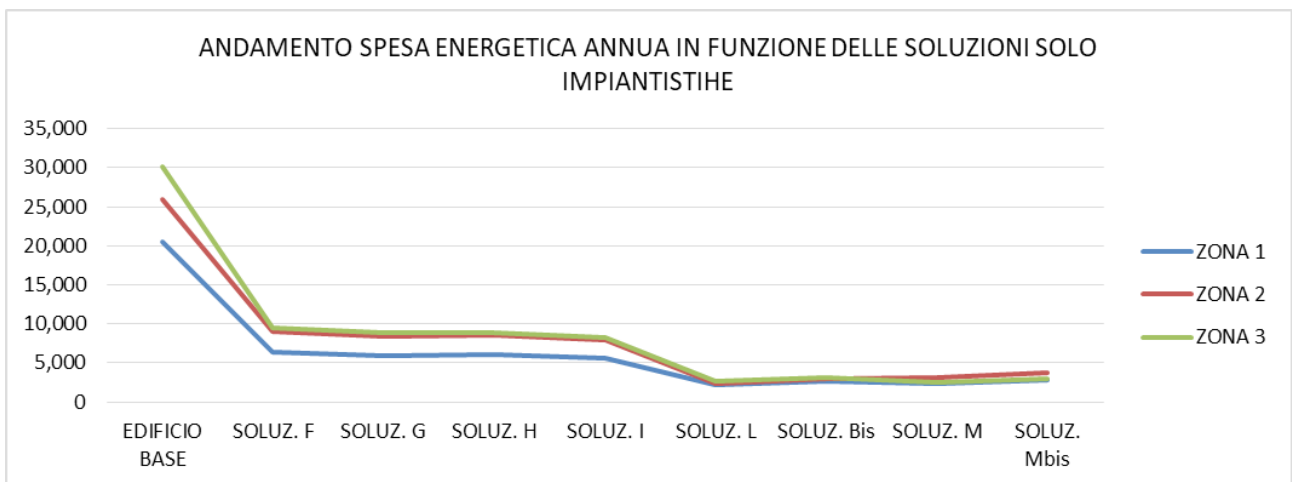


Grafico 15. Andamento della spesa energetica annua in funzione alle soluzioni impiantistiche

Da ultimo si riportano i risultati ottenuti con le soluzioni N ed Nbis che prevedono l'ipotesi di dotare gli alloggi di un impianto a pavimento radiante. I risultati sono riportati nelle tabelle 25-26-27 (Appendice F) e il riepilogo nella tabella 28 e nel grafico 16.

TABELLA 28 - RIEPILOGO VARIAZIONE SPESA ENERGETICA ANNUA CON IMPIANTO RADIANTE A PAVIMENTO				
		EDIFICIO BASE	SOLUZIONE N	SOLUZIONE Nbis
ZONA 1	€/anno	20,454	89%	87%
ZONA 2	€/anno	25,935	89%	86%
ZONA 3	€/anno	30,125	93%	91%

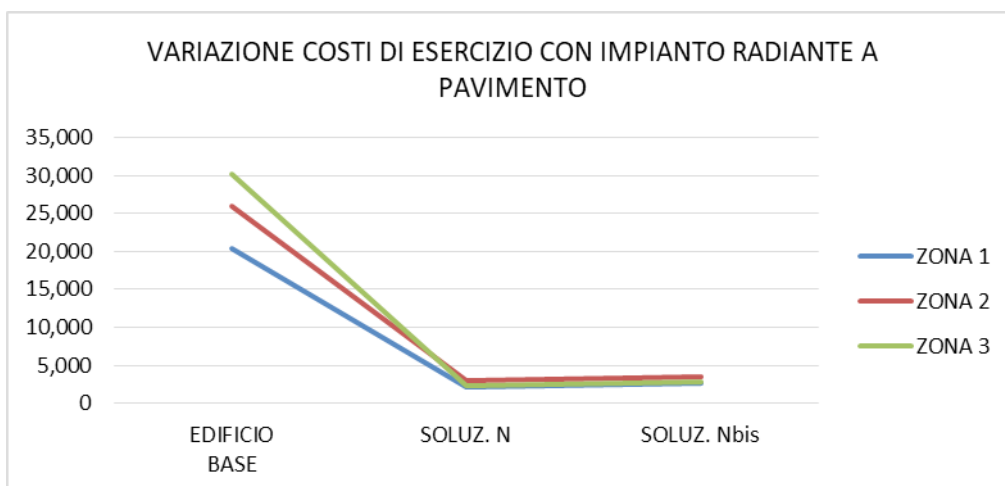


Grafico 16. Variazione costi di esercizio con impianto radiante a pavimento

Quello che si può notare è che l'introduzione di un impianto radiante a pavimento non produce risparmi significativi rispetto alle soluzioni "L" ed "M".

8.4 CALCOLO COSTI INVESTIMENTI E STIMA DEI TEMPI DI RITORNO

Nel punto 8.1.6 sono stati esposti i criteri per calcolare i costi degli interventi di efficientamento. Senza entrare nel dettaglio del computo metrico delle opere che appesantirebbe inutilmente il presente documento, si riportano nelle tabelle n. 29-30-31 il riepilogo dei costi delle varie ipotesi delle soluzioni analizzate⁵.

TABELLA 29 - SOLUZIONI AL SOLO INVOLUCRO	
	IMPORTO INVESTIMENTO
Soluzione A	€ 47,000.00
Soluzione B	€ 21,000.00
Soluzione C	€ 55,000.00
Soluzione D	€ 68,000.00
Soluzione E	€ 123,000.00
Soluzione U1	€ 123,000.00
Soluzione U2	€ 132,000.00
Soluzione U3	€ 142,000.00
Soluzione U4	€ 158,000.00

TABELLA 30 - SOLUZIONI SOLO IMPIANTISTICHE	
Totale soluzione F Zona climatica 1	€ 193,000.00
Totale soluzione F Zona climatica 2	€ 196,000.00
Totale soluzione F Zona climatica 3	€ 205,000.00
Totale soluzione G Zona climatica 1	€ 212,000.00
Totale soluzione G Zona climatica 2	€ 215,000.00
Totale soluzione G Zona climatica 3	€ 224,000.00
Totale soluzione H Zona climatica 1	€ 210,000.00
Totale soluzione H Zona climatica 2	€ 214,000.00
Totale soluzione H Zona climatica 3	€ 224,000.00
Totale soluzione I Zona climatica 1	€ 228,000.00
Totale soluzione I Zona climatica 2	€ 233,000.00
Totale soluzione I Zona climatica 3	€ 241,000.00

.....
5 Gli importi di investimento riportate nelle tabelle sono per 20 unità abitative con costi di mercato relativi all'ambito albanese.

TABELLE 31 - SOLUZIONI SU INVOLUCRO E IMPIANTI	
Totale soluzione L Zona climatica 1	€ 333,000.00
Totale soluzione L Zona climatica 2	€ 336,000.00
Totale soluzione L Zona climatica 3	€ 348,000.00
Totale soluzione Lbis Zona climatica 1	€ 316,000.00
Totale soluzione Lbis Zona climatica 2	€ 320,000.00
Totale soluzione Lbis Zona climatica 3	€ 330,000.00
Totale soluzione M Zona climatica 1	€ 350,000.00
Totale soluzione M Zona climatica 2	€ 354,000.00
Totale soluzione M Zona climatica 3	€ 364,000.00
Totale soluzione Mbis Zona climatica 1	€ 332,000.00
Totale soluzione Mbis Zona climatica 2	€ 336,000.00
Totale soluzione Mbis Zona climatica 3	€ 345,000.00
Totale soluzione N Zona climatica 1	€ 422,000.00
Totale soluzione N Zona climatica 2	€ 425,000.00
Totale soluzione N Zona climatica 3	€ 434,000.00
Totale soluzione Nbis Zona climatica 1	€ 405,000.00
Totale soluzione Nbis Zona climatica 2	€ 409,000.00
Totale soluzione Nbis Zona climatica 3	€ 416,000.00

Mentre i costi delle soluzioni riguardanti l'involucro sono costanti al variare della collocazione in aree climatiche diverse, lo stesso non può dirsi per i costi delle soluzioni impiantistiche in quanto al variare della zona climatica cambiano le potenze dei generatori ed il numero dei collettori solari.

L'ultimo passaggio di questo lavoro è incrociare la spesa energetica attesa per le varie soluzioni con i costi degli investimenti per valutarne la convenienza.

Il presente lavoro ha come scopo principale di fornire un andamento qualitativo delle cose che necessiteranno poi di affinamenti ulteriori qualora si decida di procedere con degli investimenti; pertanto nell'ipotizzare il tempo di rientro degli investimenti non si terrà conto delle possibili variazioni dei costi dei vettori energetici negli anni e del costo del denaro (tasso di interesse).

Inoltre verranno analizzate solo le situazioni che si ritengono più significative e più rappresentative anche di casi analoghi che si discostano di poco da quelle presentate.

Tabella 32. La situazione che si ha per le soluzioni sul solo involucro

TABELLA 32 - STIMA TEMPI DI RITORNO CON INTERVENTI DI BASE SUL SOLO INVOLUCRO								
			EDIFICIO BASE	SOLUZ. A	SOLUZ. B	SOLUZ. C	SOLUZ. D	SOLUZ.E
COSTO INVESTIMENTO		€		47,000.00	21,000.00	55,000.00	68,000.00	123,000.00
ZONA 1	costi energetici stimati	€/anno	20,454.31	15,673.90	19,951.00	16,955.98	14,485.38	11,747.48
	risparmio annuo atteso	€/anno	----	4,780.41	503.32	3,498.33	5,968.93	8,706.83
	Tempo di ritorno	anni		9.8	41.7	15.7	11.4	14.1
ZONA 2	costi energetici stimati	€/anno	25,935.28	19,458.09	23,311.39	19,420.07	17,907.92	13,440.25
	risparmio annuo atteso	€/anno	----	6,477.19	2,623.89	6,515.21	8,027.36	12,495.03
	Tempo di ritorno	anni		7.3	8.0	8.4	8.5	9.8
ZONA 3	costi energetici stimati	€/anno	30,125.00	20,957.27	25,590.53	21,362.24	15,324.91	14,334.73
	risparmio annuo atteso	€/anno	----	9,167.73	4,534.46	8,762.76	14,800.09	15,790.26
	Tempo di ritorno	anni		5.1	4.6	6.3	4.6	7.8

Posto che in virtu' delle semplificazioni adottate i tempi di ritorno saranno sicuramente più lunghi di quelli stimati, da quanto sopra emerge che ha sicuramente senso coibentare l'edificio in tutte e tre le zone, pur avendo tempi di ritorno dell'investimento diversi.

Nella tabella 33 vengono illustrate le stime sui tempi di ritorno nei casi di maggiori spessori delle coibentazioni.

TABELLA 33 - STIMA TEMPI DI RITORNO CON INTERVENTI SUL SOLO INVOLUCRO CON MAGGIORI SPESSORI DI COIBENTAZIONE						
			EDIFICIO BASE	SOLUZ. U2	SOLUZ. U3	SOLUZ. U4
COSTO INVESTIMENTO		€		€ 132,000.00	€ 142,000.00	€ 158,000.00
ZONA 1	costi energetici stimati	€/anno	€ 20,454.31	€ 12,957.71	€ 12,926.19	€ 12,801.99
	risparmio annuo atteso	€/anno	----	€ 7,496.61	€ 7,528.12	€ 7,652.33
	Tempo di ritorno	anni		17.6	18.9	20.6
ZONA 2	costi energetici stimati	€/anno	€ 25,935.28	€ 14,171.87	€ 14,102.63	€ 13,865.63
	risparmio annuo atteso	€/anno	----	€ 11,763.41	€ 11,832.65	€ 12,069.65
	Tempo di ritorno	anni		11.2	12.0	13.1
ZONA 3	costi energetici stimati	€/anno	€ 30,125.00	€ 14,898.59	€ 14,819.27	€ 14,600.29
	risparmio annuo atteso	€/anno	----	€ 15,226.41	€ 15,305.73	€ 15,524.71
	Tempo di ritorno	anni		8.7	9.3	10.2

Si conferma quanto già detto per la zona 1, anche per la zona 2 si entra in zona dove la convenienza molto probabilmente non c'è mentre per la zona 3, anche se un po' al limite, siamo ancora in un campo di convenienza degli interventi.

La successiva tabella 34 mostra i risultati sia per le soluzioni solo impiantistiche (F, G, H, I) che per quelle che comprendono le soluzioni impiantistiche e sull'involucro (L, L bis, M, M bis). In questo caso si tralasciano le soluzioni N ed N bis (i risultati sono praticamente simili a quelli delle soluzioni "L" ed "M").

TABELLA 34 - STIMA TEMPI DI RITORNO CON GLI INTERVENTI SOLO IMPIANTISTICI (SOLUZIONI F-G-H-I) E CON INTERVENTI SULL'INVOLUCRO E SUGLI IMPIANTI (L - L bis - M - M bis)											
			EDIFICIO BASE	MIGL. F	MIGL. G	MIGL. H	MIGL. I	MIGL. L	MIGL. Bis	MIGL. M	MIGL. Mbis
ZONA 1	COSTO INVESTIMENTO	€		193,000	212,000	210,000	228,000	333,000	316,000	350,000	332,000
	costi energetici stimati	€/anno	20,454	6,368	5,838	6,066	5,535	2,222	2,701	2,269	2,738
	risparmio annuo atteso	€/anno	---	14,086	14,617	14,388	14,920	18,233	17,754	18,185	17,716
	Tempo di ritorno		---	13.7	14.5	14.6	15.3	18.3	17.8	19.2	18.7
ZONA 2	COSTO INVESTIMENTO	€		196,000	215,000	214,000	233,000	336,000	320,000	354,000	336,000
	costi energetici stimati	€/anno	25,935	8,960	8,325	8,509	7,873	2,392	2,960	3,115	3,687
	risparmio annuo atteso	€/anno	---	16,976	17,610	17,427	18,062	23,543	22,975	22,820	22,249
	Tempo di ritorno		---	11.5	12.2	12.3	12.9	14.3	13.9	15.5	15.1
ZONA 3	COSTO INVESTIMENTO	€		205,000	224,000	224,000	241,000	348,000	330,000	364,000	345,000
	costi energetici stimati	€/anno	30,125	9,445	8,820	8,839	8,213	2,579	3,107	2,444	2,976
	risparmio annuo atteso	€/anno	---	20,680	21,305	21,286	21,912	27,546	27,018	27,681	27,149
	Tempo di ritorno		---	9.91	10.51	10.52	11.00	12.63	12.21	13.15	12.71

Come si può notare dalla stima di ritorno degli interventi migliorativi sull'involucro e impiantistici i tempi di ritorno si allungano decisamente e tenendo anche conto dell'impatto sull'edificio che avrebbero i lavori di modifica degli impianti (che sono stati sicuramente sottostimati almeno nella parte di assistenze murarie), in assenza di contributi a fondo perduto e/o incentivi fiscali gli interventi che implicano anche modifiche agli impianti sono poco attrattivi.

**RIFLESSIONI
CONCLUSIVE**

Al fine di perseguire gli obiettivi della direttiva europea mirata al raggiungimento dell'impatto climatico zero entro il 2050, l'Albania, come paese candidato per l'adesione all'UE, si è impegnata ad attuare tutti gli obblighi derivanti dalla direttiva. Ormai è chiaro che per uno sviluppo ambientale, sociale ed economico, l'Albania deve accelerare il miglioramento di strategie per la riqualificazione energetica del patrimonio immobiliare esistente. Considerando che il patrimonio edilizio è il primo per consumo di elettricità, quindi un importante settore per l'economia del paese, le misure per il miglioramento energetico degli edifici esistenti sono fondamentali ed avranno un impatto essenziale e significativo in questo processo.

Pertanto l'obiettivo della ricerca è mirato ad individuare e valutare diverse strategie di intervento al fine di definire linee guida che riguardino misure concrete ed efficaci in termini di costi per la riqualificazione energetica.

Le varie indagini sono servite ad individuare gli elementi critici dal punto di vista funzionale, energetico e sociale. Di seguito sono elencate le problematiche principali emerse.

I problemi principali dell'intera tipologia abitativa composta dai pannelli prefabbricati risultano essere l'elevato scambio termico con l'ambiente esterno attraverso l'involucro dell'edificio, la presenza di elevata umidità negli spazi abitativi ed il basso comfort termico. Questi edifici implicano un elevato consumo di energia per il raffreddamento e il riscaldamento, con elevati costi di esercizio.

Dall'analisi risulta evidente che la funzione iniziale del materiale di isolamento dei pannelli non è più rilevante. Il fatto che non siano isolati all'esterno fa sì che i pannelli e lo strato di isolamento siano esposti all'umidità, la quale riduce ulteriormente la capacità di isolamento termico della co-

struzione e comporta l'aumento considerevole del peso dei pannelli, rischiando di comportare dei danni strutturali.

L'articolazione dell'unione dei pannelli, a causa del metodo, dei materiali di fusione, dell'ammortamento e del mancante isolamento, creano dei ponti termici lungo il perimetro dei pannelli. Queste aree sono dei punti critici dell'edificio, in cui le dispersioni termiche sono superiori a quelle delle altre parti.

Le finestre, le porte e gli infissi sono un'altra fonte di dispersione di calore, dovuta alla loro alta conducibilità termica e al montaggio non eseguito adeguatamente, con conseguenti infiltrazioni.

I vani scala e le logge negli edifici con pannelli prefabbricati sono aperti; in questo modo sono maggiori le superfici esposte e, quindi, le dispersioni termiche. Queste superfici hanno delle perdite termiche notevoli dovute all'elevata conducibilità che caratterizza i pannelli in calcestruzzo.

A parte l'umidità e la muffa causate dalla presenza di dispersione di calore dalla struttura mal isolata, l'umidità è causata anche dalle infiltrazioni delle perdite dei vecchi tubi di scarico dell'acqua piovana e dalla risalita nel piano terra.

In oltre un quarto della superficie degli edifici prefabbricati troviamo i rifugi anticrollo situati nel piano seminterrato. La mancata manutenzione ha causato il degrado di questi ambienti, che spesso vengono allagati, con conseguente deperimento dell'intero edificio.

Le strutture si presentano regolari in piano e in altezza, a dimostrazione della loro buona reazione alle azioni sismiche. Questa tipologia gode di buona capacità portante dovuta essenzialmente all'elevato numero di diaframmi verticali. Ad ogni modo la valutazione corretta dello stato delle strutture deve essere eseguita effettuando ispezioni dettagliate ed analisi necessarie.

Gli alloggi degli edifici prefabbricati sono caratterizzati da spazi piccoli ed insufficienti per le esigenze d'oggi; inoltre la rigidità del sistema costruttivo rende difficile gli interventi funzionali. Infatti, diversamente dagli edifici realizzati in laterizio, negli edifici prefabbricati si notano meno le superfici aggiuntive ed i cambiamenti funzionali degli spazi interni. L'abbattimento delle pareti interne non è possibile senza una soluzione strutturale. Tuttavia si riscontrano casi di cambiamenti individuali, principalmente al piano terra, che hanno mutato la loro funzione in quella di spazi commerciali, con aperture di finestre e porte nei pannelli esterni portanti in calcestruzzo armato progettati pieni, provocando danni strutturali.

Le chiusure ombreggianti consistono principalmente in sistemi mobili (tapparelle, persiane, tende), dove la funzione primaria consiste nell'oscuramento degli ambienti o nell'evitare lo scambio visivo con il vicinato invece che in misure efficaci per combattere il surriscaldamento degli ambienti.

Durante le indagini con i residenti si sono ricercate informazioni anche sui consumi energetici. Risulta che quasi la metà degli abitanti utilizza il gas come fonte primaria di energia per la cottura. Il gas utilizzato per l'uso domestico è il GPL, in bombole o contenitori esterni. La scelta dell'utilizzo del gas è influenzata principalmente dal costo inferiore rispetto all'elettricità. In relazione alle apparecchiature utilizzate per il riscaldamento idrico, si usa prevalentemente lo scaldabagno elettrico.

Il riscaldamento/raffreddamento avviene ancora in modo autonomo. Si nota che per il riscaldamento gli abitanti usano principalmente il condizionatore d'aria, le stufe elettriche e quelle a gas portatili. Invece per il raffreddamento delle abitazioni, gli abitanti, in aggiunta al condizionatore d'aria, vengono impiegati i ventilatori elettrici portatili. Tre quarti degli abitanti riscalda/raffreddano solo parzialmente la casa, quindi in modo locale solo gli ambienti che utilizzano.

In quasi la metà dei casi il reddito complessivo del nucleo familiare è inferiore ai

5000€ l'anno. Anche se i consumi sono più bassi della media europea (4670 kWh in media all'anno), questo non è un indicatore dell'efficienza energetica di questi edifici. Dalle indagini risulta che per la maggior parte dei casi si risparmia compromettendo le condizioni di comfort.

Le problematiche principali che si riscontrano su scala urbana sono: mancanza di spazi per bambini, per il tempo libero, mancanza di arredo urbano (panchine, marciapiedi e spazi verdi), mancanza di parcheggi, ed infine, mancanza di negozi e servizi. Lo spazio dei cortili all'interno dei blocchi residenziali sente la necessità di essere riqualificato in termini di funzionalità e di sicurezza, perché sia fruibile ed alla portata di tutti i residenti.

L'indagine ha approfondito anche il tema della consapevolezza degli abitanti nei confronti della riqualificazione, in vista dell'adattamento del progetto alla situazione esistente, dal punto di vista tecnico ma anche socio-economico.

Dalle indagini risulta che il 18% non ha effettuato alcun rinnovo dell'abitazione sin dalla costruzione di questi edifici. Nei casi in cui sono stati eseguiti interventi di ripristino completo o parziale, sono riconducibili a rifacimenti interni e sostituzione di porte e finestre; solo nel 5% dei casi sono stati eseguiti ripristini esterni influenti termicamente (isolamento di facciata e tetto). Di fatto risulta che quasi il 90% degli abitanti non sono a conoscenza degli interventi e delle misure che possono essere prese per il risparmio energetico o dei finanziamenti che si possono ricevere per effettuare le diverse migliorie.

Anche se con reddito basso, alla possibilità di effettuare degli investimenti e di impegnarsi negli schemi di prestito in cui sia possibile recuperare l'investimento detraendolo dalle spese dell'energia il 64% dei casi ha risposto affermativamente; il 20% ha risposto affermativamente nel caso in cui avessero avuto delle valutazioni chiare dei costi.

Le considerazioni fatte nella prima fase conoscitiva dello stato di fatto del costruito e delle sue prestazioni rappresentano la base

da cui partire per affrontare la progettazione di interventi mirati a seconda delle esigenze, capaci di apportare un giusto miglioramento delle prestazioni dell'edificio.

Per quanto riguarda l'Albania, l'esperienza degli ultimi anni ha dimostrato che gli interventi incompleti hanno portato miglioramenti alle prestazioni energetiche poco significativi, risolvendo solo parzialmente i problemi. Lo sviluppo del *know how* è indispensabile per ottenere il massimo risultato.

Un altro ostacolo è la mancanza di informazione degli abitanti sugli interventi e le misure possibili da intraprendere per il risparmio energetico. Per questo è necessario avere delle linee guida propositive con esempi di pratiche ben riuscite per suscitare negli abitanti la consapevolezza della necessità del miglioramento della prestazione energetica delle abitazioni come fattore direttamente legato al comfort abitativo.

Il gran numero di iniziative finalizzate al miglioramento delle prestazioni energetiche del patrimonio costruito dimostra la consapevolezza, a livello internazionale, dell'importanza della definizione di una metodologia comune di approccio verso soluzioni efficaci ed innovative. I molteplici approcci aiutano a capire le problematiche principali comuni ed i migliori interventi di recupero.

La ricerca si è occupata considerevolmente dello studio dei Bunker urbani/rifugi, dal momento che sono parte integrante dei complessi residenziali oggetto di studio. In seguito sono stati condotti rilevamenti metrici e fotografici in diversi rifugi nella città di Tirana allo scopo di conoscerne le varie tipologie. Occorrerebbe effettuare un'indagine negli archivi dell'Istituto Geografico e Militare del Ministero della Difesa, ma questo sarà possibile solamente quando il materiale sarà declassificato. Dalle osservazioni fatte durante i rilievi nei rifugi si è rilevato che le strutture si presentano in stato relativamente buono senza particolari degradi o modifiche. Il principale tipo di deterioramento è la corrosione degli elementi di collegamento in acciaio, causati dall'umidità e dalla mancanza di ventilazione all'interno degli ambienti. Misure

semplici per ridurre l'umidità e riattivare la ventilazione dei rifugi sono necessarie per prevenire ulteriori deterioramenti della struttura. Tuttavia un'approfondita ricerca dello stato delle strutture è anch'essa necessaria per comprendere a pieno il livello di deterioramento, al fine di sviluppare metodi di intervento.

A conclusione delle considerazioni fatte nella fase conoscitiva, negli esempi di buone pratiche, linee guida e diversi manuali di sostenibilità, si prefigurano gli strumenti più comuni ed efficaci usati per la riqualificazione energetica degli edifici esistenti. Sulla base di questi ultimi, si propongono tre diversi scenari progettuali con approccio multidisciplinare in cui si integrano diversi aspetti progettuali, sociali ed economici.

Lo scenario base propone una serie di interventi efficaci ai fini di migliorare le prestazioni energetiche ed il comfort abitativo degli edifici prefabbricati, tecnicamente fattibili. Considerando la bassa fascia economica di gran parte degli abitanti di questi alloggi, il supporto finanziario, la politica di incentivazione e le agevolazioni fiscali saranno indispensabili per consentire la realizzazione di questi interventi.

Nel secondo scenario, a parte gli stessi interventi base di riqualificazione energetica, lo scopo si estende anche alla riqualificazione minima funzionale degli spazi interni. Nella ripartizione si sono rimossi solo parzialmente i pannelli divisorii (cucina e bagno) mantenendo inalterati i pannelli interni portanti, riducendo la necessità di trovare soluzioni strutturali con costi elevati di intervento. Inoltre, questo scenario propone l'ampliamento dell'edificio esistente come un'alternativa per ammortizzare i costi degli interventi di rinnovo. Nelle zone urbane centrali il costo degli immobili è alto, il che aumenta l'interesse verso questo approccio. Lo svantaggio dell'ampliamento degli edifici consiste nell'aumento della densità della popolazione urbana, peggiorando ed aumentando la richiesta di infrastrutture e dei servizi esistenti.

Come alternativa di questo scenario si propone la variante B, dove il piano terra si converte in spazio commerciale. Questo permette agli abitanti del piano terra

di spostarsi nelle nuove unità residenziali dell'ultimo piano, riducendo l'esposizione ai rumori delle attività nel cortile e allo stesso tempo riducendo la densità dei residenti.

Nel terzo scenario si integra la visione di nuovi e diversi metodi di recupero e utilizzo dei rifugi, sfruttando gli spazi esistenti abbandonati e lasciati al degrado, e creando nuovi spazi complementari ad uso della comunità. Le proposte sono una prima indicazione di massima su come riusare e valorizzare questi spazi con l'obiettivo di mostrare delle idee per il loro potenziale di riuso in modo da aumentarne la visibilità e la loro funzione sociale ed economica.

Le metodiche di intervento applicabili al secondo scenario dipendono da una serie di fattori, che cambiano sostanzialmente da caso a caso, il che rende difficile avere una valutazione tecnico-economica accurata del progetto di investimento. Invece, per la valutazione degli interventi di rivitalizzazione e trasformazione dei bunker di soccorso in spazi pubblici, è indispensabile studiare strumenti finanziari e misure necessarie per facilitare e agevolare il processo.

Pertanto per lo Scenario 1, che rappresenta gli interventi indispensabili per assicurare il miglioramento dell'efficienza energetica e del comfort abitativo delle unità residenziali, la terza fase della ricerca si è focalizzata nella valutazione delle prestazioni energetiche ed economiche degli interventi proposti.

Uno degli interventi proposti nello Scenario 1 è anche lo scambiatore di calore aria-terra usando i rifugi sotterranei. È chiaro che i rifugi hanno un'oscillazione di temperatura annuale decisamente ridotta, soprattutto considerando che, essendo all'interno del terreno, beneficiano della sua inerzia termica. Dal punto di vista concettuale il sistema del scambiatore di calore aria-terra è fattibile ed è già stato realizzato nei sistemi di ventilazione meccanica controllata facendo correre un sistema di tubi interrati. Anche se questo intervento è stato proposto nello Scenario 1, non è stato incluso nelle simulazioni e valutazioni. Infatti, è difficile calcolarne in modo esatto le prestazioni, poiché esse vengono influen-

zate da vari fattori e condizioni di riferimento (composizione del sottosuolo, proprietà fisiche del calcestruzzo, clima, tipo di tubi, modalità di funzionamento etc.). Inoltre l'approccio proposto dello scambio di calore aria-terra tramite i rifugi è decisamente meno standard e occorrerebbe fare delle simulazioni dinamiche del processo per valutarne i risultati realmente ottenibili, e in parallelo, fare un sistema pilota per monitorarlo e capirne le dinamiche. Oltre a ciò, si deve tenere conto dello stato di fatto dell'edificio e dell'impatto che avrebbero i lavori di intervento degli impianti.

Nelle simulazioni sono stati analizzati diversi interventi di riqualificazione energetica, sia per l'involucro esterno che per il sistema impiantistico. Lo stesso edificio è stato analizzato ipotizzando la sua collocazione in tre diverse zone climatiche.

Un primo blocco di simulazioni è stato ideato per gli interventi sul solo involucro. Per la prestazione invernale incide molto l'intervento sul cappotto, abbastanza quello sugli infissi, poco quello sulla copertura, se eseguiti separatamente ma valutati per l'intero complesso. Per la prestazione energetica estiva gli interventi di coibentazione peggiorano la prestazione rispetto a quella dell'edificio base, in quanto gli interventi di coibentazione rendono più difficile lo smaltimento del calore prodotto all'interno dell'edificio. Nelle zone climatiche più fredde si nota come l'intervento di coibentazione della copertura ha un peso più significativo rispetto alla zona 1; questo è logico in quanto siamo in una zona climatica dove la stagione invernale presenta temperature inferiori per un maggior periodo di tempo.

Nel secondo blocco di simulazioni sono stati presi in considerazione interventi sugli impianti mantenendo l'involucro dell'edificio di base. Il passaggio a impianto centralizzato con caldaia a condensazione e pompa di calore porta un deciso miglioramento della prestazione energetica. Il solare termico fa guadagnare qualcosa all'indice di prestazione energetico dell'ACS (EPW). Il sistema di emissione invernale, fancoil piuttosto che radiatori, porta variazioni non significative. Per le zone climatiche 2 e 3 il passaggio a impianto centralizzato con caldaia a con-

densazione e pompa di calore porta un miglioramento leggermente superiore a quello della zona 2. Questo è dovuto al fatto che la pompa di calore ha dei rendimenti inferiori rispetto alla zona 1, a causa delle temperature invernali più basse.

Un terzo blocco di simulazioni riguarda sia l'involucro che gli impianti. È interessante vedere come le diverse soluzioni impiantistiche abbiano un effetto trascurabile rispetto alle migliorie sull'involucro. Nella zona 3 si accentua ancora di più, rispetto alle altre collocazioni climatiche, il peso delle migliorie sull'involucro rispetto a quelle sugli impianti.

Un ultimo blocco di simulazioni è stato fatto per verificare come si modificano i dati di migliororia variando lo spessore delle coibentazioni del cappotto, della copertura e introducendo infissi con triplo vetro e doppia camera. Dai risultati si nota che l'aumento di spessore delle coibentazioni praticamente non produce effetti significativi (confronto tra migliorie 12 - 16 - 20 cm con lo spessore di 8 cm proposto inizialmente). Solo nella zona 3, al variare degli spessori delle coibentazioni, si apprezza un leggero miglioramento dell'indice energetico invernale al crescere degli spessori delle coibentazioni.

Il passo conclusivo di questo lavoro è stato quello di svolgere delle analisi economiche per valutare la convenienza ed i tempi di ritorno dei possibili investimenti. Per far ciò si è reso necessario tradurre le prestazioni energetiche ottenute con le varie migliorie in consumi annui di gas e/o di energia elettrica e stimare i costi degli interventi di efficientamento.

I risultati indicano che, mentre i costi delle migliorie riguardanti l'involucro sono costanti al variare della collocazione in aree climatiche diverse, lo stesso non può dirsi per i costi delle migliorie impiantistiche, in quanto, al variare della zona climatica, cambiano le potenze dei generatori ed il numero dei collettori solari.

L'ultimo passaggio è stato incrociare la spesa energetica attesa per le varie soluzioni con i costi degli investimenti per valutarne la convenienza. Da quanto emerge sopra, risulta che ha sicuramente senso coibentare l'edificio in tutte e tre le zone, pur avendo tempi di ritorno dell'investimento diversi.

Dalla stima dei tempi di ritorno per le migliorie solo impiantistiche, per quelle che comprendono migliorie impiantistiche e sull'involucro è chiaro che i tempi di ritorno si allungano decisamente. Tenendo anche conto dell'impatto sull'edificio che avrebbero i lavori di modifica degli impianti (che sono stati sicuramente sottostimati almeno nella parte di assistenze murarie), in assenza di contributi a fondo perduto e/o incentivi fiscali gli interventi che implicano anche modifiche agli impianti sono poco convenienti.

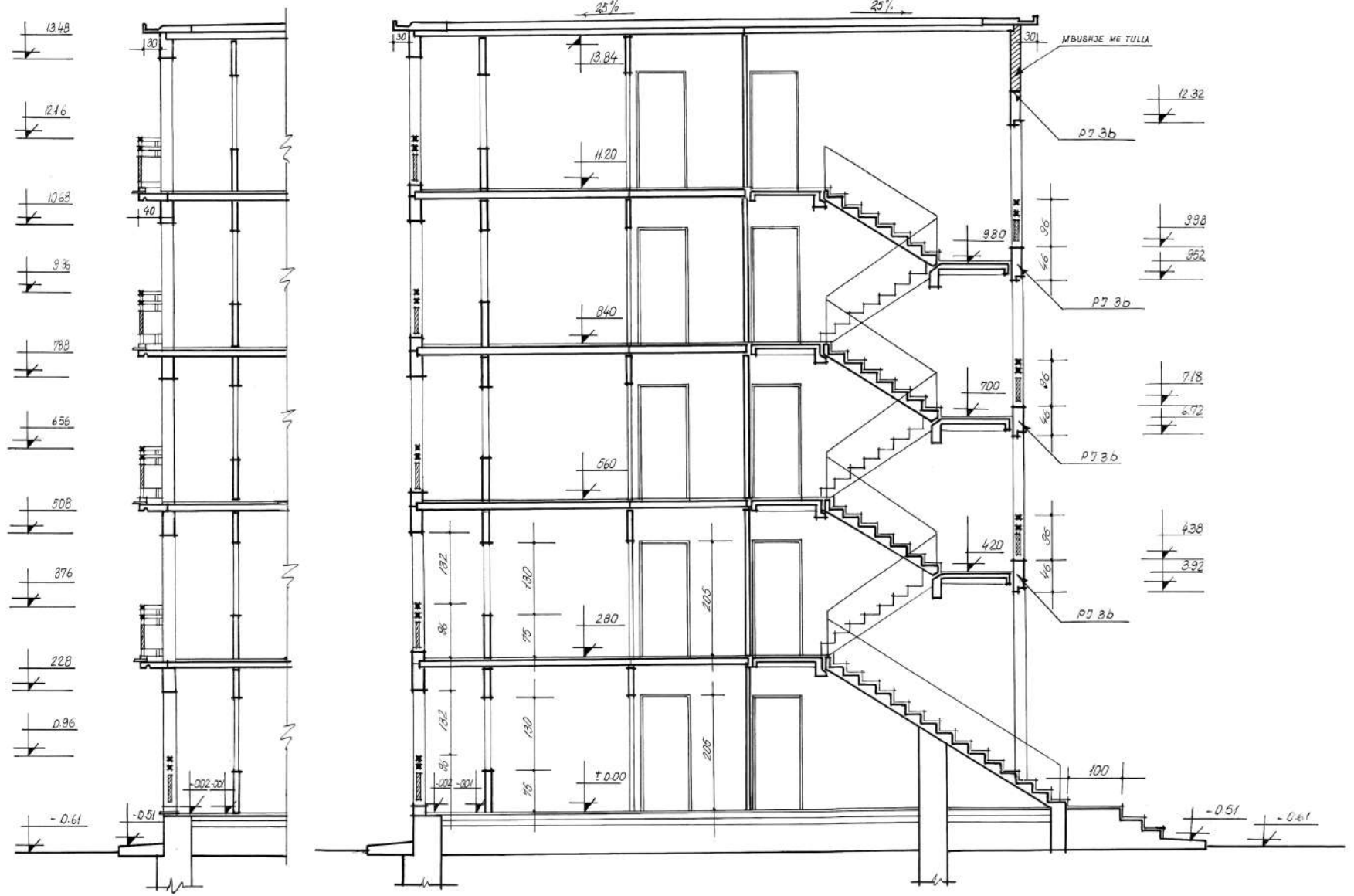
Tuttavia la ricerca non ha lo scopo di fornire dati economici e finanziari sulla base dei quali decidere gli interventi fare, ma solo quello di fornire un andamento qualitativo dei lavori che necessiteranno, nonché di affinamenti ulteriori qualora si decida di procedere con degli investimenti.

Lo studio offre metodi concreti per procedere alla riqualificazione, sostenuta da verifiche di massima dimostrative, in modo da coinvolgere enti pubblici, investitori privati e la comunità nell'intraprendere misure per la riduzione del consumo energetico. Senza considerare la convenienza economica degli interventi di riqualificazione, gli interventi dello scenario base sono indispensabili per migliorare la salute e il benessere sociale e ambientale a lungo termine.

Per stimolare gli investimenti di riqualificazione energetica e conseguire gli obiettivi fissati nelle strategie nazionali il governo deve sviluppare e attuare al più presto politiche, meccanismi e strumenti finanziari per facilitare questo processo e beneficiare del potenziale di risparmio che il settore residenziale offre.

APPENDICE A

Disegni tecnici dell'edilizia residenziale
costruita con pannelli prefabbricati
bidimensionali preparati dall'Istituto degli
Studi di Progettazione n. 1, conservati presso
l'Archivio Centrale Tecnico della Costruzione



FRAGMENT I LIDZHES VARIANTI ME DALJE BALKONI

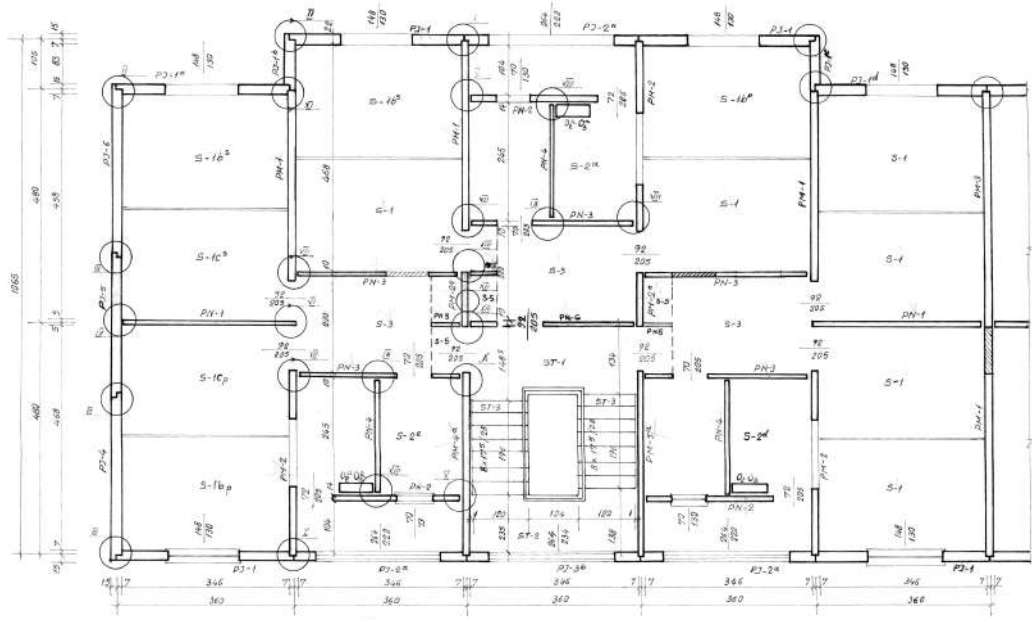
SHK. 1:50

DREZJA A-A SHK. 1:50.

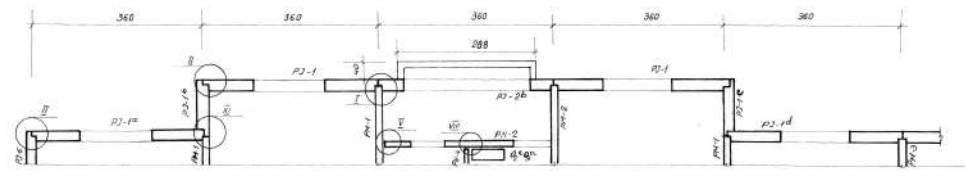
ME CORDOL QIEM

NING. NDERTIM	BAHESË NE PANELE TE
IS-PN-1	BARABARTËTUA KËRSHI QË
AUTOR. ARB. G. Q. D. U.	1988
HR. FLET.	1-1
A-5	4- KONSUL. E. V. B. R. M. A. I. 1988
DATA	MBËRTHYET SH. K. D. N. D. B. 1988
10-11-79	SHËF. SERIJO. E. N. D. B. 1988

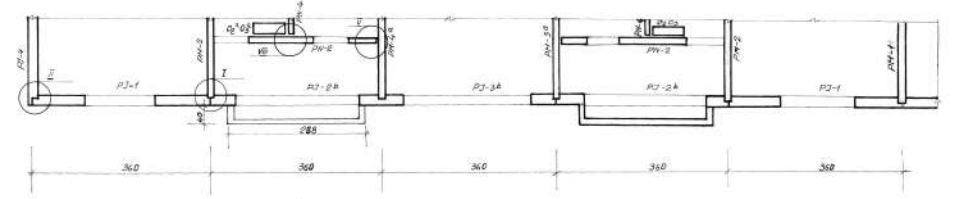
A-04



PLANI I MUREVE DHE SOLETAVE PER KATIN TIP II-50

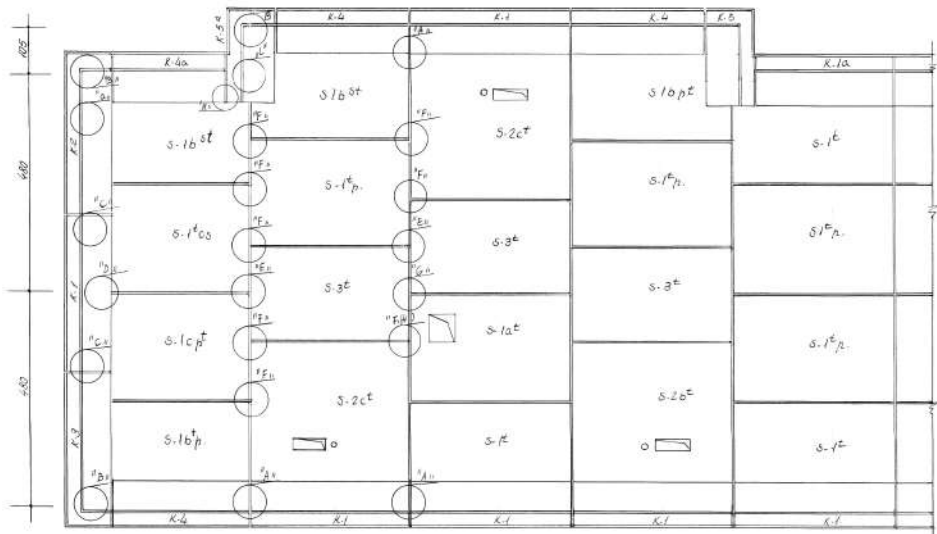


VARIANTI I LLOZHES ME DALJE BALLKONI SHK. 1 x 50
(PER TE GJITHA KATET)



VARIANTI I LLOZHES ME DALJE BALLKONI SH. 1 x 50
(PER TE GJITHA KATET I-V)

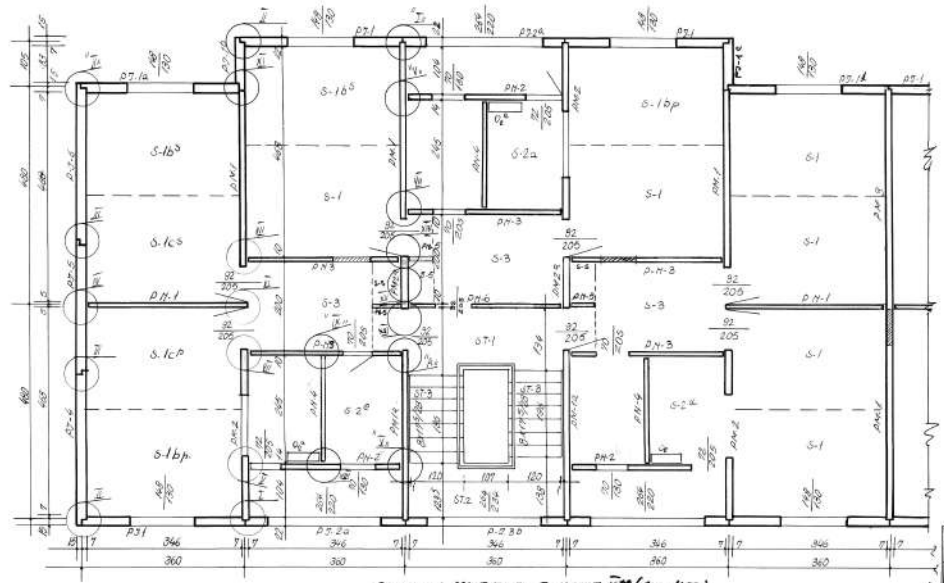
MINISTRI	BARNESSA	ME	ANALIZE	TE
F.S.P.N-1	SHKONJER	TE	REKONSTRUKSIONIT	TE
NR. FILET	SHKONJER	TE	REKONSTRUKSIONIT	TE
K-2	SHKONJER	TE	REKONSTRUKSIONIT	TE
DATA	SHKONJER	TE	REKONSTRUKSIONIT	TE
10-11-70	SHKONJER	TE	REKONSTRUKSIONIT	TE



V.O.

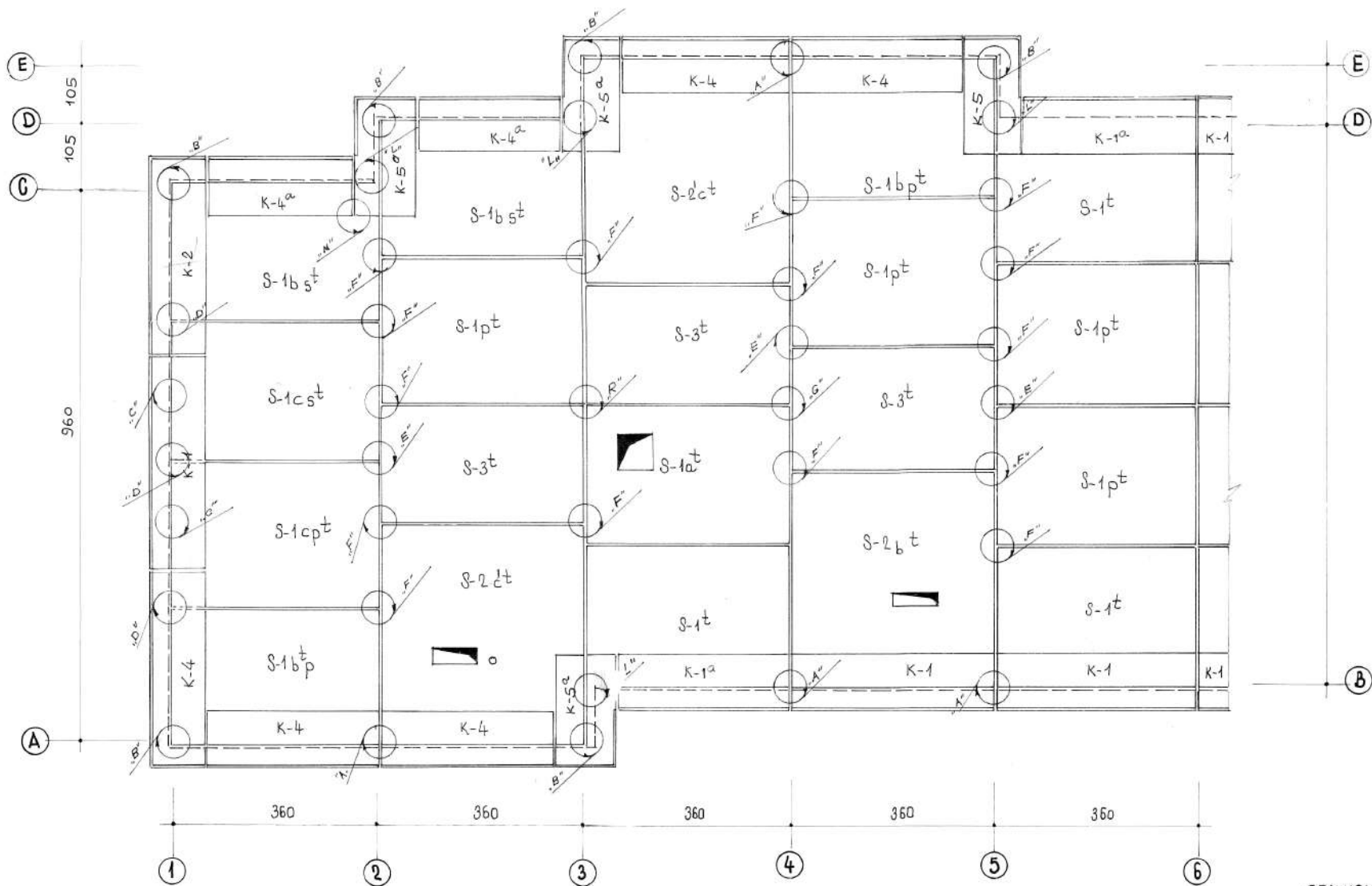
KOLEKCIJA (S.1b st, S.1c st, S.1a t, S.2c t, S.1e, S.1p, S.3t, S.1a t, S.2c t, S.1t, S.1t) TE SOLETAVE TE TERACES, VLEDRNA ENA PAK HOLLESTITE E UJONDIKTE TE SOLETAVE TE KATITRIM.

PLANI I SOLETAVE TE TERACES (1:50)



PLANI I MUREVE E KAPIT (1:50)

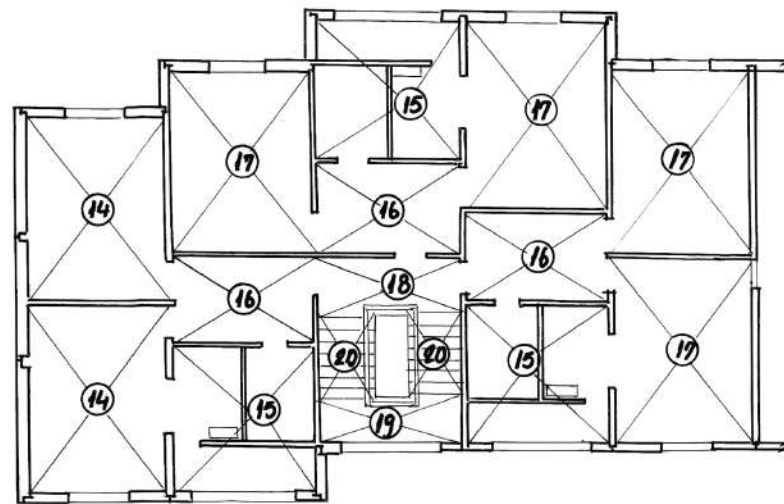
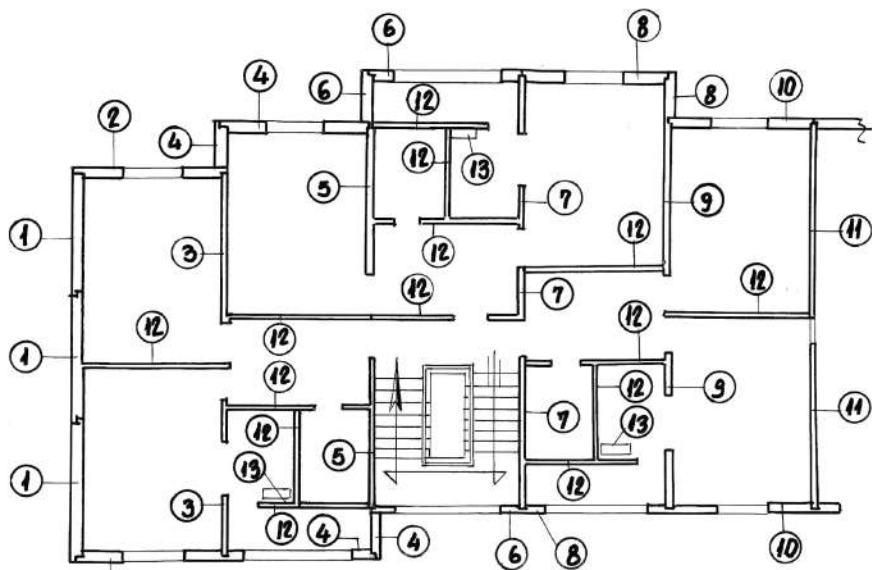
KING ALBERT	ADRESSE KE PRINCELE TE
K.S.P.M.	TE PARLAMENTIT TETORIAL, PRINCE
PR. 001	PR. 001
K-21	K-21
DATA	DATA
10-K-75	10-K-75



PLAN I SOLETAVE TE TARACES 1/50

SEKSIONI #22

MIN. INDEKSTIM	BANESA ME PANELE
J.S.P.NR-1	TE PARAPREGATITUR
NR. FLETES	AUTOR. V. PASTOLI
K-36	KONSTR. F. STENHAR
DATA	PERPUNJE S. HORNA
30-III-1980	SH. GRUPI K. HELA



RRADHA E MONTIMIT.

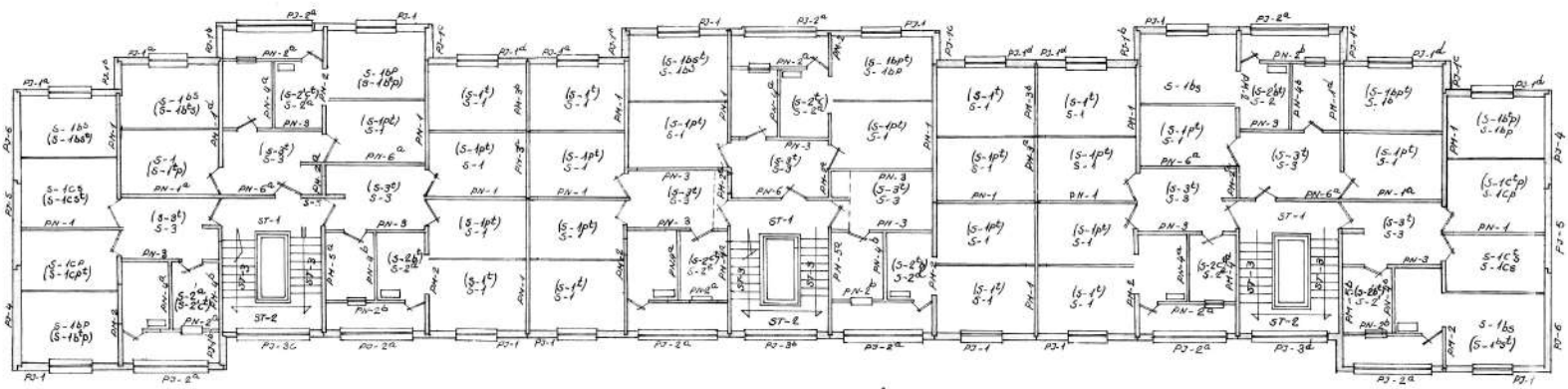
- | | | | |
|---|---|---|---|
| ① | PANELET PJ-4, PJ-5, PJ-6 | ⑪ | PANELET PM-3 ^a ; PM-3 ^b ; PM-1 |
| ② | -// PJ-1; PJ-1a | ⑫ | -// PM-1; PM-1 ^a ; PM-3; PM-2 ^a ; PM-4 ^a ; PM-6 ^a ; PM-2 ^b ; PM-4 ^b ; |
| ③ | -// PM-1; PM-2 | ⑬ | -// E DIXHAQEVE |
| ④ | -// PJ-1 ^b ; PJ-2 ^a ; PJ-1a | ⑭ | SOLETAT S-1 ^b s; S-1 ^c s; S-1 ^c p; S-1 ^b p. |
| ⑤ | -// PM-1 ^d ; PM-4 ^b | ⑮ | -// S-2 ^a '; S-2 ^d |
| ⑥ | -// PJ-1 ^b ; PJ-2 ^a ; PJ-3 ^c | ⑯ | -// S-3 |
| ⑦ | -// PM-2; PM-5 ^a ; PM-2 ^a ' | ⑰ | -// S-1 ^b s; S-1; S-1 ^b p. |
| ⑧ | -// PJ-1; PJ-1 ^c ; PJ-2 ^a | ⑱ | -// ST-1 |
| ⑨ | -// PM-1; PM-2 | ⑲ | -// ST-2 |
| ⑩ | -// PJ-1; PJ-1 ^d . | ⑳ | RAMPA ST-3 |

SEKSIONI "2^a"

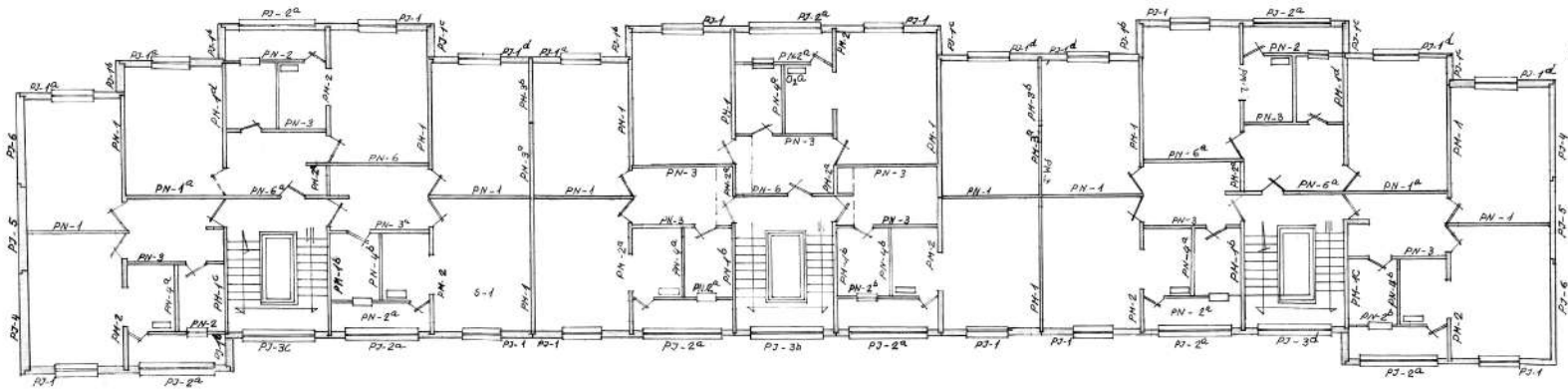
MINIST. NUMER	BAHESA ME DAMELE TE BARBARE GATITURBA		
I.S.P.N.1			
AUT. ARKIT.	K. PISTON		
NR. I FLET	-// -//	SH. KOTIMOR	
K-52	-// KONSTR. E STERNA		
	-// -//	SH. STRUGA	
DATA	PËRDUMOR SH. STRUGA		
30-VIII. 1980	SHEF GRUPEK. MEKA		

K-07

PLANI MUREVE DHE SOLETAVE PER KATIN TIP shk. 1:100



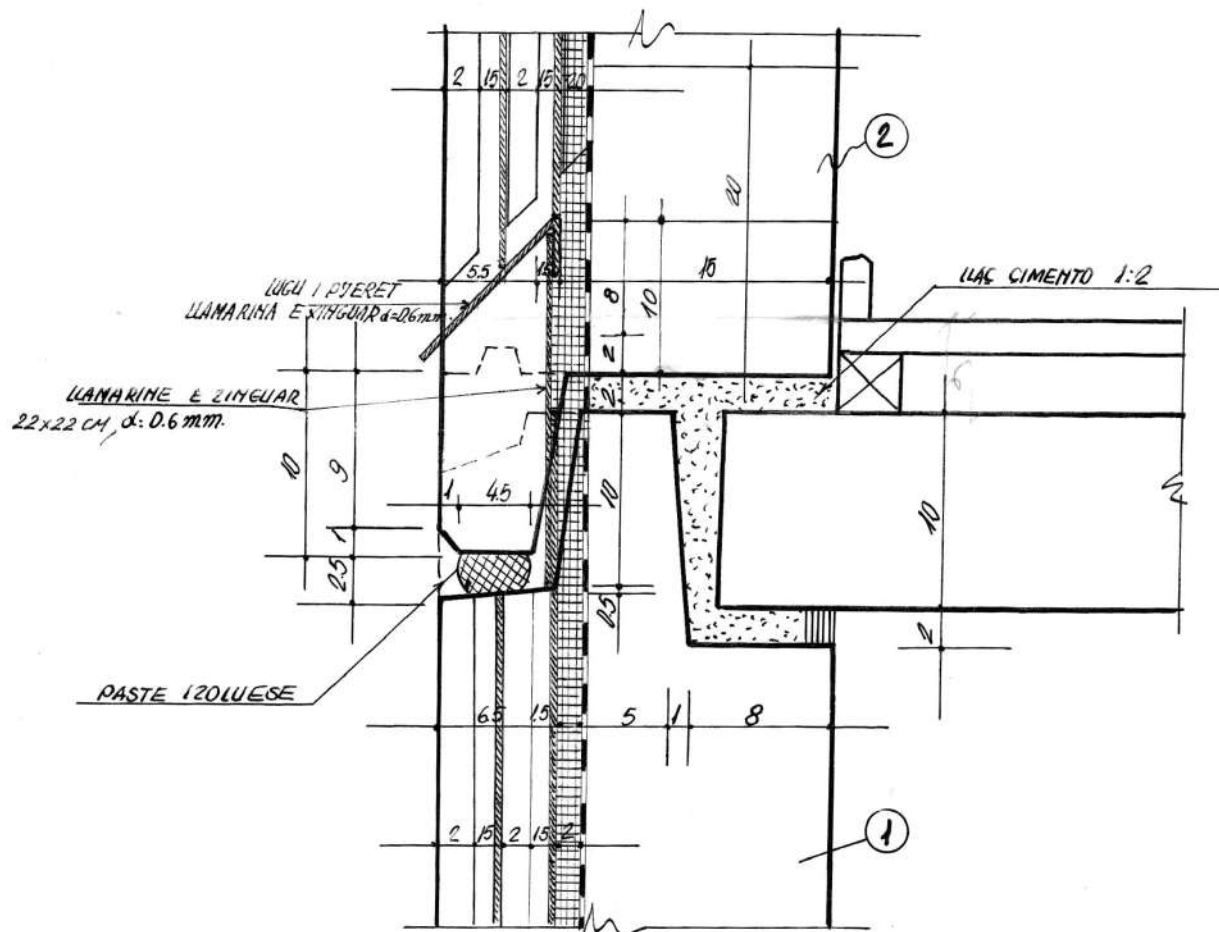
PLANI MUREVE KATIN PESTE shk. 1:100



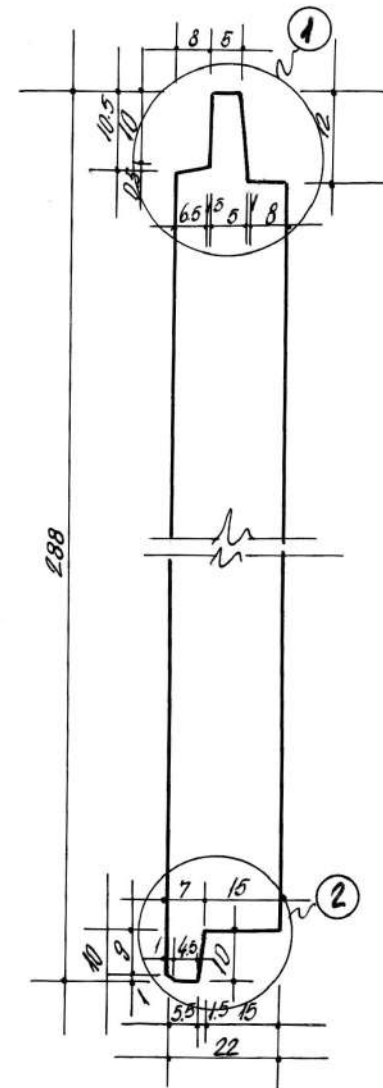
V.S. EMERTIMET NE KILLAPA VLEJNE PER SOLETAT E TARACES.

SEKSIONI "2"

MM. BERTHIMABANESA ME PANELE	
I.S.P. NR. 1 TE PARA PREGATITURA	
NR. FLETES AUTOR	V. PISTOLI
K-3a	SKEDIMOR
	KONSTRUKTIV
SATA	INSTRUKC
30-00-190	DEPARTIMENTI KURTI
	SHKURIMI K. MEKA



PRERJE VERTIKALE E FUGES HORIZONTALE



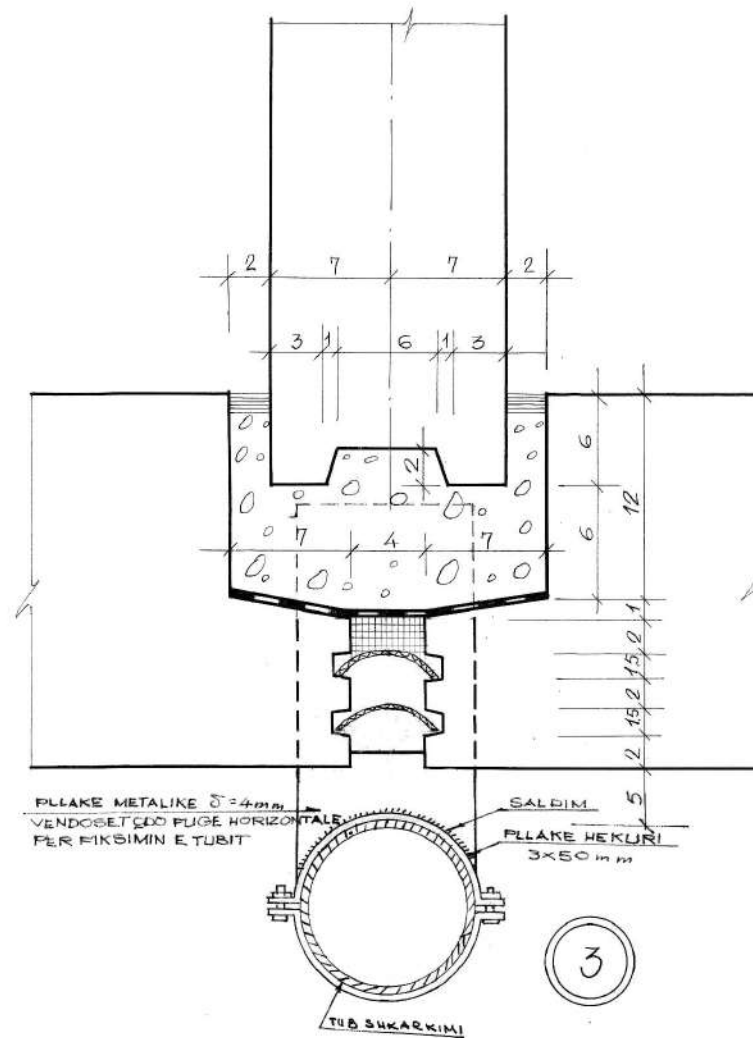
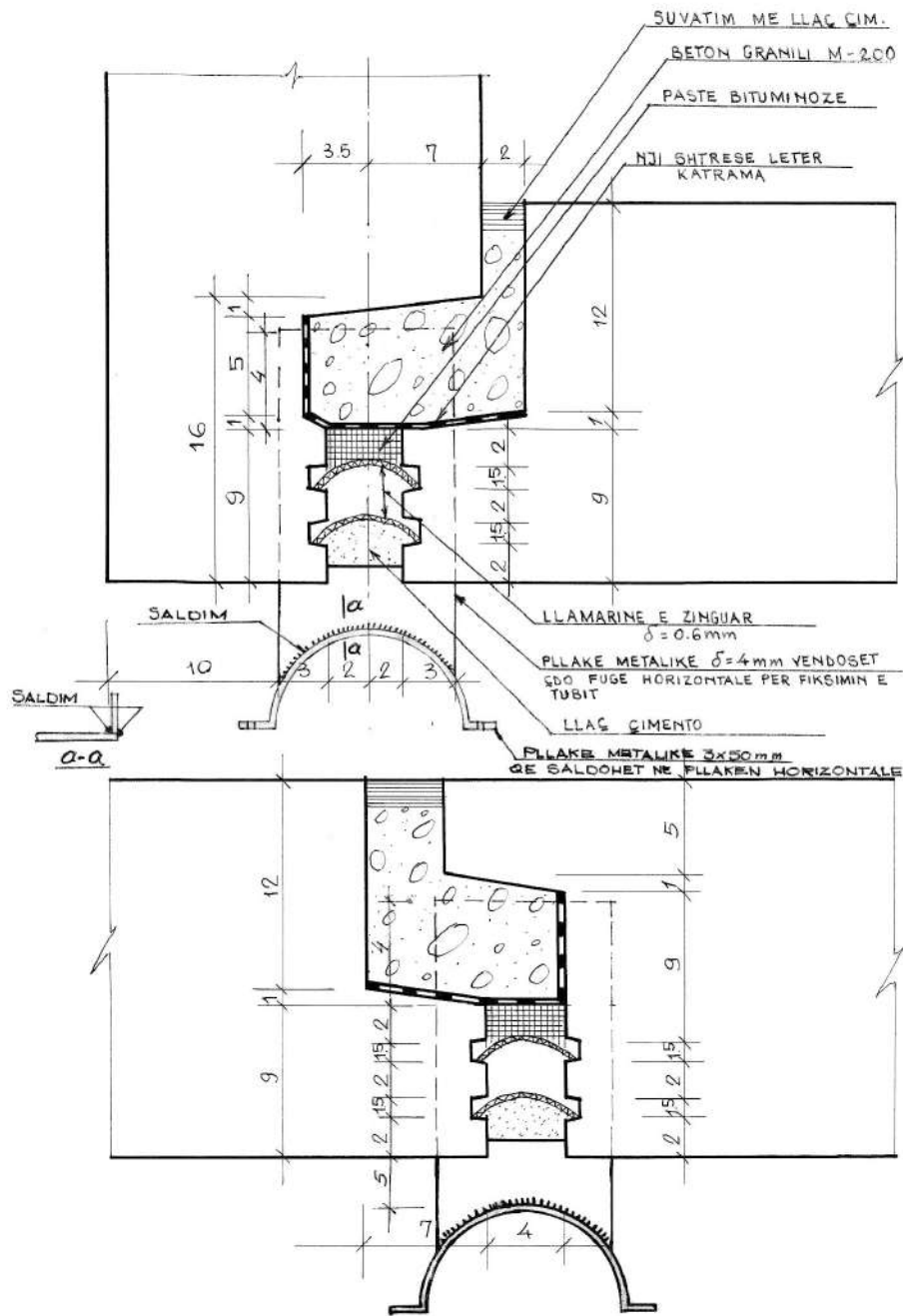
**PRERJE VERTIKALE
PANELEVE TE DASHTEME P.J.**

Shtënim.

- 1- NE BAZE TE VENDIMIT TE K.TEKNIK TE NIHISTRISE NDERTIMIT DATE 13-II-80 FJANKOT HORIZONTALE TE KALLE PEVE TE PANELEVE TE DASHTEME (P.J) DD TE MODIFIKOHEN SIPAS KETIJ PROJEKTI.
2. SHENIMET ME TREGOJNE GJENDJEN EKZISTUESE PARA MODIFIKIMIT.

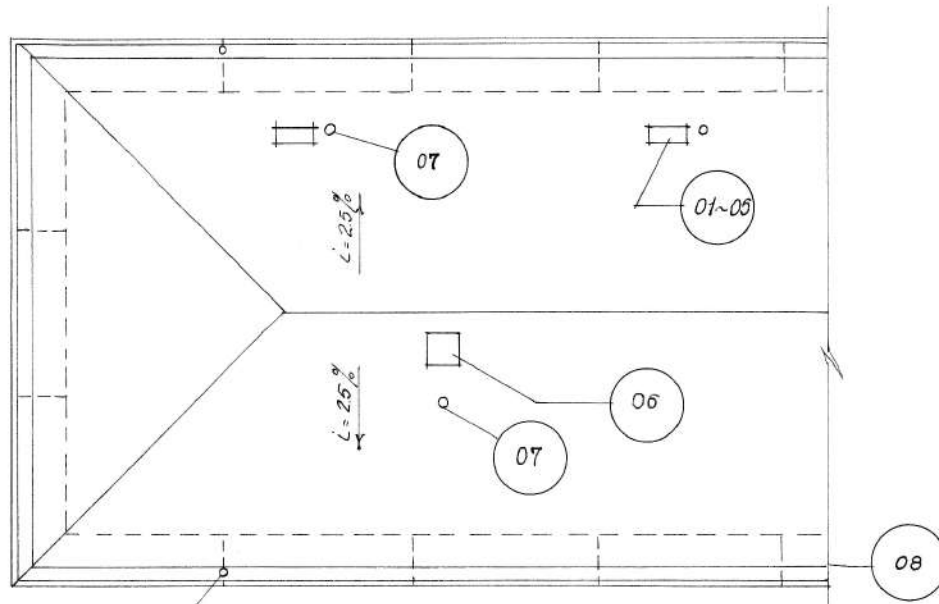
3. KY DETAJ ZEVENDESOH PRERJEN A-A TE FLETES NR 11, 12. DHE FLETEN NR:26 TE DATES 27-II-80 (PER EFekte MEKANIKE LUGU I PIERET U HGRIT NE 10cm. NGA ANA E BRENDESHME DHE 2cm. NGA ANA E DASHTEME DHE U VENDOS LLAMARINA MBRODTJESE 22 X 22 cm.)

NR. I FLET.	DATA	WIM. NDERT.	BAHESE NE PANELE TE PARADREGATITURA:	
26	2-5-80	I.S.P.H.1.	AUT. ARKIT.	K. DISTOLI
			-II- .II-	SH.KOTMILO
			-II- KONST	F. STERJAS
			-II- .II-	SH. STRUGA
			PERPILIM	SH.KOTMILO
			SHFET/SEKT	E-DORBI.

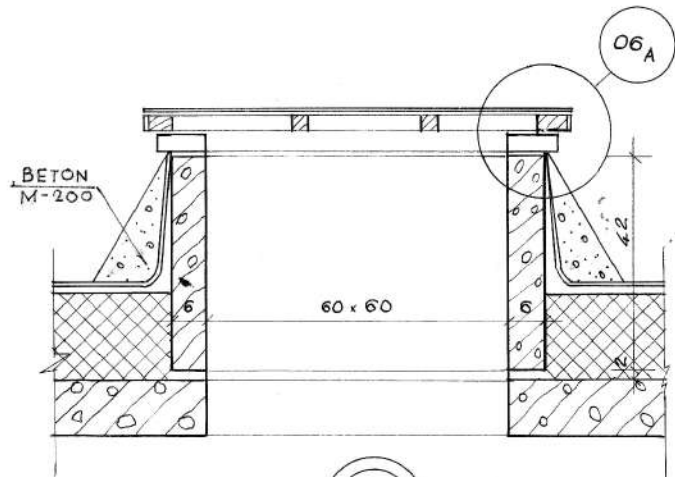
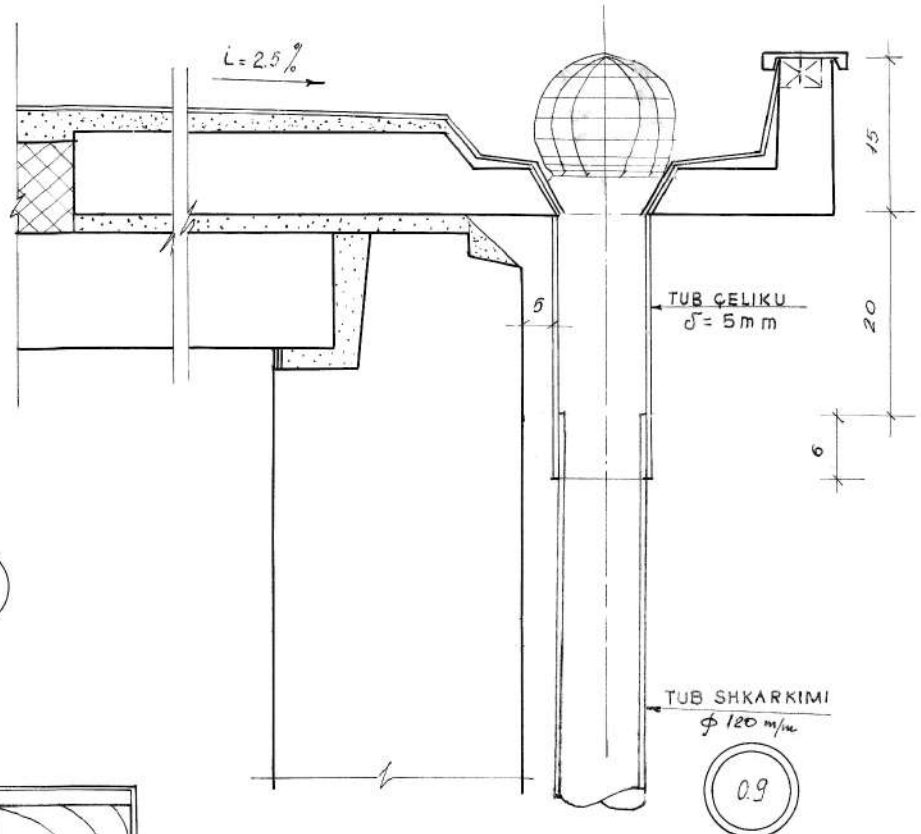


SEKSIONI 1 DHE 2

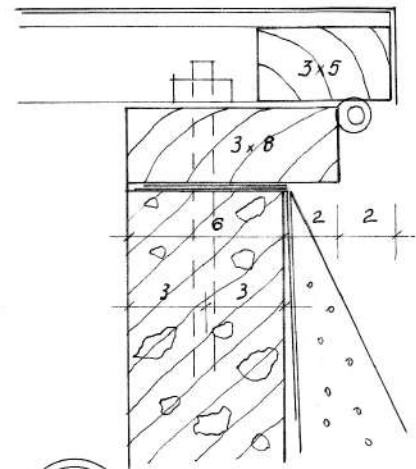
MIN. NDERT.	BANESA ME PANELA TE PARAPREGATITURA	
J.S.P. NR 1	AUT. KONST. F. STERMAJ	
NR 1 FLETES	11	A. POLOVINA
10	11 ELEKTRIK	S. MILO
	11 H/SANITAR	R. AGALLU
DATA	PERPUNUS	H. TOPI
IX-1977		



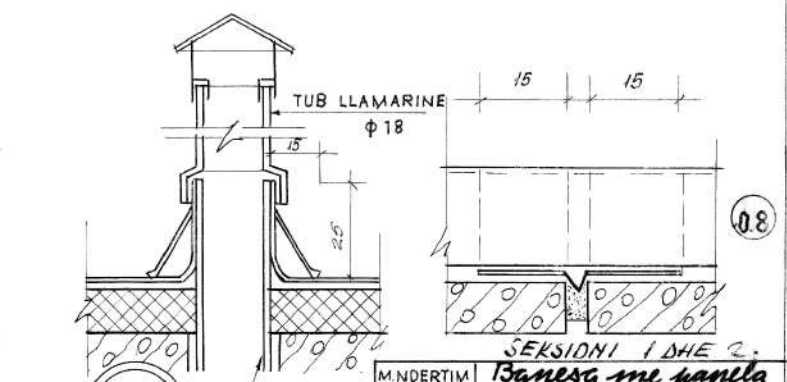
PLAN KULLIMIT



06



06_A



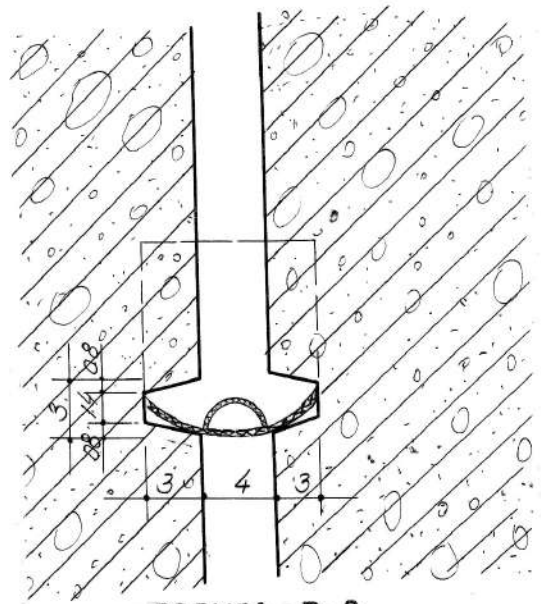
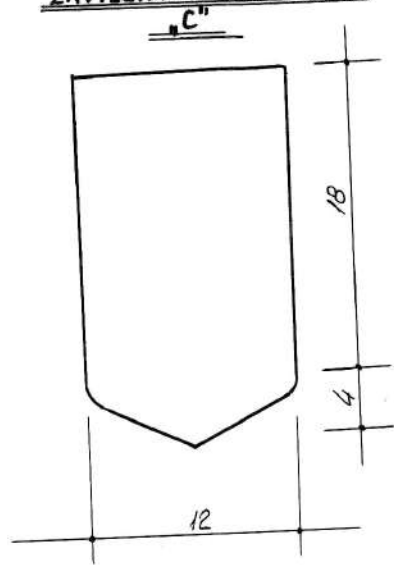
07

SEKSIONI I DHE 2.

M. NDERTIM J.S.P.m1	Banesa me panela & parapregatitura	
NR. FL 18	AUT.KONST	F.STERMASI
		A.POLLOVINA
	ELEKTRIK	S.MILG
	H/SANITAR	R.AGALIU
data IX-1977	PERPUNU	

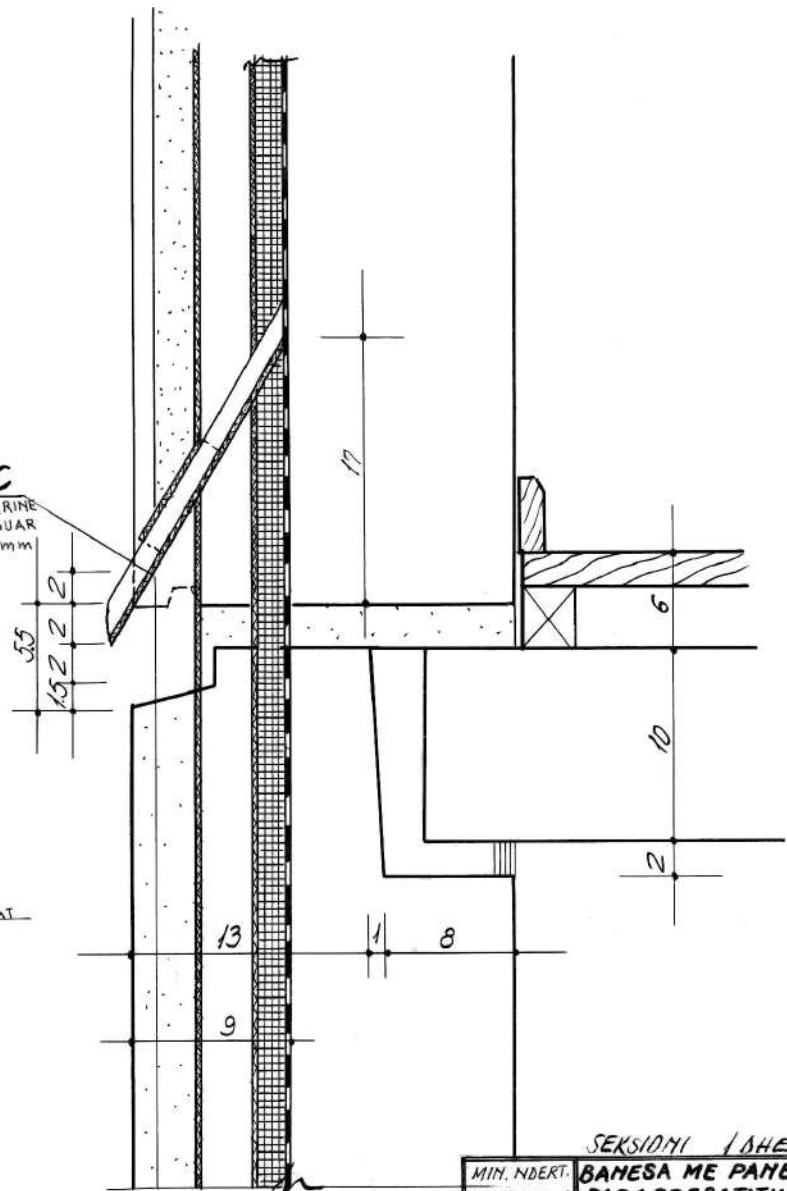
08

ZHVILLIMI I LLAMARINES

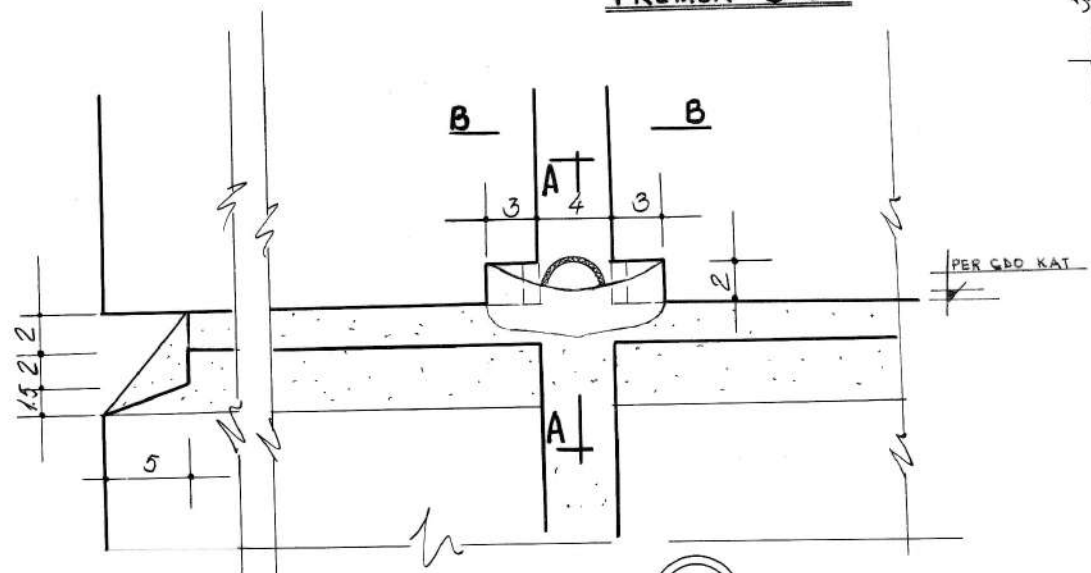


PREMJA B-B

C
LLAMARINE
E ZINGUAR
δ=0.6mm



PREMJA A-A



②

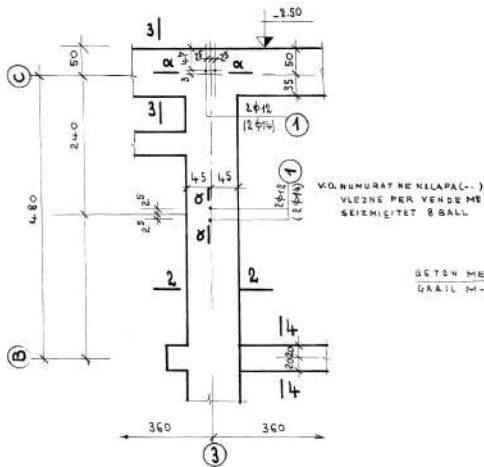
HOLLESIA E VENDOSJES GYPIT LLAMARINES
PER LARGIMIN E KONDËSIMIT NE QDO FUGE
TE PANELEVE TE JASHEM.

SEKSIONI I SHE 2

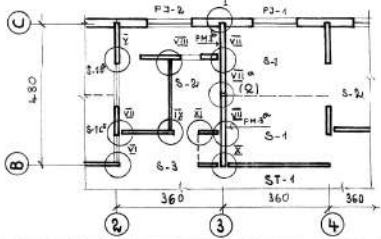
MIN. NDERT.	BANESA ME PANELE TE	
J.S.P.NR.1	PARAPREGATITURA	
NR. FLETES	AUT. KONST. F. STERMASA	11/2
11	A. POLOVINA	11/2
	II ELEKTRIK S. MILO	
	III/SANITAR R. AGALLIU	
DATA	PER PUNUS H. TOPI	
IX-1977		

10

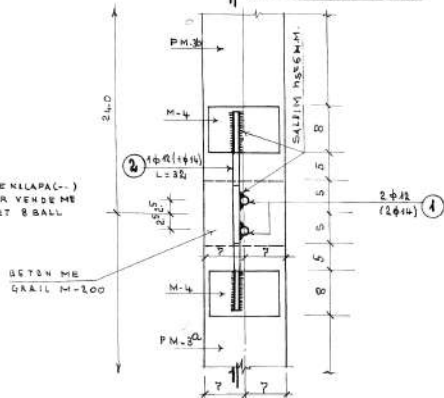
FRAGMENT PLAN THEMELI



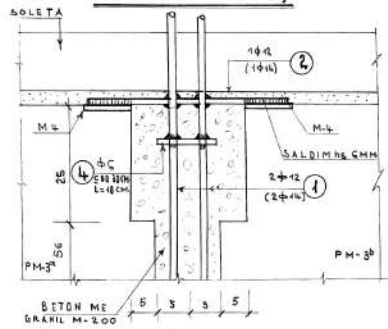
FRAGMENT PLANI STRUKTURE



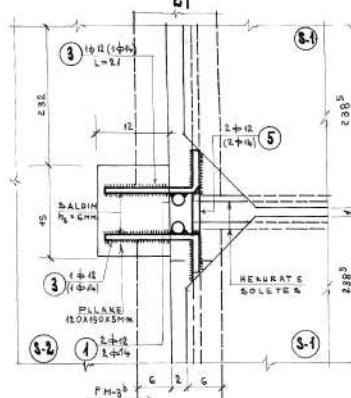
**HOLLESIA VII^a (1/5)
(LIDHJA E MUREVE)**



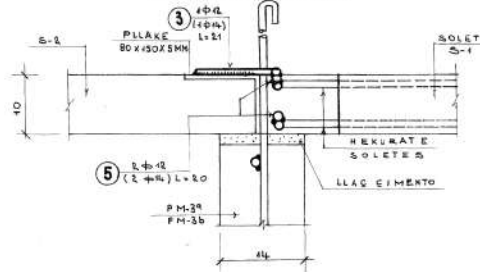
PREMJA 1-1 (1/5)



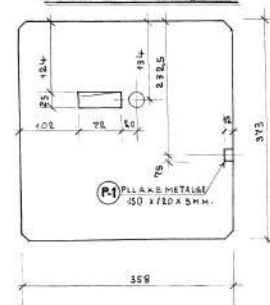
**HOLLESIA VIII^a
(MBRESHTETJA E SOLETAVE)**



PREMJA 2-2 (1/5)



**SOLETA S-2, S-2^a
(POZICIONI I PLLAKES P-1)**

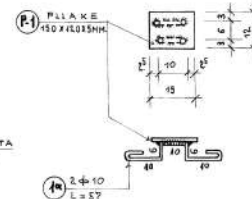


**TABELA E HEKURAVE
(PER NJE HOLLE PER 5 KATE)**

SH. NR.	φ	DEG.	SH. NR.	φ	DEG.	PESHA	PESHA TOTALE	
1	12	340	10	3400	30.60	4.44	3060	
2	12	32	5	160	1.60	1.44		
3	12	10	16	160	1.60	4.04	33.05	
4	12	10	16	160	1.60	1.80		
							3.69	3.70
							0.74	
							0.74	44.2
							1.42	

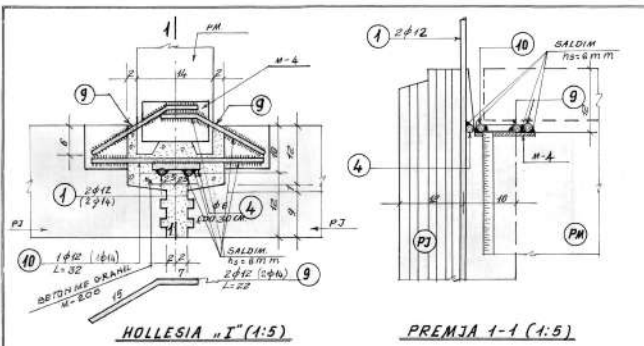
SHENIME TEKNIKE

- a) LELETET E FADSKETIT K-12^a K-12^b K-12^c ET I-VI-1980 JALOGON HAZRDET PANEUT PM-3 ME DY PANELE PM-3A DHE PM-3B, TE CILET VENDOSHEN ME TE HESHTIN POZICIONE PER 2 KY NDRYSHIM U BE ME POROSI TE MINISTRISE TE HERTIMIT PER TE ULUR PESHENE PANELIT NE MENYRE QE TE PERDORIN VINCAT QE DISPOHON ME KAPACITET HGRITES DERI NE 30-TON PANELI EGJISTUES ME PESHEN 25TON UNDA ME PËZESEME PESHE 225TON SECILIT.
- b) SHIKOJEDHIM I KESAD HAZRDE NE PROHIM DHE HERTIM 30 TE BEHEN KETO NDRYSHIME, NE PËRSHIM
- c) TE HAZRAT NE DY PËSE BATERIA QE PROSHOH PANELIN PM-3.
- d) NE SOLETAT S₂-S_{2a} TE VËRROSET PLLAKA P-1 PER LIDHJEN ME BASHKIM, NE NDERTIM
- e) QJAT NDERTIMIT TE THEMELVE ME AKSIN KVENDROSEN PANELIT PM-3a, PM-3b, S'HBAS KETI VËRROSETI TE LINES HEKURAT PER LIDHJEN SHI KRIZJIMIN E KOLLORES NE LARTESI TE HATËVE AKYNDYSHIM VLER SI PER SEKSIONIN HTI ASHTU EDHE PER SEKSIONIN HT 2 TE SHENA PER IZBATIM. SHIKOJEDHIM I VLERESHIM TE ZBATIMET PER ZONA SHIZMIKE DERI ME 8 BALL.

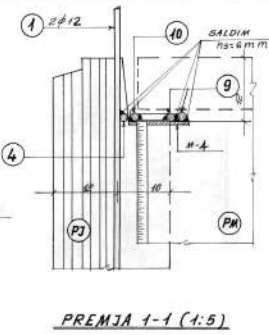


SEKSIONI "2", "2^a", "1", "2"

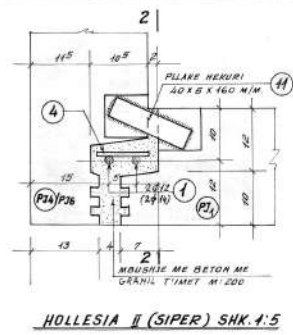
MINNDERT	BANESA ME PANELETE PARAPREGATITUA
(S.P.NE)	
NE FLETE	K-12C
BATA:	PS/PANELI A. FOLUVA
(-VH-80)	SH/SEKTORI 2-308



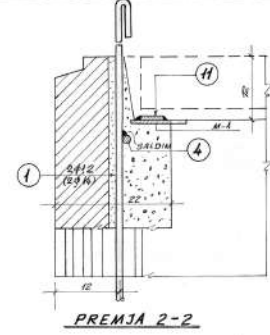
HOLLESIA II (SIPER)



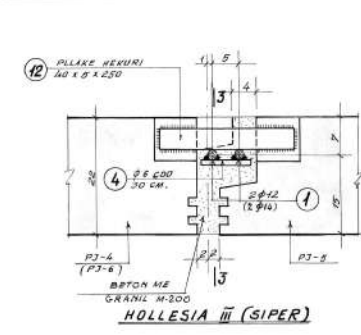
PREMJA 1-1 (1:5)



HOLLESIA II (SIPER) SHK. 1:5



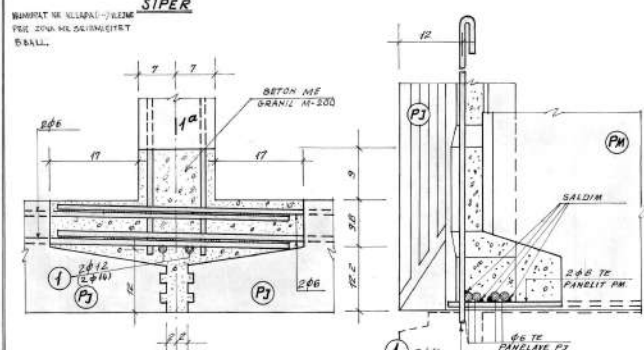
PREMJA 2-2



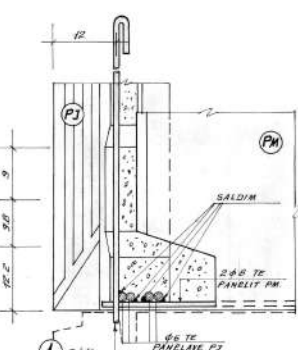
HOLLESIA III (SIPER)



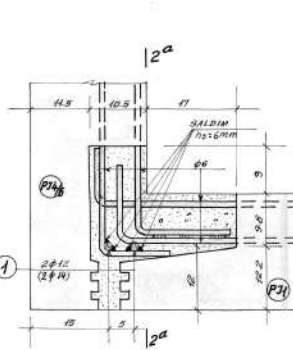
PREMJA 3-3



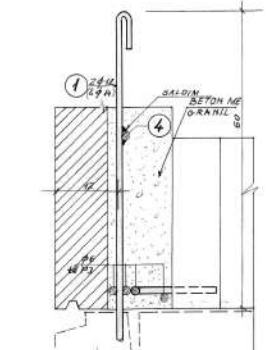
HOLLESIA I (1:5) POSHTE



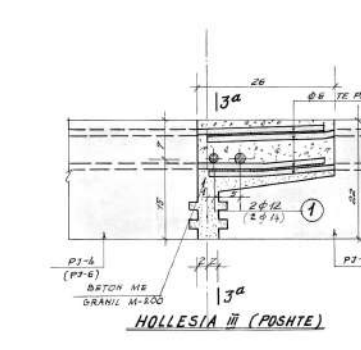
PREMJA 1^a-1^a (1:5)



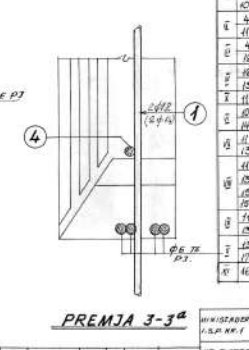
HOLLESIA II (POSHTE) 1:5



PREMJA 2^a-2^a (1:5)



HOLLESIA III (POSHTE)



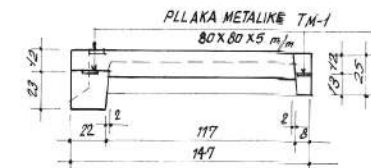
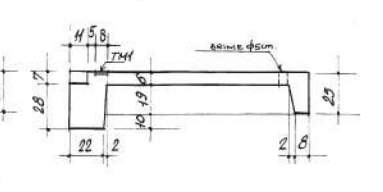
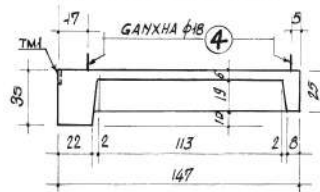
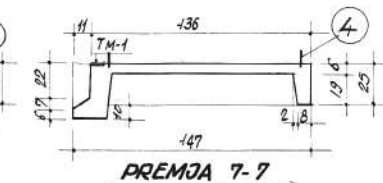
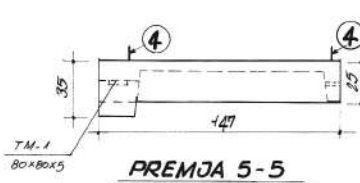
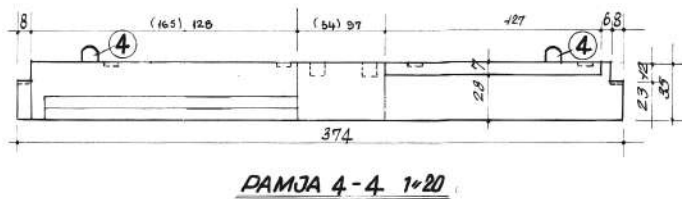
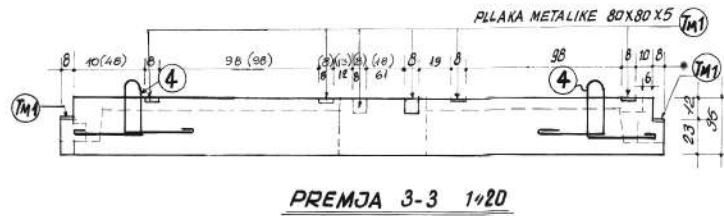
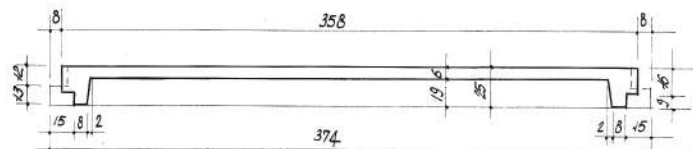
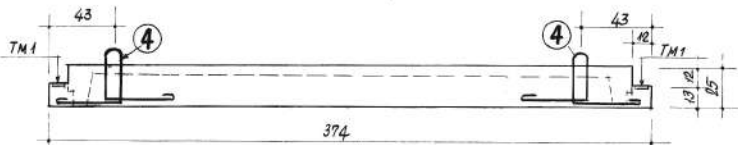
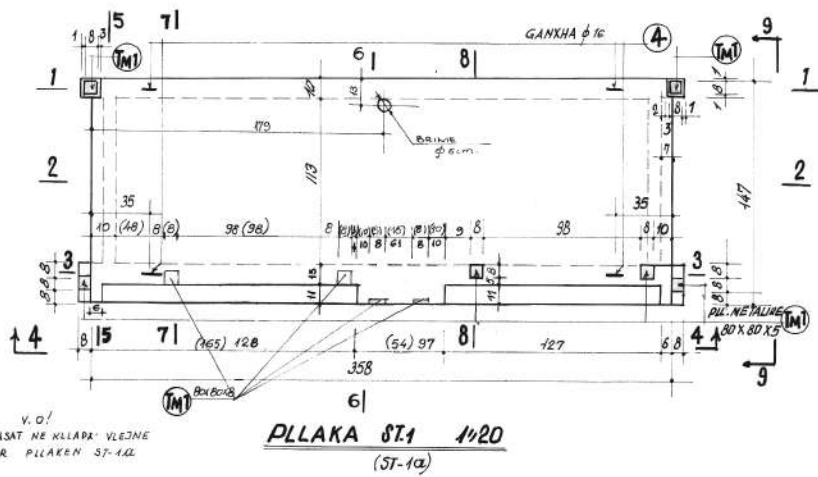
PREMJA 3-3^a

TABELA E HEKURIT
(PER NJI HOLLIESI PER 5 KATE)

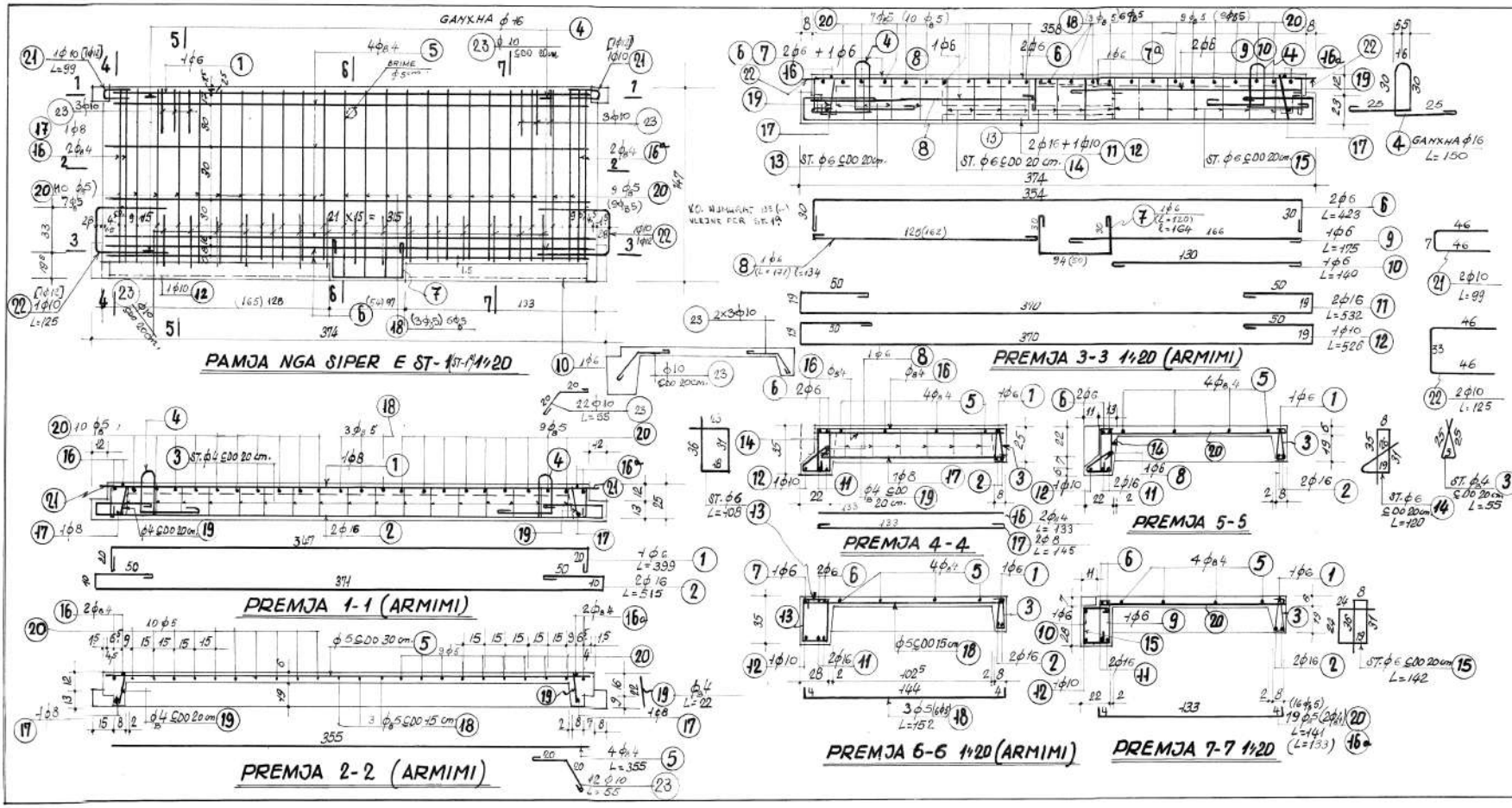
SHprehimi	ANIMACIONE	REZJA	TOTAL
NUMER	PERREKUPITJA	NUMER	ME SH
1	2φ12 (2φ14)	34.00	34.00
2	2φ12 (2φ14)	13.80	13.80
3	2φ12 (2φ14)	1.40	1.40
4	2φ12 (2φ14)	4.60	4.60
5	2φ12 (2φ14)	6.60	6.60
6	2φ12 (2φ14)	4.60	4.60
7	2φ12 (2φ14)	6.10	6.10
8	2φ12 (2φ14)	6.60	6.60
9	2φ12 (2φ14)	2.40	2.40
10	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
11	2φ12 (2φ14)	4.80	4.80
12	2φ12 (2φ14)	1.00	1.00
13	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
14	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
15	2φ12 (2φ14)	4.80	4.80
16	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
17	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
18	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
19	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
20	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
21	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
22	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
23	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
24	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
25	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
26	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
27	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
28	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
29	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
30	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
31	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
32	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
33	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
34	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
35	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
36	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
37	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
38	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
39	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
40	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
41	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
42	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
43	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
44	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
45	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
46	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
47	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
48	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
49	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20
50	2φ12 (2φ14)	2.20	2.20

BANES ME PANELA TE PARAPREHITURA

NR. LISTES	DATE	NR. LISTES	DATE
1	2.85	1	2.85
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
16		16	
17		17	
18		18	
19		19	
20		20	
21		21	
22		22	
23		23	
24		24	
25		25	
26		26	
27		27	
28		28	
29		29	
30		30	
31		31	
32		32	
33		33	
34		34	
35		35	
36		36	
37		37	
38		38	
39		39	
40		40	
41		41	
42		42	
43		43	
44		44	
45		45	
46		46	
47		47	
48		48	
49		49	
50		50	



MINIS. INZHEINERIE	BANESA ME PANELA
U.S.P. NR.1	TE PARAPREGATITURA
FLETA NR.	AUTOR KONSTRUKTIVIS
K 45	A. POLLOVINA
DATA	ELIETRIK S. MILO
IV-1977	STRANITAR R. AGALLI
	PERPUNJE K. HONXHA

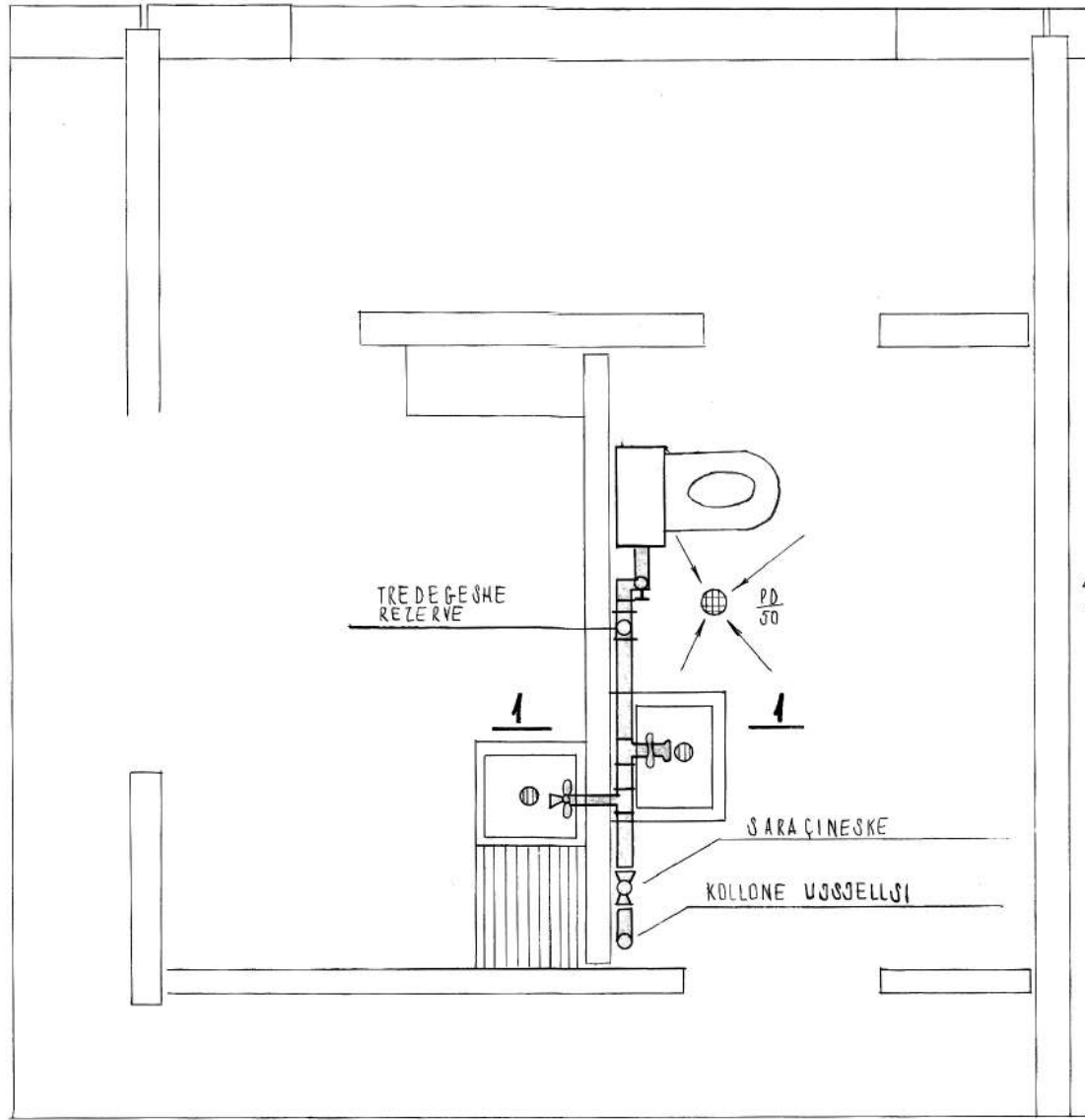


NUM. CIP.	NR.	φ	L _{cm}	COPE	LM	φ	ΣLM	RESHA	RENA TOTALE NE Mq.
1	6	399	1	3.99	34	3454	3.15		
2	18	515	2	10.30	45	31.35	4.85		
3	6	55	17	9.35	6	60.20	8.80		
4	16	150	4	6.00	8	2.90	1.16		
5	8	4	355	4	14.20				
6	6	425	2	8.46	16	26.94	43.10		
7	6	184	1	1.84	10	21.54	13.50		
8	6	134	1	1.34	7	6.70	6.65		
9	6	175	1	1.75			6.50		
10	6	140	1	1.40					
11	18	532	2	10.64					
12	10	526	1	5.26					
13	6	108	3	3.24					
14	6	120	7	8.40					
15	6	442	7	9.94					
16	8	133	2	2.66					
17	8	145	2	2.90					
18	6	152	6	9.12					
19	4	22	12	2.64					
20	8	141	1	1.41					
21	10	99	2	1.98					
22	10	125	2	2.50					
TKM	5	6080	9	0.0576					2.26
panna	10	48	18	8.64	10	8.64	5.35		7.60
23	10	55	22	12.10					

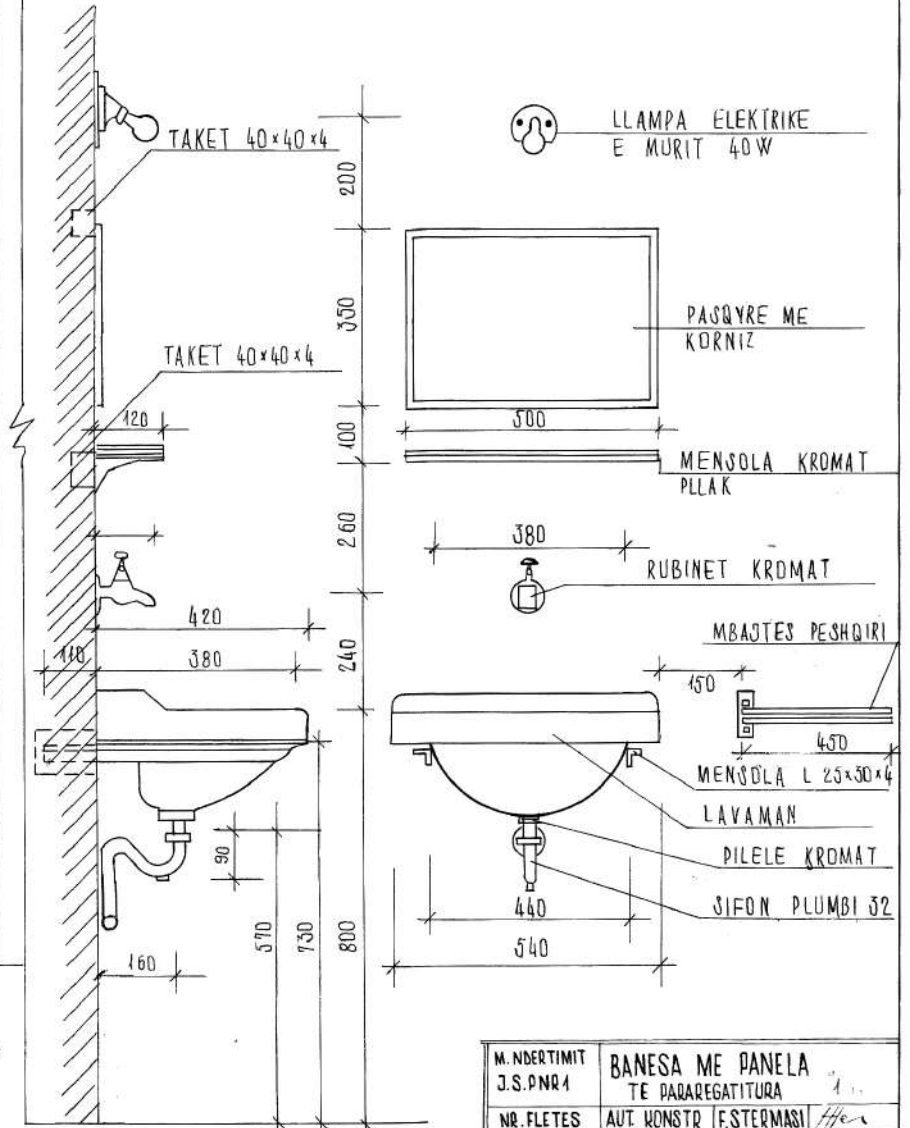
V.O. KDO FLETE ANULLON FLETEN K. 46 DALE ME DATE IX - 1977.

MIN. NDERITA BANESE ME PANELA J.S-R NR-1 TE PARAPREGATTURA NR. FLETES AUTOKONS. E SIERMJA K 46 E. ELEKTROK. S. MILO. DATI #1 SANITAR. S. AGALLI. PERRUNJAS H. HOXHA 15-VII-1980

VENDOSJA E LAVAMANIT

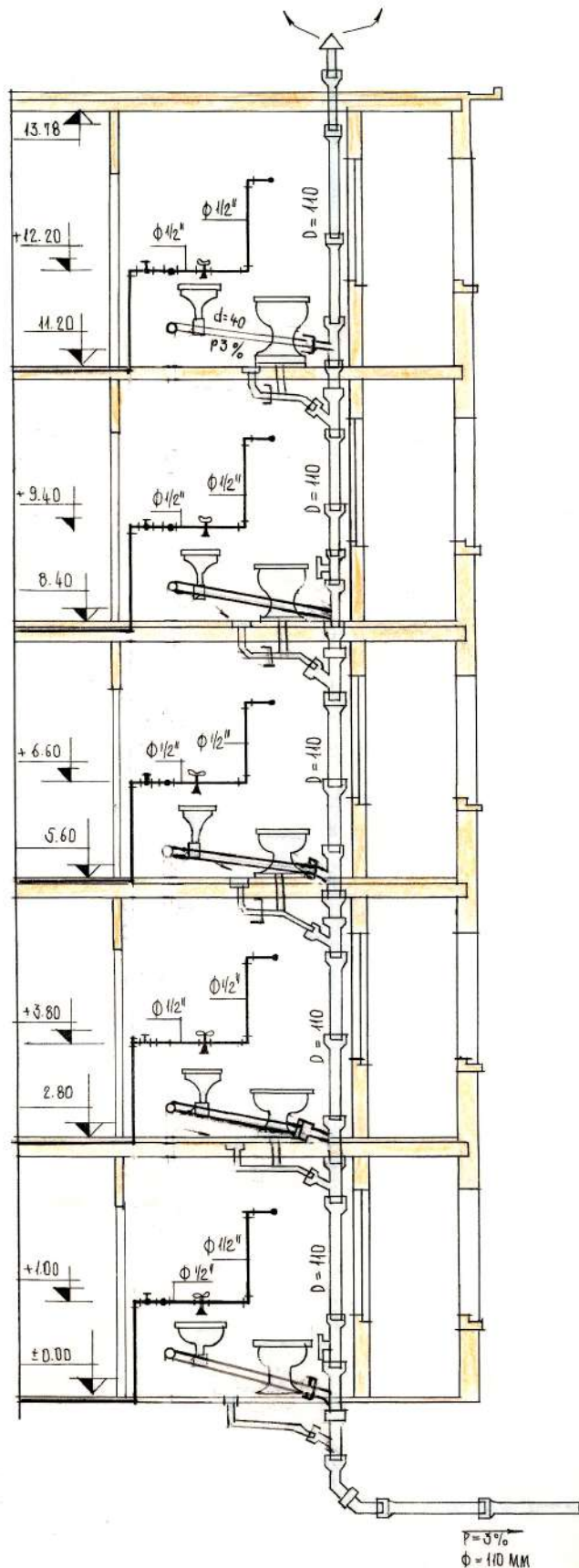


PLANI I NYJES SANITARE SHK. 1:20
(UJËSHELLESI)



PREMJA 1-1

M. NDBERTIMIT J.S.PNR4	BANESA ME PANELA TE PARAREGATITURA	
NR. FLETES 24	AUT. KONSTR --	F.STERMASI A. DOLLQVINA
	" ELEKTRIK	S. MILO
DATA X-1977	H/HASANTAR PERPUNU	R. AGALLIU N. FRASHERI
	KONTROLLI	



PREMJA B-B
 (SHK 1:50)
SKEMA - UJSJELLSI -
KANALIZ. MBREND

M. MBERTIMI U.S.P. NR 4	BANESA ME PANELA TE PARADREGATITURA
NR FLETES 41	AUT. KONSTR. E STERMASI A. POLLOVINA
DATA IX-1977	ELEKTRIK S. MILO R. AGALLIU N. FRASHER
	KONTROLLI

APPENDICE B

Questionario sulle condizioni, l'utilizzo energetico e le prospettive della famiglia nei confronti delle tecnologie per migliorare l'efficienza energetica negli alloggi con pannelli prefabbricati in Albania



Il questionario può essere anonimo e compilandolo si contribuirà concretamente alla ricerca universitaria e al miglioramento delle condizioni di vita negli alloggi composti da pannelli prefabbricati in calcestruzzo. La ricerca ha come obiettivo la conoscenza delle caratteristiche degli edifici, il consumo energetico e l'approccio sostenibile dei abitanti negli alloggi prefabbricati in calcestruzzo in Albania. Questo studio mira a valutare i parametri fisici, sociali ed economici, I dati, le opinioni, le esperienze e le aspettative degli utenti sono fondamentali per identificare la criticità e le necessità per il loro recupero energetico. L'indagine è svolta da Arch. Anisa Abazaj, dottoranda di ricerca in Scienze dell'Ingegneria Civile ed Ambientale presso l'Università di Padova. I risultati delle schede verranno elaborate ed i risultati analizzati verranno usati per completare la fase conoscitiva della ricerca.

QUESTIONARIO

SULLE CONDIZIONI, L'UTILIZZO ENERGETICO E LE PROSPETTIVE DELLA FAMIGLIA VERSO
LE TECNOLOGIE PER MIGLIORARE L'EFFICIENZA ENERGETICA
negli alloggi con pannelli prefabbricati in Albania

Questionario n°:

Data dell'intervista:

Nome del rilevatore:

.....

Indirizzo dell'appartamento:

.....

Nome della persona intervistata:

.....

Contatto della persona intervistata:

.....

1. CARATTERISTICHE E CONDIZIONI DELL'ABITAZIONE

1.1 In quale anno è stata costruita l'abitazione?

.....

1.2 Di quanti piani è composto l'edificio?

.....

1.3 In quale piano si trova l'abitazione?

.....

1.4 A quanto ammonta la superficie netta dell'abitazione?

..... m²

1.5 Di quante stanze si compone l'abitazione ? (compresa la cucina ed esclusi i bagni)

.....N°

1.6 Presenza di piani totalmente interrati

Si 1 No 2

1.7 Orientamenti ed esposizione di tutti i componenti dell'involucro edilizio (muri, tetto, finestre)

.....
.....

1.8 Stato di conservazione

Ottimo 1 Buono 2 Mediocre 3 Pessimo 4

1.9 Descrivete il materiale dei profili delle finestre

Profilo di legno ad un unico strato di vetro 1
Profilo di legno a doppi/ tripli vetri 2
Profilo metallico ad un unico strato di vetro 3
Profilo di alluminio nuovo a doppi/ tripli vetri 4
Profilo PVC 5
Altro..... 6

1.10 Si usano chiusure oscuranti?

Si 1 No 2

descrivere la tipologia

.....

1.11 Descrivete le caratteristiche geometriche di tutti gli elementi esterni (altri edifici, aggetti, etc.) che ombreggiano i componenti trasparenti dell'involucro edilizio.

.....
.....

1.12 Quali delle seguenti problematiche si riscontrano nella vostra abitazione?

Spazi piccoli 1
Spazi rigidi 2
Umidità 3
Mancanza di isolamento termico 4
Mancanza di isolamento acustico 5
L'impianto idrico e/o elettrico 6
Altro..... 7

1.13 Quali sono le problematiche principali nel vostro quartiere?

Mancanza di parcheggio 1
Mancanza di spazi per bambini 2
Mancanza di spazi verdi 3
Mancanza di spazi per attività ricreative 4
Mancanza di negozi 5
Mancanza di panchine 6
Mancanza di marciapiedi 7



Il questionario può essere anonimo e compilandolo si contribuirà concretamente alla ricerca universitaria e al miglioramento delle condizioni di vita negli alloggi composti da pannelli prefabbricati in calcestruzzo. La ricerca ha come obiettivo la conoscenza delle caratteristiche degli edifici, il consumo energetico e l'approccio sostenibile dei abitanti negli alloggi prefabbricati in calcestruzzo in Albania. Questo studio mira a valutare i parametri fisici, sociali ed economici, i dati, le opinioni, le esperienze e le aspettative degli utenti sono fondamentali per identificare la criticità e le necessità per il loro recupero energetico. L'indagine è svolta da Arch. Anisa Abazaj, dottoranda di ricerca in Scienze dell'Ingegneria Civile ed Ambientale presso l'Università di Padova. I risultati delle schede verranno elaborate ed i risultati analizzati verranno usati per completare la fase conoscitiva della ricerca.

2. SERVIZI DELL'ABITAZIONE

2.1 Che tipo di impianto si utilizza prevalentemente per il riscaldamento dell'abitazione?

- Stufa elettrica portatile 1
- Riscaldamento a gas portatile 2
- Condizionatore d'aria 3
- Condizionatore inverter 4
- Condizionatore centrale 5
- Stufa di legna 6
- Altro..... 7

2.2 Quali sono le apparecchiature che utilizzate per il raffrescamento dell'abitazione?

- Ventilatore elettrico portatile 1
- Condizionatore d'aria 2
- Condizionatore inverter 3
- Condizionatore centrale 4
- Altro..... 5
- Non utilizzo apparecchiature per raffrescamento 6

2.3 Che impianto o apparecchio utilizza prevalentemente per il riscaldamento dell'acqua?

- Scaldabagno elettrico 1
- Scaldabagno a gas 2
- Impianto di riscaldamento 3
- Elemento combustibile (petrolio, cherosene) 4
- Legna 5
- Altro..... 6

2.4 Che tipologia di energia utilizzate per la cottura?

- Energia elettrica 1
- Gas 2
- Legna 3
- Altro..... 4

2.5 Che tipo di combustibile utilizza?

- Kerosene, gasolio o altri combustibili liquidi 1
- Gas in bombole o contenitori esterni 2
- Carbone, legna, coke e altri combustibili solidi 3
- Non so 4

2.6 Quale tipo di lampada utilizzate per l'illuminazione?

- Ad incandescenza (a filamento) 1
- Fluorescente (economica - neon) 2
- LED 3
- Altro..... 4

3. ANALISI DELL'UTENZA

3.1 Età dell'intervistato o anno di nascita

.....

3.2 Titolo di studio

.....

3.3 Condizione lavorativa

- occupato 1 disoccupato 2 invalido 3 pensionato 4
- casalinga 5 studente 6 lavoratore 7

3.4 Quante persone vivono nell'alloggio / Componenti nucleo familiare

.....

3.5 Titolo possesso alloggio

- proprietà 1 affitto 2 prestito 3 casa di vacanza 4
- altro..... 5

3.6 Reddito familiare (Euro)

- 0 - 5,000.00 1 5,000.00 - 12,000.00 2 12,000.00 - 40 3

3.7 Quando usate l'impianto di condizionamento (fisso o portatile):

- Solo se necessario 1
- Sempre se siamo in casa 2
- Anche quando non siamo in casa 3

3.8 Usate l'impianto di condizionamento in tutti gli ambienti della vostra abitazione quando é necessario?

- Sì, lo usiamo in tutti gli ambienti 1
- Parzialmente, solo negli ambienti che vengono usati 2
- No, non riscaldiamo/ raffreddiamo alcun ambiente 3

3.9 Si riesce ad avere una temperatura ottimale quando si accende il riscaldamento/raffreddamento?

- Sì, l'ambiente si riscalda/ raffredda in maniera ottimale 1
- Parzialmente, l'ambiente si riscalda/ raffredda ma non in maniera ottimale 2
- No, l'ambiente non riesce a riscaldarsi/ raffreddarsi 3

3.10 Quando l'impianto di condizionamento viene spento cambia velocemente la temperatura dell'ambiente riscaldato/raffreddato?

- Sì, l'ambiente si raffredda/riscalda velocemente 1
- No, la temperatura dell'ambiente cambia lentamente 2
- No, la temperatura dell'ambiente rimane stabile 3

4. INTERVENTI RINNOVO/MANUTENZIONE

4.1 Ha effettuato interventi di rinnovo dell'abitazione negli ultimi anni?

- Si, ho fatto un rinnovo totale degli ambienti dell'abitazione 1
Ho fatto un rinnovo parziale in alcuni ambienti dell'abitazione 2
No, non ho effettuato alcun rinnovo nell'abitazione 3

4.2 In cosa ha consistito l'intervento?

- Rifacimenti interni (pavimenti, pareti, soffitti) 1
descrivere la tipologia.....
Rifacimenti esterni (facciata, tetti, scale, ecc.) 2
descrivere la tipologia.....
Rifacimento impianto idrico e/o sanitario 3
descrivere la tipologia.....
Sostituzione di porte, finestre, infissi 4
descrivere la tipologia.....
Rifacimento o installazione impianto di riscaldamento, rifacimento impianto elettrico 5
descrivere la tipologia.....
Altri lavori descrivere la tipologia..... 6

4.3 In caso avete effettuato isolamento termico nella muratura, avete osservato dei cambiamenti della temperatura interna dell'abitazione dopo l'intervento?

- Si, la temperatura è più stabile 1
No. Non ho sentito cambiamento 2
Altro..... 3

4.4 Quali dei seguenti interventi le piacerebbe effettuare nel vostro edificio?

- Riorganizzazione degli spazi interni 1
Estensione della casa 2
Ascensore 3
Cantina 4
Spazi comuni 5
Altro..... 6

4.5 Ha provveduto a sostituire le "vecchie" lampadine con le "nuove" a risparmio?

- Si, ma solo in maniera parziale 1 Si, tutte 2 No 3

5. CONSUMI

Quanto consuma all'anno di energia elettrica?
.....kWh/anno

Quanto consuma all'anno per l'approvvigionamento idrico?
.....m³/anno

5.3 A quanto ammonta il consumo annuo combustibile che utilizza per il riscaldamento e/o l'acqua calda?

(I consumi possono essere calcolati anche tramite una stima)

- GPL se sì qual è il consumo annuo?.....litri/anno 1
Gas metano se sì qual è il consumo annuo?.....mc/anno 2
Gasolio se sì qual è il consumo annuo?.....litri/anno 3
Carbone se sì qual è il consumo annuo?.....quintali/anno 4
Legna se sì qual è il consumo annuo?.....quintali/anno 5
Pellet se sì qual è il consumo annuo?.....kg/anno 6
Altro (specificare) e il consumo annuo?...../anno 7

5.4 Quali delle seguenti funzioni le piacerebbe avere nel cortile del blocco?

- Parcheggio 1
Parco giochi 2
Palestra 3
Campi sportivi 4
Negozi 5
Attività per il tempo libero 6
Biblioteca 7

6. L'APPROCCIO SOSTENIBILE DEI ABITANTI

6.1 Ha già effettuato interventi di miglioramento per il risparmio energetico?

- Installazione serramenti ad alta efficienza, doppi o tripli vetri 1
Isolamento dell'involucro (facciata, tetti, scale, ecc.) 2
Installazione lampade a basso consumo 3
Installazione boiler a basso consumo 4
Acquisto di elettrodomestici a basso consumo 5
Altro (specificare)..... 6

6.2 Ha già effettuato o prevede di effettuare installazioni di fonti energetiche rinnovabili pannelli solari termici per la produzione di acqua calda e/o pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica?

- No, non sono informato 1 No, non utilizzo 2
Si, ho installato (descrivere)..... 3

6.3 Siete a conoscenza degli interventi e le misure possibili da prendere per il risparmio energetico?

- Si, lo sono 1 Parzialmente, ho poca informazione 2
No, non sono informato 3

6.4 Se ha risposto "sì" alla domanda precedente perché non ha ancora effettuato degli interventi di miglioramento per il risparmio energetico?

- Costi elevati di investimento 1
Mancanza di informazioni per poter valutare e scegliere 2
Non mi interessa 3
Altro (specificare)..... 4

6.5 Quanto potreste spendere in un rinnovo dell'abitazione (esclusi i mobili).

- 0 - 1000 € 1 1001 - 5000 € 2
5001 - 10.000 € 3 Più di 10.000 € 4

6.6 Sareste disposti ad investire di più per il rinnovo nel caso in cui potessi recuperare l'investimento risparmiando dalle spese dell'energia?

- Si, sono disposto 1 Forse 2
No, non sono disposto ad investire di più 3

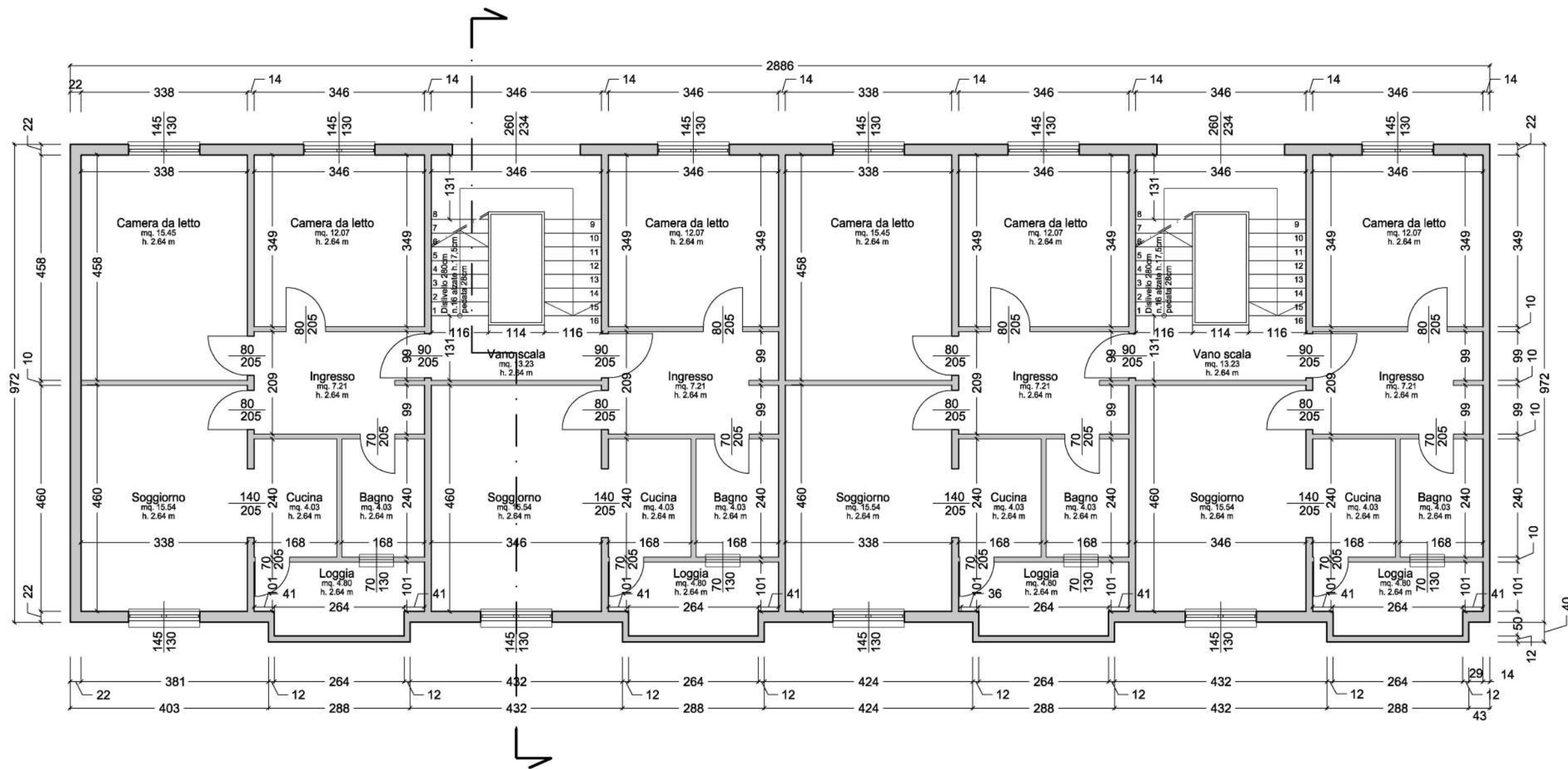
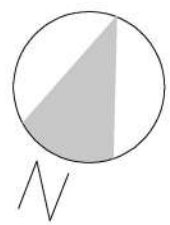
6.7 Siete a conoscenza dei finanziamenti per il Risparmio energetico a tassi bassi? (isolamento termico pareti/tetto, serramenti, pannelli solari, etc).

- Si, sono informato 1 No, non sono informato 2

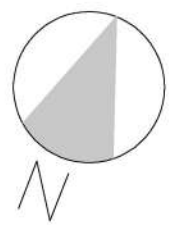
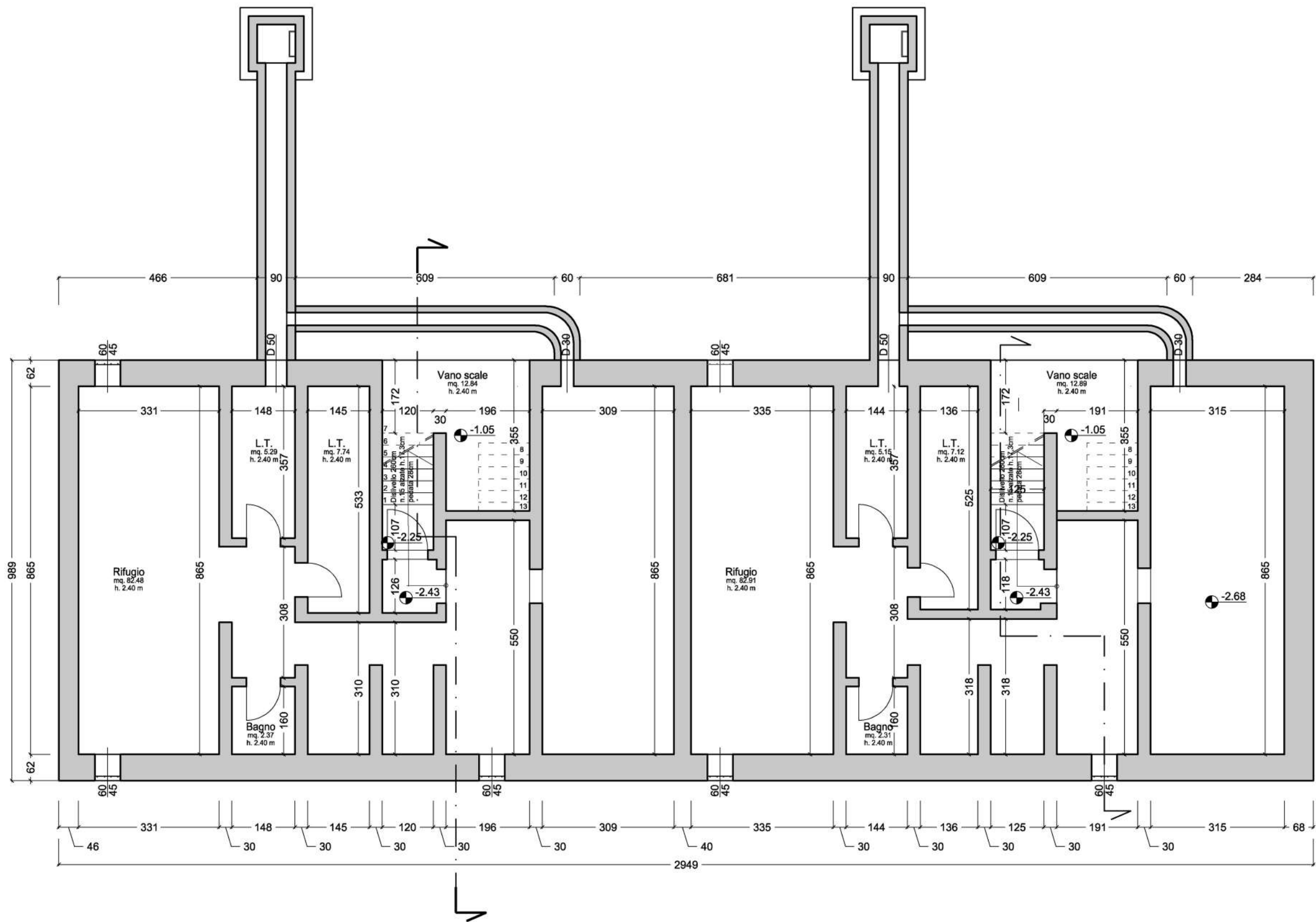
GRAZIE PER LA COLLABORAZIONE!

APPENDICE C

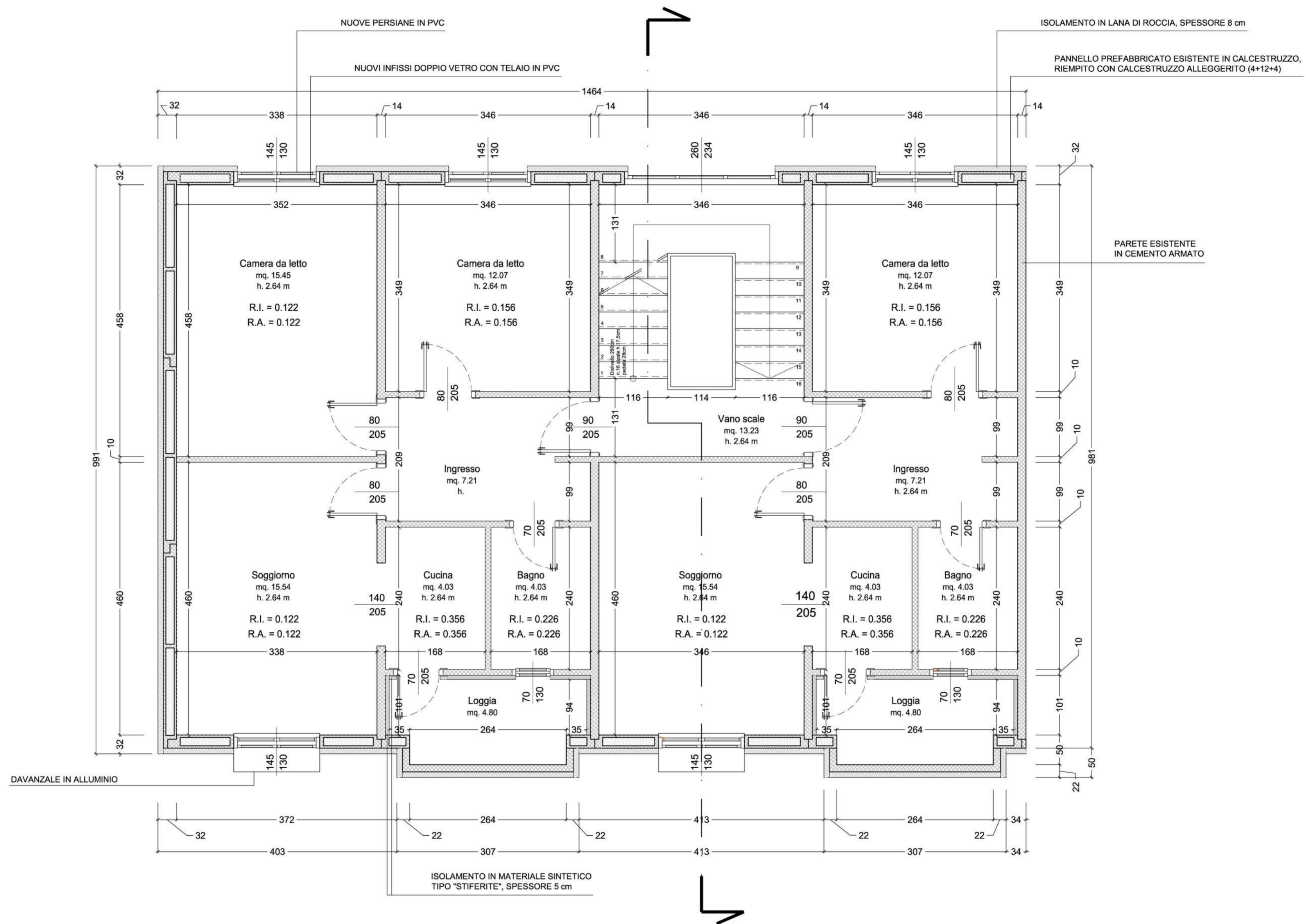
Elaborati grafici degli scenari proposti

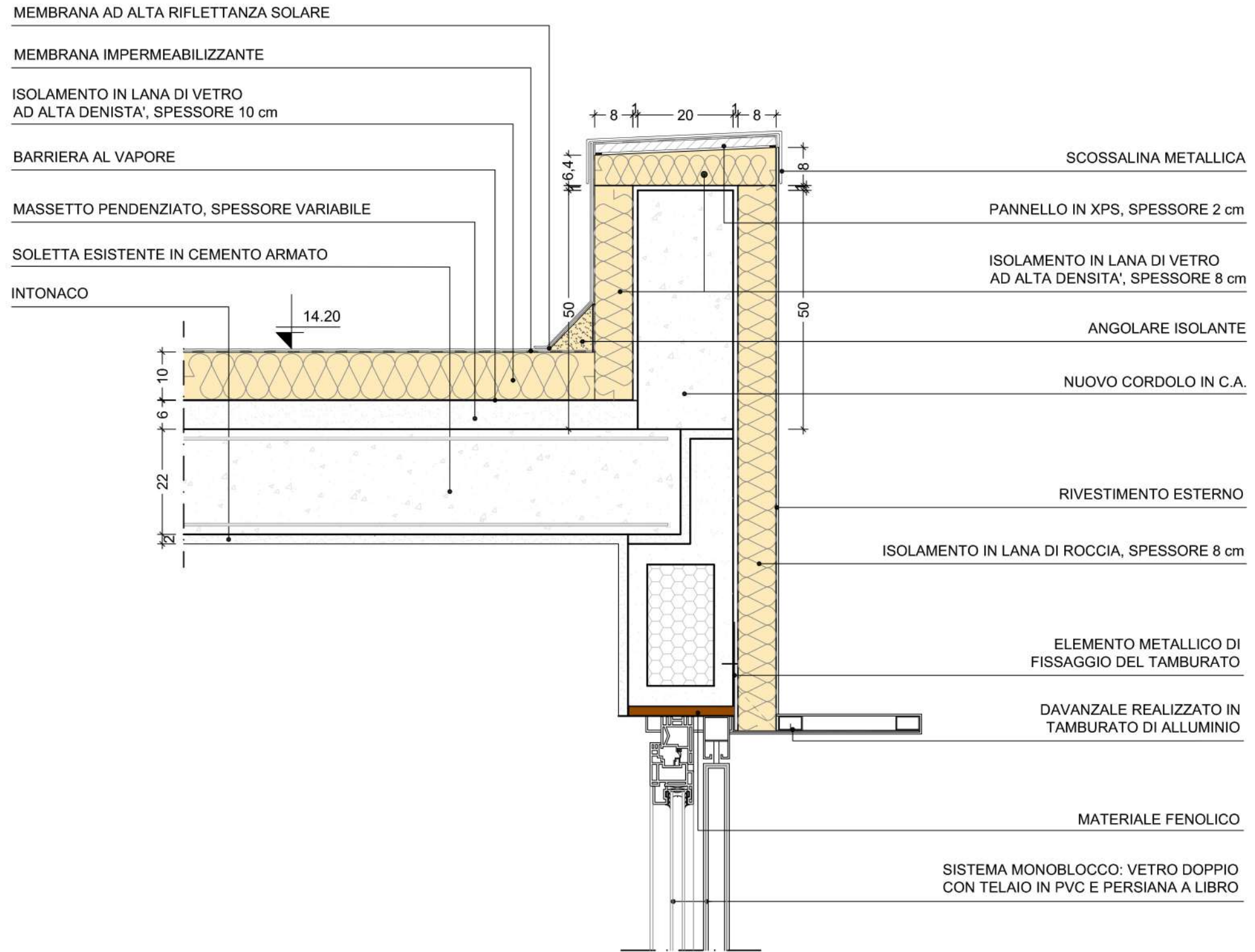
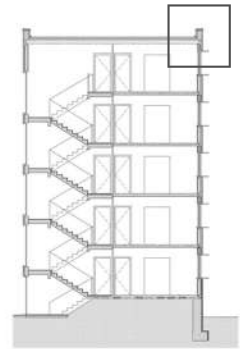


OGGETTO SCENARIO 1_STATO DI FATTO PIANTA PIANO TIPO DI DUE MODULI	SCALA 1:100	CODICE P.TIPO
---	----------------	------------------

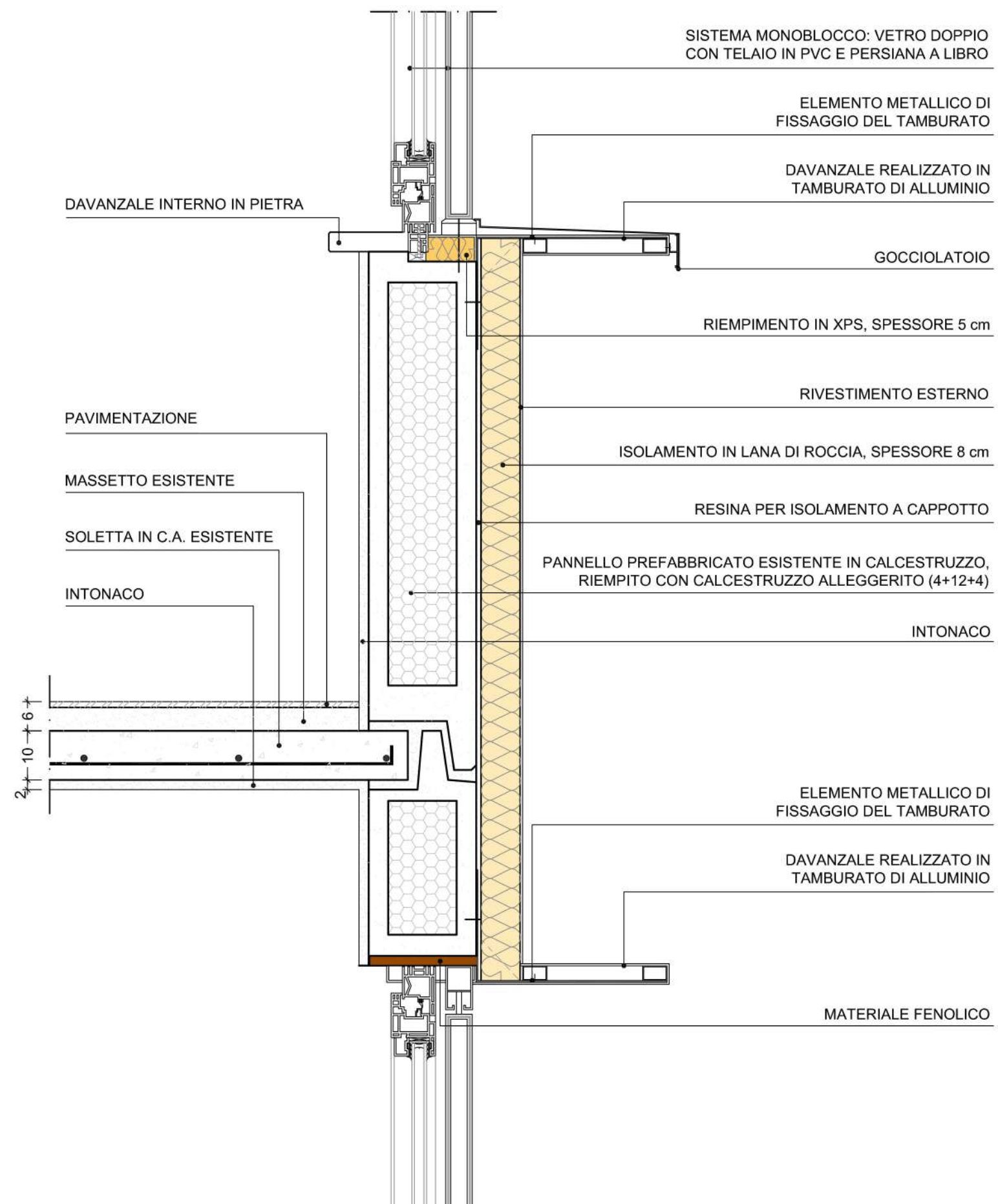


<p>OGGETTO SCENARIO 1 - STATO DI FATTO PIANTA PIANO SEMINTERRATO DI DUE MODULI</p>	<p>SCALA 1:100</p>	<p>CODICE P.SEMINTERRATO</p>
--	--------------------------------	--





OGGETTO	SCALA	CODICE
SCENARIO 1 - STATO DI PROGETTO ATTACCO PARETE - SOLAIO DI COPERTURA	1:10	P.1



SISTEMA MONOBLOCCO: VETRO DOPPIO
CON TELAIO IN PVC E PERSIANA A LIBRO

ELEMENTO METALLICO DI
FISSAGGIO DEL TAMBURATO

DAVANZALE REALIZZATO IN
TAMBURATO DI ALLUMINIO

GOCCIOLATOIO

RIEMPIMENTO IN XPS, SPESSORE 5 cm

RIVESTIMENTO ESTERNO

ISOLAMENTO IN LANA DI ROCCIA, SPESSORE 8 cm

RESINA PER ISOLAMENTO A CAPPOTTO

PANNELLO PREFABBRICATO ESISTENTE IN CALCESTRUZZO,
RIEMPITO CON CALCESTRUZZO ALLEGGERITO (4+12+4)

INTONACO

ELEMENTO METALLICO DI
FISSAGGIO DEL TAMBURATO

DAVANZALE REALIZZATO IN
TAMBURATO DI ALLUMINIO

MATERIALE FENOLICO

DAVANZALE INTERNO IN PIETRA

PAVIMENTAZIONE

MASSETTO ESISTENTE

SOLETTA IN C.A. ESISTENTE

INTONACO

2
10
6

<p>OGGETTO SCENARIO 1 - STATO DI PROGETTO ATTACCO PARETE - SOLAIO INTERPIANO</p>	<p>SCALA 1:10</p>	<p>CODICE P.2</p>
--	-----------------------	-----------------------

SISTEMA MONOBLOCCO: VETRO DOPPIO
CON TELAIO IN PVC E PERSIANA A LIBRO

ELEMENTO METALLICO DI
FISSAGGIO DEL TAMBURATO

DAVANZALE REALIZZATO IN
TAMBURATO DI ALLUMINIO

DAVANZALE INTERNO IN PIETRA

PAVIMENTAZIONE

GOCCIOLATOIO

MASSETTO ESISTENTE

RIEMPIMENTO IN XPS, SPESSORE 5 cm

SOLAI PREFABBRICATO ESISTENTE
IN CALCESTRUZZO, CON RIEMPIMENTO IN
CALCESTRUZZO ALLEGGERITO/POLISTIROLO

RIVESTIMENTO ESTERNO

RESINA PER ISOLAMENTO A CAPPOTTO

ISOLAMENTO IN LANA DI ROCCIA, SPESSORE 8 cm

ISOLAMENTO IN POLISTIRENE ESPANSO
ESTRUSO (XPS), SPESSORE 10 cm

RESINA PER ISOLAMENTO A CAPPOTTO

RIVESTIMENTO INTERNO

PANNELLO PREFABBRICATO ESISTENTE IN CALCESTRUZZO,
RIEMPITO CON CALCESTRUZZO ALLEGGERITO (4+12+4)

INTONACO

+/-0.00

ISOLAMENTO IN POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO
(XPS), SPESSORE 8 cm

PARETI ESISTENTI IN C.A.

0.5
1
10
14
6

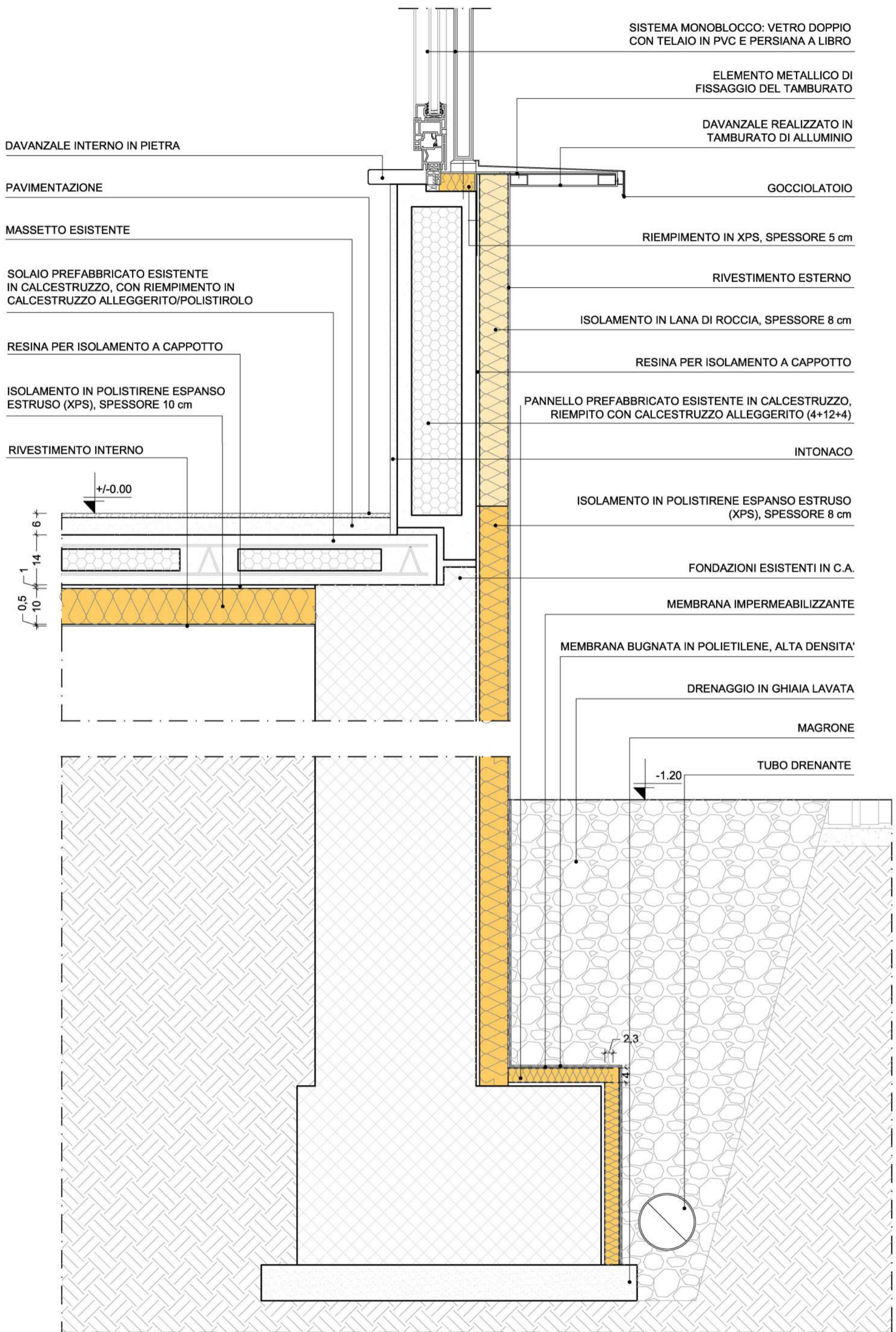
MEMBRANA IMPERMEABILIZZANTE

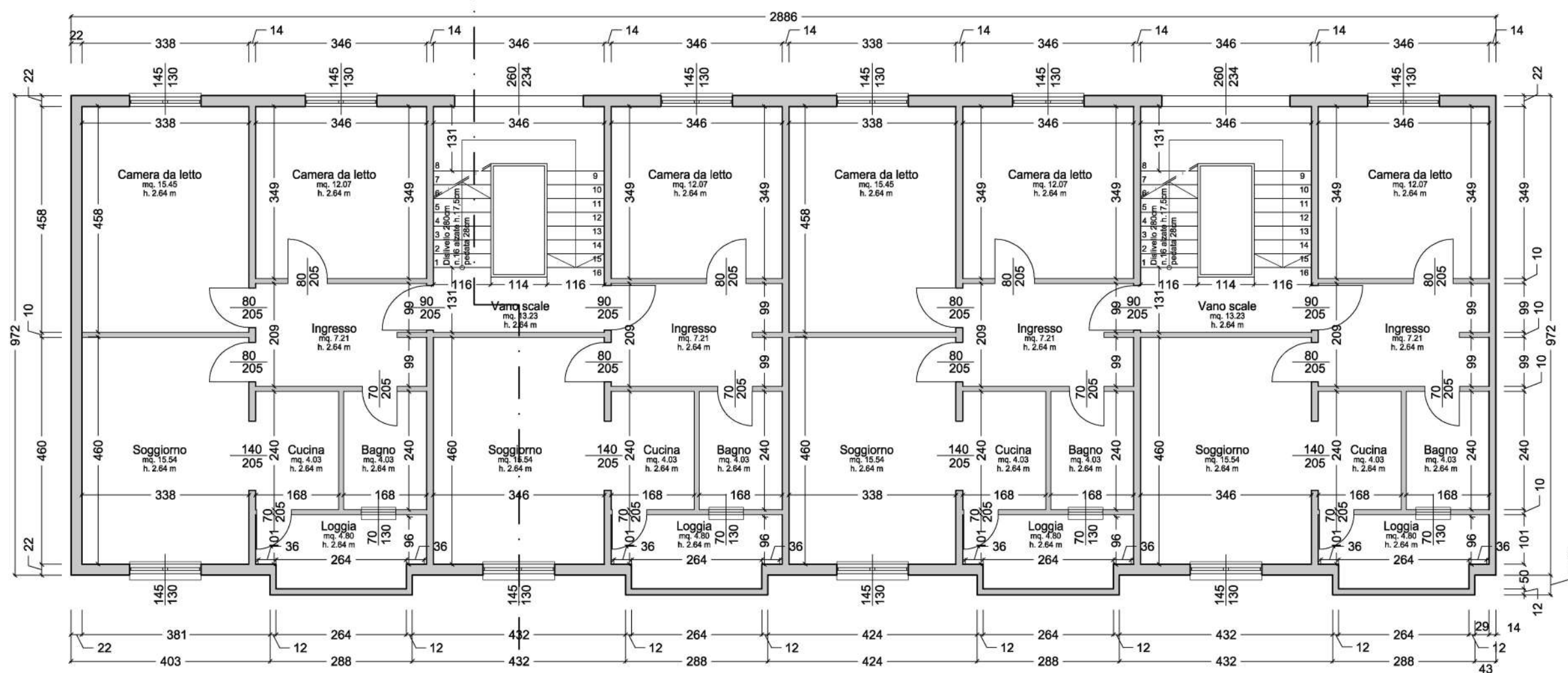
MEMBRANA BUGNATA IN POLIETILENE, ALTA DENSITA'

DRENAGGIO IN GHIAIA LAVATA E TUBO DRENANTE

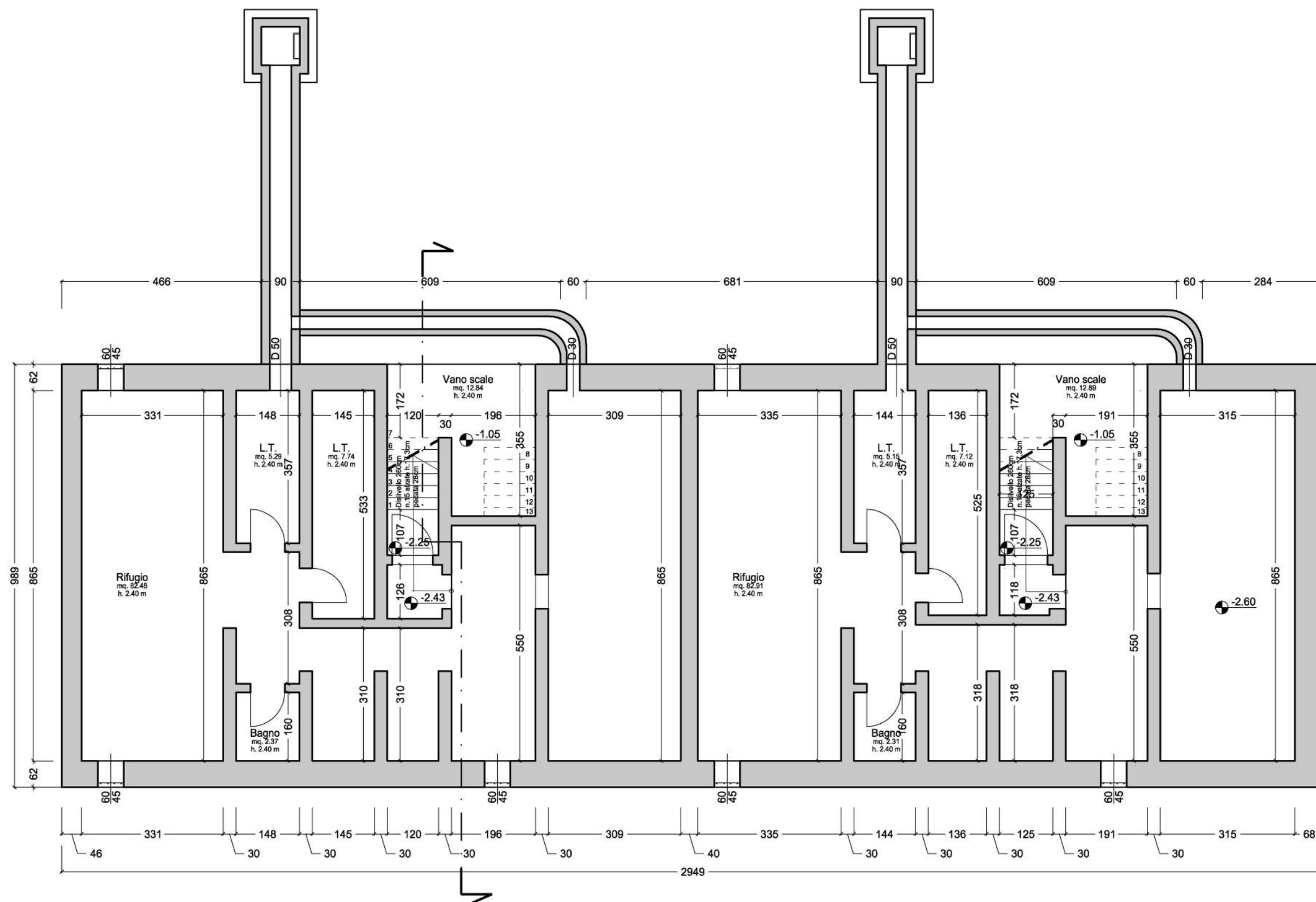
60

-2.60

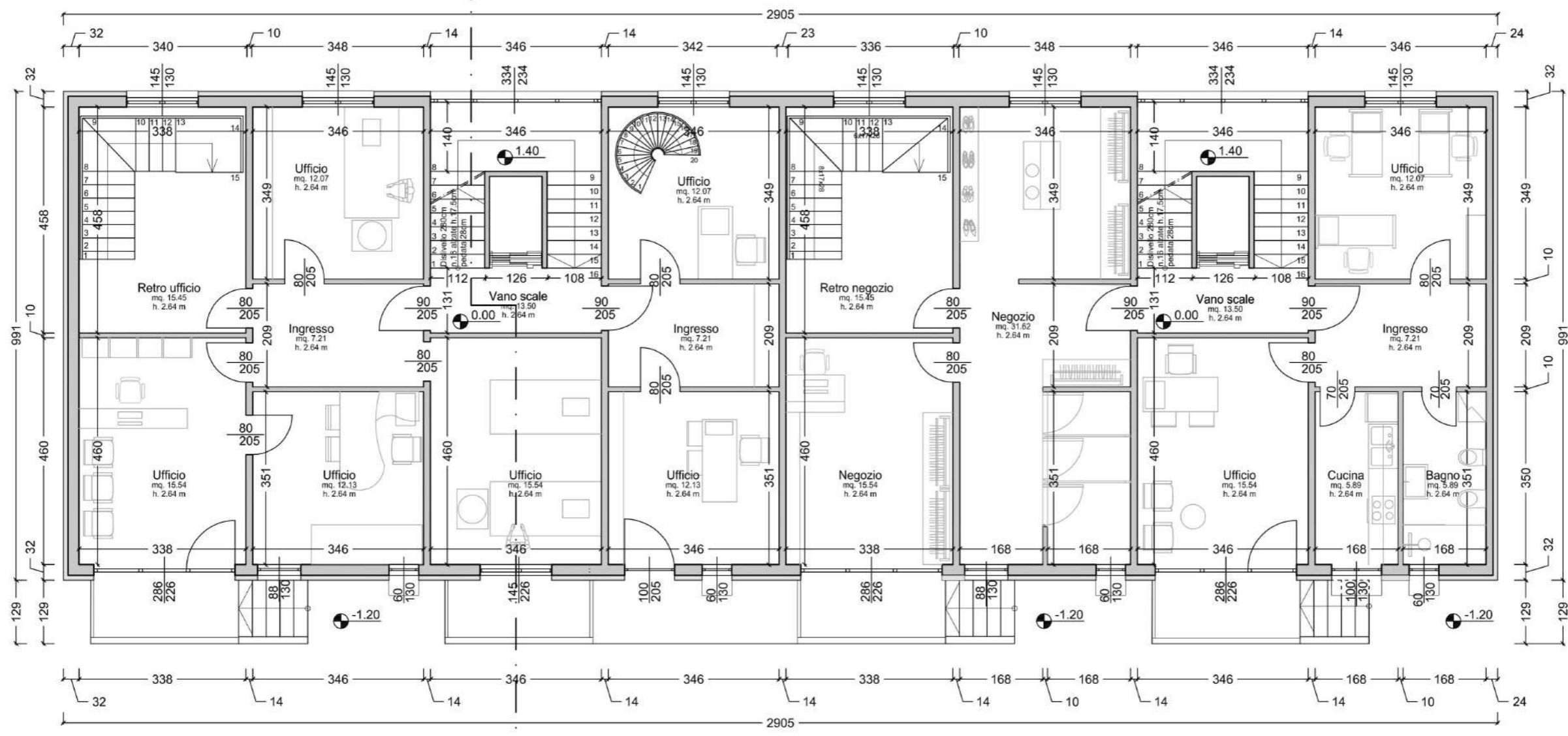
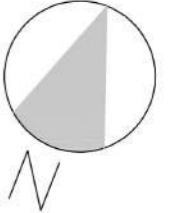




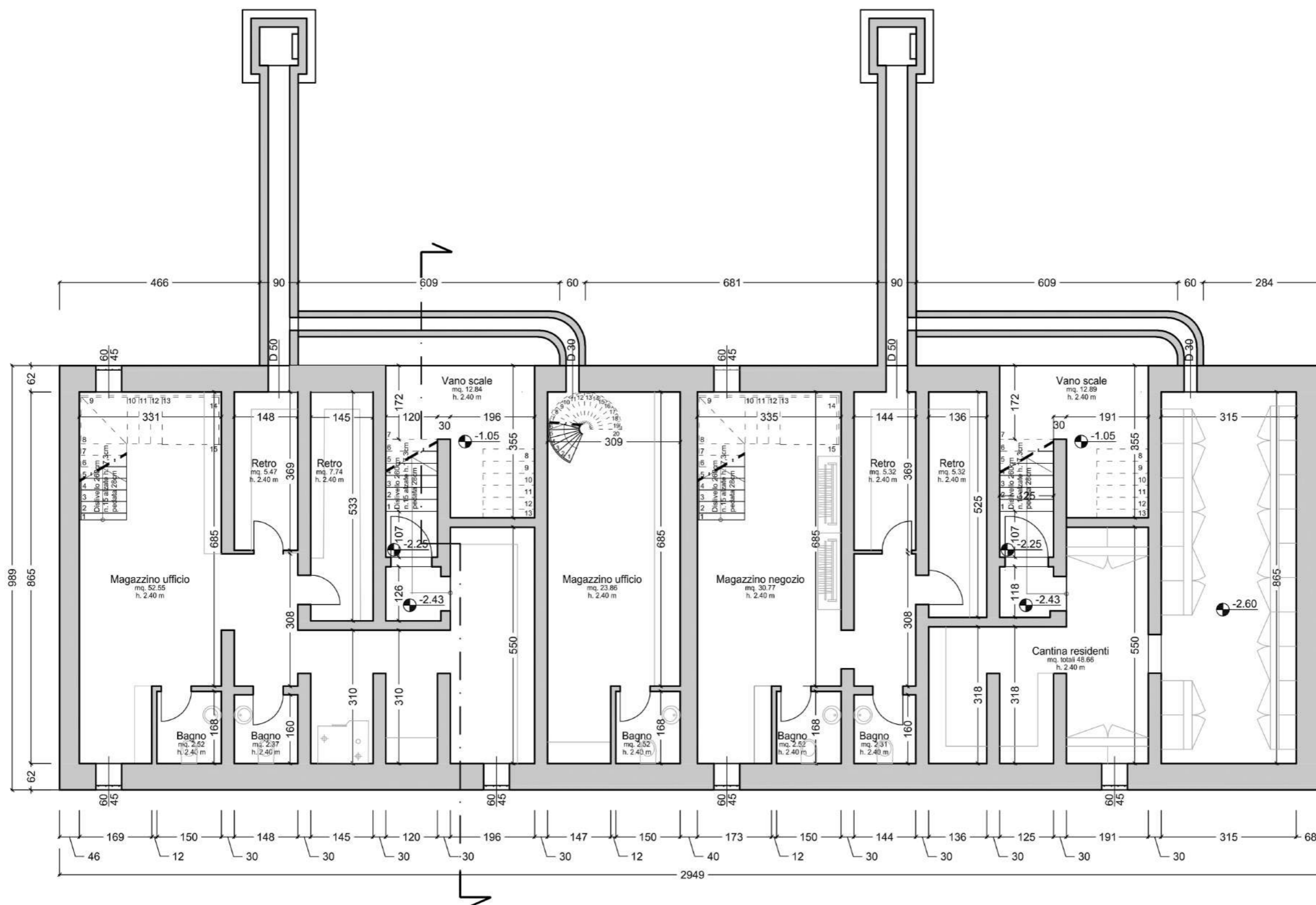
OGGETTO	SCALA	CODICE
SCENARIO 2 STATO DI FATTO PIANTA PIANO TIPO DI DUE MODULI	1:100	P.TIPO



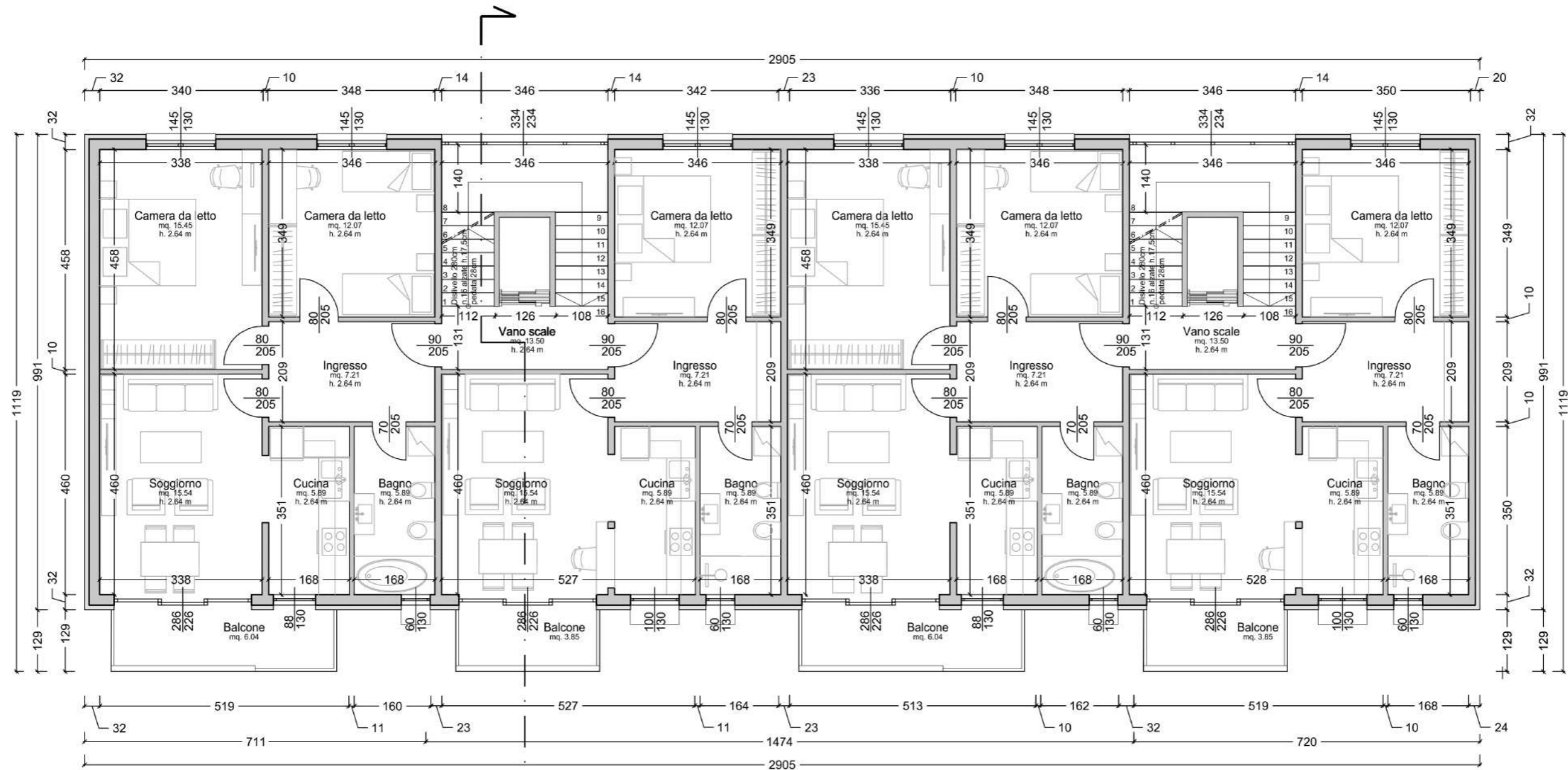
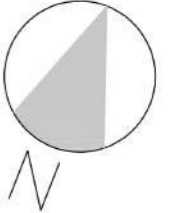
OGGETTO SCENARIO 2_STATO DI FATTO PIANTA PIANO SEMINTERRATO DI DUE MODULI A SERVIZIO DEGLI ALLOGGI	SCALA 1:100	CODICE P.SEMINTERRATO
---	----------------	--------------------------



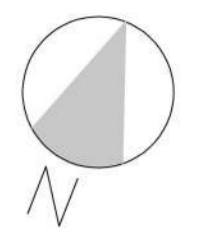
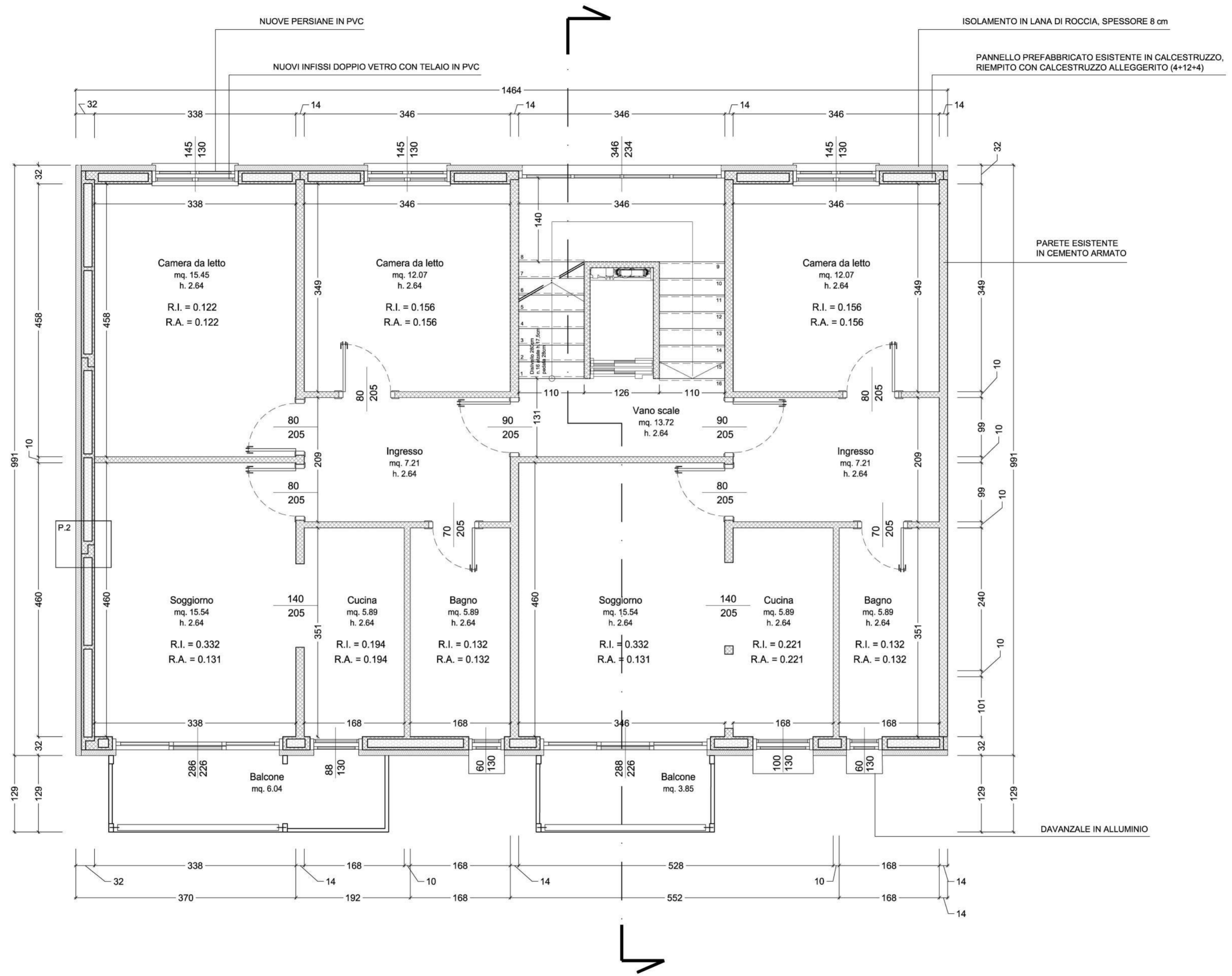
OGGETTO	SCALA	CODICE
SCENARIO 2_STATO DI PROGETTO PIANTA PIANO TERRA DI DUE MODULI	1:100	P.TERRA

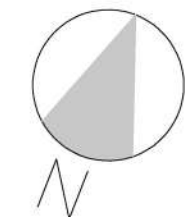
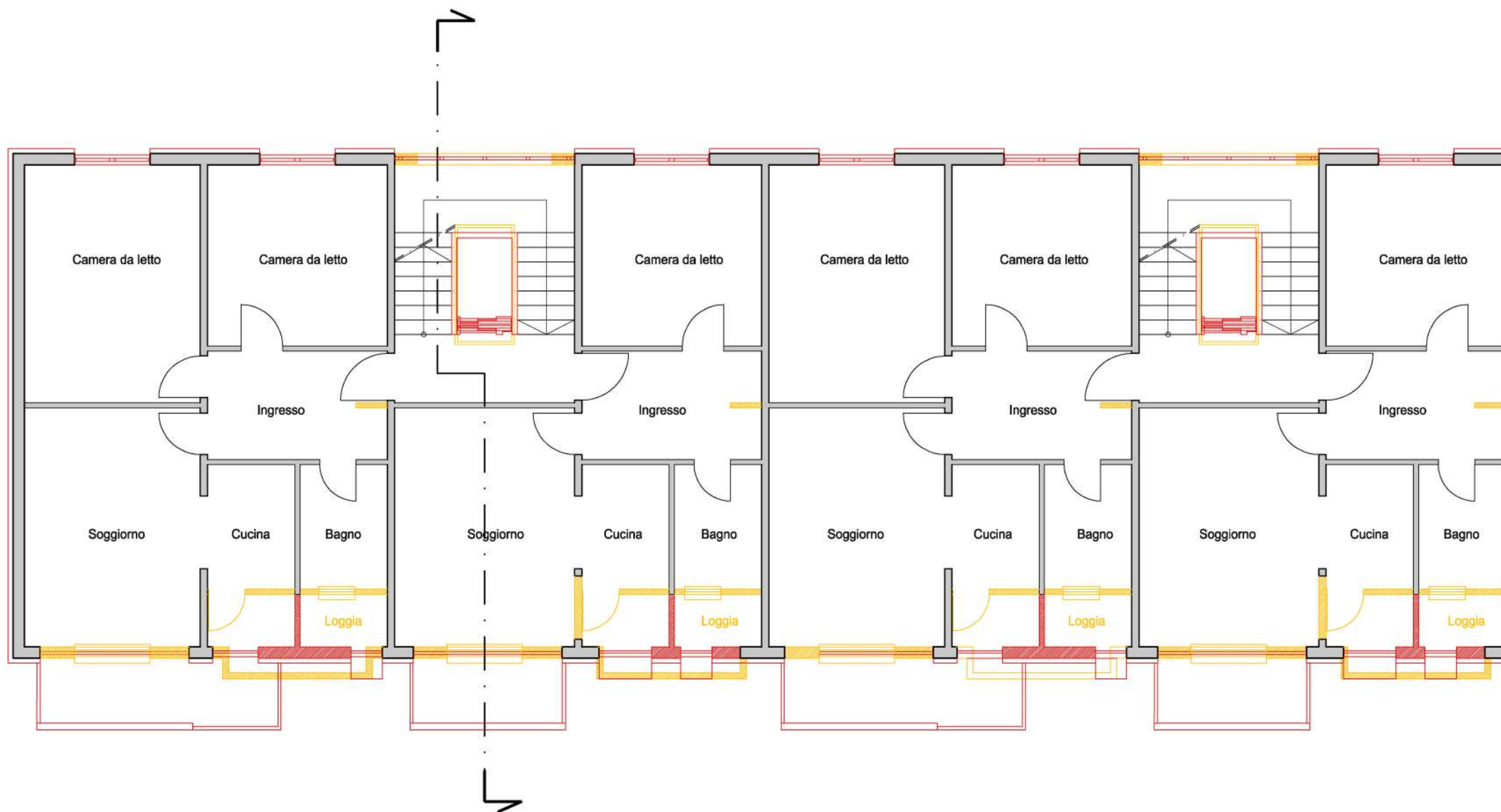


OGGETTO SCENARIO 2_ STATO DI PROGETTO PIANTA PIANO SEMINTERRATO DI DUE MODULI A SERVIZIO DELLE ATTIVITA' COMMERCIALI	SCALA 1:100	CODICE P.SEMINTERRATO
---	----------------	--------------------------



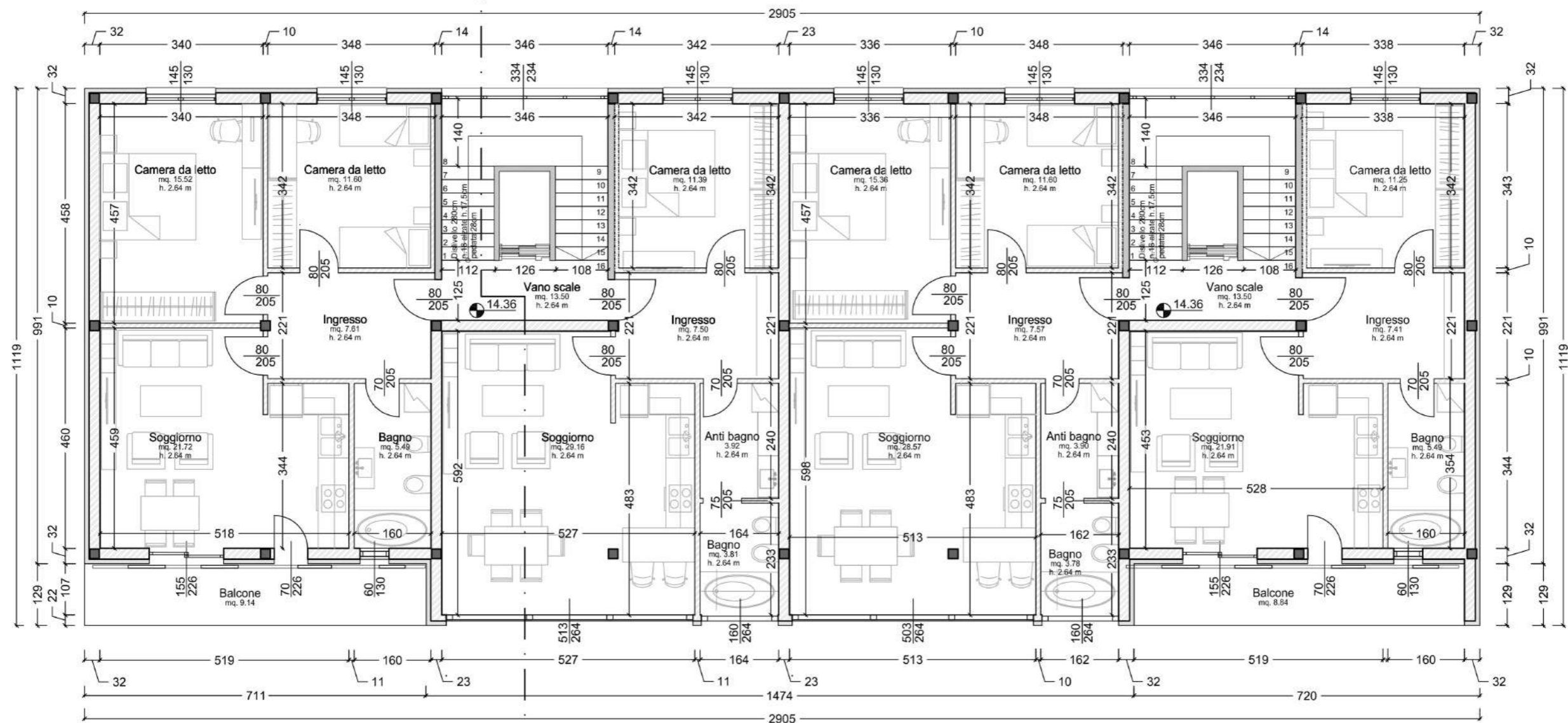
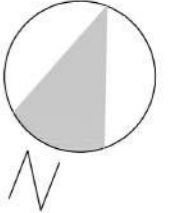
OGGETTO	SCALA	CODICE
SCENARIO 2 STATO DI PROGETTO PIANTA PIANO TIPO DI DUE MODULI	1:100	P.TIPO



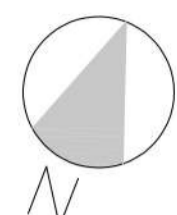
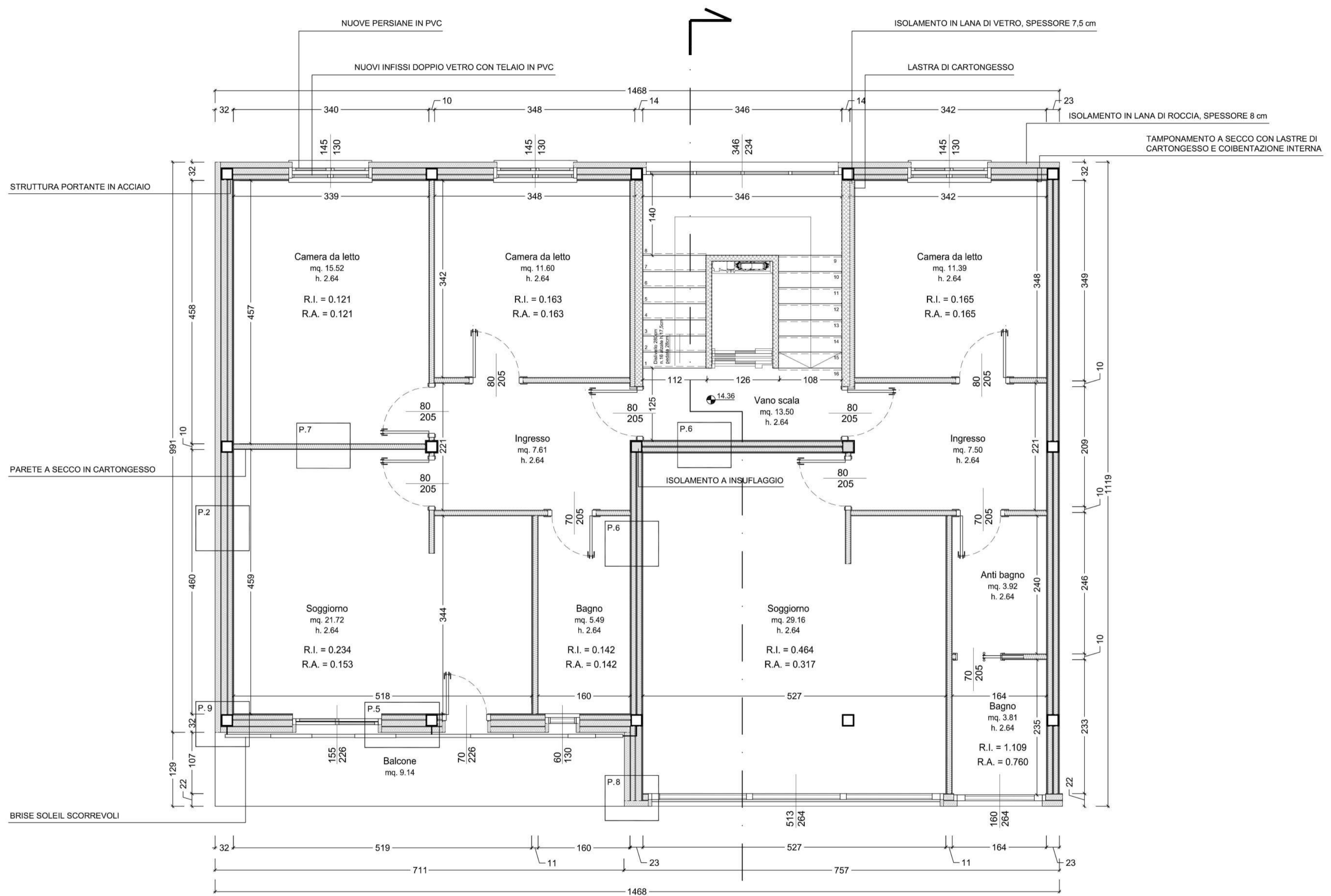


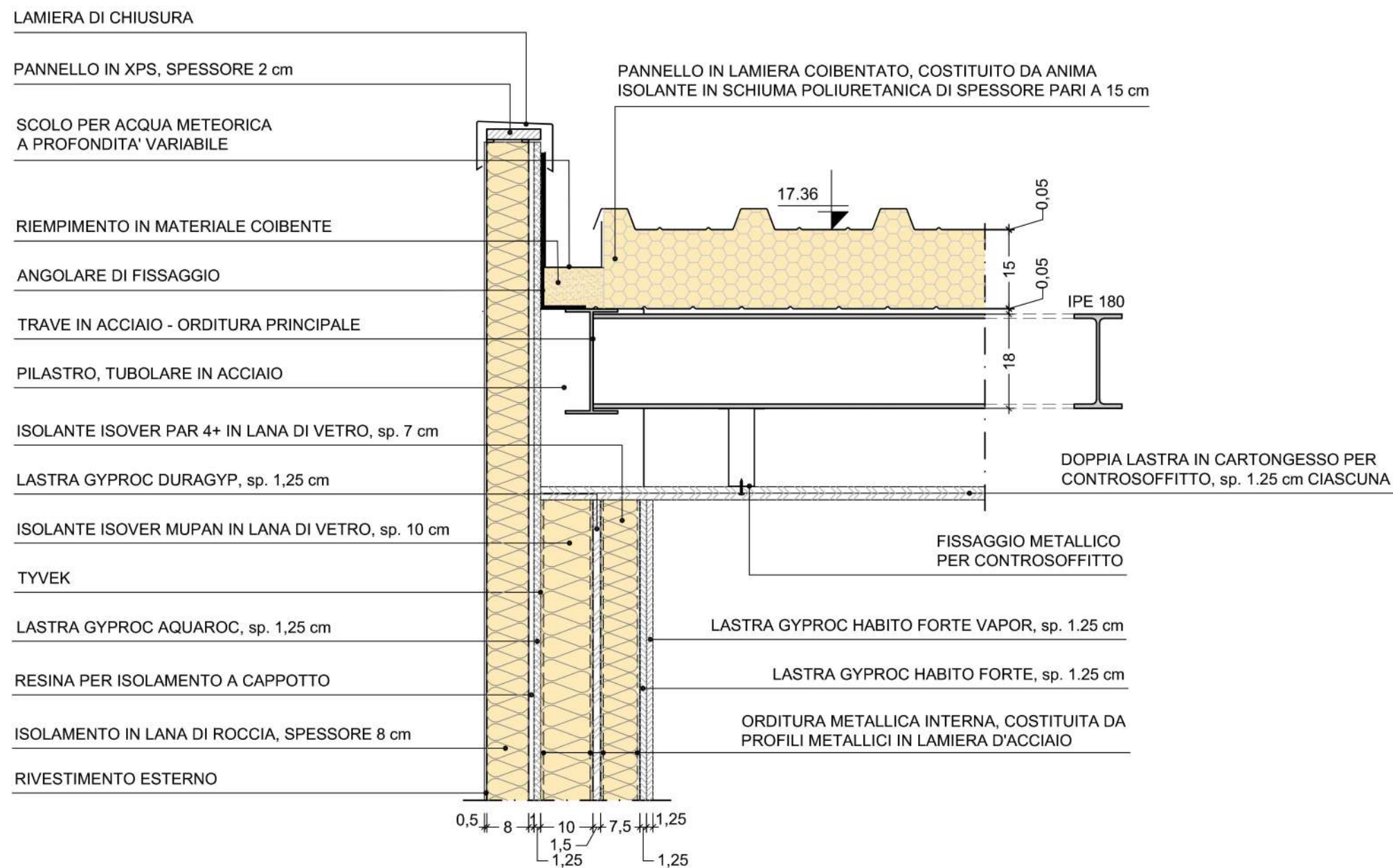
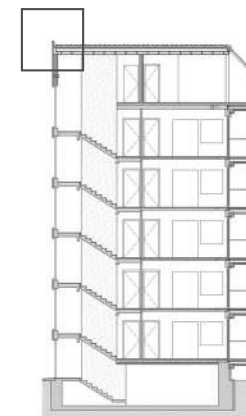
- OPERE DI NUOVA COSTRUZIONE
- OPERE DI DEMOLIZIONE

OGGETTO SCENARIO 2_ STATO DI RAFFRONTO PIANTA PIANO TIPO DI DUE MODULI	SCALA 1:100	CODICE P.TIPO
--	----------------	------------------



OGGETTO	SCALA	CODICE
SCENARIO 2_STATO DI PROGETTO PIANTA PIANO SOPRAELEVATO DI DUE MODULI	1:100	P.SOPRAELEVATO





OGGETTO	SCALA	CODICE
SCENARIO 2 - STATO DI PROGETTO ATTACCO PARETE - SOLAIO DI COPERTURA	1:10	P.1



PAVIMENTAZIONE INCOLLATA

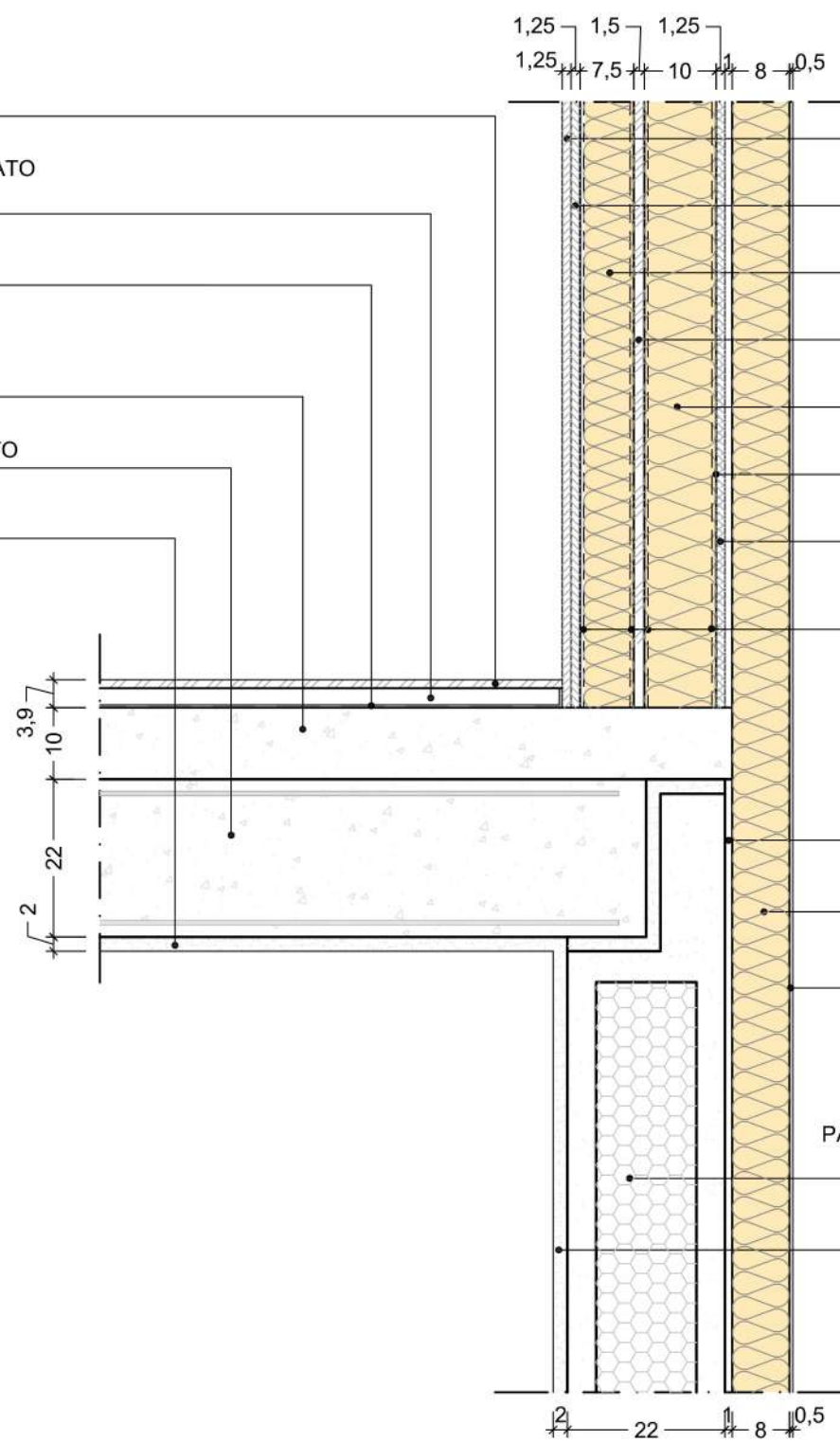
PANNELLO MULTISTRATO MARINO AVVITATO
AI MORALI INFERIORI, SPESSORE 19 mm

ISOLAMENTO ACUSTICO

RIEMPIMENTO A SECCO (TIPO LECA)
IMPIANTISTICO CON MORALI LIGNEI

SOLETTA ESISTENTE IN CEMENTO ARMATO

INTONACO



LASTRA GYPROC HABITO FORTE VAPOR, sp. 1.25 cm

LASTRA GYPROC HABITO FORTE, sp. 1.25 cm

ISOLANTE ISOVER PAR 4+ IN LANA DI VETRO, sp. 7 cm

LASTRA GYPROC DURAGYP, sp. 1,25 cm

ISOLANTE ISOVER MUPAN IN LANA DI VETRO, sp. 10 cm

TYVEK

LASTRA GYPROC AQUAROC, sp. 1,25 cm

ORDITURA METALLICA INTERNA, COSTITUITA DA
PROFILI METALLICI IN LAMIERA D'ACCIAIO

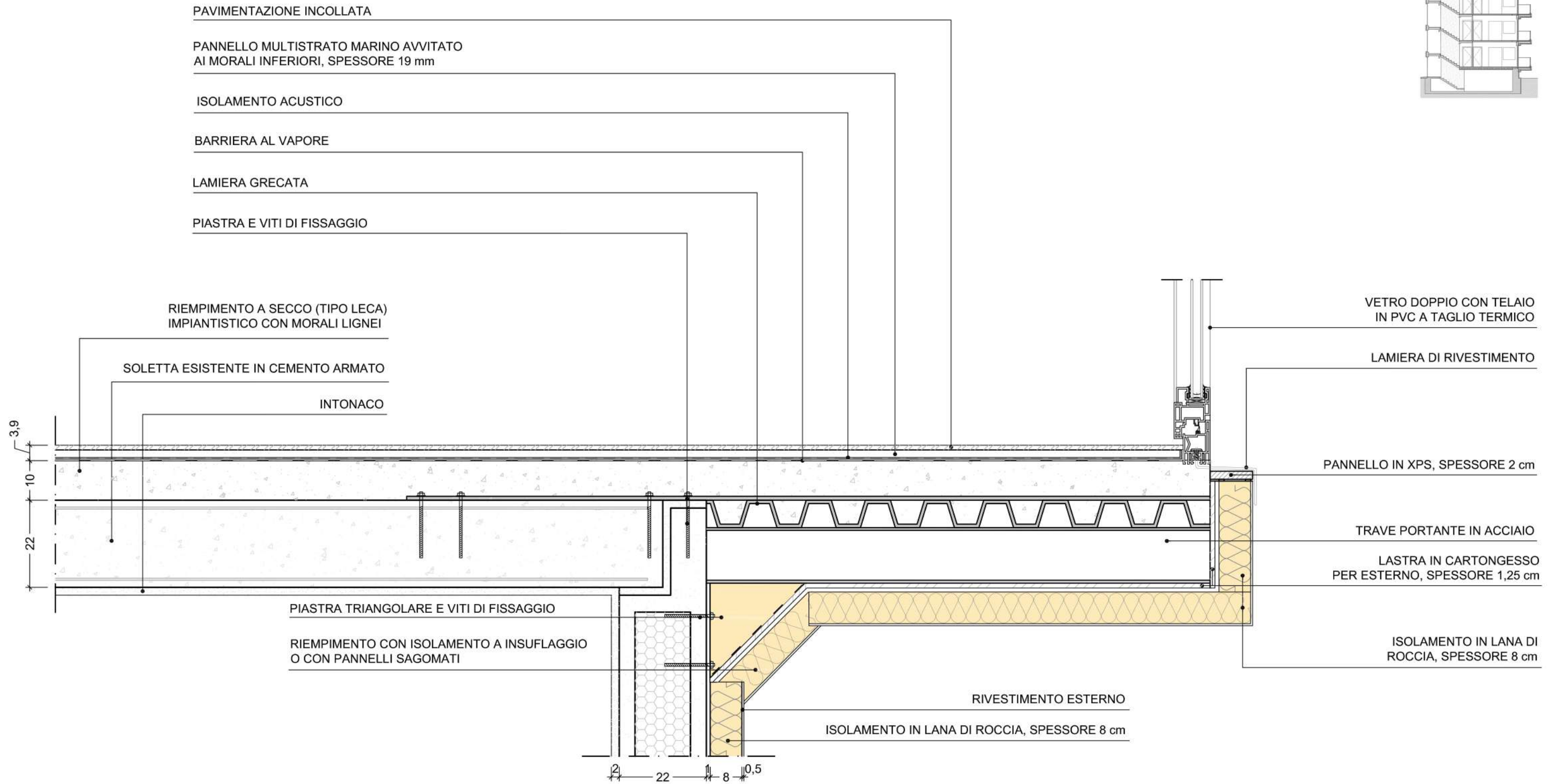
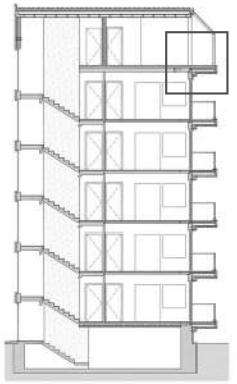
RESINA PER ISOLAMENTO A CAPPOTTO

ISOLAMENTO IN LANA DI ROCCIA, SPESSORE 8 cm

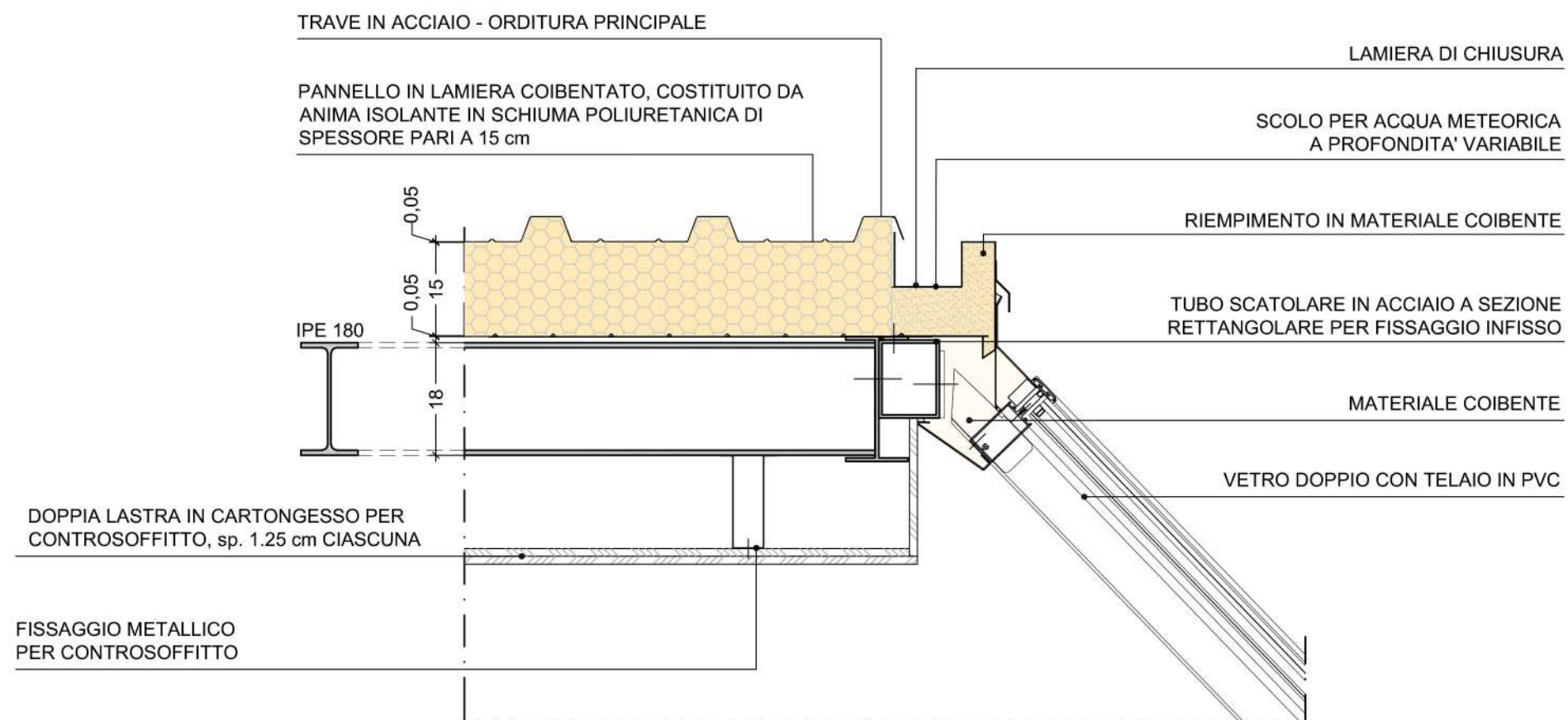
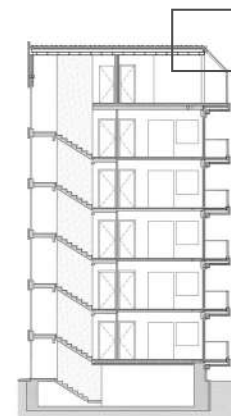
RIVESTIMENTO ESTERNO

PANNELLO PREFABBRICATO ESISTENTE IN CALCESTRUZZO,
RIEMPITO CON CALCESTRUZZO ALLEGGERITO (4+12+4)

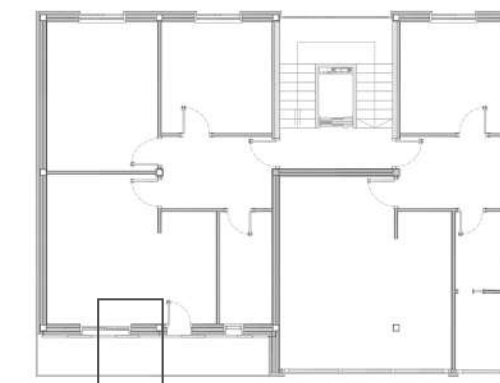
INTONACO



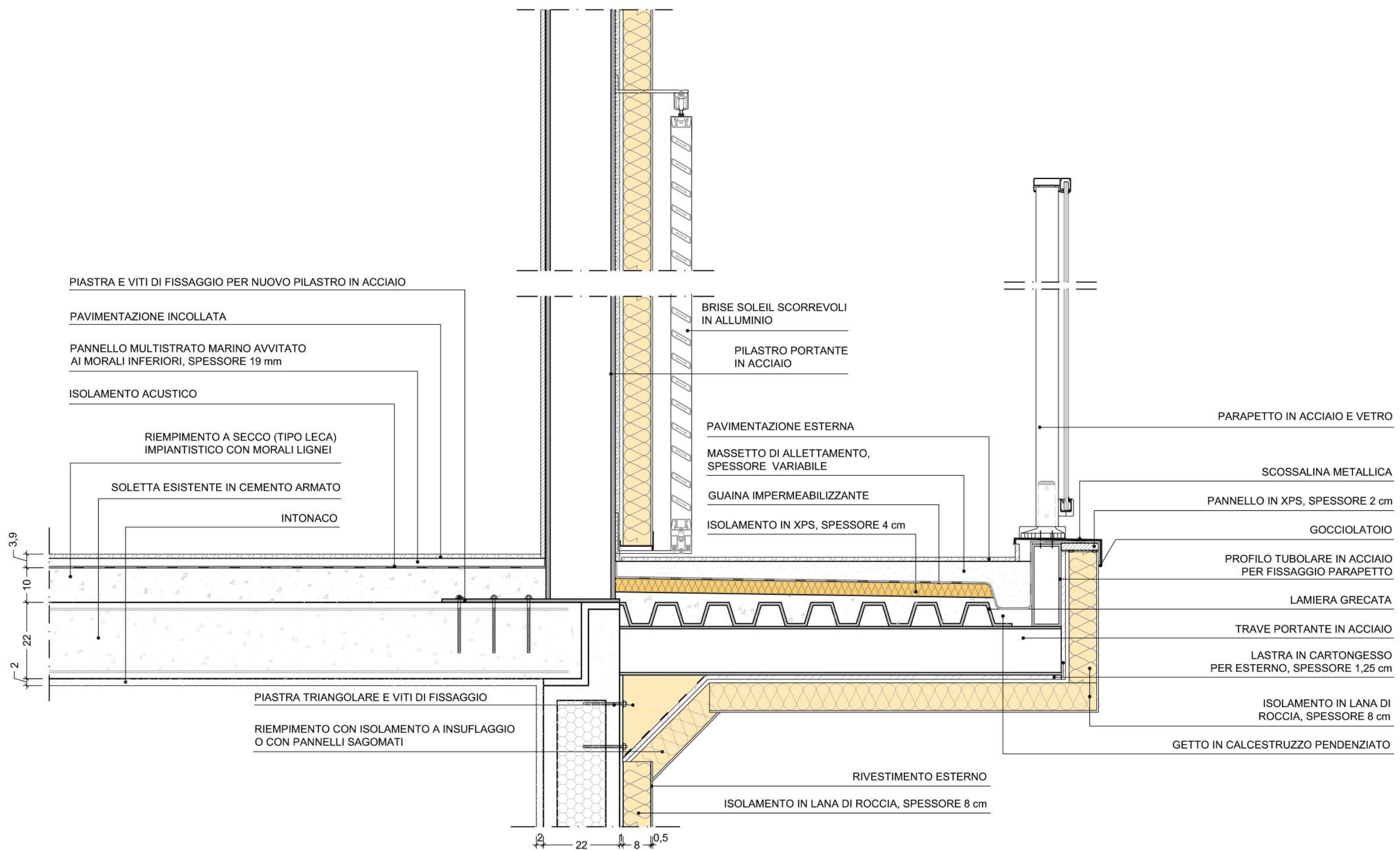
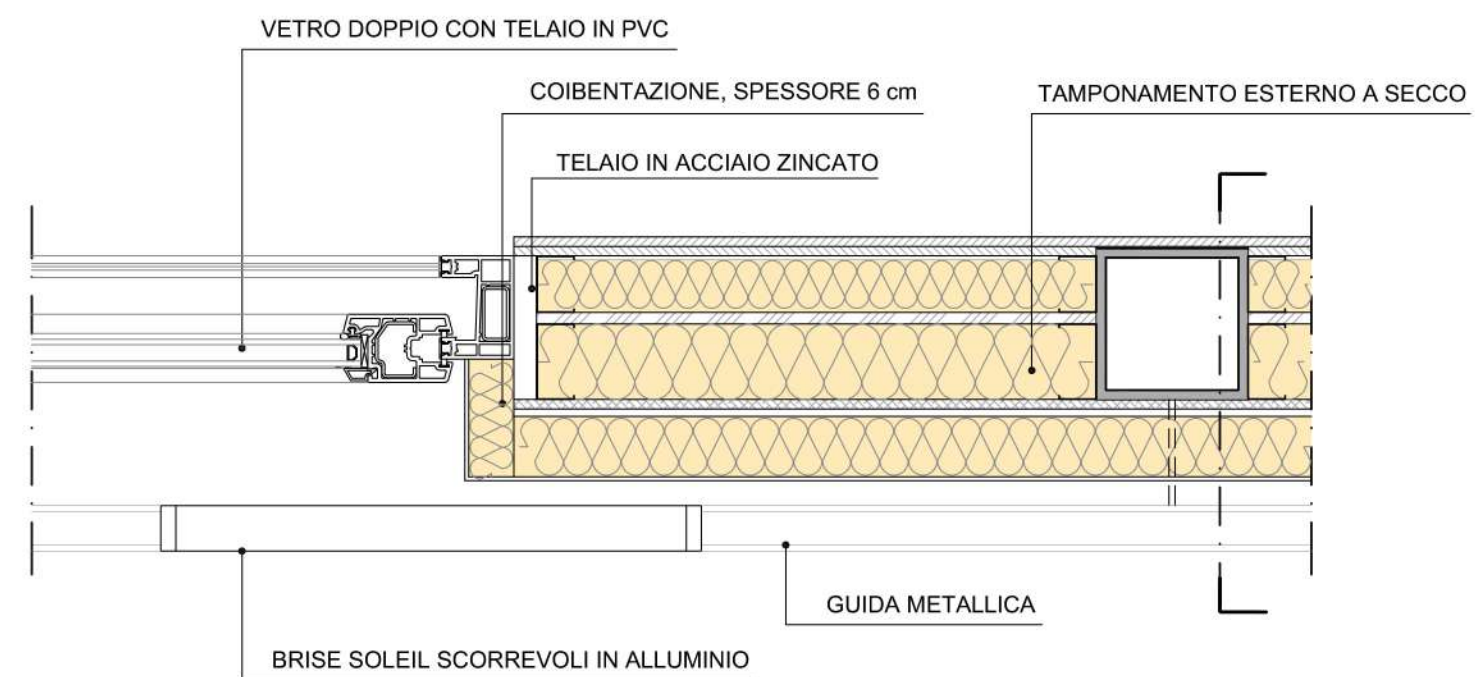
<p>OGGETTO SCENARIO 2 - STATO DI PROGETTO ATTACCO PARETE - SOLAIO A SBALZO IN ACCIAIO</p>	<p>SCALA 1:10</p>	<p>CODICE P.3</p>
---	--------------------------------	--------------------------------



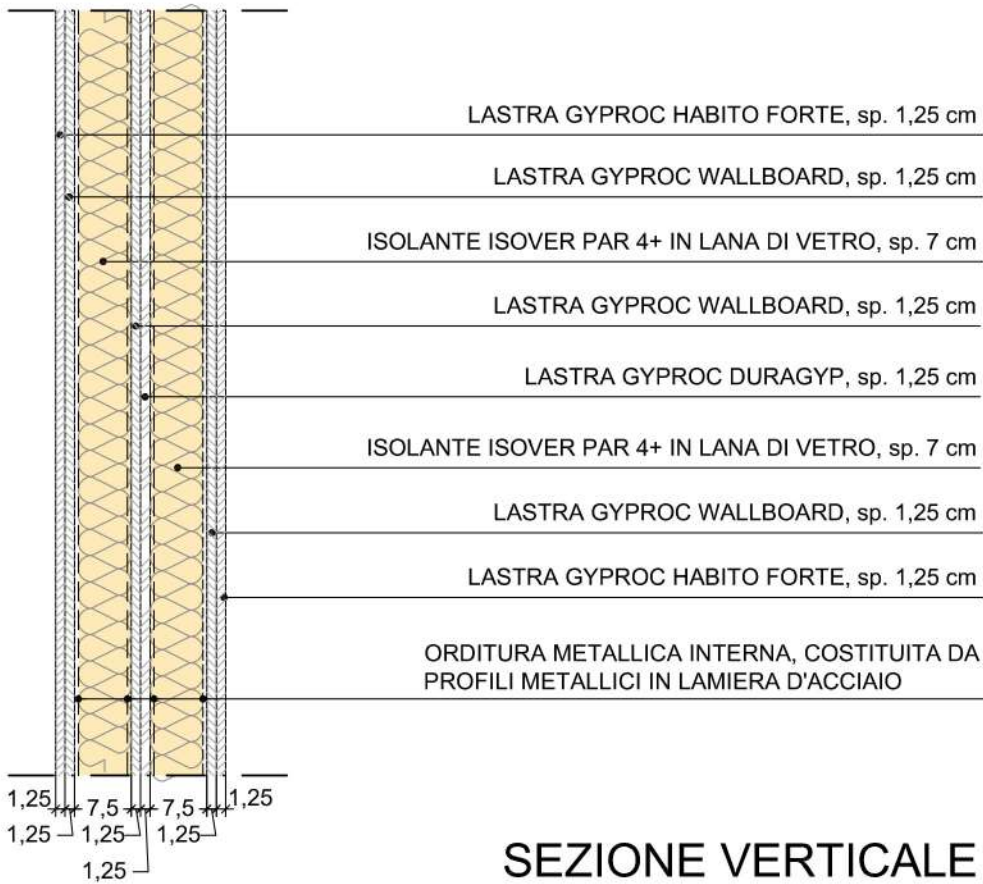
<p>OGGETTO SCENARIO 2 - STATO DI PROGETTO ATTACCO LOGGIA - COPERTURA</p>	<p>SCALA 1:10</p>	<p>CODICE P.4</p>
--	--------------------------------	--------------------------------



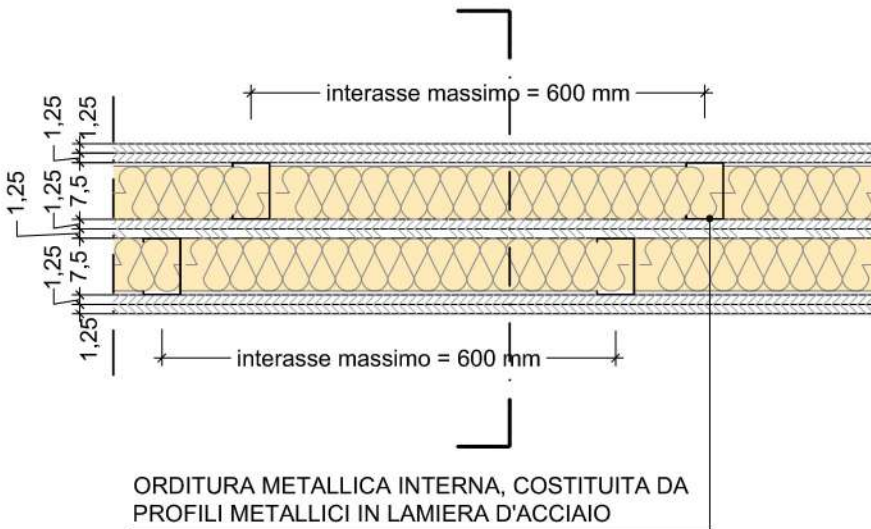
SEZIONE ORIZZONTALE



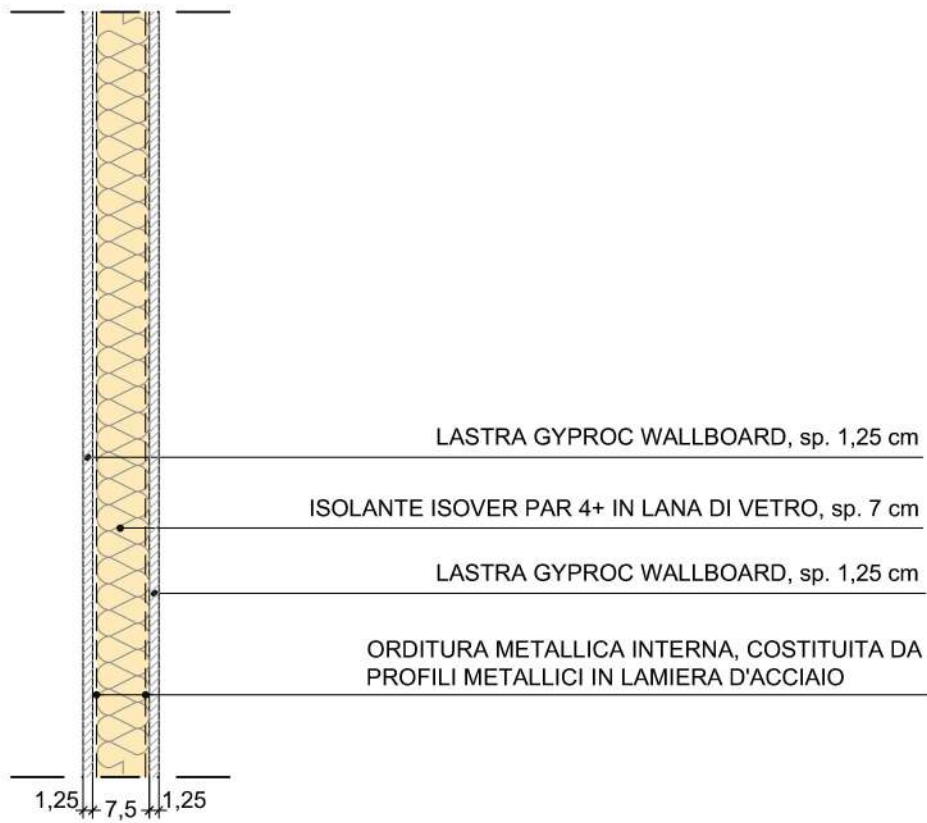
SEZIONE VERTICALE



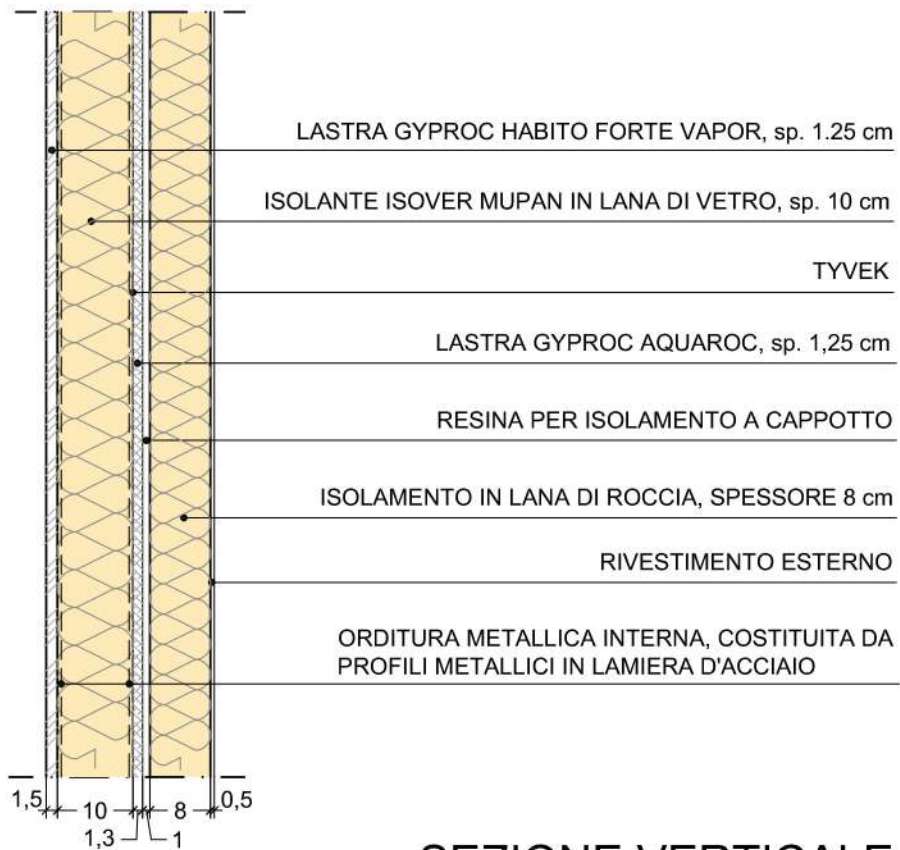
SEZIONE VERTICALE



SEZIONE ORIZZONTALE



SEZIONE VERTICALE



SEZIONE VERTICALE

OGGETTO

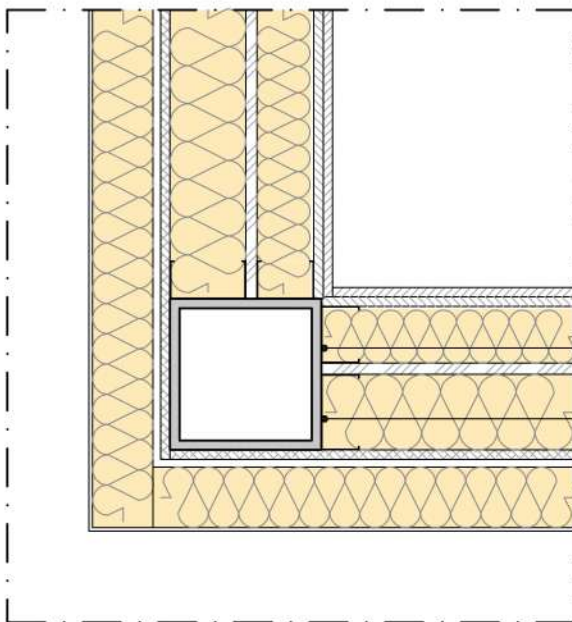
SCENARIO 2 - STATO DI PROGETTO
 PARETE ESTERNA A SUD LOCALI A SBALZO

SCALA

1:10

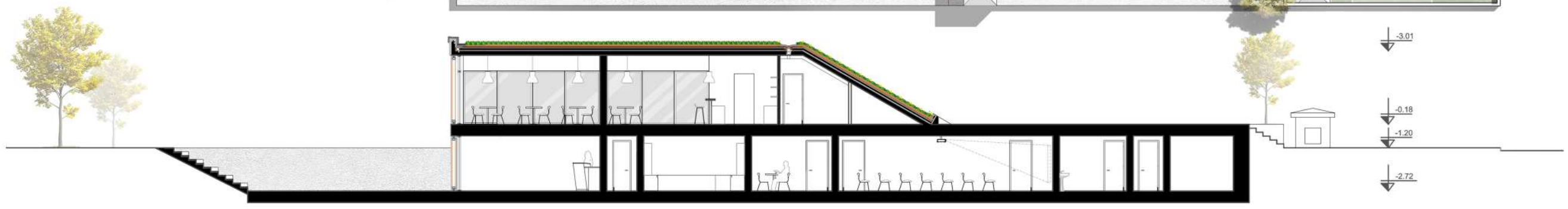
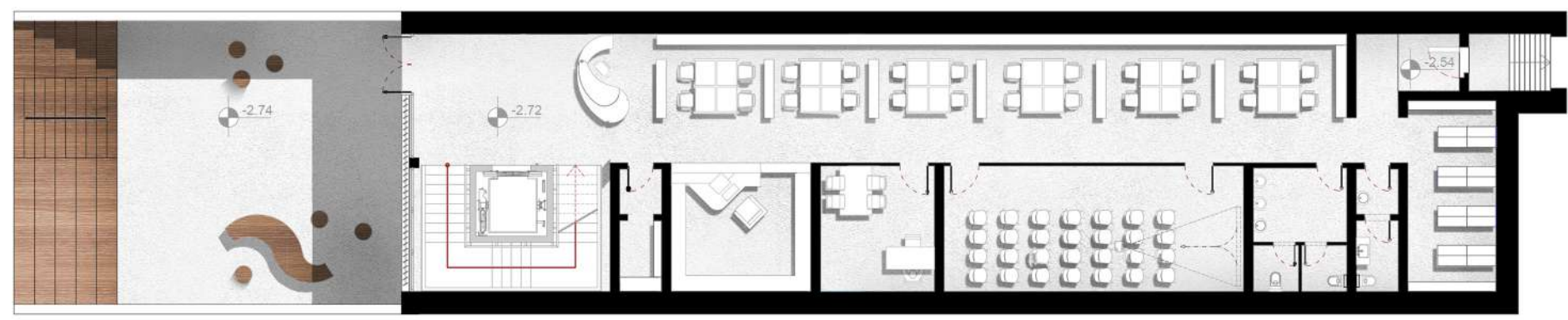
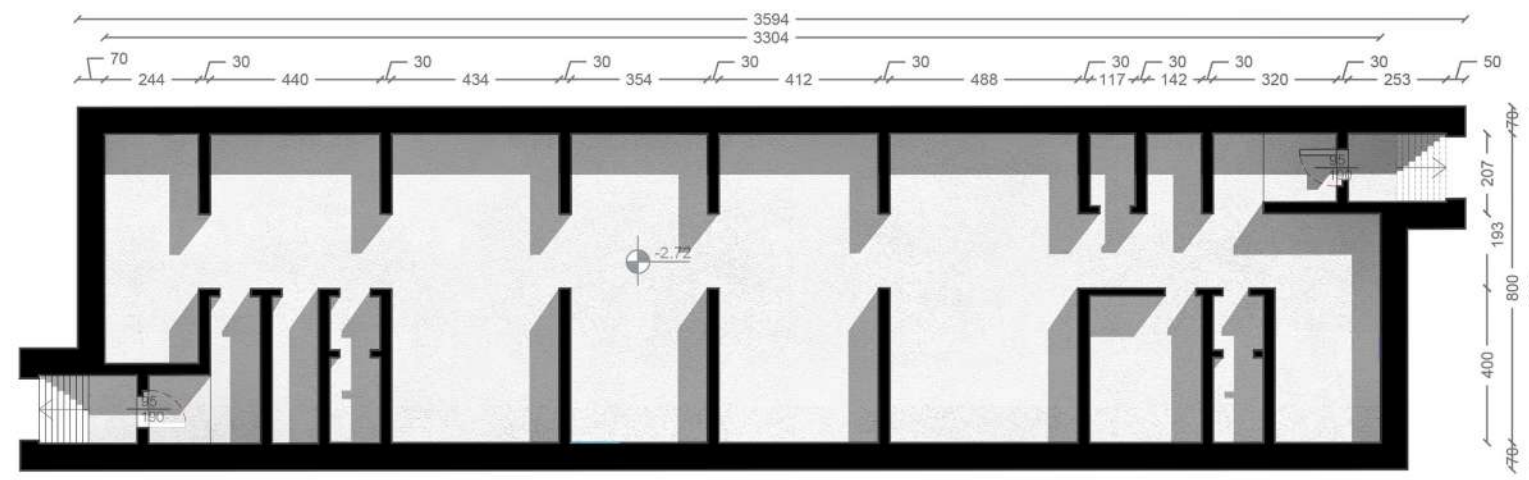
CODICE

P.8



ORDITURA METALLICA INTERNA, COSTITUITA DA PROFILI METALLICI IN LAMIERA D'ACCIAIO

SEZIONE ORIZZONTALE



<p>OGGETTO SCENARIO 3_ STATO DI FATTO-STATO DI PROGETTO BUNKER DI SOCCORSO</p>	<p>SCALA 1:200</p>	<p>CODICE</p>
--	---------------------------------	---------------

APPENDICE D

Caso studio nel quartiere Ali Demi

CASO STUDIO - Quartiere Ali Demi

Come caso studio è stato preso in considerazione anche un edificio con pannelli prefabbricati in calcestruzzo situato nel complesso residenziale del quartiere Ali Demi, sempre nella città di Tirana. L'edificio di cinque piani fuori terra è composto da tre vani scala che servono due appartamenti per piano, (un modulo "1" e due moduli "2a") per un totale di 30 unità residenziali. Di seguito si presenta brevemente l'idea di progetto per la riqualificazione energetica e funzionale sviluppata nella tesi di laurea di Bruno Tataveshi con la supervisione dell'autore¹.

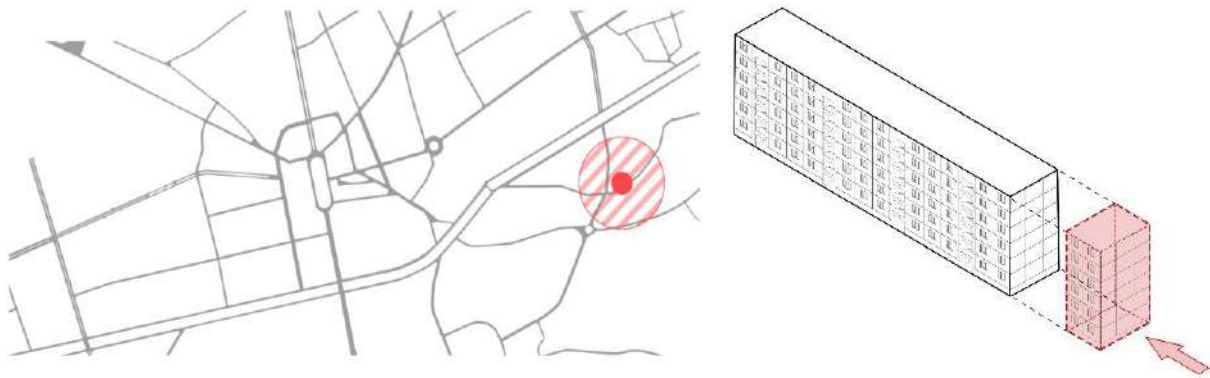


Figura 1. (a) Quartiere Ali Demi nella città di Tirana, (b) estensione laterale

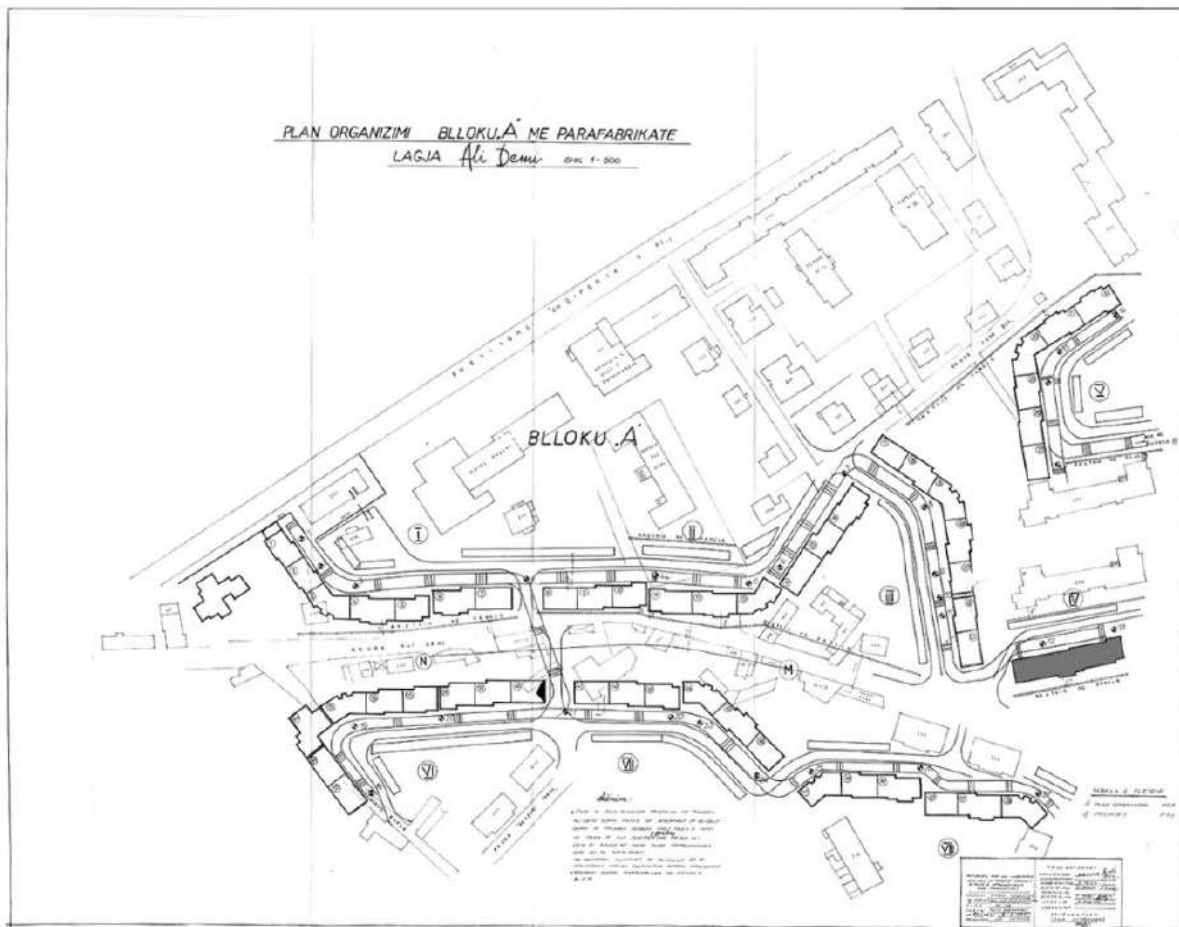


Figura 2. Studio urbano del complesso Ali Demi, I.S.P. n. 11984 [AQTN]

¹ TATAVESHİ, B., relatore ABAZAJ. A., 2017. *Riqualificazione di un edificio prefabbricato nel quartiere Ali Demi*. Relazione finale, Albanian University, Facoltà delle Scienze Applicate, Dipartimento di Architettura.



Figura 3. (a) Zona di studio, (b) edificio proposto per il progetto di riqualificazione

Gli interventi proposti sono simili agli interventi proposti nello scenario 2. In questo caso, considerando il contesto urbano e gli spazi liberi, è stato proposto l'ampliamento laterale dell'edificio in tutta altezza. Il volume aggiunto consiste in un vano scala con un appartamento bilocale a piano.

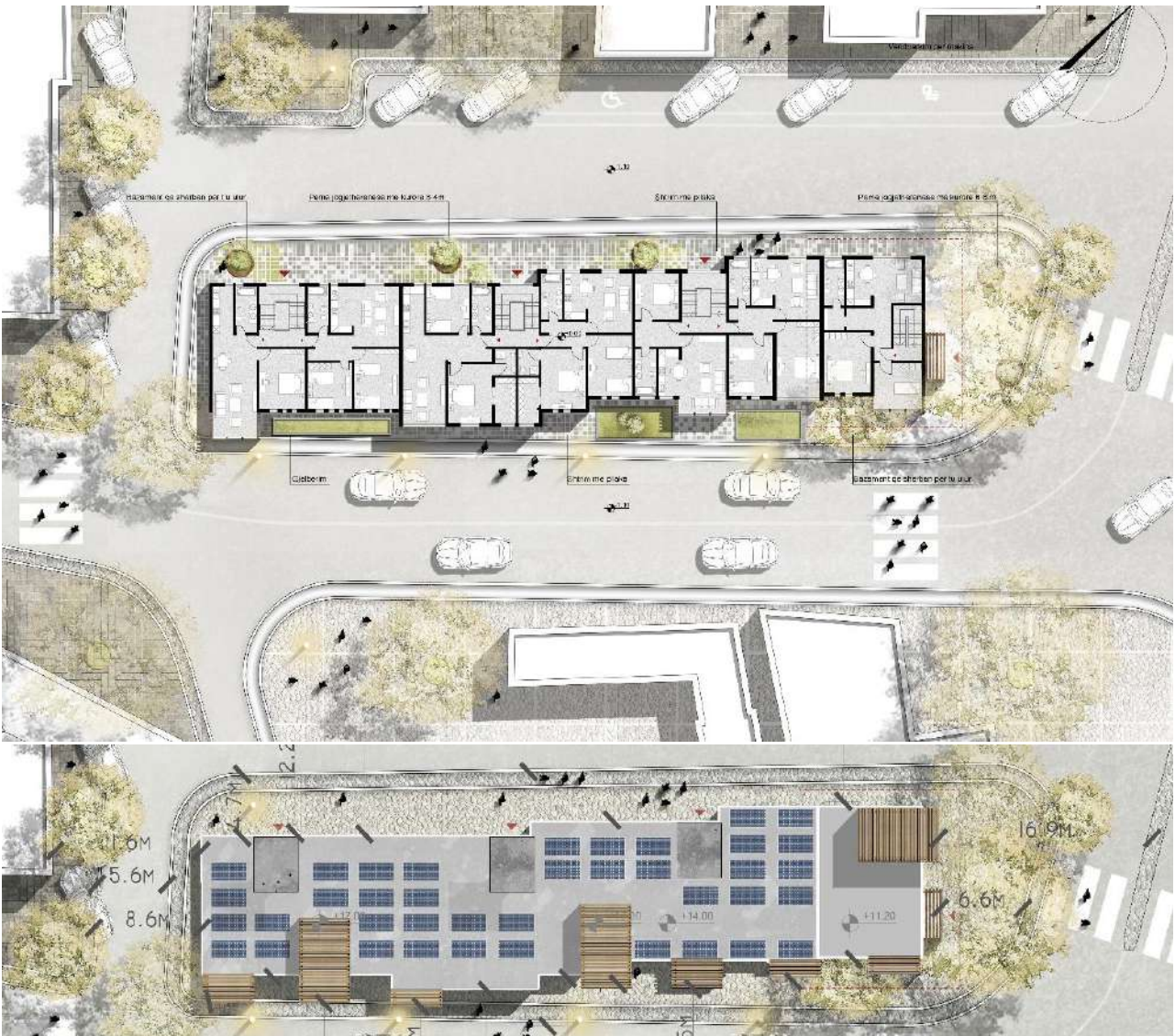


Figura 4. Planimetria generale e planivolumetrico dell'edificio di progetto



Figura 5. Prospetto e viste della proposta progettuale nel Quartiere Ali Demi

APPENDICE E

Codici di progettazione, normative e
standard per la progettazione delle strutture
per la sopraelevazione

CODICI DI PROGETTAZIONE, NORMATIVE E STANDARD PER LA PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE

La progettazione delle strutture si basa sulle raccomandazioni e sui requisiti degli Eurocodici, ma senza trascurare il KTP ancora in vigore in Albania. Più nel dettaglio, si basa sui seguenti riferimenti:

- Requisiti Tecnici di Progettazione KTP-1978
- Libro I, KTP - 1, 2, 3, 4, 5 - 1978
 - Criteri di progettazione per le opere dell'industria meccanica, l'arricchimento dei minerali, i magazzini e le stalle
 - Condizioni tecniche di progettazione per la costruzione in aree sismiche
 - Classificazione dei lavori economici e sociali
 - Categorizzazione e classificazione di opere idro-tecniche
 - Classificazione dei terreni non rocciosi che servono da fondamenta per i lavori di ingegneria
- Libro II, KTP - 6, 7, 8, 9 - 1978
 - Determinazione dei carichi su strutture socio-economiche
 - Determinazione dei carichi del vento
 - Determinazione dei carichi della neve
 - Calcolo dei muri e delle fondamenta
- Libro III, KTP - 10 - 1978
 - Criteri di progettazione. Calcolo delle costruzioni in acciaio
- Requisiti tecnici di progettazione KTP-1989
Condizioni tecniche di progettazione per le costruzioni antisismiche KTP-N.2-89
- **Eurocodici**
 - EN 1990 - Eurocodice 0 - Criteri Generali di progettazione strutturale
 - EN 1991 - Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture
 - EN 1993 - Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio
 - EN 1998 - Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

Normative e standard

Di seguito sono riportati gli standard e le normative, complementari ai codici di progettazione sopra elencati (Filaj 2017), che sono state prese in considerazione per la progettazione della sopraelevazione riportata nel capitolo 7.

ISO 1000 - Unità di misura SI e raccomandazioni per l'uso dei loro multipli e di alcune altre unità

ISO 8930: 1987 - Principi generali sull'affidabilità delle strutture - Lista di termini equivalenti

EN 206-1 - Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità

EN 10080 - Acciaio d'armatura per calcestruzzo

EN ISO 17760 - Saldatura dell'acciaio di rinforzo

EN 13670 - Esecuzione di strutture di calcestruzzo

APPENDICE F

Caratteristiche delle stratificazioni e tabelle dei calcoli della valutazione delle prestazioni energetiche dell'edificio prima e dopo l'intervento in tre diverse zone climatiche

RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'EDIFICIO PRIMA E DOPO L'INTERVENTO PER TRE DIVERSE ZONE CLIMATICHE

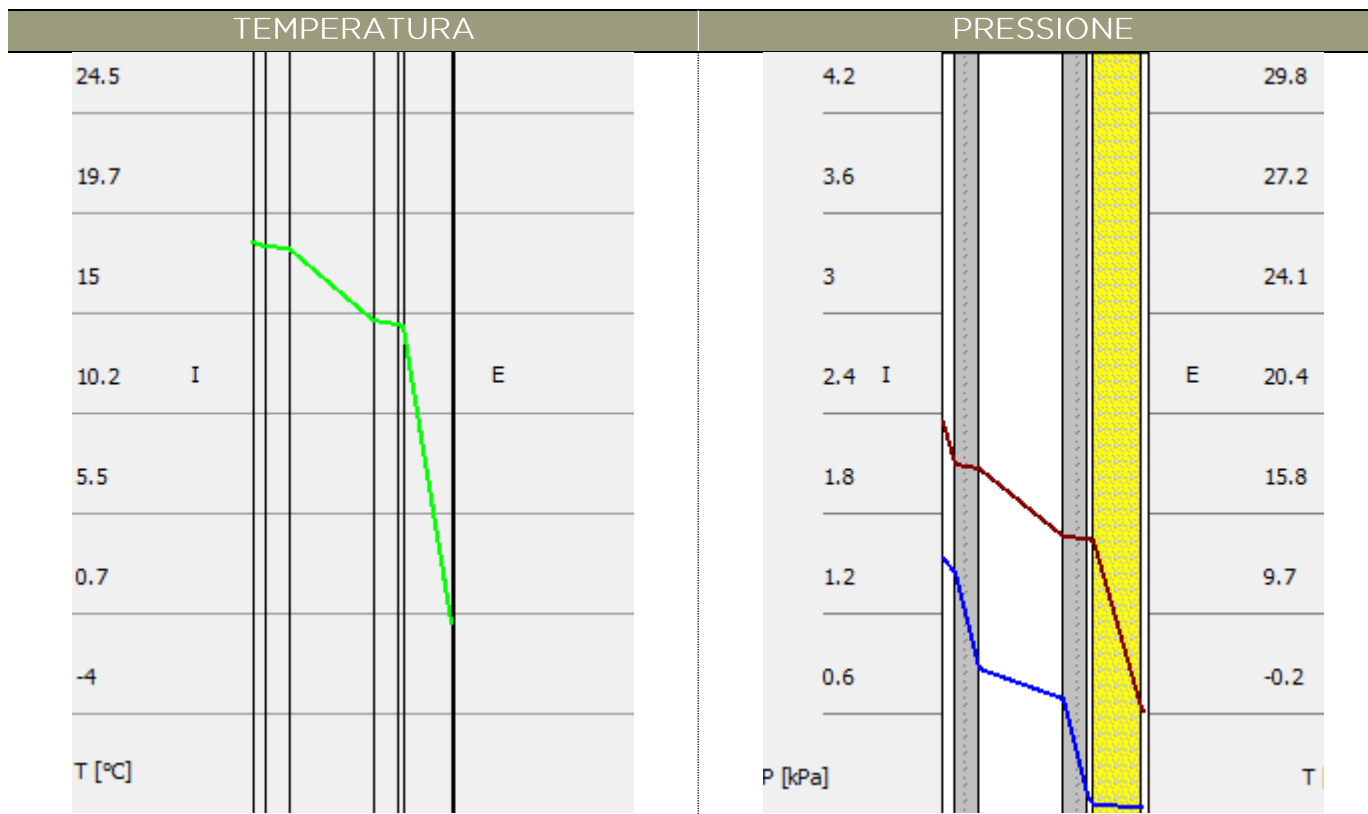
Si riportano di seguito i principali risultati delle simulazioni eseguite con le soluzioni all'involucro preceduti dalle stratigrafie di pareti e solai della sola Soluzione A mostrate come esempio valido anche per tutte le altre stratigrafie.

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA DELLE STRUTTURE
(UNI EN ISO 6946:2008)

GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
Massa volumica dello strato. Densità.	D	[kg/m ³]
Spessore	s	[cm]
Conduttività indicativa di riferimento	λ	[W/(m·K)]
Conduttività utile di calcolo	λ_m	[W/(m·K)]
Maggiorazione percentuale	m	[%]
Resistenza termica unitaria interna (inverso della conduttanza)	r	[(m ² ·K)/W]
Differenza di temperatura tra le superfici che delimitano lo strato	dT	[°C]
Temperatura superficiale a valle dello strato	Tf	[°C]
Pressione di saturazione del vapore d' acqua	Ps	[kPa]
Resistenza al passaggio del vapore	μ	-
Resistenza al flusso di vapore dello strato	Rv	[m ² sPa/kg]
Differenza di pressione tra le superfici che delimitano lo strato	dP	[kPa]
Pressione parziale del vapore d' acqua	Pv	[kPa]
Massa areica dello strato	Ds	[kg/m ²]
Capacità termica massica del materiale dello strato	CT	[kJ/(kg·K)]
Capacità termica areica dello strato per variazione unitaria della temperatura ambiente	CTs	[kJ/m ²]

STRUTTURA: M.01_PARETE ESTERNA CON CAPPOTTO DA 8 CM



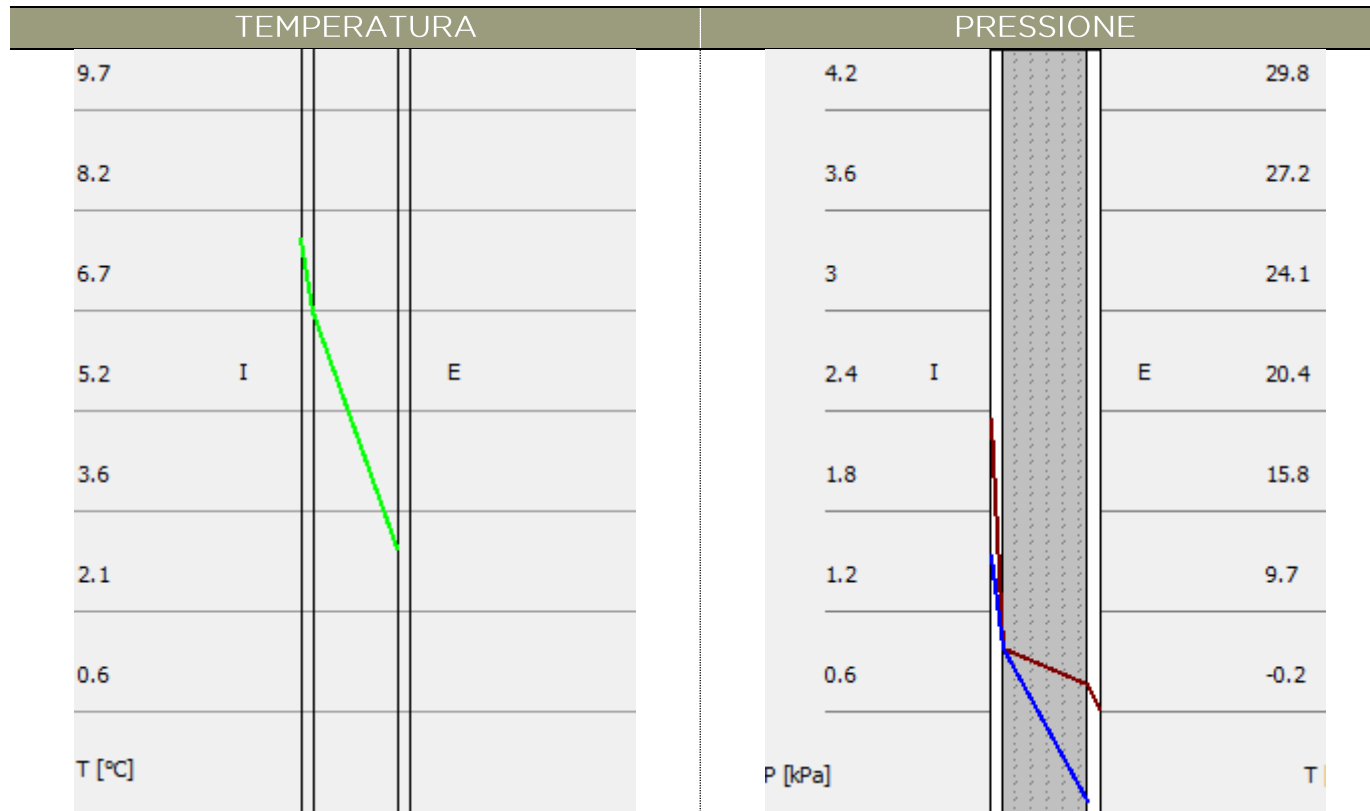
CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA				
Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	0	65		0

STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT (*)	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,34							
Strato liminare interno						0,250	1,7	18,3	2,1							
Malta di calce o calce cemento	1800	2	0,9	0	0,9	0,022	0,2	18,2	2,08	20	2,1	0,08	36,00	1,44	0,91	31,25
Calcestruzzo armato	2400	4	1,91	0	1,91	0,021	0,1	18	2,07	70	14,9	0,58	96,00	0,86	0,88	80,29
Calcestruzzo alleggerito con argilla espansa	800	14	0,275	0	0,275	0,509	3,4	14,6	1,66	6	4,5	0,17	112,00	0,69	1	96,81
Calcestruzzo armato	2400	4	1,91	0	1,91	0,021	0,1	14,4	1,64	70	14,9	0,58	96,00	0,11	0,88	72,72
Adesivo per cappotto	1500	1	0,9	0	0,9	0,011	0,1	14,4	1,64	30	1,6	0,06	15,00	0,05	1	12,88
Lana di roccia KNAUF	100	8	0,039	0	0,039	2,078	14,1	0,3	0,62	1	0,4	0,02	8,00	0,03	1,03	4,18
Rasante	1500	0,5	0,9	0	0,9	0,006	0	0,3	0,61	30	0,8	0,03	7,50		1	3,80
Strato finitura esterno						0,040	0,3	0	0,61							
TOTALI:		33,5				2,958							370,5			301,95
Trasmittanza teorica:				[W/(m ² ·K)]			0,352									
Incremento di sicurezza (50[%]):				[W/(m ² ·K)]			0,529									
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:				[W/(m ² ·K)]			0,529									

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m²·K) /W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE		
La struttura opaca è del tipo	Verticale	
Trasmittanza calcolata della struttura	0,352	[W/(m ² ·K)]
Valore limite della trasmittanza	0,400	[W/(m ² ·K)]

STRUTTURA: M.O2_PARETE INTERNA VERSO VANO SCALA 14CM



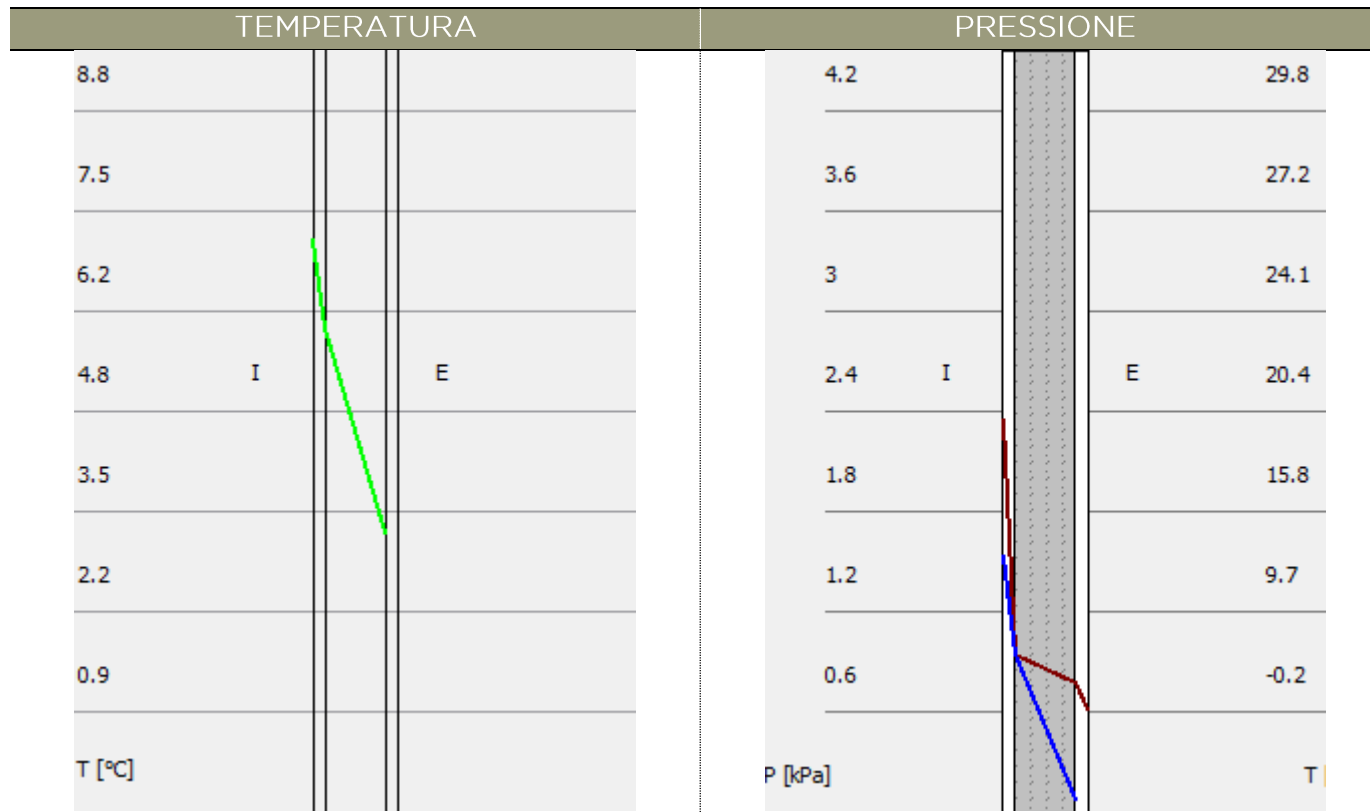
CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA				
Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	0	65		0

STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT (*)	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,34							
Strato liminare interno						0,250	12,3	7,7	1,05							
Malta di calce o calce cemento	1800	2	0,9	0	0,9	0,022	1,1	6,6	0,98	20	2,1	0,06	36,00	0,98	0,91	21,82
Calcestruzzo armato	2400	14	1,91	0	1,91	0,073	3,6	3,1	0,76	70	52,3	1,4	336,00	0,06	0,88	170,40
Malta di calce o calce cemento	1800	2	0,9	0	0,9	0,022	1,1	2	0,61	20	2,1	0,06	36,00		0,91	17,99
Strato di finitura esterno						0,040	2	0	0,61							
TOTALI:		18				0,407							408			210,21
Trasmittanza teorica:				[W/(m ² ·K)]			2,647									
Incremento di sicurezza (0[%]):				[W/(m ² ·K)]			2,647									
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:				[W/(m ² ·K)]			2,647									

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m²·K) /W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE		
La struttura opaca è del tipo	Verticale	
Trasmittanza calcolata della struttura	2,647	[W/(m ² ·K)]
Valore limite della trasmittanza	0,400	[W/(m ² ·K)]

STRUTTURA: M.03_PARETE INTERNA VERSO VANO SCALA 10CM



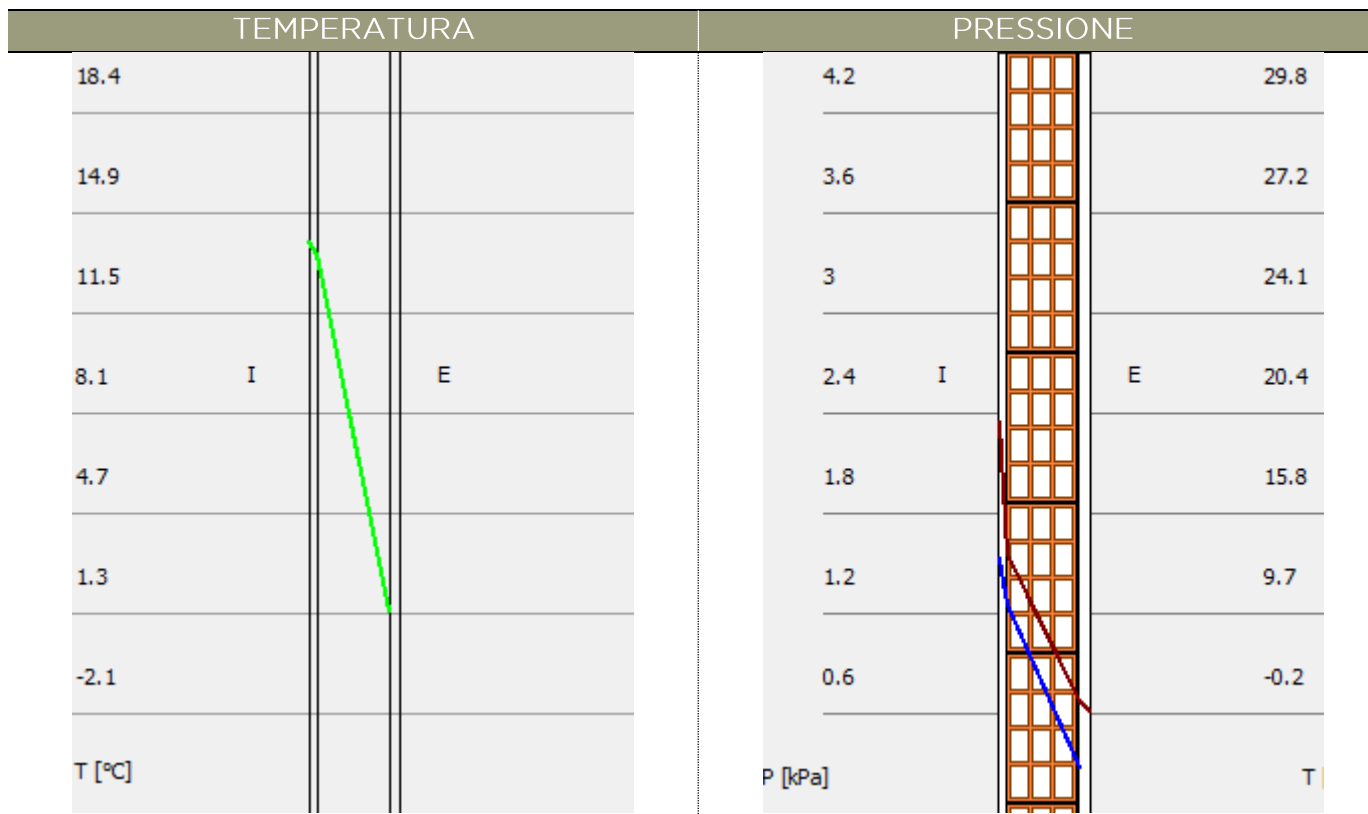
CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA				
Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	0	65		0

STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT (*)	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,34							
Strato liminare interno						0,25 0	12,9	7,1	1,01							
Malta di calce o calce cemento	1800	2	0,9	0	0,9	0,02 2	1,1	5,9	0,93	20	2,1	0,08	36,00	0,93	0,91	21,23
Calcestruzzo armato	2400	10	1,91	0	1,91	0,05 2	2,7	3,2	0,77	70	37,3	1,36	240,0 0	0,08	0,88	122,5 9
Malta di calce o calce cemento	1800	2	0,9	0	0,9	0,02 2	1,1	2,1	0,61	20	2,1	0,08	36,00		0,91	18,07
Strato di finitura esterno						0,04 0	2,1	0	0,61							
TOTALI:		14				0,3 86							312			161,8 9
Trasmittanza teorica:				[W/(m ² ·K)]			2,803									
Incremento di sicurezza (0[%]):				[W/(m ² ·K)]			2,803									
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:				[W/(m ² ·K)]			2,803									

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m²·K) /W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE		
La struttura opaca è del tipo	Verticale	
Trasmittanza calcolata della struttura	2,803	[W/(m ² ·K)]
Valore limite della trasmittanza	0,400	[W/(m ² ·K)]

STRUTTURA: M.04_TRAMEZZATURA INTERNA



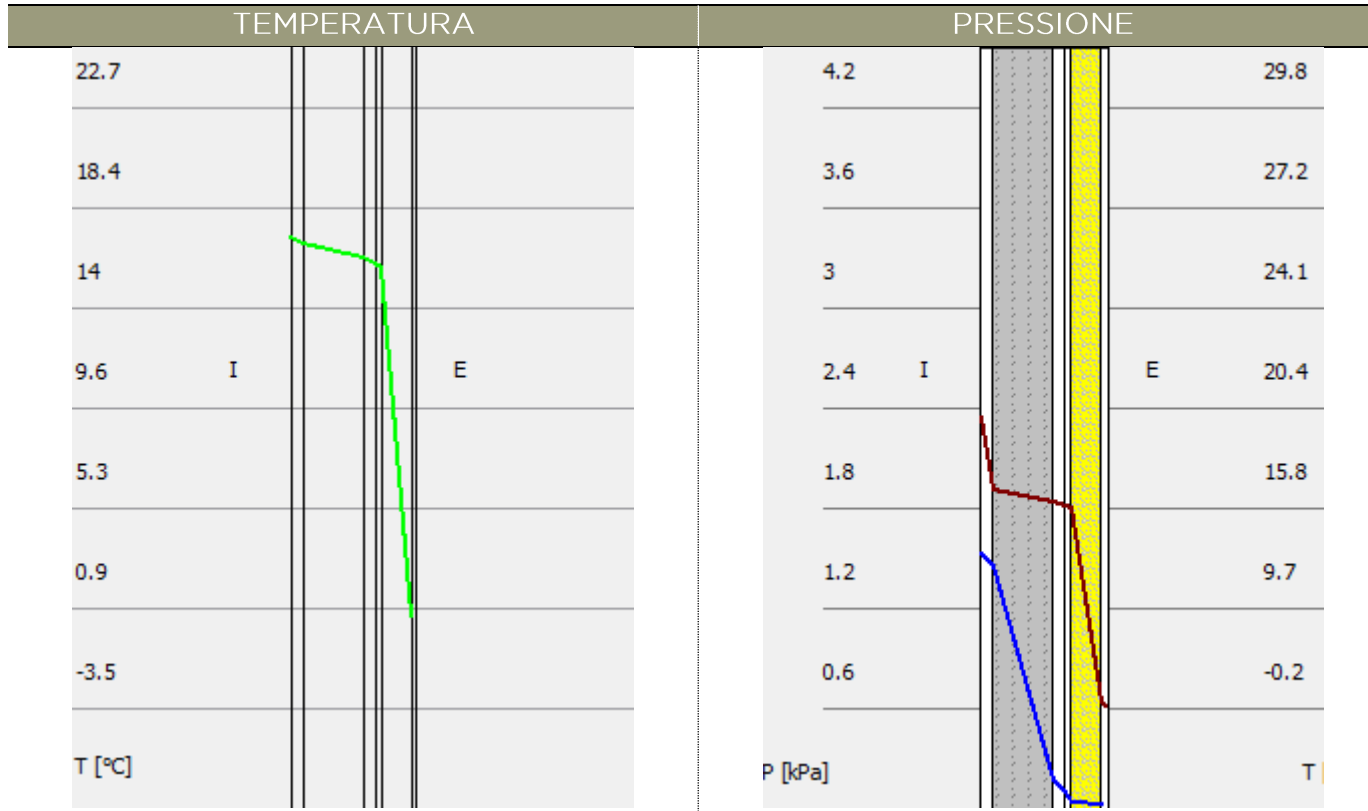
CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA				
Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	0	65		0

STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT (*)	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,34							
Strato liminare interno						0,25 0	6,1	13,9	1,59							
Malta di calce o calce cemento	1800	1,5	0,9	0	0,9	0,01 7	0,4	13,5	1,55	20	1,6	0,27	27,00	1,25	0,91	20,59
Mattone forato 1.1.21 120	717	12			0,24	0,50 0	12,1	1,4	0,67	9	5,8	0,98	86,04	0,27	0,92	42,30
Malta di calce o calce cemento	1800	1,5	0,9	0	0,9	0,01 7	0,4	1	0,61	20	1,6	0,27	27,00		0,91	12,88
Strato di finitura esterno						0,04 0	1	0	0,61							
TOTALI:		15				0,8 24							140,0 4			75,7 8
Trasmittanza teorica:				[W/(m ² ·K)]		1,260										
Incremento di sicurezza (0[%]):				[W/(m ² ·K)]		1,260										
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:				[W/(m ² ·K)]		1,260										

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m²·K) /W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE		
La struttura opaca è del tipo	Verticale	
Trasmittanza calcolata della struttura	1,260	[W/(m ² ·K)]
Valore limite della trasmittanza	0,800	[W/(m ² ·K)]

STRUTTURA: M.05_PARETE ESTERNA DA 10 CM CON CAPPOTTO DA 5 CM



CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA				
Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	0	65		0

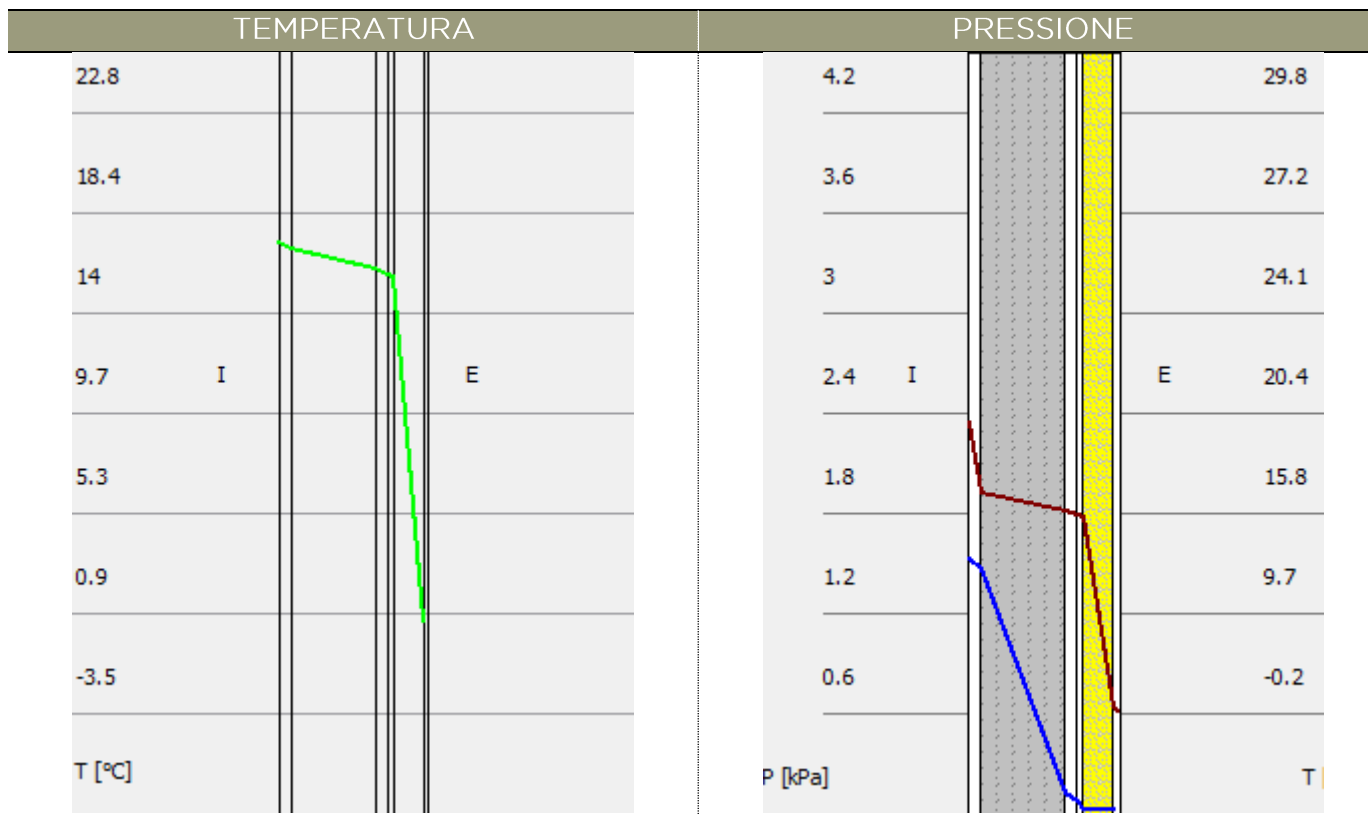
STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT (*)	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,34							
Strato liminare interno						0,250	2,9	17,1	1,95							
Malta di calce o calce cemento	1800	2	0,9	0	0,9	0,022	0,3	16,8	1,91	20	2,1	0,07	36,00	1,45	0,91	30,14
Calcestruzzo armato	2400	10	1,91	0	1,91	0,052	0,6	16,2	1,84	70	37,3	1,28	240,00	0,16	0,88	191,06
Malta di calce o calce cemento	1800	2	0,9	0	0,9	0,022	0,3	15,9	1,81	20	2,1	0,07	36,00	0,09	0,91	29,42
Adesivo per cappotto	1500	1	0,9	0	0,9	0,011	0,1	15,8	1,79	30	1,6	0,05	15,00	0,04	1	13,42
Lana di roccia KNAUF	100	5	0,039	0	0,039	1,299	15,3	0,5	0,63	1	0,3	0,01	5,00	0,03	1,03	2,64
Rasante	1500	0,5	0,9	0	0,9	0,006	0,1	0,5	0,61	30	0,8	0,03	7,50		1	3,84
Strato di finitura esterno						0,040	0,5	0	0,61							
TOTALI:		20,5				1,702							339,5			270,53
Trasmittanza teorica:				[W/(m ² ·K)]		0,632										
Incremento di sicurezza (0[%]):				[W/(m ² ·K)]		0,632										
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:				[W/(m ² ·K)]		0,632										

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m²·K) /W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE

La struttura opaca è del tipo	Verticale	
Trasmittanza calcolata della struttura	0,632	[W/(m ² ·K)]
Valore limite della trasmittanza	0,400	[W/(m ² ·K)]

STRUTTURA: M.06_PARETE ESTERNA 14 CM CON CAPPOTTO DA 5 CM



CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA				
Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	0	65		0

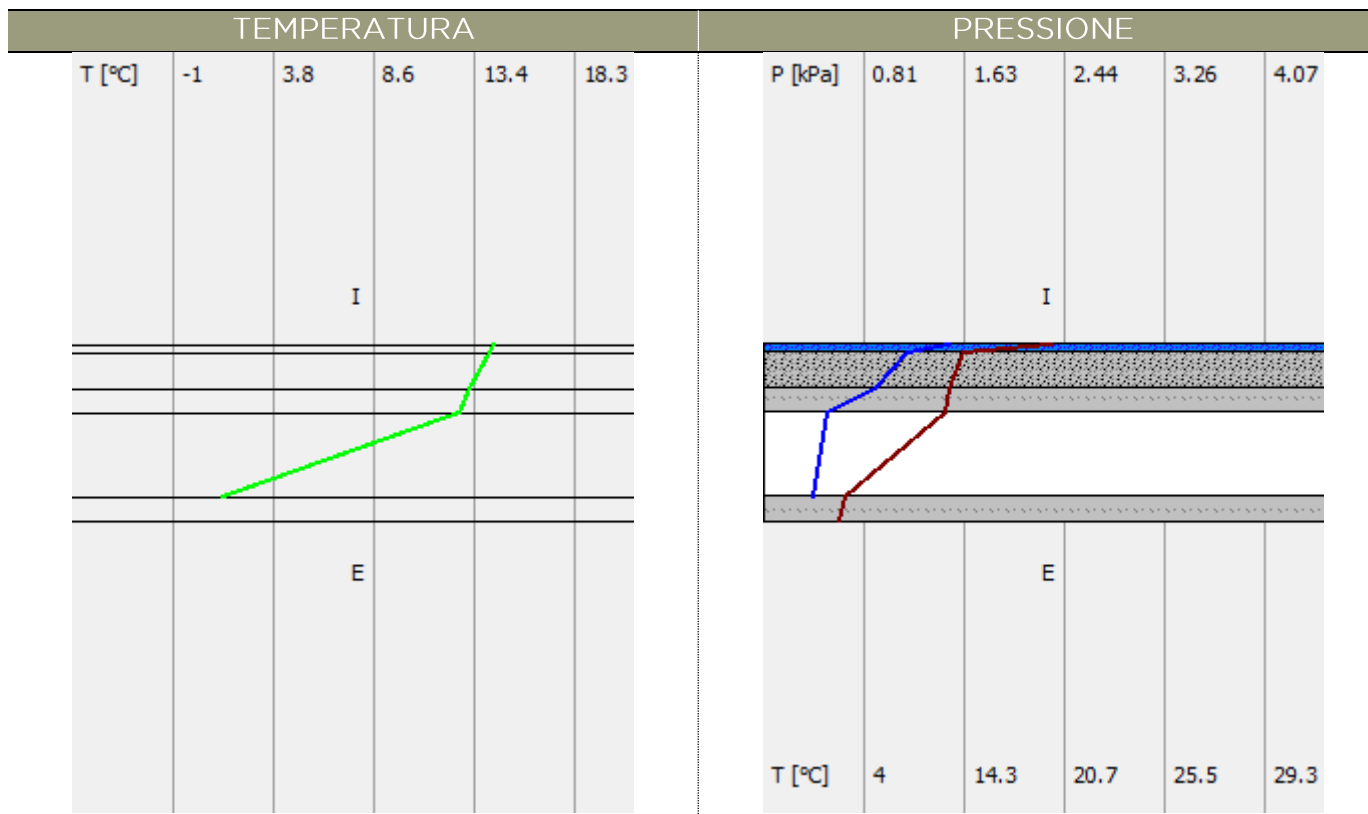
STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT (*)	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,34							
Strato liminare interno						0,25	2,9	17,1	1,95							
Malta di calce o calce cemento	1800	2	0,9	0	0,9	0,02	0,3	16,8	1,92	20	2,1	0,05	36,00	1,46	0,91	30,17
Calcestruzzo armato	2400	14	1,91	0	1,91	0,07	0,9	16	1,82	70	52,3	1,34	336,00	0,12	0,88	266,04
Malta di calce o calce cemento	1800	2	0,9	0	0,9	0,02	0,3	15,7	1,79	20	2,1	0,05	36,00	0,07	0,91	29,26
Adesivo per cappotto	1500	1	0,9	0	0,9	0,011	0,1	15,6	1,77	30	1,6	0,04	15,00	0,03	1	13,35
Lana di roccia KNAUF	100	5	0,039	0	0,039	1,299	15,1	0,5	0,63	1	0,3	0,01	5,00	0,02	1,03	2,64
Rasante	1500	0,5	0,9	0	0,9	0,006	0,1	0,5	0,61	30	0,8	0,02	7,50		1	3,84
Strato di finitura esterno						0,04	0,5	0	0,61							
TOTALI:		24,5				1,723							435,5			345,30
Trasmittanza teorica:				[W/(m ² ·K)]		0,624										
Incremento di sicurezza (0[%]):				[W/(m ² ·K)]		0,624										
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:				[W/(m ² ·K)]		0,624										

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m²·K)/W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE

La struttura opaca è del tipo	Verticale	
Trasmittanza calcolata della struttura	0,624	[W/(m ² ·K)]
Valore limite della trasmittanza	0,800	[W/(m ² ·K)]

STRUTTURA: S.01_PAVIMENTO PIANO TERRA DETERIORATO



CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA				
Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	0	65		0

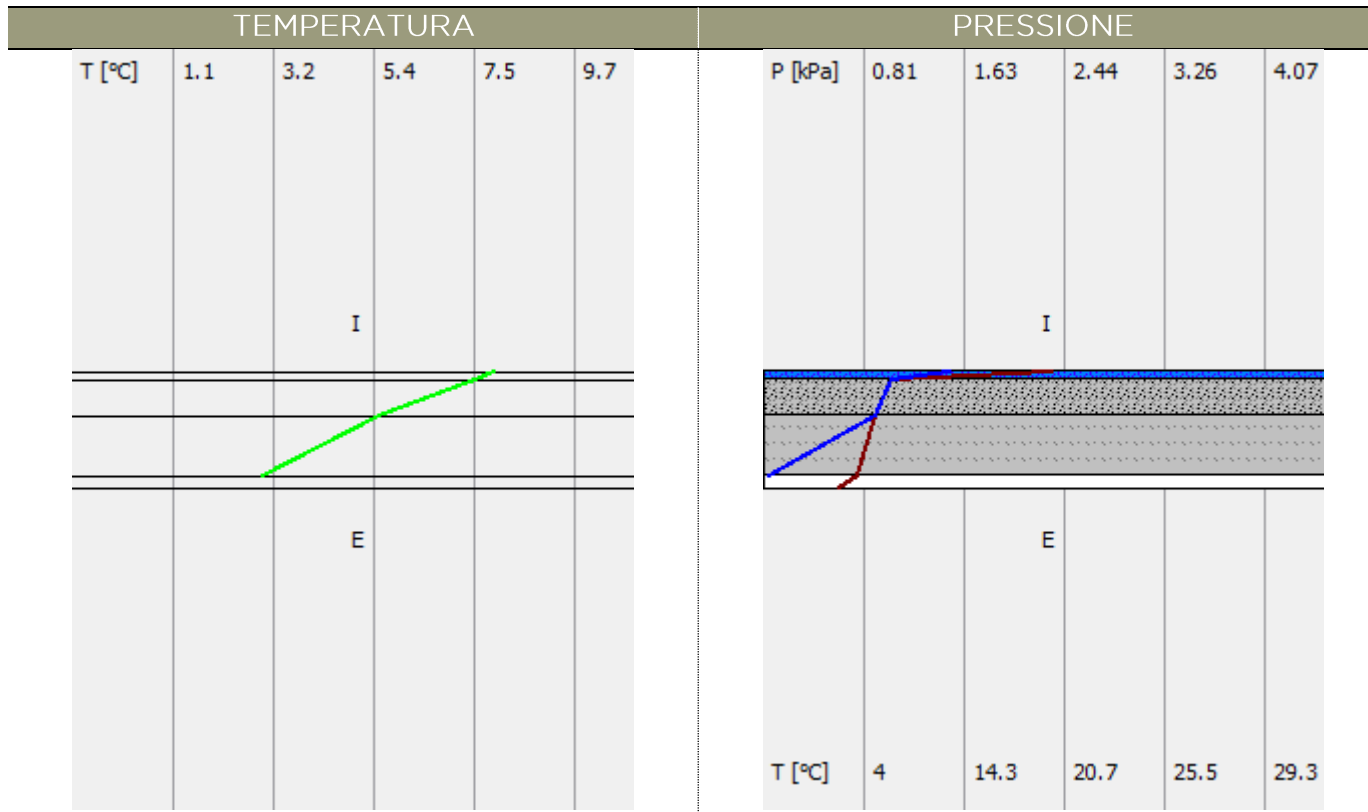
STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT (*)	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,34							
Strato liminare interno						0,25 0	5,6	14,4	1,64							
Pavimentazione interna - gres	1700	1,2	1,47	0	1,47	0,00 8	0,2	14,2	1,62	200	12,8	0,34	20,40	1,18	1	17,45
Massetto in CLS	2000	6	1,4	0	1,4	0,04 3	1	13,3	1,52	30	9,6	0,26	120,0 0	0,92	0,84	83,79
Calcestruzzo armato	2400	4	1,91	0	1,91	0,02 1	0,5	12,8	1,48	70	14,9	0,4	96,00	0,52	0,88	69,23
Calcestruzzo alleggerito con argilla espansa	800	14	0,27 5	0	0,275	0,50 9	11,4	1,4	0,67	6	4,5	0,12	112,00	0,40	1	59,83
Calcestruzzo armato	2400	4	1,91	0	1,91	0,02 1	0,5	0,9	0,61	70	14,9	0,4	96,00		0,88	44,13
Strato di finitura esterno						0,04 0	0,9	0	0,61							
TOTALI:		29,2				0,8 92							444, 4			274, 43
Trasmittanza teorica:				[W/(m ² ·K)]			1,232									
Incremento di sicurezza (50[%]):				[W/(m ² ·K)]			1,847									
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:				[W/(m ² ·K)]			1,847									

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m²·K) /W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE

La struttura opaca è del tipo	Orizzontale/Inclinata	
Trasmittanza calcolata della struttura	1,232	[W/(m ² ·K)]
Valore limite della trasmittanza	0,420	[W/(m ² ·K)]

STRUTTURA: S.02_PAVIMENTO DI INTERPIANO



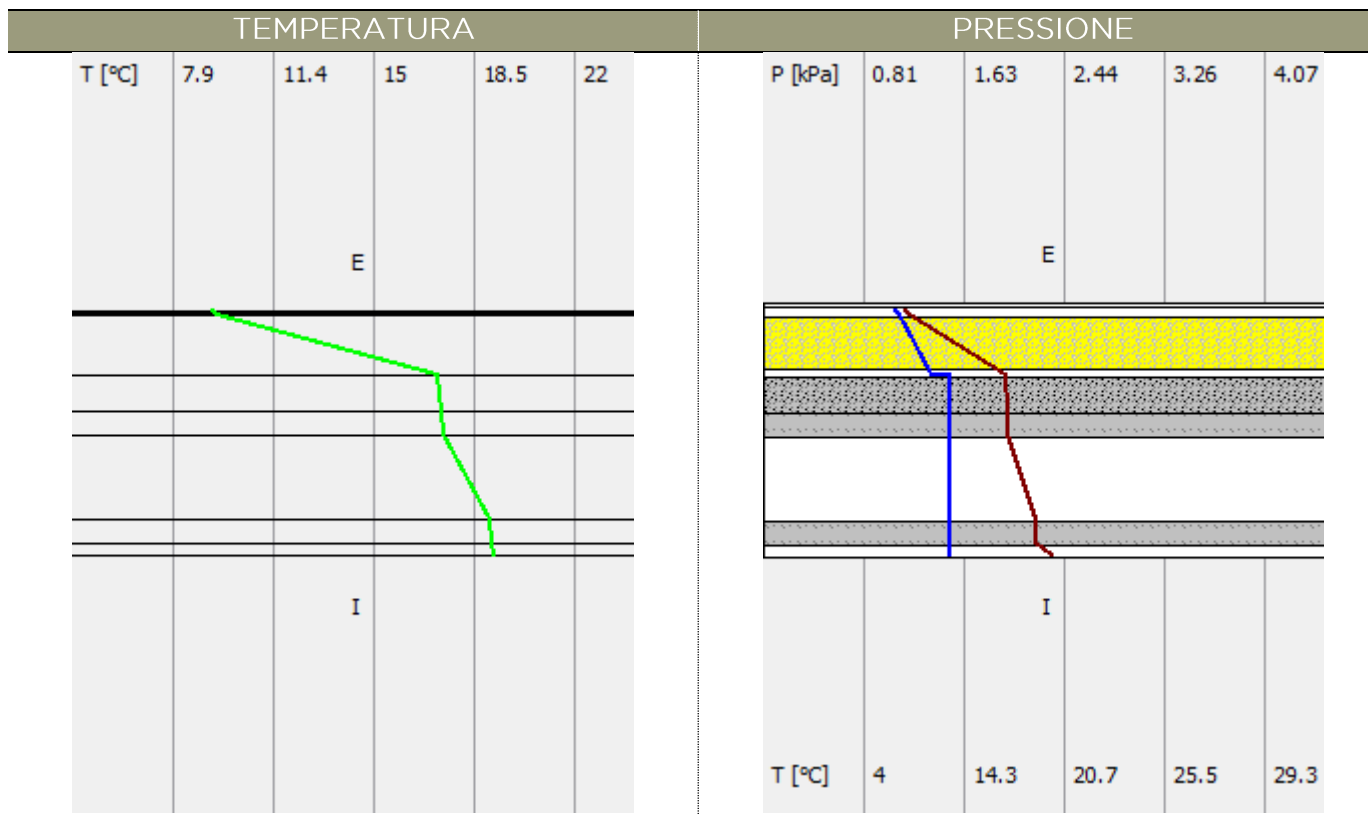
CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA				
Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	0	65		0

STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT (*)	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,34							
Strato liminare interno						0,25 0	12	8	1,07							
Pavimentazione interna - gres	1700	1,2	1,47	0	1,47	0,00 8	0,4	7,6	1,04	200	12,8	0,31	20,40	1,04	1	14,06
Massetto in CLS	2000	6	1,4	0	1,4	0,04 3	2,1	5,5	0,9	30	9,6	0,24	120,0 0	0,90	0,84	64,30
Calcestruzzo armato	2400	10	1,91	0	1,91	0,05 2	2,5	3	0,76	70	37,3	0,92	240,0 0	0,05	0,88	121,41
Malta di calce o calce cemento	1800	2	0,9	0	0,9	0,02 2	1,1	1,9	0,61	20	2,1	0,05	36,00		0,91	17,96
Strato di finitura esterno						0,04 0	1,9	0	0,61							
TOTALI:		19,2				0,41 5							416,4			217,7 3
Trasmittanza teorica:				[W/(m ² ·K)]			2,148									
Incremento di sicurezza (0[%]):				[W/(m ² ·K)]			2,148									
Arrotondamento:																
Trasmittanza adottata:				[W/(m ² ·K)]			2,148									

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m²·K) /W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE		
La struttura opaca è del tipo	Orizzontale/Inclinata	
Trasmittanza calcolata della struttura	2,148	[W/(m ² ·K)]
Valore limite della trasmittanza	0,800	[W/(m ² ·K)]

STRUTTURA: S.03_SOLAIO DI COPERTURA CON PANNELLO ISOLANTE DA 10 CM



CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA				
Ti	Te	U.R.(i)	U.R.(e)	Vento
[°C]	[°C]	[%]	[%]	[m/s]
20	9,2	65	93	0

STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	s	λ	m	λ_m	r	dT (*)	Tf	Ps	μ	Rv	dP	DS	Pv	CT	CTS
Aria ambiente								20	2,34							
Strato liminare interno						0,250	0,8	19,2	2,22							
Malta di calce o calce cemento	1800	2	0,9	0	0,9	0,022	0,1	19,1	2,22	20	2,1	0	36,00	1,52	0,91	31,45
Calcestruzzo armato	2400	4	1,91	0	1,91	0,021	0,1	19,1	2,21	70	14,9	0	96,00	1,52	0,88	80,85
Calcestruzzo alleggerito con argilla espansa	800	14	0,275	0	0,275	0,509	1,6	17,5	1,99	6	4,5	0	112,00	1,52	1	98,82
Calcestruzzo armato	2400	4	1,91	0	1,91	0,021	0,1	17,4	1,99	70	14,9	0	96,00	1,52	0,88	74,28
Massetto in CLS	2000	6	1,4	0	1,4	0,043	0,1	17,3	1,97	30	9,6	0	120,00	1,52	0,84	88,00
Membrana BITUVER ALUVAPOR TENDER	1250	0,16			10000		0	17,3	1,97	670000	5,7167	0,15	2,00	1,37	1	1,75
Isolamento ISOVER SUPERBAC ROOFINE	97	10	0,041	0	0,041	2,457	7,8	9,5	1,18	20000	10,6655	0,27	9,70	1,10	1,03	5,12
Membrana impermeabilizzante BITUVER MONOPLUS	1250	0,4			0,172	0,023	0,1	9,4	1,18	20000	426,6	0,01	5,00	1,09	1	2,55
Membrana riflettente BITUVER CALIFORNIA P	1500	0,4			0,172	0,023	0,1	9,3	1,16	20000	426,6	0,01	6,00	1,08	1	3,04

Strato di finitura esterno					0,04 0	0,1	9,2	1,16						
TOTALI:		40, 96			3,4 09							482,7		385, 85
Trasmittanza teorica:				[W/(m ² ·K)]		0,307								
Incremento di sicurezza (50[%]):				[W/(m ² ·K)]		0,460								
Arrotondamento:														
Trasmittanza adottata:				[W/(m ² ·K)]		0,460								

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m²·K) /W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE		
La struttura opaca è del tipo	Orizzontale/Inclinata	
Trasmittanza calcolata della struttura	0,307	[W/(m ² ·K)]
Valore limite della trasmittanza	0,340	[W/(m ² ·K)]

CALCOLO RISPARMI ECONOMICI ATTESI

Le tabelle 13-14-15 mostrano i calcoli di come si modifica la spesa annua energetica per riscaldamento, climatizzazione estiva e produzione acqua calda sanitaria in funzione dei soli interventi sull'involucro. Il riepilogo di confronto è illustrato nella tabella 16 ed il grafico 13 (cfr. 8.3).

TABELLA 13 - VARIAZIONI DELLA SPESA ENERGETICA CON INTERVENTI SULL'INVOLUCRO - ZONA CLIMATICA 1							
		EDIFICIO BASE	SOLUZ. A	SOLUZ. B	SOLUZ. C	SOLUZ. D	SOLUZ. E
EPH,tot	kwh/mq*anno	210.78	116.20	197.43	149.09	103.54	58.71
EPC,tot	kwh/mq*anno	35.82	47.47	42.84	41.52	48.15	53.53
EPW,tot	kwh/mq*anno	60.28	64.32	60.11	60.00	59.81	57.10
S (superficie)	mq	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58
Pci GPL	kw/L	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96
EPH _{gpl}	kwh/mq*anno	105.39	58.10	98.72	74.55	51.77	29.36
EPH _{ee}	kwh/mq*anno	105.39	58.10	98.72	74.55	51.77	29.36
QH _{gpl}	kwh/anno	106,083	58,482	99,365	75,036	52,111	29,548
QH _{ee}	kwh/anno	106,083	58,482	99,365	75,036	52,111	29,548
QC	kwh/anno	36,056	47,782	43,122	41,793	48,467	53,882
QW	kwh/anno	60,677	64,743	60,506	60,395	60,204	57,476
C _{gpl}	Litri	15,242	8,403	14,277	10,781	7,487	4,245
C _{eeH}	kwh/anno	48,220	26,583	45,166	34,107	23,687	13,431
C _{eeC}	kwh/anno	16,389	21,719	19,601	18,997	22,030	24,492
C _{eeW}	kwh/anno	60,677	64,743	60,506	60,395	60,204	57,476
C _{eeTot}	kwh/anno	125,285	113,045	125,272	113,499	105,921	95,399
P _{gpl}	€/litro	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
P _{ee}	€/kwh	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
S _{gpl}	€/anno	7,926	4,369	7,424	5,606	3,893	2,208
S _{ee}	€/anno	12,529	11,305	12,527	11,350	10,592	9,540
S _{tot}	€/anno	20,454	15,674	19,951	16,956	14,485	11,747

**TABELLA 14 - VARIAZIONI DELLA SPESA ENERGETICA
CON INTERVENTI SULL'INVOLUCRO - ZONA CLIMATICA 2**

		EDIFICIO BASE	SOLUZ. A	SOLUZ. B	SOLUZ. C	SOLUZ. D	SOLUZ. E
EPH,tot	kwh/mq*anno	301.63	182.04	258.26	192.85	162.96	88.45
EPC,tot	kwh/mq*anno	22.94	30.19	22.92	24.20	31.21	38.28
EPW,tot	kwh/mq*anno	66.00	70.21	66.00	66.06	65.81	62.98
S (superficie)	mq	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58
Pci GPL	kw/L	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96
EPH _{gpl}	kwh/mq*anno	150.82	91.02	129.13	96.43	81.48	44.23
EPH _{ee}	kwh/mq*anno	150.82	91.02	129.13	96.43	81.48	44.23
QH _{gpl}	kwh/anno	151,807	91,619	129,980	97,059	82,016	44,516
QH _{ee}	kwh/anno	151,807	91,619	129,980	97,059	82,016	44,516
QC	kwh/anno	23,091	30,389	23,071	24,359	31,415	38,532
QW	kwh/anno	66,434	70,672	66,434	66,495	66,243	63,394
C _{gpl}	Litri	21,811	13,164	18,675	13,945	11,784	6,396
C _{eeH}	kwh/anno	69,003	41,645	59,082	44,118	37,280	20,235
C _{eeC}	kwh/anno	10,496	13,813	10,487	11,072	14,280	17,514
C _{eeW}	kwh/anno	66,434	70,672	66,434	66,495	66,243	63,394
C _{eeTot}	kwh/anno	145,934	126,130	136,003	121,685	117,803	101,143
P _{gpl}	€/litro	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
P _{ee}	€/kwh	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
S _{gpl}	€/anno	11,342	6,845	9,711	7,252	6,128	3,326
S _{ee}	€/anno	14,593	12,613	13,600	12,168	11,780	10,114
S _{tot}	€/anno	25,935	19,458	23,311	19,420	17,908	13,440

**TABELLA 15 - VARIAZIONI DELLA SPESA ENERGETICA
CON INTERVENTI SULL'INVOLUCRO - ZONA CLIMATICA 3**

		EDIFICIO BASE	SOLUZ. A	SOLUZ. B	SOLUZ. C	SOLUZ. D	SOLUZ. E
EPH,tot	kwh/mq*anno	372.57	206.14	298.57	225.47	118.14	100.17
EPC,tot	kwh/mq*anno	16.12	26.48	14.83	18.91	46.54	37.74
EPW,tot	kwh/mq*anno	68.10	72.31	68.10	68.16	60.11	65.07
S (superficie)	mq	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58
Pci GPL	kw/L	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96
EPH _{gpl}	kwh/mq*anno	186.29	103.07	149.29	112.74	59.07	50.09
EPH _{ee}	kwh/mq*anno	186.29	103.07	149.29	112.74	59.07	50.09
QH _{gpl}	kwh/anno	187,511	103,748	150,267	113,477	59,459	50,415
QH _{ee}	kwh/anno	187,511	103,748	150,267	113,477	59,459	50,415
QC	kwh/anno	16,226	26,654	14,928	19,034	46,846	37,988
QW	kwh/anno	68,548	72,786	68,548	68,608	60,506	65,498
C _{gpl}	Litri	26,941	14,906	21,590	16,304	8,543	7,243
C _{eeH}	kwh/anno	85,232	47,158	68,303	51,580	27,027	22,916
C _{eeC}	kwh/anno	7,375	12,116	6,785	8,652	21,294	17,267
C _{eeW}	kwh/anno	68,548	72,786	68,548	68,608	60,506	65,498
C _{eeTot}	kwh/anno	161,156	132,060	143,637	128,841	108,826	105,681
P _{gpl}	€/litro	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
P _{ee}	€/kwh	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
S _{gpl}	€/anno	14,009	7,751	11,227	8,478	4,442	3,767
S _{ee}	€/anno	16,116	13,206	14,364	12,884	10,883	10,568
S _{tot}	€/anno	30,125	20,957	25,591	21,362	15,325	14,335

Le tabelle 17-18-19 mostrano l'influenza della spesa energetica annua al variare dello spessore delle coibentazioni. Il riepilogo di confronto è illustrato nella tabella 20 ed il grafico 14 (cfr. 8.3).

TABELLA 17 - VARIAZIONI DELLA SPESA ENERGETICA ALL'AUMENTARE DELLO SPESSORE DELLE COIBENTAZIONI - ZONA CLIMATICA 1					
		U1 (SOLUZ. E)	SOLUZION E U2	SOLUZION E U3	SOLUZION E U4
EPH,tot	kwh/mq*anno	58.71	55.59	54.18	52.41
EPC,tot	kwh/mq*anno	53.53	54.80	55.27	54.01
EPW,tot	kwh/mq*anno	57.10	57.10	57.10	57.10
S (superficie)	mq	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58
Pci GPL	kw/L	6.96	6.96	6.96	6.96
EPH _{gpl}	kwh/mq*anno	29.36	27.80	27.09	26.21
EPH _{ee}	kwh/mq*anno	29.36	27.80	27.09	26.21
QH _{gpl}	kwh/anno	29,548	27,978	27,268	26,377
QH _{ee}	kwh/anno	29,548	27,978	27,268	26,377
QC	kwh/anno	53,882	55,161	55,634	54,365
QW	kwh/anno	57,476	57,476	57,476	57,476
C _{gpl}	Litri	4,245	4,020	3,918	3,790
C _{eeH}	kwh/anno	24,492	25,073	25,288	24,712
C _{eeC}	kwh/anno	26,125	26,125	26,125	26,125
C _{eeW}	kwh/anno	57,476	57,476	57,476	57,476
C _{eeTot}	kwh/anno	108,093	108,674	108,889	108,313
P _{gpl}	€/litro	0.52	0.52	0.52	0.52
P _{ee}	€/kwh	0.10	0.10	0.10	0.10
S _{gpl}	€/anno	2,208	2,090	2,037	1,971
S _{ee}	€/anno	10,809	10,867	10,889	10,831
S _{tot}	€/anno	13,017	12,958	12,926	12,802

TABELLA 18 - VARIAZIONI DELLA SPESA ENERGETICA ALL'AUMENTARE DELLO SPESSORE DELLE COIBENTAZIONI - ZONA CLIMATICA 2

		U1 (SOLUZ. E)	SOLUZIONE U2	SOLUZIONE U3	SOLUZIONE U4
EPH,tot	kwh/mq*anno	88.45	83.20	80.58	76.09
EPC,tot	kwh/mq*anno	38.28	39.83	40.47	38.98
EPW,tot	kwh/mq*anno	62.98	62.98	62.98	62.98
S (superficie)	mq	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58
Pci GPL	kw/L	6.96	6.96	6.96	6.96
EPH _{gpl}	kwh/mq*anno	44.23	41.60	40.29	38.05
EPH _{ee}	kwh/mq*anno	44.23	41.60	40.29	38.05
QH _{gpl}	kwh/anno	44,516	41,874	40,555	38,295
QH _{ee}	kwh/anno	44,516	41,874	40,555	38,295
QC	kwh/anno	38,532	40,092	40,736	39,236
QW	kwh/anno	63,394	63,394	63,394	63,394
C _{gpl}	Litri	6,396	6,016	5,827	5,502
C _{eeH}	kwh/anno	17,514	18,224	18,516	17,835
C _{eeC}	kwh/anno	28,816	28,816	28,816	28,816
C _{eeW}	kwh/anno	63,394	63,394	63,394	63,394
C _{eeTot}	kwh/anno	109,725	110,434	110,727	110,045
P _{gpl}	€/litro	0.52	0.52	0.52	0.52
P _{ee}	€/kwh	0.10	0.10	0.10	0.10
S _{gpl}	€/anno	3,326	3,128	3,030	2,861
S _{ee}	€/anno	10,972	11,043	11,073	11,004
S _{tot}	€/anno	14,298	14,172	14,103	13,866

TABELLA 19 - VARIAZIONI DELLA SPESA ENERGETICA ALL'AUMENTARE DELLO SPESSORE DELLE COIBENTAZIONI - ZONA CLIMATICA 3

		U1 (SOLUZ. E)	SOLUZIONE U2	SOLUZIONE U3	SOLUZIONE U4
EPH,tot	kwh/mq*anno	100.17	94.62	91.61	87.21
EPC,tot	kwh/mq*anno	37.74	39.64	40.38	39.21
EPW,tot	kwh/mq*anno	65.07	65.07	65.07	65.07
S (superficie)	mq	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58
Pci GPL	kw/L	6.96	6.96	6.96	6.96
EPH _{gpl}	kwh/mq*anno	50.09	47.31	45.81	43.61
EPH _{ee}	kwh/mq*anno	50.09	47.31	45.81	43.61
QH _{gpl}	kwh/anno	50,415	47,621	46,106	43,892
QH _{ee}	kwh/anno	50,415	47,621	46,106	43,892
QC	kwh/anno	37,988	39,901	40,646	39,468
QW	kwh/anno	65,498	65,498	65,498	65,498
C _{gpl}	Litri	7,243	6,842	6,624	6,306
C _{eeH}	kwh/anno	17,267	18,137	18,475	17,940
C _{eeC}	kwh/anno	29,772	29,772	29,772	29,772
C _{eeW}	kwh/anno	65,498	65,498	65,498	65,498
C _{eeTot}	kwh/anno	112,537	113,407	113,745	113,210
P _{gpl}	€/litro	0.52	0.52	0.52	0.52
P _{ee}	€/kwh	0.10	0.10	0.10	0.10
S _{gpl}	€/anno	3,767	3,558	3,445	3,279
S _{ee}	€/anno	11,254	11,341	11,375	11,321
S _{tot}	€/anno	15,020	14,899	14,819	14,600

Le tabelle 21-22-23 illustrano il risparmio energetico conseguibile con le soluzioni impiantistiche. La tabella 24 e il grafico 15 mostrano il riepilogo di confronto (cfr. 8.3).

TABELLA 21 - VARIAZIONE DELLA SPESA ENERGETICA ANNUA CON LE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE - ZONA 1

		EDIFICI O BASE	SOLUZ. F	SOLUZ. G	SOLUZ. H	SOLUZ. I	SOLUZ. L	SOLUZ. Bis	SOLUZ. M	SOLUZ. Mbis
EPH,tot	kwh/mq*anno	210.78	168.07	168.19	156.67	156.75	33.33	33.23	35.49	35.41
EPC,tot	kwh/mq*anno	35.82	20.26	20.26	20.26	20.26	20.05	20.05	20.05	20.05
EPW,tot	kwh/mq*anno	60.28	37.34	34.39	37.34	34.39	31.81	34.09	31.08	33.34
S (superficie)	mq	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58
Pci GPL	kw/L	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96
EPH _{gpl}	kwh/mq*anno	105.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EPH _{ee}	kwh/mq*anno	105.39	168.07	168.19	156.67	156.75	33.33	33.23	35.49	35.41
QH _{gpl}	kwh/anno	106,083	0	0	0	0	0	0	0	0
QH _{ee}	kwh/anno	106,083	169,176	169,297	157,701	157,781	33,549	33,449	35,724	35,643
QC	kwh/anno	36,056	20,393	20,393	20,393	20,393	20,182	20,182	20,182	20,182
QW	kwh/anno	60,677	37,586	34,616	37,586	34,616	32,019	34,314	31,285	33,559
QW _{st}	kwh/anno	0	0	17,308	0	17,308	16,010	0	15,642	0
QW _{nst}	kwh/anno	60,677	37,586	17,308	37,586	17,308	16,010	34,314	15,642	33,559
C _{gpl}	Litri	15,242	0	0	0	0	0	0	0	0
C _{eeH}	kwh/anno	48,220	44,520	44,552	41,500	41,521	8,829	8,802	9,401	9,380
C _{eeC}	kwh/anno	16,389	9,270	9,270	9,270	9,270	9,174	9,174	9,174	9,174
C _{eeW}	kwh/anno	60,677	9,891	4,555	9,891	4,555	4,213	9,030	4,116	8,831
C _{eeTot}	kwh/anno	125,285	63,681	58,376	60,661	55,346	22,215	27,006	22,691	27,385
P _{gpl}	€/litro	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
P _{ee}	€/kwh	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
S _{gpl}	€/anno	7,926	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{ee}	€/anno	12,529	6,368	5,838	6,066	5,535	2,222	2,701	2,269	2,738
S _{tot}	€/anno	20,454	6,368	5,838	6,066	5,535	2,222	2,701	2,269	2,738

TABELLA 22 - VARIAZIONE DELLA SPESA ENERGETICA ANNUA CON LE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE - ZONA 2

		EDIFICIO BASE	SOLUZ. F	SOLUZ. G	SOLUZ. H	SOLUZ. I	SOLUZ. L	SOLUZ. Bis	SOLUZ. M	SOLUZ. Mbis
EPH,tot	kwh/mq*anno	301.63	281.04	281.20	263.93	264.06	47.97	47.73	75.27	75.14
EPC,tot	kwh/mq*anno	22.94	7.65	7.65	7.70	7.70	14.27	14.27	14.27	14.27
EPW,tot	kwh/mq*anno	66.00	43.99	39.74	43.99	39.74	35.39	39.36	35.39	39.39
S (superficie)	mq	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58	1,006.58
Pci GPL	kw/L	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96	6.96
EPH _{gpl}	kwh/mq*anno	150.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EPH _{ee}	kwh/mq*anno	150.82	281.04	281.20	263.93	264.06	47.97	47.73	75.27	75.14
QH _{gpl}	kwh/anno	151,807	0	0	0	0	0	0	0	0
QH _{ee}	kwh/anno	151,807	282,889	283,050	265,667	265,798	48,286	48,044	75,765	75,634
QC	kwh/anno	23,091	7,700	7,700	7,751	7,751	14,364	14,364	14,364	14,364
QW	kwh/anno	66,434	44,279	40,001	44,279	40,001	35,623	39,619	35,623	39,649
QW _{st}	kwh/anno	0	0	20,001	0	20,001	17,811	0	17,811	0
QW _{nst}	kwh/anno	66,434	44,279	20,001	44,279	20,001	17,811	39,619	17,811	39,649
C _{gpl}	Litri	21,811	0	0	0	0	0	0	0	0
C _{eeH}	kwh/anno	69,003	74,445	74,487	69,912	69,947	12,707	12,643	19,938	19,904
C _{eeC}	kwh/anno	10,496	3,500	3,500	3,523	3,523	6,529	6,529	6,529	6,529
C _{eeW}	kwh/anno	66,434	11,652	5,263	11,652	5,263	4,687	10,426	4,687	10,434
C _{eeTot}	kwh/anno	145,934	89,597	83,250	85,088	78,733	23,923	29,598	31,154	36,867
P _{gpl}	€/litro	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
P _{ee}	€/kwh	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
S _{gpl}	€/anno	11,342	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{ee}	€/anno	14,593	8,960	8,325	8,509	7,873	2,392	2,960	3,115	3,687
S _{tot}	€/anno	25,935	8,960	8,325	8,509	7,873	2,392	2,960	3,115	3,687

TABELLA 23 - VARIAZIONE DELLA SPESA ENERGETICA ANNUA CON LE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE - ZONA 3

		EDIFICI O BASE	SOLUZ. F	SOLUZ. G	SOLUZ. H	SOLUZ. I	SOLUZ. L	SOLUZ. Bis	SOLUZ. M	SOLUZ. Mbis
EPH,tot	kwh/mq*anno	372,57	309,63	309,80	286,76	286,89	64,72	64,32	59,63	59,38
EPC,tot	kwh/mq*anno	16,12	1,96	1,96	1,96	1,96	8,88	8,88	8,88	8,88
EPW,tot	kwh/mq*anno	68,10	43,55	39,57	43,55	39,57	34,63	37,63	34,63	37,63
S (superficie)	mq	1,006,58	1,006,58	1,006,58	1,006,58	1,006,58	1,006,58	1,006,58	1,006,58	1,006,58
Pci GPL	kw/L	6,96	6,96	6,96	6,96	6,96	6,96	6,96	6,96	6,96
EPH _{gpl}	kwh/mq*anno	186,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EPH _{ee}	kwh/mq*anno	186,29	309,63	309,80	286,76	286,89	64,72	64,32	59,63	59,38
QH _{gpl}	kwh/anno	187,511	0	0	0	0	0	0	0	0
QH _{ee}	kwh/anno	187,511	311,667	311,838	288,647	288,778	65,146	64,743	60,022	59,771
QC	kwh/anno	16,226	1,973	1,973	1,973	1,973	8,938	8,938	8,938	8,938
QW	kwh/anno	68,548	43,837	39,830	43,837	39,830	34,858	37,878	34,858	37,878
QW _{st}	kwh/anno	0	0	19,915	0	19,915	17,429	0	17,429	0
QW _{nst}	kwh/anno	68,548	43,837	19,915	43,837	19,915	17,429	37,878	17,429	37,878
C _{gpl}	Litri	26,941	0	0	0	0	0	0	0	0
C _{eeH}	kwh/anno	85,232	82,018	82,063	75,960	75,994	17,144	17,038	15,795	15,729
C _{eeC}	kwh/anno	7,375	897	897	897	897	4,063	4,063	4,063	4,063
C _{eeW}	kwh/anno	68,548	11,536	5,241	11,536	5,241	4,587	9,968	4,587	9,968
C _{eeTot}	kwh/anno	161,156	94,450	88,200	88,392	82,132	25,793	31,068	24,445	29,760
P _{gpl}	€/litro	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
P _{ee}	€/kwh	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
S _{gpl}	€/anno	14,009	0	0	0	0	0	0	0	0
S _{ee}	€/anno	16,116	9,445	8,820	8,839	8,213	2,579	3,107	2,444	2,976
S _{tot}	€/anno	30,125	9,445	8,820	8,839	8,213	2,579	3,107	2,444	2,976

Da ultimo si riportano i risultati ottenuti con le soluzioni N ed Nbis che prevedono l'ipotesi di dotare gli alloggi di un impianto a pavimento radiante. Il riepilogo di confronto è riportato nella tabella 28 e nel grafico 16 (cfr. 8.3).

TABELLA 25 - VARIAZIONE SPESA ENERGETICA ANNUA CON IMPIANTO RADIANTE A PAVIMENTO - ZONA 1				
		EDIFICIO BASE	SOLUZ. N	SOLUZ. Nbis
EPH,tot	kwh/mq*anno	210.78	30.93	30.85
EPC,tot	kwh/mq*anno	35.82	20.33	20.33
EPW,tot	kwh/mq*anno	60.28	30.92	33.18
S (superficie)	mq	1,006.58	1,006.58	1,006.58
Pci GPL	kw/L	6.96	6.96	6.96
EPH _{gpl}	kwh/mq*anno	105.39	0.00	0.00
EPH _{ee}	kwh/mq*anno	105.39	30.93	30.85
QH _{gpl}	kwh/anno	106,083	0	0
QH _{ee}	kwh/anno	106,083	31,134	31,053
QC	kwh/anno	36,056	20,464	20,464
QW	kwh/anno	60,677	31,123	33,398
QW _{st}	kwh/anno	0	15,562	0
QW _{nst}	kwh/anno	60,677	15,562	33,398
C _{gpl}	Litri	15,242	0	0
C _{eeH}	kwh/anno	48,220	8,193	8,172
C _{eeC}	kwh/anno	16,389	9,302	9,302
C _{eeW}	kwh/anno	60,677	4,095	8,789
C _{eeTot}	kwh/anno	125,285	21,590	26,263
P _{gpl}	€/litro	0.52	0.52	0.52
P _{ee}	€/kwh	0.10	0.10	0.10
S _{gpl}	€/anno	7,926	0	0
S _{ee}	€/anno	12,529	2,159	2,626
S _{tot}	€/anno	20,454	2,159	2,626

**TABELLA 26 - VARIAZIONE SPESA ENERGETICA ANNUA
CON IMPIANTO RADIANTE A PAVIMENTO - ZONA 2**

		EDIFICIO BASE	SOLUZ. N	SOLUZ. Nbis
EPH,tot	kwh/mq*anno	301.63	67.18	67.05
EPC,tot	kwh/mq*anno	22.94	14.78	14.78
EPW,tot	kwh/mq*anno	66.00	37.45	41.41
S (superficie)	mq	1,006.58	1,006.58	1,006.58
Pci GPL	kw/L	6.96	6.96	6.96
EPH _{gpl}	kwh/mq*anno	150.82	0.00	0.00
EPH _{ee}	kwh/mq*anno	150.82	67.18	67.05
QH _{gpl}	kwh/anno	151,807	0	0
QH _{ee}	kwh/anno	151,807	67,622	67,491
QC	kwh/anno	23,091	14,877	14,877
QW	kwh/anno	66,434	37,696	41,682
QW _{st}	kwh/anno	0	18,848	0
QW _{nst}	kwh/anno	66,434	18,848	41,682
C _{gpl}	Litri	21,811	0	0
C _{eeH}	kwh/anno	69,003	17,795	17,761
C _{eeC}	kwh/anno	10,496	6,762	6,762
C _{eeW}	kwh/anno	66,434	4,960	10,969
C _{eeTot}	kwh/anno	145,934	29,518	35,492
P _{gpl}	€/litro	0.52	0.52	0.52
P _{ee}	€/kwh	0.10	0.10	0.10
S _{gpl}	€/anno	11,342	0	0
S _{ee}	€/anno	14,593	2,952	3,549
S _{tot}	€/anno	25,935	2,952	3,549

**TABELLA 27 - VARIAZIONE SPESA ENERGETICA ANNUA
CON IMPIANTO RADIANTE A PAVIMENTO - ZONA 3**

		EDIFICIO BASE	SOLUZ. N	SOLUZ. Nbis
EPH,tot	kwh/mq*anno	372.57	51.57	51.24
EPC,tot	kwh/mq*anno	16.12	9.13	9.13
EPW,tot	kwh/mq*anno	68.10	34.63	37.63
S (superficie)	mq	1,006.58	1,006.58	1,006.58
Pci GPL	kw/L	6.96	6.96	6.96
EPH _{gpl}	kwh/mq*anno	186.29	0.00	0.00
EPH _{ee}	kwh/mq*anno	186.29	51.57	51.24
QH _{gpl}	kwh/anno	187,511	0	0
QH _{ee}	kwh/anno	187,511	51,909	51,577
QC	kwh/anno	16,226	9,190	9,190
QW	kwh/anno	68,548	34,858	37,878
QW _{st}	kwh/anno	0	17,429	0
QW _{nst}	kwh/anno	68,548	17,429	37,878
C _{gpl}	Litri	26,941	0	0
C _{eeH}	kwh/anno	85,232	13,660	13,573
C _{eeC}	kwh/anno	7,375	4,177	4,177
C _{eeW}	kwh/anno	68,548	4,587	9,968
C _{eeTot}	kwh/anno	161,156	22,424	27,718
P _{gpl}	€/litro	0.52	0.52	0.52
P _{ee}	€/kwh	0.10	0.10	0.10
S _{gpl}	€/anno	14,009	0	0
S _{ee}	€/anno	16,116	2,242	2,772
S _{tot}	€/anno	30,125	2,242	2,772