

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale
in Architettura per il Progetto Sostenibile

Tesi di Laurea Magistrale



La valutazione della sostenibilità ambientale in edilizia LEED, LCA e Levels: tre esempi a confronto

Relatore
Prof. Roberto Giordano
Correlatore
Arch. Valentina Marino

Candidato
Laura Alagna

A.A. 2017/2018

INDICE

| | |
|--------------|---|
| INTRODUZIONE | 6 |
|--------------|---|

PARTE I

| | | |
|---|--|----|
| 1 | IL VALORE STORICO DELL'EDIFICIO (1928-30) | 11 |
| | 1.1 IL CONTESTO TRA DITTATURA E POLEMICHE | 12 |
| | 1.2 PALAZZO GUALINO | 18 |
| | 1.3 FORMA, VOLUMETRIA E FUNZIONE | 21 |
| | 1.4 MATERIALI, DESIGN E TECNOLOGIE | 27 |
| 2 | L'INTERVENTO DI PROGETTO | 33 |
| | 2.1 IL PROGETTO ARCHITETTONICO | 34 |
| | 2.2 I CARATTERI DISTRIBUTIVI | 36 |
| | 2.3 IL PROGETTO STRUTTURALE | 46 |
| 3 | LA SOSTENIBILITÀ DEL PROGETTO | 51 |
| | 3.1 OBIETTIVI AMBIENTALI E DI SOSTENIBILITÀ | 52 |
| | 3.2 LEED: UN APPROCCIO SOSTENIBILE | 54 |
| | 3.3 VALUTAZIONE PRELIMINARE LEED ALL'INTERVENTO DI PALAZZO NOVECENTO | 56 |

PARTE II

| | | |
|---|--|----|
| 4 | LA VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA COME MISURA DELLA SOSTENIBILITÀ | 79 |
| | 4.1 IL CONCETTO DI CICLO DI VITA | 80 |
| | 4.2 LO STANDARD TECNICO DI RIFERIMENTO: LE NORME DELLA SERIE ISO 14040 E LA NORMA EN 15978 | 82 |
| | 4.3 OBIETTIVI E FASI DEL LIFE CYCLE ASSESSMENT | 84 |

| | | |
|---|--|-----|
| 5 | LEVELS. UN QUADRO DI RIFERIMENTO EUROPEO IN MATERIA DI SOSTENIBILITÀ DEGLI EDIFICI | 87 |
| | 5.1 INTRODUZIONE A LEVELS E CONCETTI BASE | 88 |
| | 5.2 LA STRUTTURA E LE MODALITÀ D'USO DI LEVELS | 91 |
| | 5.3 UNA LOGICA BASATA SUL CICLO DI VITA DELL'EDIFICIO | 93 |
| 6 | LA VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA DI PALAZZO NOVECENTO | 95 |
| | 6.1 IL CASO STUDIO DI PALAZZO NOVECENTO: OBIETTIVI E SCOPO DELLA VALUTAZIONE | 96 |
| | 6.2 ANALISI D'INVENTARIO | 98 |
| | 6.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI | 105 |
| | 6.4 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI | 107 |
| 7 | LA COMUNICAZIONE DEI RISULTATI ATTRAVERSO IL QUADRO LEVELS | 123 |
| | 7.1 MACRO-OBIETTIVO 1: EMISSIONI DI GAS SERRA LUNGO IL CICLO DI VITA DI UN EDIFICIO | 126 |
| | 7.2 MACRO-OBIETTIVO 2: CICLI DI VITA DEI MATERIALI CIRCOLARI ED EFFICIENTI NELL'USO DELLE RISORSE | 129 |
| | 7.3 MACRO-OBIETTIVO 3: UTILIZZO EFFICIENTE DELLE RISORSE IDRICHE | 135 |
| | 7.4 MACRO-OBIETTIVO 4: SPAZI SALUBRI E CONFORTEVOLI | 136 |
| | 7.5 MACRO-OBIETTIVO 5: ADATTAMENTO E RESILIENZA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI | 139 |
| | 7.6 MACRO-OBIETTIVO 6: OTTIMIZZAZIONE DEL VALORE DEL COSTO DEL CICLO DI VITA | 140 |
| | CONCLUSIONI | 143 |
| | NOTE | 149 |
| | BIBLIOGRAFIA | 153 |
| | ALLEGATI | |

INTRODUZIONE

La presente tesi nasce con l'obiettivo di indagare cosa significa, al giorno d'oggi, eseguire una valutazione della sostenibilità ambientale in edilizia e quanto e in che modo la metodologia Life Cycle Assessment possa influenzare il progetto architettonico rispetto ad un sistema di valutazione multicriterio.

Negli ultimi anni, infatti, l'edilizia sostenibile è diventata una necessità, più che una scelta, ed è cresciuto a dismisura il numero di edifici dichiarati "sostenibili" dai protocolli di certificazione ambientale, come BREEAM, LEED, DGNB, Itaca e molti altri. Tali sistemi multicriterio fanno parte di un panorama vasto ed eterogeneo a livello internazionale, che restituisce valutazioni tra loro diversificate e difficilmente confrontabili.

Al contrario, la metodologia LCA, che consente di misurare e analizzare gli impatti ambientali associati a tutte le fasi del ciclo di vita dell'edificio e dei suoi elementi, restituisce dei risultati oggettivi e comparabili, sulla base dei quali poter orientare le scelte progettuali.

Nato in ambito industriale, da studi finalizzati a ridurre il consumo di risorse ed energia all'interno dei processi di produzione, oggi questo strumento viene approfondito per un suo efficace inserimento nel settore edilizio. Diversi sistemi di certificazione, infatti, hanno già inglobato al loro interno degli aspetti di analisi del ciclo di vita, ad esempio incentivando l'utilizzo di materiali provvisti di EPD (Environmental Product Declaration), ma ciò non basta per avere un controllo globale sui consumi e sulle emissioni associate all'intero ciclo di vita di un processo edilizio.

Per tali ragioni, il presente lavoro di tesi mira a studiare la valenza dell'analisi del ciclo di vita (LCA) nel mondo delle valutazioni della sostenibilità in edilizia, confrontando questa metodologia con uno dei sistemi di valutazione più diffusi a livello internazionale, LEED.

Per rafforzare la tesi qui presentata si è analizzato Levels, il nuovo schema di riferimento promosso dall'Unione Europea che integra il concetto di ciclo di vita, incentivando l'utilizzo della metodologia LCA, dalla culla alla culla, come strumento di valutazione ambientale super partes.

Il caso studio scelto per confrontare questi strumenti di valutazione della sostenibilità ambientale è l'intervento di riqualificazione di Palazzo Novecento a Torino, edificio con una forte valenza storica all'interno del panorama architettonico italiano.

La tesi si compone di due parti: nella prima si presenta il caso studio di Palazzo Novecento, la sua valenza storica nel tessuto della città di Torino, i caratteri peculiari che l'hanno reso uno dei più grandi esempi di Architettura Razionalista italiana e l'intervento di progetto che è stato fatto per riportarlo a nuova vita, dopo un periodo di abbandono e degrado. In aggiunta viene presentata una sintesi del lavoro fatto dallo studio di progettazione per l'ottenimento della

certificazione LEED® for Homes: Multifamily Midrise, quali sono i crediti e i prerequisiti che si prevede di ottenere, le finalità di ciascuno e le strategie adottate per il loro soddisfacimento. La seconda parte della tesi, invece, presenta la valutazione del ciclo di vita (LCA) condotta sul caso studio di Palazzo Novecento e la comunicazione dei risultati della stessa attraverso le indicazioni del quadro Levels, che si dimostra essere un'ottima guida per chi vuole intraprendere una valutazione del ciclo di vita in maniera semplificata. A seguito del confronto tra queste tipologie di analisi, si vogliono individuare le differenze e le affinità e cercare di capire quali possono essere gli sviluppi futuri in questo campo.

PARTE I



101 Palazzo Gualino. Vista d'angolo tra Corso Vittorio e Via della Rocca.
Foto DOMUS, n°9, giugno 1930

1

IL VALORE STORICO
DELL' EDIFICIO (1929-30)

1.1 IL CONTESTO. TRA DITTATURA E POLEMICHE

La storia di questo edificio è strettamente legata a quella del Movimento Razionalista italiano, che fiorì sul finire degli anni Venti del secolo scorso. Palazzo Gualino - il nome originale era Grande Palazzo per uffici Novecento, ma l'edificio è sempre stato denominato con il nome del suo committente, fino all'ultimo progetto di ristrutturazione del 2016, che riprende in parte il nome originale - è considerato, infatti, come uno dei primi e più rilevanti esempi dell'architettura Razionalista italiana¹. Commissionato nel 1928 dall'industriale Riccardo Gualino agli architetti Giuseppe Pagano Pogatschnig e Gino Levi Montalcini, fu espressione dei valori ricercati dal movimento stesso, ovvero l'uso di volumi semplici e netti, l'identificazione tra forma e funzione e l'abolizione di ogni ornamento superfluo².

Per illustrare le caratteristiche compositive e funzionali dell'edificio non possiamo prescindere dal fare una lettura, seppur minima, del contesto storico e culturale nel quale esso affonda le proprie radici.

L'Italia degli anni Venti e Trenta è un Paese ancora scosso dagli avvenimenti del primo conflitto mondiale ed economicamente debole, con una classe borghese incapace di risollevarlo e una classe operaia tra la quale dilagava la disoccupazione e la miseria. Tali fattori non fecero che acuire le tensioni sociali, in un Paese la cui classe politica si dimostrò incapace di governare in modo giusto e autorevole, rendendolo facile preda della dittatura fascista.

È in questo contesto che il razionalismo italiano, come movimento artistico e culturale, nasce in parallelo con l'ascesa al potere del fascismo, col quale spesso si identifica e si va quasi a fondere. Eppure, come vedremo, questa distinzione è giusto che vada fatta, per non assimilare ciò che è espressione di innovazione e cambiamento alla strumentalizzazione e monumentalizzazione fascista.

Storici dell'architettura, come Cesare de Seta, si chiedono se sia possibile individuare un filo conduttore all'interno del Razionalismo italiano nel periodo prefascista, fascista e post-fascista a conferma dell'indipendenza del movimento dal regime politico. Eppure, <<questa continuità non c'è>>, dirà lo stesso de Seta, <<non esiste soluzione di continuità tra l'Italia umbertina e l'Italia fascista segnatamente all'architettura: in questo specifico settore il fascismo svolge un ruolo di assoluto rilievo e sul fronte modernista e su quello monumentalista. Entrambi i due schieramenti sono figli legittimi del regime[...]>>³. Nonostante il fatto che il razionalismo inizi e termini col regime stesso, possiamo comunque trovare, due filoni preponderanti all'interno del movimento, uno indipendente e modernista, l'altro simbolico e monumentalista.

Mussolini, si servì del neonato movimento architettonico, ancora privo di un'associazione politica netta, come espressione artistica del regime per promuovere iniziative di carattere edilizio e urbanistico, al fine di consolidare il consenso verso il suo governo.

Lui stesso afferma: << A mio giudizio la massima tra tutte le arti è l'architettura, poiché

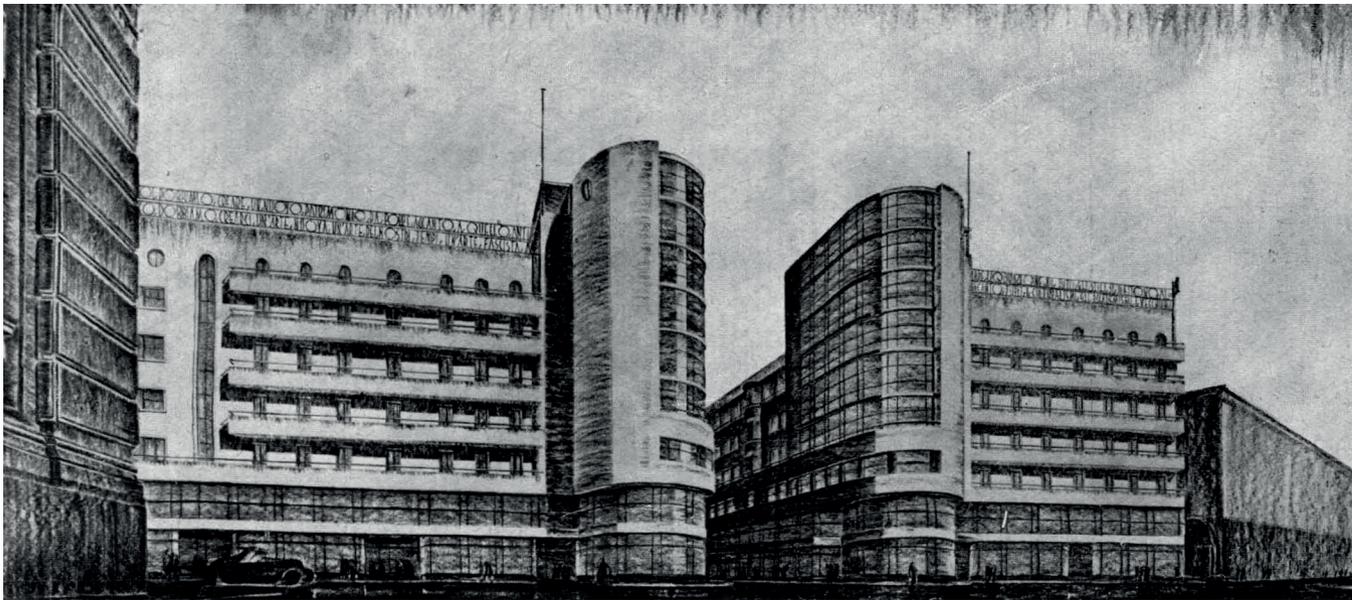


1.02 Palazzo Gualino. Prospettiva di progetto.
DOMUS, n°9, giugno 1930

comprende tutto >> ⁴. Sfruttò, di conseguenza, anche il potere comunicativo ed emozionale dell'architettura stessa per trasmettere la magnificenza del regime.

Inoltre, molti degli architetti razionalisti furono anche fascisti, iscritti al PNF (Partito Nazionale Fascista); lo stesso Pagano, progettista di Palazzo Gualino e protagonista dei dibattiti architettonici di quel periodo, non fu solo un convinto membro del partito, ma fu anche tra i fondatori del fascio di Parenzo, suo paese natio.

Eppure, la sua architettura non è mai sfociata in un bieco e grottesco monumentalismo,

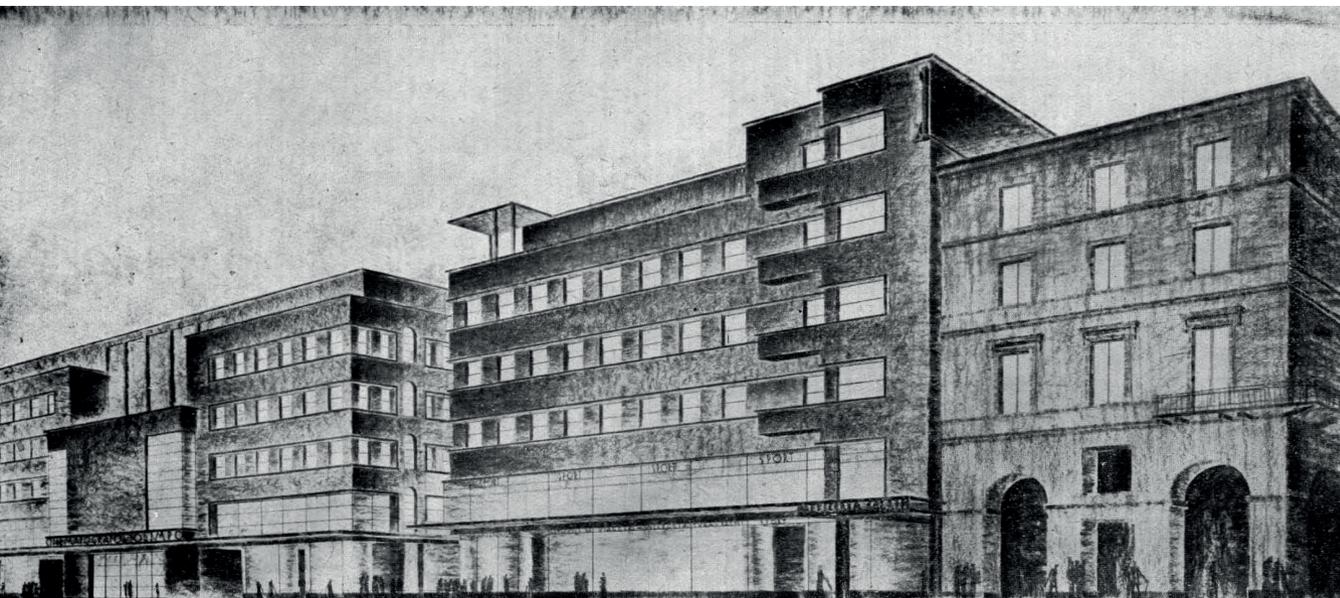


1.03 Disegni di progetto per la realizzazione di via Roma a Torino. Architetti del MIAR, 1931.
Imbocco di via Roma da Piazza Castello.

come può essere stato quello di alcune opere di Piacentini⁵, altro protagonista di rilievo del razionalismo italiano, mirate più a compiacere ed esaltare il regime, che a perseguire i temi dell'innovazione e del funzionalismo, propri del nuovo stile architettonico. Come dice ancora de Seta:

<< Quando sosteniamo che Pagano e Terragni, Bontempelli e Sironi furono fascisti, e nulla prova il contrario, siamo altrettanto consapevoli che la loro opera non si etichetta con l'epiteto fascista.[...] l'architettura del regime, quella imperiale e celebrativa del Piacentini e compagni, fu reazionaria, perché materializzava attraverso un codice formale retrivo, le volontà imperialistiche e celebrative; perché traduceva in termini spaziali l'esigenza di egemonizzare una moltitudine che non era popolo, ma soltanto massa >>⁶.

Col passare del tempo, infatti, il regime strumentalizzò sempre di più il nuovo stile architettonico, conferendogli caratteristiche proprie, che si riflettevano nella romanità e monumentalità delle opere; ed è a questo punto, che si innesta una frattura all'interno del movimento razionalista italiano, esso, espressione di modernità, essenzialità e funzionalismo, nato, sulla scia delle esperienze coeve in Germania, con la volontà di distacco dalla tradizione,



Disegni di progetto per la realizzazione di via Roma a Torino. Architetti del MIAR, 1931.
Vista prospettica degli edifici a cavallo di Via Andrea Doria.

1.04

adesso si ritrova esponente, più o meno volontario, dell'architettura proposta dal nuovo regime.

Per completare il quadro del contesto politico e culturale dell'epoca, non possiamo non citare l'esperienza del MIAR (Movimento Italiano per l'Architettura Razionale), un collettivo di architetti intenzionati a sostenere i principi su cui si fondava l'architettura razionale italiana: il rifiuto di uno stile individuale, l'apertura verso i processi di standardizzazione, una visione dello spazio unitario, l'uso di volumi netti e puliti, la funzionalità e l'eliminazione di qualsiasi decoro superfluo. A questo gruppo, fondato da Adalberto Libera nel 1930, aderirono diverse personalità di spicco, a partire dai membri del Gruppo 7 (G. Terragni, A. Libera, L. Figini, G. Frette, S. Larco, G. Pollini, C. E. Rava), ma anche Ridolfi, di Roma, Pagano e Levi Montalcini di Torino, e altri che, pur non aderendo, ne sostenevano le idee.

Il MIAR, però, non era ben visto da Mussolini, proprio per questi suoi principi che non si intrecciavano con gli interessi del regime, motivo per cui venne prima osteggiato, per poi essere sciolto nel 1931 e sostituito dal RAMI (Raggruppamento Architetti moderni Italiani), organizzazione ispirata al regime.

Nonostante il suo breve epiteto, il MIAR continuò ad influenzare le tendenze architettoniche per diversi anni avvenire, e molti sono stati i suoi contributi allo sviluppo e alla promozione

dell'architettura razionalista. Uno fra questi, è stato il progetto per la riqualificazione della via Roma a Torino, << che deve considerarsi una tappa essenziale nella storia dell'architettura e dell'urbanistica italiana >>⁷.

Si occuparono della proposta progettuale alcuni esponenti del MIAR torinese, ovvero Pagano e Levi Montalcini, Cuzzi, Aloisio e Sottsass, i quali esclusero lo sventramento (caldeggiato da Piacentini) e si espressero nel rispetto dell'assetto planimetrico del tessuto urbano, ma con una sostituzione edilizia, che mirava a mantenere la vocazione commerciale e direzionale della via, a discapito di quella residenziale. Il progetto risultava essere completo dal punto di vista formale e tecnico, con diversi accorgimenti verso la scorrevolezza e la viabilità, in una Torino che si apprestava a divenire la capitale dell'auto; ma questo non bastò a convincere il regime che non lo reputava degno dell'era fascista.

Al di là del tema teso di polemiche e dibattiti aperti, la Torino degli anni Trenta risulta essere una città in pieno sviluppo che abbraccia i concetti della nuova architettura razionalista; lo dimostrano le numerose opere realizzate sul territorio, dalla fabbrica Fiat del Lingotto di Mattè Trucco ai mercati generali di Umberto Cuzzi, dalla Torre Littoria di Armando Melis de Villa al Palazzo della moda di Ettore Sottsass.

Via Roma (tratto da Piazza San Carlo a Piazza Carlo Felice),
Marcello Piacentini, 1936-38 **1.05**

Ex Mercati generali, Umberto Cuzzi, 1933 **1.06**

Fabbrica FIAT del Lingotto, Mattè- Trucco, 1923 **1.07**

I.T. per le Attività Sociali Santorre di Santarosa,
ex Gruppo rionale fascista, Giuseppe Canestri, 1936 **1.08**

Torre Littoria, Armando Melis de Villa, 1933-34 **1.09**

Torino Esposizioni, ex Palazzo della Moda (1938), interno padiglione Nervi,
Pier Luigi Nervi, 1947 **1.10**

Ponte di Corso Belgio sul Po,
G. Pagano e G. Levi Montalcini, 1925-28 **1.11**





1.07 1.08



1.09 1.10



1.11

1.2 PALAZZO GUALINO

In questo contesto di polemiche e dibattiti in materia di arte, architettura e urbanistica, la Torino della fine degli anni '20 gioca un ruolo importante poiché ha tutte le caratteristiche per essere terreno fertile di nuove esperienze. Città industriale, nascente polo della produzione di automobili, città intellettuale, sede dell'università e del Politecnico, atto a formare figure di alto livello culturale in materia di ingegneria e architettura, città della resistenza, focolaio di tensioni politiche e sociali, per la presenza di gruppi reazionari con ideali opposti a quelli del regime.

In questo ambiente si formano le figure di Pagano e Levi Montalcini, che, laureatesi al Politecnico nella metà degli anni Venti, entrarono da subito nel mondo della professione. È nel 1928 che l'avvocato e imprenditore Riccardo Gualino si rivolge a loro per il progetto di un nuovo edificio per uffici nel cuore di Torino, Palazzo Gualino.

Definito <<uno dei primi industriali a credere nell'architettura moderna>>⁸, Gualino è un'altra figura di spicco della borghesia torinese di quegli anni, liberale apertamente anti fascista⁹, forma attorno a sé una cerchia di intellettuali e artisti <<che si sentono chiamati dar corpo ad una società moderna>>¹⁰ e in continuo cambiamento. Non ci stupiamo, quindi, se il Gualino non si spaventava di fronte all'idea di realizzare il suo edificio con un nuovo linguaggio, che, gradito o meno al resto dell'élite torinese, divenne un argomento sulla bocca di tutti, motivo di visibilità e interesse.

<< Quante critiche ha suscitato quel palazzo verde e giallo colle finestre longitudinali. A migliaia i viandanti si fermavano dubbiosi per esclamare: "Che sciocca idea quella di coricare le finestre!", come se fosse stabilito e deciso che una finestra più larga che alta costituisce un reato contro la bellezza. La tradizione, di qualunque genere sia, ha in noi radici talmente profonde, che ogni mutamento all'ordine consuetudinario ci costringe ad uno sforzo, ci impone un problema contro il quale cominciamo col ribellarci. Il che dimostra la necessità di atti coraggiosi, come il mio, se vogliamo che le idee camminino, che le tradizioni si evolvano>>¹¹.

Palazzo Gualino è, quindi, un edificio conosciuto per il suo valore innovativo all'interno del panorama architettonico del '900 italiano, spesso citato per il suo aspetto formale o per la distribuzione interna.

In un numero monografico di Domus del 1930 su Palazzo Gualino è possibile trovare un'ampia e accurata descrizione dell'edificio, dalle caratteristiche formali alla distribuzione interna, dai materiali utilizzati all'arredo disegnato su misura dall'architetto Levi Montalcini. Questo testo è stato di fondamentale importanza nello studio dello stato originale dell'edificio, il quale, nel corso del tempo, ha subito una serie di ristrutturazioni e modifiche, che lo hanno restituito ai posteri in maniera diversa dalla sua realizzazione.



1.12 A destra. Ritratto di Giuseppe Pagano Pogatschnig.
A sinistra. Ritratto di Gino Levi Montalcini.



PALAZZO NOVECENTO

1.13 Inquadramento dell'edificio all'interno del tessuto urbano della città e del centro storico (area evidenziata). Foto DOMUS, n°9, giugno 1930

1.3 FORMA, VOLUMETRIA E FUNZIONE

L'area di progetto scelta da Gualino per la realizzazione dell'edificio per uffici della ditta Salpa a Torino, è un'area centrale del tessuto urbano, in un lotto ad angolo tra via della Rocca e Corso Vittorio Emanuele II, precedentemente occupato da un edificio denominato Villa Gallenga, per il quale è stata optata la pressoché completa demolizione.

L'edificio ha un impianto a L, con due maniche ortogonali che vanno a chiudere l'isolato. Il fronte principale è quello su Corso Vittorio Emanuele II e risulta essere di 7 piani fuori terra, mentre quello secondario, di soli 5 piani, di cui l'ultimo arretrato rispetto al filo facciata, è prospiciente a via della Rocca. L'ubicazione interna al tessuto storico densamente abitato della città e la vista sull'antistante il parco del Valentino, facevano del nuovo edificio uno dei palazzi per uffici più esclusivi della città.

L'organizzazione degli spazi interni in pianta era semplice e funzionale, rispecchiava le esigenze dei luoghi di lavoro dell'epoca; i volumi che ne risultavano erano squadrati e netti, in perfetto accordo con l'essenzialità e la geometria della facciata. La distribuzione interna avveniva attraverso un corridoio sul lato del cortile, costituito da un duplice accesso: quello principale, su corso Vittorio Emanuele II, per il pubblico e la dirigenza; quello secondario, su via della Rocca, per il personale.

Il piano terra aveva funzioni di distribuzione e rappresentanza, il piano tipo era costituito dagli uffici del personale, mentre gli ultimi due piani erano riservati agli uffici della dirigenza. È importante sottolineare che la soluzione di progetto per la suddivisione interna del piano tipo era diversa da quella che venne poi adottata in fase di costruzione; infatti, l'ipotesi iniziale prevedeva la totale assenza di tramezzi interni che dividessero lo spazio di lavoro del personale, in un'ottica del tutto moderna e innovativa di concezione del lavoro. In fase esecutiva, però, venne fatta una variante (probabilmente in seguito alle lamentele del personale) che prevedeva l'uso di tramezzi interni in laterizio forato.

Altra soluzione innovativa per l'epoca, è quella del tetto piano, il quale, nonostante vanti una tradizione millenaria, viene reintrodotta in tempi recenti solo dal razionalismo, motivo per cui viene considerato una caratteristica fondamentale della nuova architettura. Il tetto in esame è costituito da una doppia struttura in latero cemento, con interposta un'intercapedine di grande spessore.

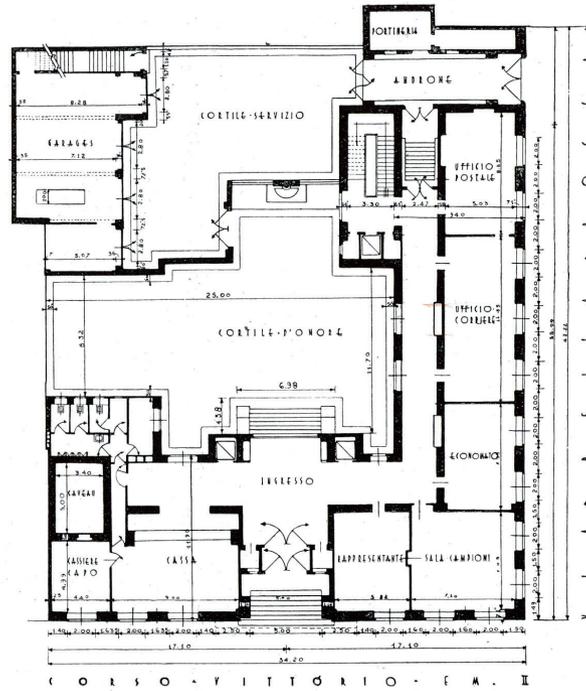
Grazie alla presenza della copertura piana, nel 1940 è stato possibile sopraelevare di un piano (arretrato rispetto al profilo dell'edificio) la manica su via della Rocca.

I prospetti principali sono caratterizzati da un deciso rigore formale, espresso dalle cornici semplici e pulite delle finestre che si allungano in corrispondenza dei davanzali, andando a definire un assetto orizzontale della facciata, che è caratterizzata da due leggeri aggetti in corrispondenza degli ingressi; su Corso Vittorio, tale avancorpo, ai piani superiori cade in corrispondenza degli uffici direttivi e della loggia dell'ufficio del presidente all'ultimo piano. La bicromia delle facciate, definita dalla pietra artificiale bianca dei marciapiedi e dagli intonaci in Silexine giallo chiaro (al piano terra, al piano settimo e in corrispondenza degli avancorpi in prospetto) e Silexor grigio verde, ne accentua la scansione orizzontale.

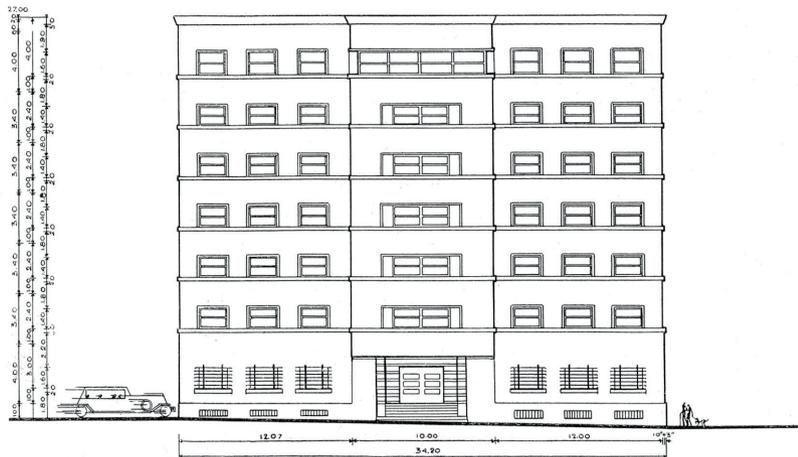
Si riporta di seguito un estratto del numero monografico di Domus , che spiega in maniera chiara e dettagliata l'organizzazione planimetrica e volumetrica dell'edificio.

<< L'area di 1644 mq, ad angolo sul corso Vittorio Emanuele II e la via della Rocca, è stata sfruttata al massimo in altezza (metri 27,50), lasciando invece un discreto margine nel cortile (area coperta mq. 950).

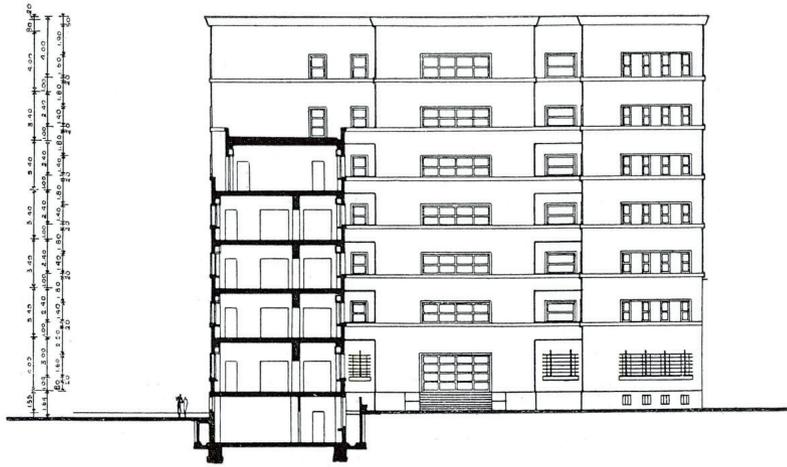
I sette piani concessi [...] sono risultati di altezza costante di metri 3,40 [...] nei piani intermedi mentre nel piano terra e nel sesto piano [...] le altezze sono state portate a quattro metri. La parte di edificio verso la via laterale più stretta si poté alzare soltanto su cinque piani sopra terra, di cui uno arretrato. [...] La circolazione interna è data da un corridoio largo metri 3,00-2,50, direttamente illuminato dal cortile e in comunicazione con la scala. La comunicazione tra i piani è data [...] da tre ascensori, tutti in vano proprio. Due di questi sono installati nel corpo più alto nel centro del corridoio e servono i sette piani. [...] Il cortile è stato diviso in due parti: la prima destinata a cortile d'onore; la seconda, in comunicazione diretta con l'accesso carraio, a cortile di servizio. In questo, in apposito edificio, sono posti i garages al piano terra e l'alloggio del portinaio al piano superiore. La divisione tra i due cortili è ottenuta da una cancellata, chiusa nella parte centrale da una fontana di granito. [...] I piani tipici dell'edificio sono quelli del 1°, 2° e 3° piano [...] il quarto piano ha una parte arretrata sulla via laterale [...] una scala speciale parte dal corridoio del quarto piano e conduce ai due piani superiori [...] l'accesso al tetto piano è dato da una scala a chiocciola. [...] L'ossatura dell'edificio è stata eseguita in cemento armato dall'Ing. Luigi Ferroglio. [...]>>¹⁴



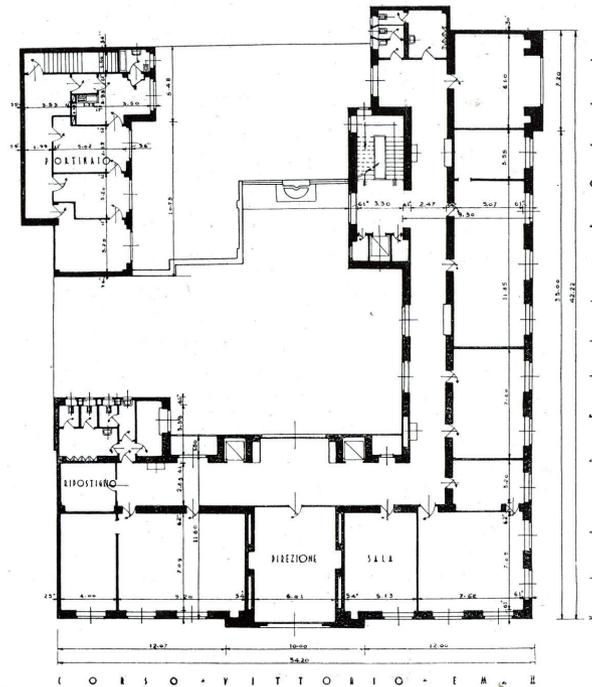
1.14 Pianta originale del piano rialzato di Palazzo Gualino. DOMUS, n°9, giugno 1930



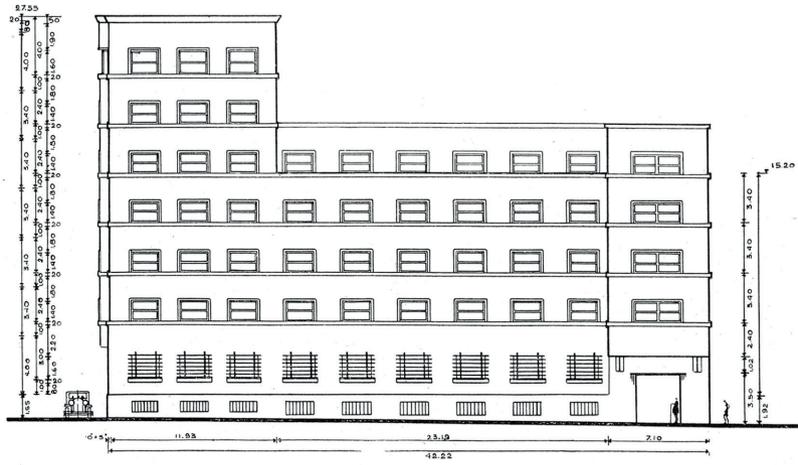
1.15 Prospetto di Palazzo Gualino su Corso Vittorio Emanuele II. DOMUS, n°9, giugno 1930



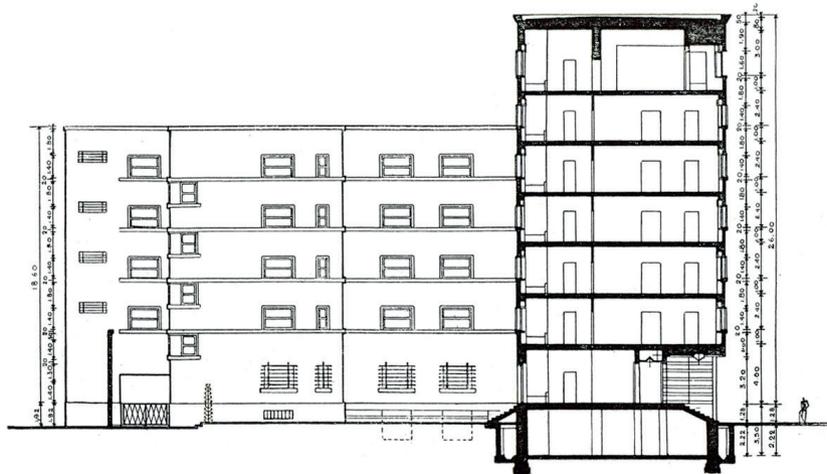
1.16 Sezione longitudinale. DOMUS, n°9, giugno 1930



1.17 Pianta piano primo. DOMUS, n°9, giugno 1930



1.18 Prospetto su Via della Rocca. DOMUS, n°9, giugno 1930



1.19 Sezione trasversale. DOMUS, n°9, giugno 1930

I serramenti sono certamente uno degli elementi più innovativi e discussi della facciata, il loro taglio orizzontale risulta una rivolta verso le convenzioni architettoniche e la tradizione classica. La finestra a nastro nella loggia dell'ufficio di Gualino, inoltre, è un richiamo alle moderne tendenze europee.

Le finestre delle facciate principali hanno tutte una larghezza netta dei 2 metri, ad eccezione di quelle, più larghe, posizionate negli avancorpi in aggetto; le altezze nette sono, invece, di 1,5 metri, al piano terra e all'ultimo piano, e 1,4 metri, nei restanti piani.

1.20 Vista di palazzo Gualino da Corso Vittorio Emanuele II. DOMUS, n°9, giugno 1930



1.4 MATERIALI DESIGN E TECNOLOGIE

La scelta dei materiali per i pavimenti e i rivestimenti degli interni evidenzia la continua ricerca dei progettisti verso i dettami del nuovo e del moderno.

Per quanto riguarda i prospetti principali, gli intonaci originali, sostituiti nel tempo, erano costituiti da Silexine giallo chiaro e Silexor grigio verde, i marciavanzi e le cornici delle finestre erano, e restano tutt'oggi, in pietra artificiale bianca, mentre per il basamento e le inquadrature degli ingressi e i marciavanzi del piano terra è stata scelta la Sienite della Balma lucida.

Oltre alla sienite, si fa un massiccio uso di graniti sia per gli esterni che per gli interni. La fontana del cortile venne realizzata in granito bianco e sienite, mentre il cornicione è costituito da Diurite nera di Anzola lucida.

Le coloriture degli interni, invece, erano il giallino chiaro per le pareti e il bianco per i soffitti dei corridoi e degli uffici, mentre erano più accese e vivaci per i locali dirigenziali per essere più velocemente identificati. Tali coloriture vennero eseguite con tinteggiatura a calce su preparazione a gesso nei soffitti e con tinta a cementite su sottofondo di Neurolit sulle pareti. Si possono identificare quattro tipi di pavimentazioni principali: il marmo repen grigio e nero nube di Aurisina per corridoi, scale, zoccolature e cornici delle porte verso i corridoi, il linoleum grigio e nero ad intarsi per gli uffici, il cuoio per l'ufficio della dirigenza e la ceramica per i servizi igienici.

I mobili originali - oggi non più presenti - vennero tutti disegnati su mano degli architetti Pagano e Levi Montalcini e prodotti dalla F.I.P (Fabbrica Italiana Pianoforti), ditta dello stesso Gualino.

Sono stati progettati e realizzati 67 tipi di mobili diversi, tutti costituiti da una struttura interna di abete stagionato placcato con uno strato sottile di compensato, infine, impiallacciato in Buxus, prodotto a base di cellulosa resistente e compatto, adatto per soddisfare le richieste di volumi lineari e lisci dell'architettura razionalista, in quanto può essere levigato e lavorato al fine di ottenere forme geometriche perfette¹⁴.

La soluzione tecnologica adottata per i serramenti risulta essere una delle più particolari ed innovative del periodo. La forma a taglio orizzontale risponde alle esigenze della modernità, la necessità di areare e illuminare spazi con dimensioni e uso diversi da quelli tradizionali. Oggi, ritroviamo presenti serramenti diversi da quelli originali, uguali per forma, ma non per materiali e tecnologie.

I serramenti di abete in legno stagionatissimo sono colorati nella parte esterna in cementite bruno-viola e in quella interna in cementite giallo chiara per adattarsi alle pareti dei corridoi e degli uffici. Il meccanismo di funzionamento consiste nell'apertura a ribalta (o a vasistas) dell'anta superiore e a coulisse (o a saliscendi, per mezzo di opportuni sontrappesi) di quella inferiore.

Per quanto concerne gli impianti, essi non costituiscono motivo di innovazione rispetto ad edifici coevi realizzati all'estero, ma sono invece da considerarsi soluzioni d'avanguardia per l'Italia.

Sono stati realizzati dei cavedi ispezionabili in posti strategici a servizio dell'impianto elettrico; ogni stanza era provvista di un numero fisso di prese, pulsanti di chiamata dei fattorini e prese telefoniche, raggruppati in maniera modulare; i corpi illuminanti sono stati scelti ad hoc per ogni ambiente, in base alla funzione dello stesso, e sono costituite da lampade ad incandescenza celate dietro diffusori in vetro di design complesso, per evitare l'abbagliamento. Questi ultimi apparecchi, col tempo sono stati sostituiti da lampade o plafoniere di altro genere, per motivi a noi sconosciuti.

L'impianto di riscaldamento, che nasce sul finire dell'800, in sostituzione a stufe e camini, è ingegnoso e flessibile, in quanto dà la possibilità di riscaldare gli ambienti ad orari prestabiliti in base alle esigenze del lavoro d'ufficio, ma la vera innovazione è costituita dall'impianto di raffrescamento dell'aria, uno dei primi funzionanti in Italia ¹⁵.

L'impianto idrico-sanitario, realizzato con tecniche tradizionali, era costituito da <<condutture indipendenti per l'acqua calda, per l'acqua fredda e per il servizio degli idranti, con diramazione centrale di partenza dal locale caldaie. Gli apparecchi sono stati forniti in ceramica dura e tutte le parti visibili delle rubinetterie e degli accessori sono state eseguite su disegno apposito in bronzo e ottone cromato>> ¹⁶.

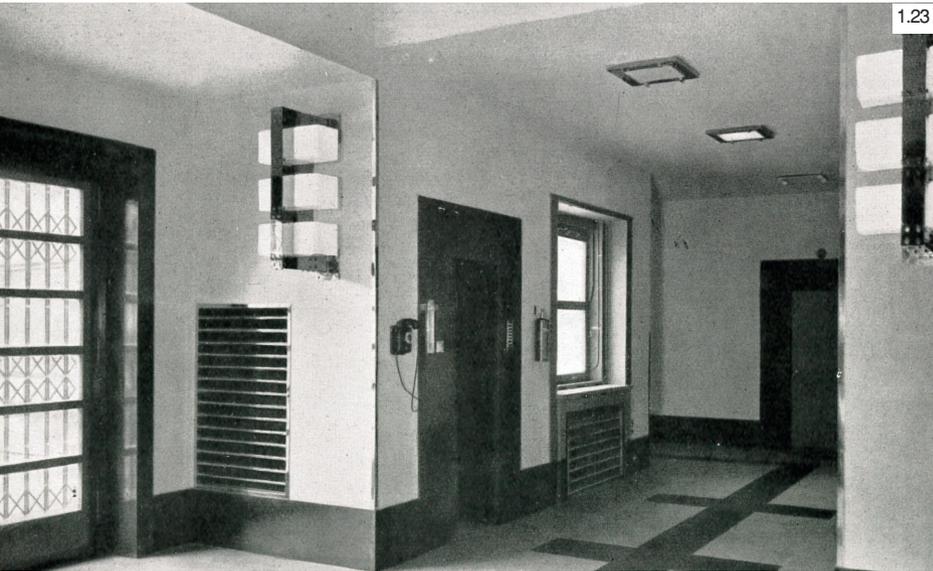
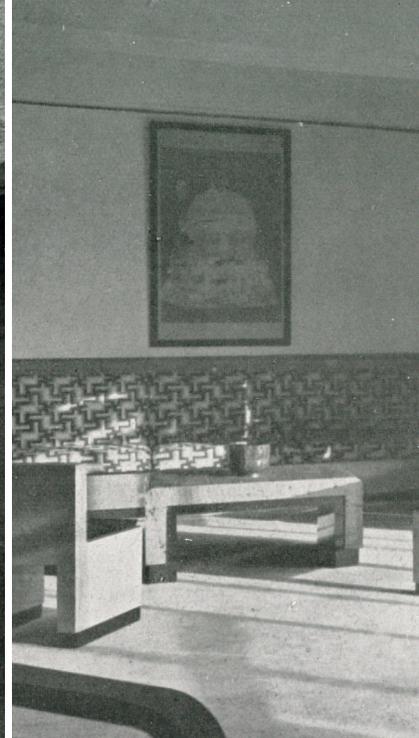
Palazzo Gualino era, inoltre, dotato di una serie di impianti "accessori" che lo rendevano un edificio per uffici all'avanguardia; l'impianto di aspirazione centralizzata delle polveri, costituito da bocchette poste in basso nei corridoi, consentiva l'aspirazione del materiale immesso nelle stesse, consentendo una facile pulizia dell'edificio; l'impianto di segnalazione veniva usato per chiamare i fattorini; l'impianto antintrusione era costituito da una sistema

integrato uomo-macchina, il quale dava l'allarme se la ronda notturna, incaricata di dare un avviso di conferma dell'ordine ad orari prestabiliti, mancava o ritardava a dare il segnale; l'impianto antincendio dotato di rete idrica collegata agli idranti, posti uno per piano; l'impianto di movimento della posta per mezzo del quale << i plichi cadono per gravità al piano terreno, dove vengono raccolti all'ufficio corriere>>¹⁷ .

- 1.21 1.26 Ingresso principale su Corso Vittorio Emanuele
- 1.22 Ingresso secondario su Via della Rocca
- 1.23 Atrio del piano terra
- 1.24 Scalinata di accesso al corridoio
- 1.25 1.31 Scala e corridoio nel corpo centrale
- 1.27 Studio e loggia della presidenza
- 1.28 Ufficio tipo
- 1.29 Sala del consiglio
- 1.30 Sala delle adunanze
- 1.32 Vista panoramica dalle finestre del corridoio



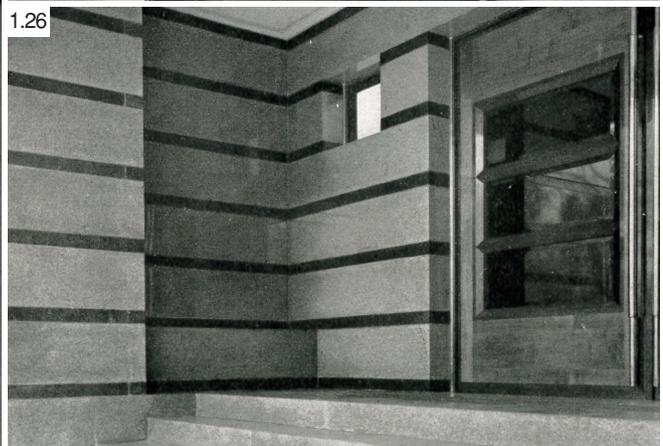
1.21 1.22



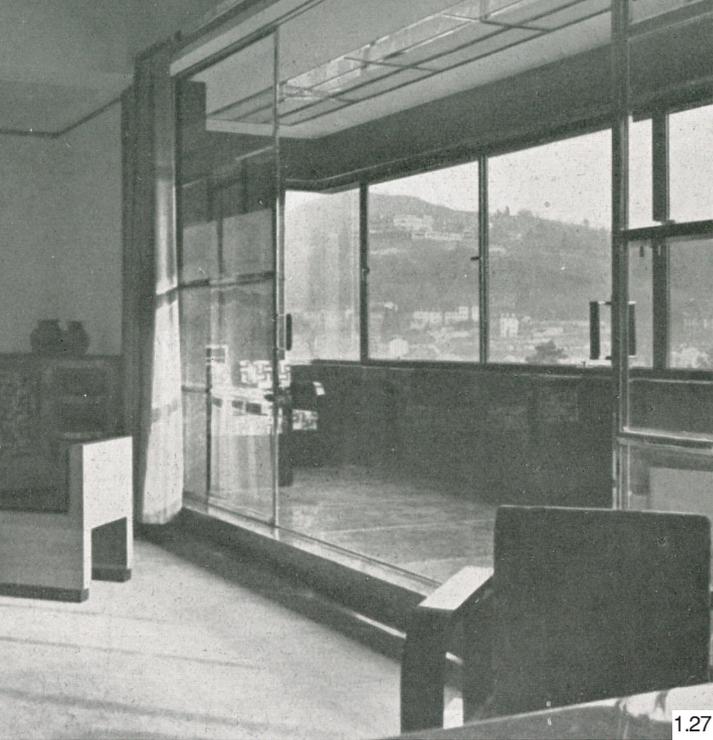
1.23 1.24



1.25



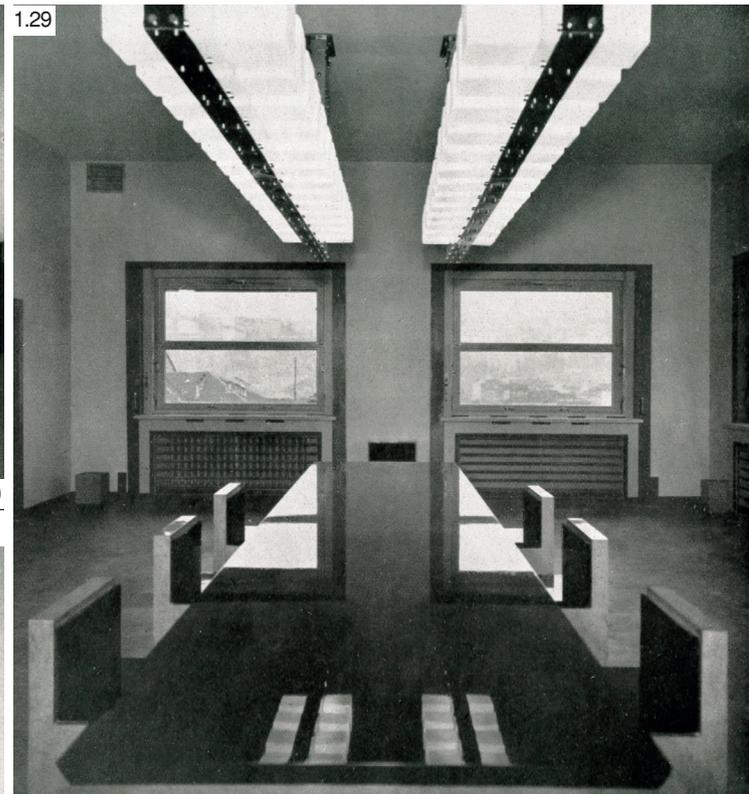
1.26



1.27 1.28



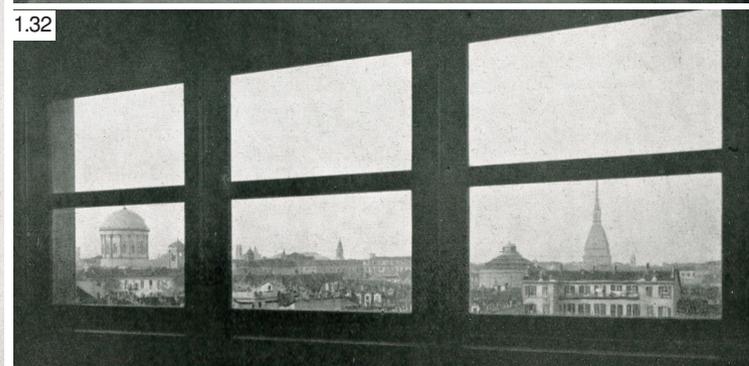
1.30



1.29



1.31



1.32



1

Render di progetto

2

L'INTERVENTO DI PROGETTO

2.1 IL PROGETTO ARCHITETTONICO

Il progetto di funzionalizzazione di Palazzo Novecento, del quale si è occupato lo studio di Architettura Baietto Battiato Bianco, ha l'obiettivo *<<di far rivivere l'architettura all'interno di un tessuto urbano e sociale trasformato rispetto al periodo della sua realizzazione>>¹⁸*.

La sfida di progetto è stata quella di compiere la lettura di un'opera architettonica densa di significati, che appartiene ad una storia relativamente recente e non ancora sufficientemente indagata e sedimentata. Attraverso uno studio attento di tutte le fonti d'archivio sull'edificio e della letteratura su Pagano e Levi Montalcini, si è cercato di operare nel pieno rispetto dell'architettura e ridare lustro ad un'opera che ha contribuito a fare la storia del Razionalismo italiano.

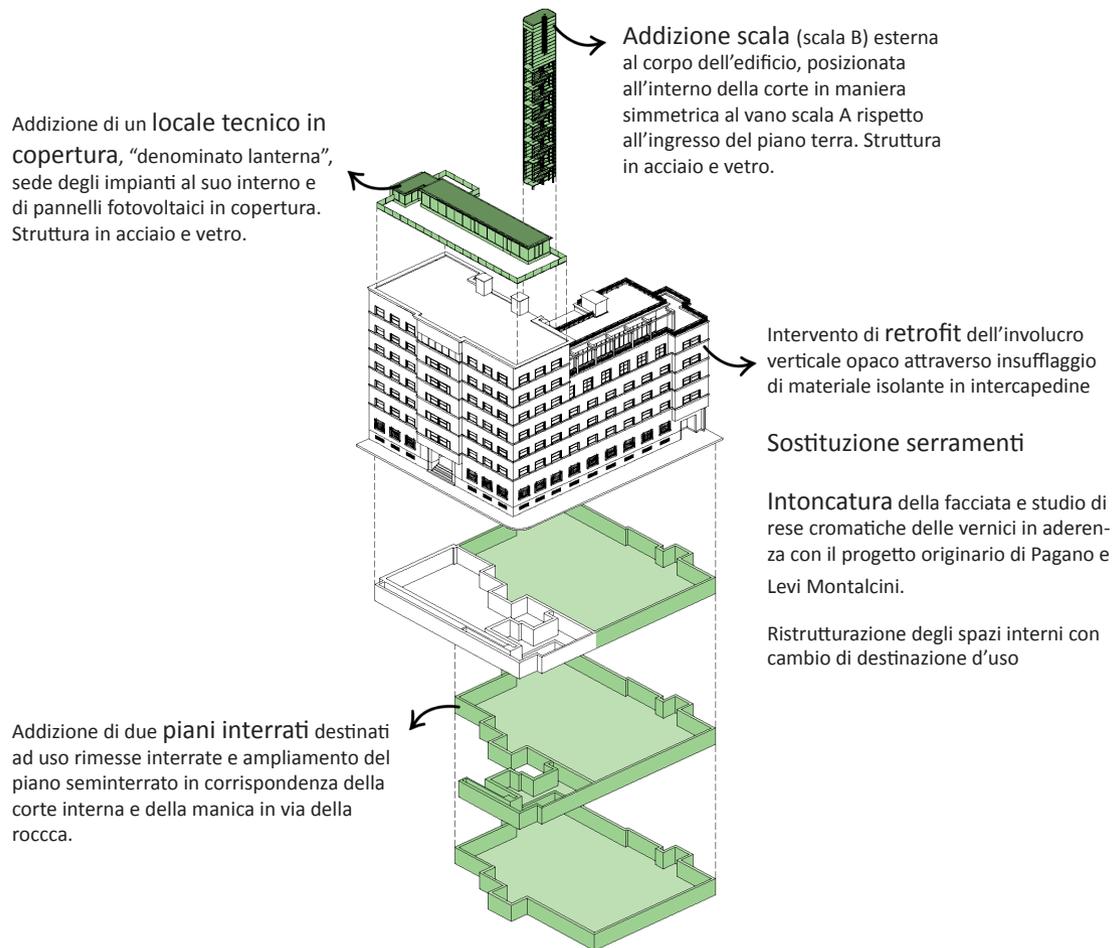
Con l'occhio critico di chi non vuole cadere nel rischio di una conservazione passiva di ogni elemento progettuale, lo studio, in accordo con il volere della Soprintendenza, ha portato avanti l'intervento di trasformazione dell'edificio in coerenza con il suo impianto originario.

La linea di pensiero seguita nell'ambito dell'intervento architettonico è, infatti, quella del *com'era e dov'era*, un tipo di restauro conservativo che, applicata a questo caso, mira a riportare l'edificio alla valenza formale di un tempo; si veda, un esempio su tutti, il lavoro fatto sui serramenti di facciata, i quali sono stati riproposti con materiali dalle prestazioni più performanti, ma mantenendo il disegno originale, il quale era stato sostituito nel corso degli anni da un'immagine più greve data da serramenti di qualità inferiore.

L'intervento di progetto si propone, quindi, di conciliare la valenza storica dell'edificio con le esigenze contemporanee di efficientamento energetico, innovazione tecnologica e appetibilità di mercato attraverso contenuti interventi compositivi che preservano l'unicità del manufatto architettonico.

Possiamo distinguere all'interno progetto di recupero dell'edificio due macro categorie di interventi: una di retrofit energetico dell'involucro, l'altra di modifica e addizioni all'esistente. Il tema del retrofit è stato affrontato in maniera tradizionale, per quanto riguarda l'involucro opaco si è optato per l'insufflaggio di materiale isolante nella cassavuota della muratura perimetrale, una scelta che permette di aumentare le prestazioni termiche dell'involucro senza la perdita di spazio all'interno delle unità abitative – non è stato possibile optare per il cappotto esterno per preservare la facciata, vincolata dalla soprintendenza. Per l'involucro trasparente, invece, come si è detto, si è scelto di cambiare i serramenti esistenti, con altri di disegno uguale a quelli originali, ma con caratteristiche prestazionali molto più alte: telaio in legno con sezioni ridotte e apertura a coulisse e a vasistas.

Per quanto concerne la seconda categoria di intervento, sono state aggiunti tre piani di parcheggi interrati, a servizio delle unità abitative, un corpo scala esterno, situato nel cortile



2.01 Schema interventi di progetto

interno e costituito da una struttura in acciaio e vetro, e una “lanterna” in copertura, ovvero un volume trasparente, anch’esso in acciaio e vetro, pensato per contenere le tecnologie, gli impianti di climatizzazione e trattamento aria e pannelli fotovoltaici in copertura per la produzione di energia pulita in situ.

Per quanto riguarda la distribuzione interna, si è dovuto operare in modo da convertire degli spazi destinati ad uffici in alloggi di diverse metrature, tranne che al piano rialzato, dove i caratteri distributivi sono rimasti quasi inalterati.



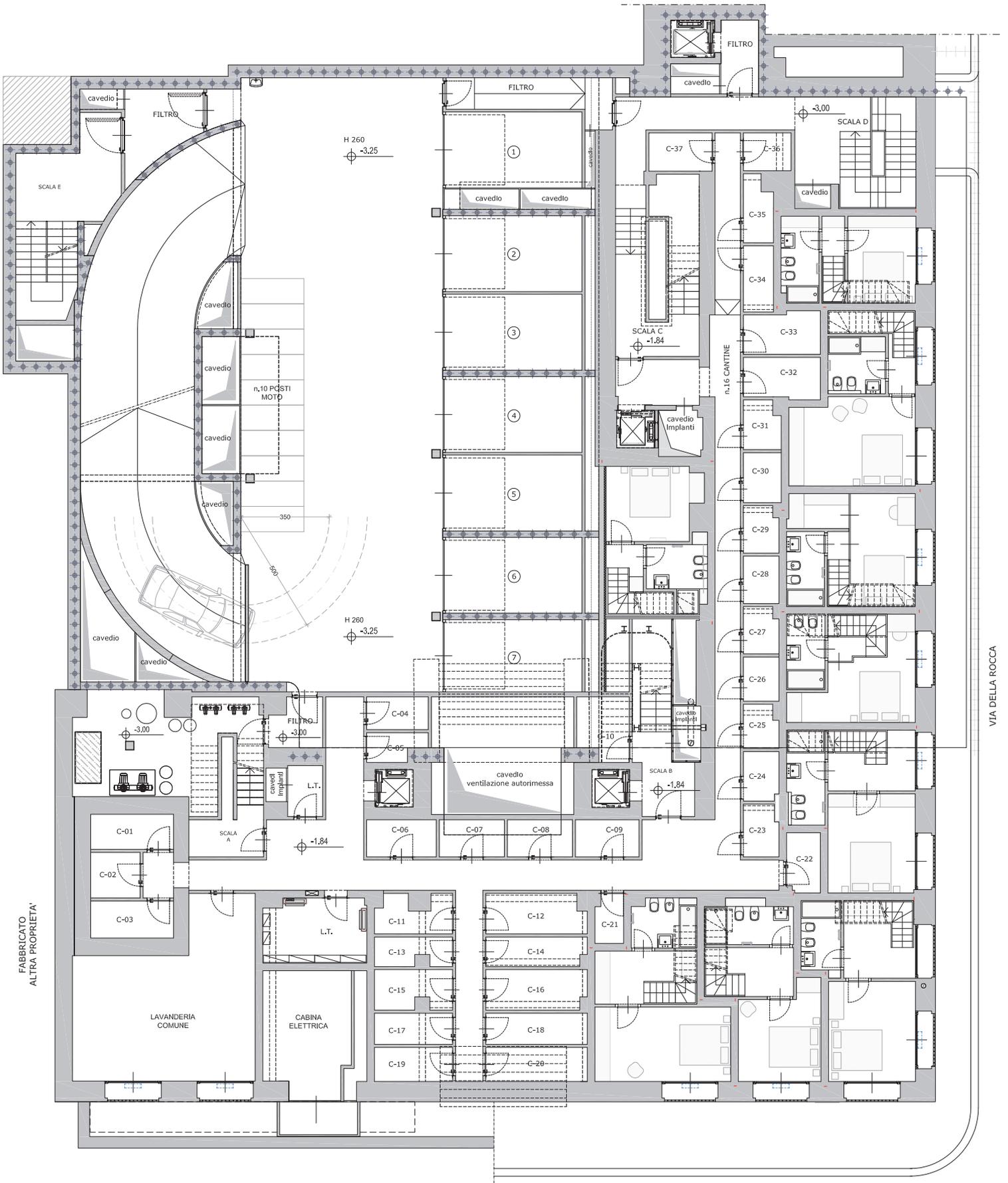
2.02 Schema demolizioni-costruzioni P-1.

2.2 I CARATTERI DISTRIBUTIVI

PIANI INTERRATI

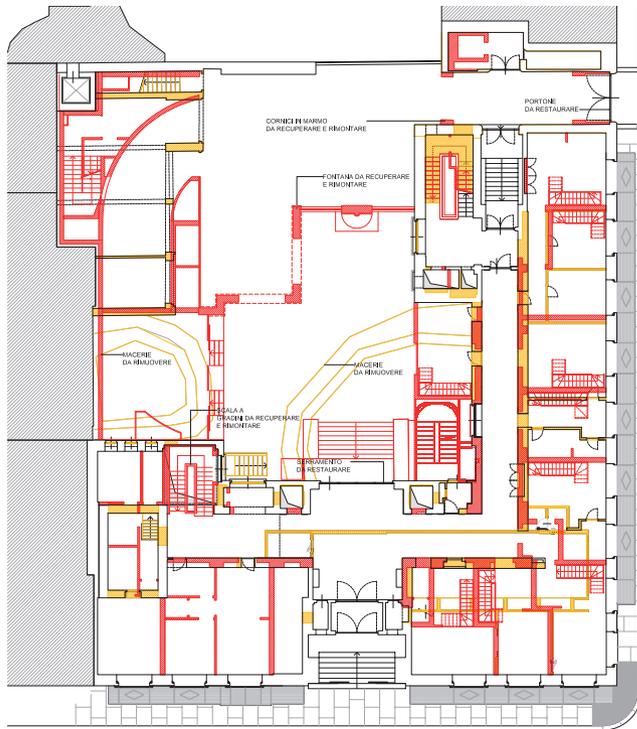
Il progetto prevede la realizzazione di tre piani interrati in corrispondenza della corte centrale per ospitare autorimesse, cantine e locali tecnici. Il secondo e il terzo piano interrato sono realizzati ex-novo, mentre il primo piano interrato sarà il completamento di locali già esistenti in corrispondenza della manica su via della Rocca.

Gli apparati decorativi delle corti interne e la fontana monumentale saranno restaurati e ripristinati. L'accesso veicolare ai parcheggi interrati verrà garantito attraverso una rampa posta al di sotto della casa del custode, con ingresso dalla corte di servizio.



FABBRICATO
ALTRA PROPRIETA'

VIA DELLA ROCCA



2.04 Schema demolizioni-costruzioni del piano rialzato

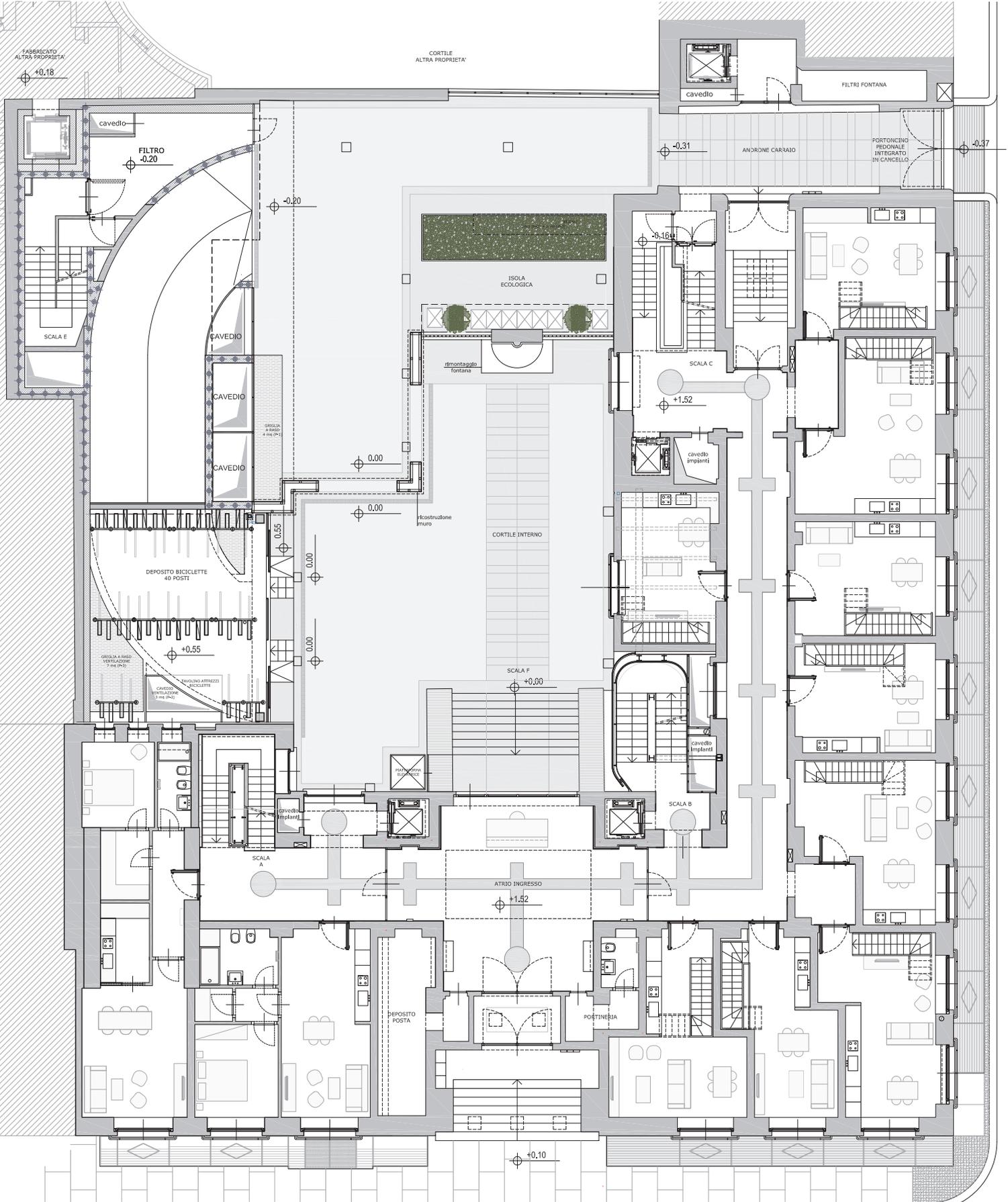
PIANO RIALZATO

La corte interna non subisce particolari modifiche, ma è oggetto di conservazione e restauro; viene mantenuta l'attuale organizzazione con il cortile suddiviso in due parti, una di servizio e accesso alle autorimesse e una di rappresentanza, con la sistemazione della fontana e la scala di accesso all'atrio dell'edificio principale.

Il piano rialzato viene destinato a residenza, con unità di piccolo taglio. Gli accessi e i corridoi di distribuzione, rimangono quelli attuali, con l'ingrasso principale su Corso Vittorio Emanuele II e quello secondario su via della Rocca; anche la pavimentazione in marmo del corridoio principale viene conservata. È previsto lo spostamento della scala A e il suo prolungamento fino al piano terra e la costruzione della scala B, un corpo esterno in vetro e acciaio posto nella corte interna in simmetricamente alla scala A rispetto al prospetto su Corso Vittorio.

FABBRICATO
ALTRA PROPRIETA'

CORTILE
ALTRA PROPRIETA'



FILTRO
-0.20

cavedio

FILTRI FONTANA

-0.37

-0.31

ANDRONE CARRAIO

PORTINONE
PERSONALE
INTEGRATO
IN CANCELLO

CAVEDIO

CAVEDIO

CAVEDIO

GRIGLIA
A RASO
E SOTTO
E SOTTO
E SOTTO



ISOLA
ECOLOGICA

rimontaggio
fontana

0.00

ricostruzione
muro

CORTILE INTERNO

-0.16

SCALA C

cavedio
impianti

+1.52

DEPOSITO BICICLETTE
40 POSTI

+0.55

GRIGLIA A RASO
VENTILAZIONE
7 PNEUMI

CAVEDIO
VENTILAZIONE
(4000 PNE)

CAVEDIO
VENTILAZIONE
(4000 PNE)

0.00

0.00

0.00

0.00

0.00

SCALA F
+0.00

cavedio
impianti

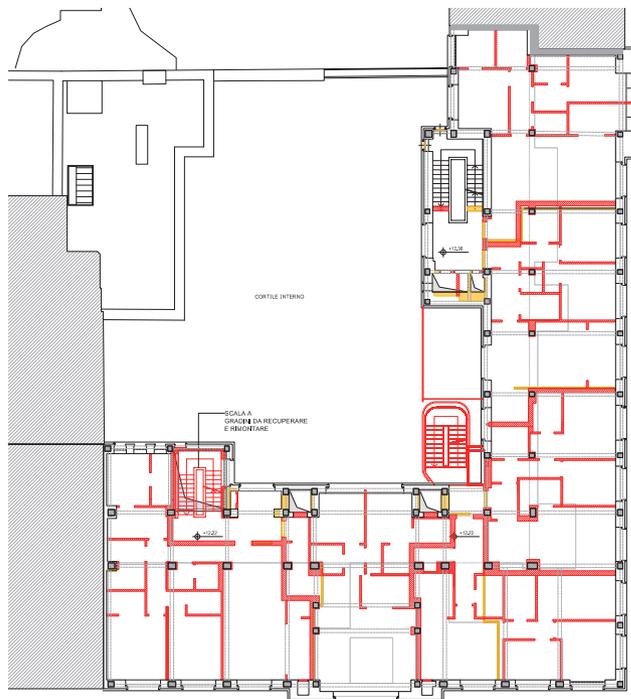
SCALA B

ATRIO INGRESSO
+1.52

DEPOSITO
POSTA

POSTINERIA

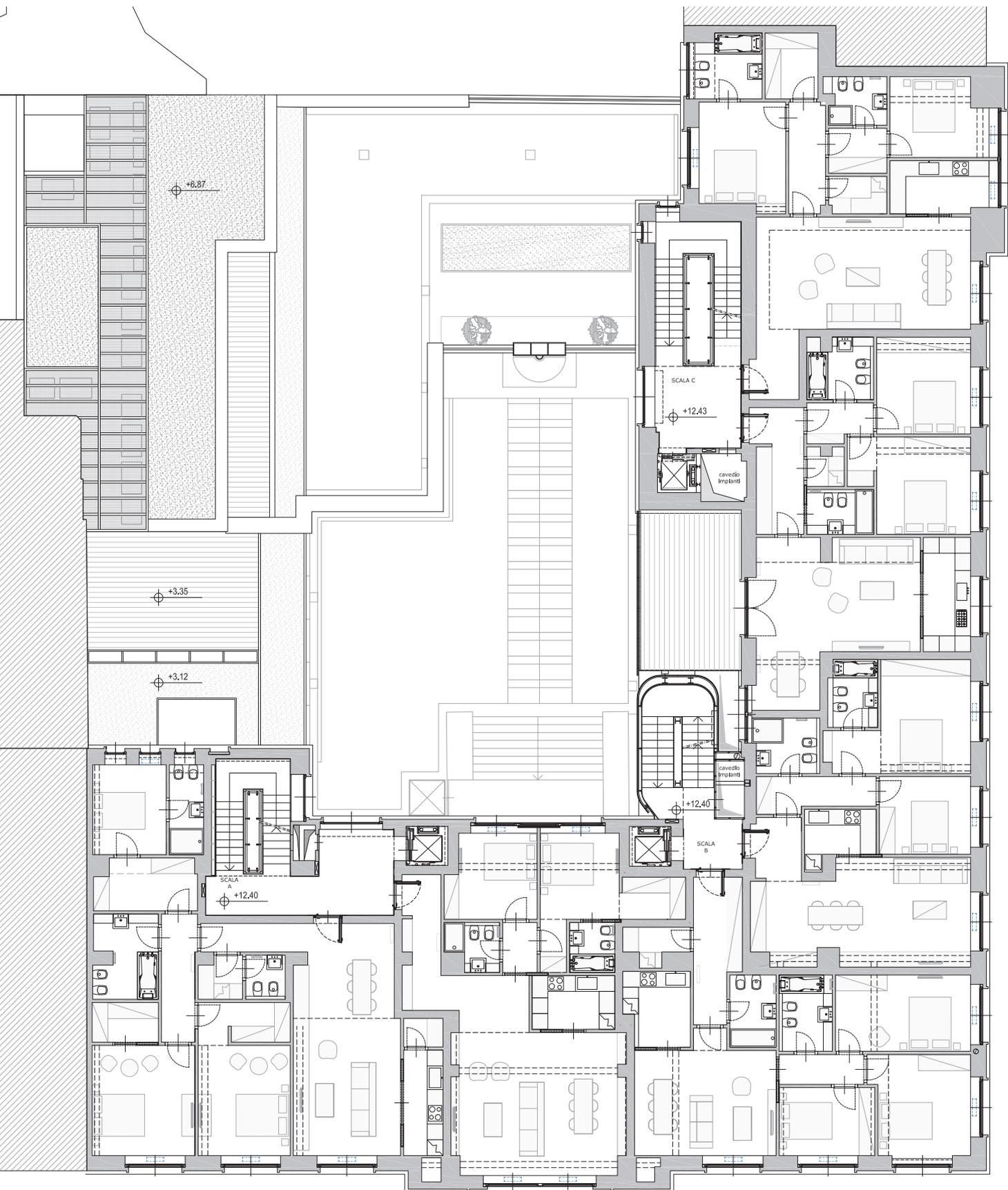
+0.10



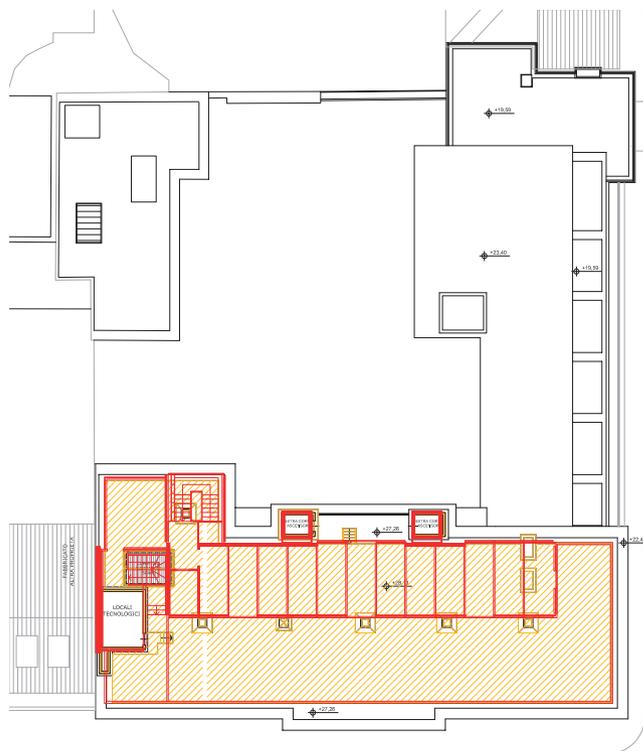
2.06 Schema demolizioni-costruzioni P3

PIANO TIPO

I piani uno, due, tre, quattro e cinque sono molto simili tra loro, motivo per cui si riporta nella pagina a lato solo la pianta del piano terzo, così individuato come piano tipo. Per tali piani è stata prevista una riorganizzazione degli spazi interni, in seguito al cambio di destinazione d'uso da uffici a residenza. Le unità individuate sono da 5 a 3 nella manica su corso Vittorio Emanuele II e da 4 a 1 su via della Rocca. Sono per lo più unità di piccolo taglio, da un minimo di 40 a un massimo di 160 metri quadrati. Al primo piano, nel corpo di fabbrica destinato all'edificio custode, viene confermata la destinazione residenziale. Il piano sesto è il piano con i caratteri di maggiore pregio dell'edificio, in quanto sede della presidenza dell'ex ditta Salpa. Il progetto di rifunzionalizzazione prevede il restauro dei serramenti metallici della loggia dell'ufficio dell'Avv. Gualino, ancora funzionanti.



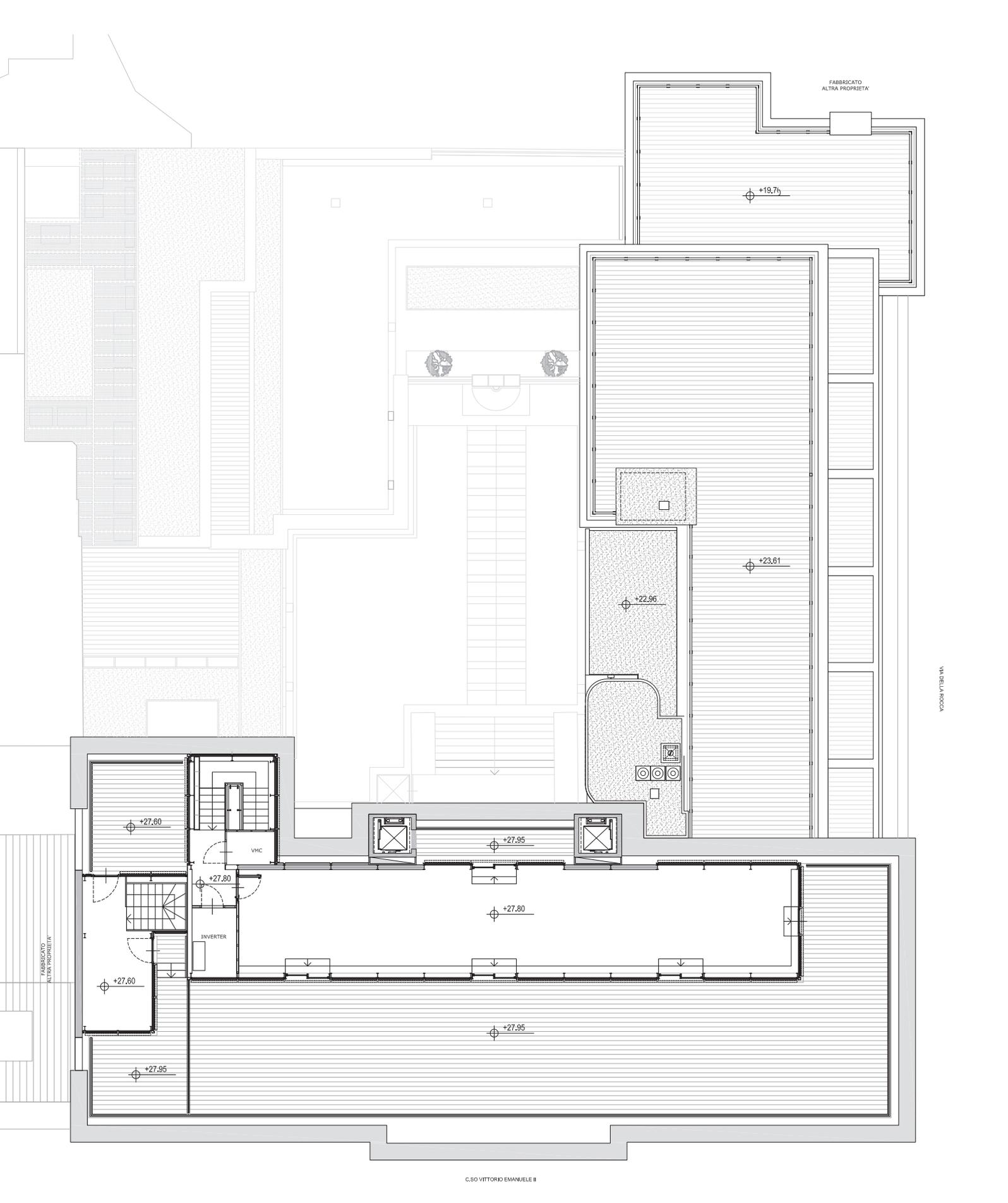
VIA DELLA ROCCIA



2.08 Schema demolizioni-costruzioni P7, piano della lanterna

LANTERNA E COPERTURE

Il progetto prevede il recupero di un volume esistente e la realizzazione di un nuovo volume vetrato che accoglierà le tecnologie, tra cui dei pannelli fotovoltaici in copertura per la produzione di energia rinnovabile in situ. A questo livello vengono anche portati gli sbarchi degli ascensori.





2.10

2.11





2.12 Sezione trasversale. Fuori scala

2.10 Pagina a lato. Prospetto su Corso Vittorio Emanuele II

2.11 Pagina a lato. Prospetto su via della Rocca

2.3 IL PROGETTO STRUTTURALE E TECNOLOGICO

Un primo fronte di intervento riguarda le verifiche della struttura portante in c.a. esistente, che resta sgravata da ulteriori carichi in progetto rispetto alla funzione attuale, ed gli interventi puntuali di adattamento e rinforzo per l'inserimento di nuovi passaggi impiantistici.

Più ambizioso dal punto di vista della consistenza esecutiva dei nuovi interventi, risulta, invece, il progetto strutturale che riguarda la realizzazione di tre piani interrati destinati ad autorimessa in corrispondenza della corte centrale.

La costruzione dei tre piani interrati è resa possibile dalla realizzazione di un piano "cuscinetto" costituito da una soletta in c.a. di spessore 90 cm che ingloba i plinti di fondazione della manica su via della Rocca.

La soletta poggia lungo il bordo su una paratia perimetrale al lotto costituita da pali del diametro di 80 cm posti ad interasse 80 cm, lungo i lati prospicienti via Della Rocca, e micropali del diametro di 25 cm posti ad interasse 35 cm sui lati interni del lotto; internamente la soletta in c.a. poggia su una serie di micropali del diametro di 20 cm.

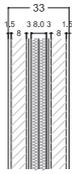
I lavori vengono condotti attraverso la tecnica del TOP-DOWN (letteralmente dall'alto verso il basso), che consiste nella costruzione dei piani interrati a partire dalla realizzazione del solaio del piano terra, nel non nostro caso il piano cuscinetto, la cui struttura viene realizzata contro terra, fino all'ultimo piano interrato effettuando lo sbancamento solo dopo il getto del solaio sovrastante. Questa tecnica, che ribalta la metodologia costruttiva tradizionale (BOTTOM-UP, dal basso verso l'alto) viene utilizzata per lo più quando si presenta l'esigenza di restituire in tempi brevi all'utente finale gli spazi altrimenti utilizzati dal cantiere, ad esempio nel caso della realizzazione di autorimesse interrate o linee metropolitane al di sotto di piazze pubbliche o strade.

In fase di scavo al di sotto del piano "cuscinetto" i micropali vengono inglobati attraverso un getto di c.a. così da permettere la formazione di setti che aumentano la stabilità della struttura consentendo il collegamento con le solette in c.a. che realizzano gli impalcati dei piani interrati, costituiti anch'essi da solette in c.a. di spessore costante pari a 25 cm opportunamente collegati ai setti sopra descritti.

Come si mostra in figura nella pagina a lato, i ponti termici in corrispondenza di pilastri e finestre sono corretti attraverso l'uso di lastre isolanti con carta Kraft, in corrispondenza dell'imbotte dei serramenti, in particolare, si fa uso di una lastra ad altissimo potere isolante in AEROPAN. L'isufflaggio in cassavuota, invece, è eseguito con lana di vetro in fiocchi.

Pagina a lato

Stratigrafie murature e solai in progetto. Fonte: Studio di Architettura Baietto Battiato Bianco **2.12**



M1_Muri divisori unità

Intonaco, sp. 1,5 cm
 Tramezzo in Poroton, sp. 8 cm
 Doppia lastra in cartongesso sp, 3 cm
 Isolante acustico lana di vetro, sp. 4+4 cm
 Doppia lastra in cartongesso sp, 3 cm
 Tramezzo in Poroton, sp. 8 cm
 Intonaco, sp. 1,5 cm



M6_Controparete ed. confinanti

Muratura esistente edificio adiacente
 Blocchi forati in cls, sp. 20 cm
 Intonaco, sp. 1 cm
 Isolante in lana di vetro, sp. 4 cm
 Connettore OPTIMA
 Barriera al vapore
 Doppia lastra in cartongesso, sp. 1,25+1,5 cm

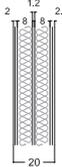


M2_Tramezzi interni

Intonaco, sp. 1 cm
 Tramezzo in Poroton, sp. 10 cm
 Intonaco, sp. 1 cm

M4_Tramezzi REI 120

Intonaco, sp. 1 cm
 Blocchi forati in cls, sp. 20 cm
 Intonaco, sp. 1 cm

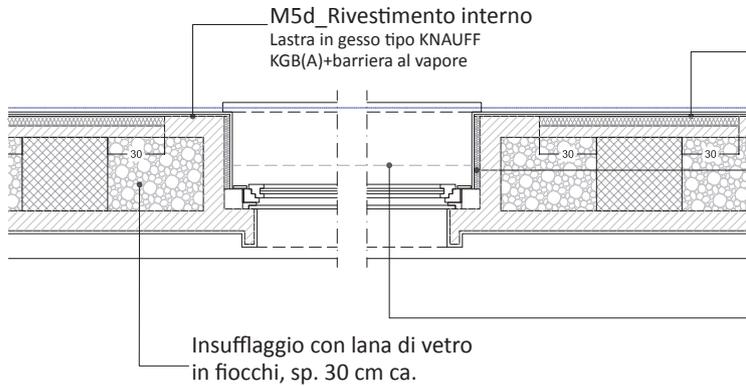


M7_Parete esterna

Lastra in acquapanel, con rasatura esterna, sp. 0,8+1,5 cm
 Doppio strato isolante termico in lana di vetro, sp. 4+4 cm
 Doppia lastra in cartongesso sp, 1,25+1,5 cm

M3_Tramezzi REI 120

Intonaco, sp. 1 cm
 Blocchi forati in cls, sp. 10 cm
 Intonaco, sp. 1 cm



M5d_Rivestimento interno

Lastra in gesso tipo KNAUFF KGB(A)+barriera al vapore

M5a_Pilastro

Demolizione muratura esistente
 Regolarizzazione e rasatura
 Lastra isolante con carta Kraft, sp. 5 cm
 Lastra in gesso KNAUFF KGB(A)+barriera al vapore

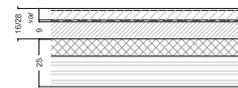
M5c_Imbotti serramenti

Lastra ad altissimo potere isolante tipo Aeropan BV, sp. min 2 cm

M5b_Sottofinestra

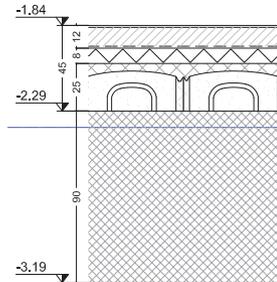
Demolizione muratura esistente
 Regolarizzazione e rasatura
 Lastra isolante con carta Kraft, sp. 10 cm
 Lastra in gesso KNAUFF KGB(A)+barriera al vapore

Insufflaggio con lana di vetro in fiocchi, sp. 30 cm ca.



ST01_Piani 1-7 vittorio/rocca

Pavimento, sp.1/2 cm
 Getto di completamento sabbia cemento, inclusa rete antiritiro, sp. 4-15 cm
 Tappetino anticalpestio, sp. 1 cm
 Sottofondo alleggerito, sp. 9 cm
 Solaio esistente in latero cemento, sp.25 cm



ST02_Piano -1 v. rocca

Pavimento, sp.1/2 cm
 Getto di completamento sabbia cemento, inclusa rete antiritiro, sp. 10/11 cm
 Strato separatore o barriera al vapore, sp. 1 cm
 Strato isolante, tipo Stiferite GT, sp. 8 cm
 Igloo in materiale plastico con getto, sp.25 cm
 Solettone in c.a., sp. 90 cm

Foto cantiere. Pagine successive:

- 2.13 Terrazzi ai piani nella corte interna
- 2.14 Impalcatura prospetto corte interna
- 2.15 Ristrutturazione vano scala C
- 2.16 Prospetto restaurato su corso vittorio
- 2.21 2.17 Piani interrati e rampa di accesso ai garage

- 2.18 Esempio di demolizione
- 2.19 Retrofit involucro opaco
- 2.22 2.20 Tracciamento muri interni alloggi
- 2.23 Ferri di armatura. Preparazione per getto solettone



2.13



2.15



2.14



2.16



2.17

2.18





2.19 2.20



2.21



2.22 2.23





3

LA SOSTENIBILITÀ
DEL PROGETTO

3.1 OBIETTIVI AMBIENTALI E DI SOSTENIBILITÀ

Al giorno d'oggi, il termine sostenibilità è, probabilmente, uno dei più usati al mondo: fa tendenza. Il concetto viene riproposto in diverse declinazioni e in tutti gli ambiti possibili, per dare all'oggetto a cui si riferisce una valenza di importanza maggiore. Forse, un po' come per i termini bio, eco o smart, che, affiancati ad ogni genere di prodotto commerciale, lo rendono subito più appetibile agli occhi del cliente. Ma cosa significa effettivamente? E perché è entrato nel vocabolario comune di tutti i giorni?

Il termine sostenibilità (dal latino *sustinere*, formato da *tenere*, ossia *tenere*, e *sus*-ossia *sotto*) affonda le sue radici nell'ambito dell'ecologia per indicare un sistema che ha *<<la capacità di mantenere nel futuro biodiversità e produttività, utilizzando le risorse naturali ad un ritmo tale che esse si possano rigenerare naturalmente>>*¹⁹. È, però, a partire dalla seconda metà del ventesimo secolo che esso si afferma con sempre più forza nel linguaggio comune, grazie ai movimenti ambientalisti degli anni '60-'70 e alle conferenze internazionali sul tema dell'ambiente e dello sviluppo che si sono susseguite. È in questo contesto che il concetto di sostenibilità si è legato con quello di sviluppo sostenibile, che, anzi, è del primo il massimo principio guida. La definizione universalmente riconosciuta oggi di sviluppo sostenibile è quella data dal Rapporto Brundtland²⁰ nel 1987:

<<Lo sviluppo che è in grado di soddisfare i bisogni della generazione presente, senza compromettere la possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri>>.

Emerge, da questa definizione, la preoccupazione per il benessere del nostro pianeta, a rischio di essere compromesso a causa delle attività antropiche che depremono le risorse naturali e producono rifiuti e inquinamento; ma soprattutto emerge la preoccupazione per il benessere delle generazioni future, alle quali potremmo lasciare in mano un pianeta privo del suo equilibrio naturale, e possibilmente incapace di provvedere ai bisogni del genere umano. Per molti anni i movimenti ambientalisti, più o meno estremisti, della seconda metà del '900 hanno cercato di portare all'attenzione delle istituzioni governative e dell'opinione pubblica questa tematica importante, ma ancora poco studiata, puntando il dito contro le lobby del commercio e dell'industria capitalista.

Oggi, questa tematica ha, finalmente, fatto breccia sia sulle masse che sui governi, che hanno iniziato ad applicare strategie atte a perseguire uno sviluppo sostenibile attraverso un approccio olistico ed interdisciplinare, che tenga conto delle questioni politiche, sociali e culturali, oltre quelle ambientali.

Il settore edilizio è uno dei più impattanti sull'ambiente, sia in termini di uso di risorse ed energia che di produzione di rifiuti, motivo per cui è uno dei più impegnati nella ricerca di strategie da mettere in atto per ridurre la sua impronta ecologica sul pianeta. Una di queste è

sviluppare una tipologia di progettazione che pensi, fin dalle origini del progetto, in maniera sostenibile, attraverso delle scelte consapevoli e responsabili, mirate a migliorare le pratiche progettuali più tradizionali. Una progettazione del genere consente, in oltre, di aumentare il valore dell'immobile nel mercato e ridurre i costi di costruzione e di esercizio, grazie ad una maggiore efficienza energetica e al conseguente miglioramento del comfort interno.

A partire dalla metà degli anni '90 il comitato Tecnico TC207 dell'ISO (International Organization for Standardization), per rispondere alla necessità di fornire degli strumenti adeguati per normare un panorama così complesso, ha sviluppato degli standard di valenza internazionale, le norme della serie ISO 14000, volte a dare delle linee guida per la trattazione di tematiche quali: i sistemi di gestione ambientale, l'audit, l'analisi del ciclo di vita, gli ecolabels e la valutazione delle prestazioni ambientali.

Ad oggi, vi sono anche diversi sistemi di certificazione ambientale, sia a livello nazionale che internazionale, il cui scopo è quello di gestire la progettazione sostenibile e fornire agli addetti ai lavori delle linee guida da poter seguire per intraprendere questo tipo di percorso, che sia, il più possibile, coerente e condiviso. Infatti, l'obiettivo più ambito delle politiche ambientali europee, è proprio quello di uniformare i criteri e le procedure utilizzati da tali strumenti, in modo da poter ottenere un dialogo a livello globale e un confronto diretto tra casi studio e ricerche effettuate in diverse parti del mondo.

Uno degli strumenti più conosciuti è il programma LEED® (Leadership in Energy and Environmental Design), pensato per la misurazione e valutazione delle prestazioni ambientali degli edifici (nuove costruzioni o ristrutturazioni). Lanciato nel 1998 dall'associazione no profit USGBC, tale sistema ha riscosso molti consensi a livello internazionale, tanto che diverse nazioni hanno deciso di adattarlo al proprio contesto, facendo nascere dei sistemi derivati.

Tra gli altri strumenti di certificazione ambientale ricordiamo, solo per citarne alcuni:

- L'inglese BREEAM
- Il francese HQE
- Il giapponese CASBEE
- L'australiano Green Star
- L'italiano Protocollo ITACA
- I protocolli a marchio GBC Italia: GBC Home, GBC Historic Building, GBC

Condomini e GBC Quartieri

Risulta evidente, quindi, la vastità e l'eterogeneità del panorama internazionale, nonché la conseguente necessità di standardizzazione, perché se è vero che ogni normativa e strumentazione va adattata al contesto in cui si applica, è anche vero che bisogna seguire delle strategie e delle metodologie comuni, pensando globalmente e agendo localmente²¹.

3.2 LEED: UN APPROCCIO SOSTENIBILE AL PROGETTO

Il committente dell'intervento di ristrutturazione di Palazzo Novecento ha richiesto che la progettazione e costruzione dello stesso perseguisse gli obiettivi di sostenibilità ambientale, economica e sociale attraverso l'ottenimento della certificazione LEED® for Homes: Multifamily Midrise,

Il sistema di certificazione volontaria LEED® è costituito da diversi protocolli di valutazione specifici per tipologia edilizia e di intervento. Insieme al sopra citato LEED® for Homes: Multifamily Midrise, adottato per Palazzo Novecento, si annoverano: LEED® for Core & Shell, LEED® for New Construction, LEED® for Schools, LEED® for Neighborhood Development, LEED® for Retail, LEED® for Healthcare, LEED® for Commercial Interiors.

Il LEED® fa parte dei sistemi di valutazione multicriterio, sistemi a punteggio atti a verificare dei requisiti, o crediti, di progetto, ordinati secondo macro-categorie. Il punteggio viene attribuito in base alle performances dell'edificio rispetto a una serie di parametri di impatto ambientale e la sommatoria dei punti conseguiti nelle diverse categorie porta alla classificazione dell'edificio rispetto ad una scala di qualità che ne "misura" il grado di sostenibilità.

Nello specifico, i criteri di valutazione LEED® sono suddivisi in Prerequisiti e Crediti. I primi sono delle prescrizioni obbligatorie al fine di accedere alla possibilità di ottenere livello di certificazione minimo, mentre i secondi sono opzionali e consentono di ottenere il punteggio sulla base del quale viene determinato il livello di certificazione così suddiviso:

- LEED® Certificato (40-49 punti);
- LEED® Argento (50-59 punti);
- LEED® Oro (60-79 punti);
- LEED® Platino (80-110 punti).

Le Macro categorie di analisi per LEED® for Homes: Multifamily Midrise sono:

- Processi Integrati (PI)
- Localizzazione e Trasporti (LT)
- Sostenibilità del Sito (SS);
- Gestione delle Acque (GA);
- Energia e Atmosfera (EA);
- Materiali e Risorse (MR);
- Qualità Ambientale Interna (QI);
- Innovazione nella Progettazione (ID);
- Priorità Regionali (PR).



La modalità di conseguimento della certificazione LEED® è costituita da 4 fasi che, a partire dal progetto preliminare fino ad arrivare alla fine lavori, gestiscono e controllano tutto il processo, in modo da verificare la congruenza tra ciò che è dichiarato da progetto e ciò che viene realmente costruito. Si può, quindi, definire un protocollo da avviare ex ante, che accompagna il progetto, lo guida e lo adatta, talvolta, a quelle che sono le esigenze ambientali da rispettare.

Tali fasi sono:

- Pre-Assesment – si configura come uno studio di fattibilità, attraverso la stima dei crediti ottenibili sia nelle fasi di progetto che di costruzione;
- Eco-Charrette – consiste in una valutazione dettagliata di ogni credito ottenibile;
- Attività di supporto alla documentazione e coordinamento delle attività per l’ottenimento della certificazione LEED®;
- Commissioning Authority (CxA): verifica e controllo dei requisiti in fase di progettazione e costruzione e stesura finale (Commissioning Plan).

Come già detto, attualmente il cantiere dei lavori di ristrutturazione di Palazzo Novecento è ancora in corso, motivo per cui la procedura di ottenimento della certificazione LEED® è in una fase intermedia in cui è stata fatta una check-list dei crediti ottenibili in fase di progettazione e di quelli che si pensa si possano ottenere nella fase di costruzione. Il risultato atteso è il conseguimento del livello Oro (60-79 punti).

Al fine di soddisfare il numero maggiore di crediti, e quindi di ottenere il maggior numero punti possibile, l’attività di progettazione, in primo luogo, e la gestione del cantiere, poi, viene portata avanti nel rispetto dei criteri previsti di sostenibilità ambientale ed economica. In tal senso, il protocollo orienta la progettazione verso la scelta delle soluzioni meno impattanti, altrimenti possibilmente scelte perché appartenenti alla pratica tradizionale, o perché a basso prezzo.

3.3 VALUTAZIONE PRELIMINARE LEED ALL'INTERVENTO DI PALAZZO NOVECENTO

La valutazione di Pre-Assessment dell'intervento di riqualificazione di Palazzo Novecento affronta, nel dettaglio, la modalità di ottenimento dei crediti previsti, riepiloga le informazioni utili relative al progetto ed esplicita eventuali criticità e prescrizioni. Si riportano di seguito delle tabelle di sintesi dei crediti e dei prerequisiti ottenibili, con le finalità di ciascuno di essi e le soluzioni di progetto adottate. Si indicano con la lettera P i prerequisiti e con la lettera C i crediti; per ogni macro-categoria è inoltre riportato il numero di crediti che si prevede di ottenere sul totale di quelli ottenibili. Segue, al termine, la *Project check-list*, una tabella riassuntiva con i punteggi di ogni macro-categoria.



2/2 INTEGRATIVE PROCESS

PROCESSO INTEGRATO

IPc Integrative Process

IPc Processo integrato

CREDITO

FINALITÀ:
Massimizzare le opportunità d'adozione di strategie di progettazione e costruzione sostenibili, integrative ed economicamente vantaggiose.

Il gruppo di progettazione include le professionalità minime richieste, le quali implementeranno l'attività di design integrativo attraverso riunioni periodiche durante l'avanzamento della fase di progettazione.



15/15 LOCATION AND TRANSPORTATION

LOCALIZZAZIONE E TRASPORTO

LTP Floodplain Avoidance

LTP Evitare la fascia alluvionale

PREREQUISITO

FINALITÀ:
Ridurre l'impatto ambientale derivato dall'eventuale costruzione all'interno di aree a rischio alluvionale, così definite dalla normativa locale.

Il progetto è sito all'esterno della fascia di inondazione del fiume Po

Figura 3.01 Inquadramento di Palazzo Novocento rispetto alle fasce di inondazione del fiume Po a Torino.



CREDITO**FINALITÀ:**

Incoraggiare la costruzione in aree appropriate e disincentivarla in quelle critiche.

REQUISITI**TESSUTO EDILIZIO SVILUPPATO**

OPZIONE 1. Selezionare un lotto in cui almeno il 75% dell'area edificabile è già costruita.

OPZIONE 2. Non costruire nuovi edifici, paesaggi duri, strade o aree a parcheggio su porzioni di siti con le seguenti caratteristiche: terreni agricoli, parchi, aree a rischio alluvioni, habitat, zone umide, corpi d'acqua.

SVILUPPO DEGLI SPAZI

Selezionare un lotto in cui almeno il 75% dell'area circostante (entro 800 metri dai confini) sia precedentemente sviluppata.

STALLI E PISTE CICLABILI

Collocare il progetto in modo che un ingresso principale e/o gli stalli delle biciclette non risultino più lontani di 180 m da una pista ciclabile che collega il sito di progetto ad uno dei seguenti servizi (posti a non più di 4800m dal confine del lotto): almeno 10 servizi (vedi LT Risore Comunitarie), una scuola o un centro terziario, una fermata del bus.

Provvedere all'installazione di stalli portabiciclette per la sosta breve per almeno il 2,5% degli occupanti dell'edificio, a non più di 30 m da un ingresso principale.

Provvedere all'installazione di stalli portabiciclette per la sosta lunga per almeno il 30% degli occupanti dell'edificio, a non più di 30 m da un ingresso principale.

Il progetto insiste su un lotto precedentemente sviluppato.

Il progetto è localizzato in un'area centrale urbana ad alta densità (ai fini del calcolo sono da escludere gli elementi d'acqua e i parchi pubblici).

La zona è servita da piste ciclabili che conducono a diversi servizi, incluse alcune fermate dell'autobus e la stazione di Porta Nuova.

Il progetto prevede un'area destinata all'inserimento di stalli per le biciclette. Il numero minimo di portabiciclette verrà definito contestualmente alla verifica del numero complessivo degli occupanti previsti; in relazione alle tipologie di alloggi si stima un numero di occupanti pari a 131 (totale 48 alloggi).

In relazione ai requisiti del credito, prevedere minimo n. 4 stalli portabiciclette per la sosta breve e n. 48 stalli portabiciclette per la sosta prolungata.

SPAZI APERTI

Selezionare un sito entro 800 metri da uno spazio aperto pubblico o comunitario di almeno 0,3 ettari, oppure creare uno spazio aperto accessibile al pubblico nel sito di progetto.

RETE STRADALE

Situare il progetto in un'area densa di intersezioni stradali, nella quale le strade esistenti e i marciapiedi creano almeno 35 intersezioni per km²

Entro 800 metri dal sito di progetto è localizzato il parco del Valentino, con un'area maggiore di 3000 m².

Il progetto è realizzato in un'area con un elevato numero di intersezioni stradali.

Figura 3.02 Raggio di 800 m dall'ingresso principale dell'edificio. Presenza di piste ciclabili, luoghi di ritrovo collettivo, incroci stradali e fermate dei mezzi pubblici.



CREDITO

FINALITÀ:
 Ridurre l'uso del suolo, promuovere la vivibilità, l'efficienza nei trasporti e favorire la mobilità lenta (cammino) attraverso la creazione di comunità compatte.

REQUISITI

Rispettare i requisiti di densità edilizia definiti dalla tabella sottostante.

| Edifici residenziali plurifamiliari | |
|--|-------|
| Unità abitative/superficie del lotto in ha | Punti |
| ≥ 74 | 1 |
| ≥ 136 | 2 |
| ≥ 198 | 3 |

Tabella 3.01 Punti per densità abitativa

Il calcolo della densità edilizia prevede la verifica del rapporto tra il numero di abitazioni e l'area del lotto (Unità di abitazione/superficie del lotto in ha).
 Si stima una superficie edificabile pari a $48/0,15=320$ unità abitative/ha

CREDITO

FINALITÀ:
 Incoraggiare lo spostamento giornaliero a piedi e in bicicletta, ridurre le miglia percorse dai veicoli e la dipendenza dall'automobile.

REQUISITI

Al fine del conseguimento del punteggio, entro un raggio di 800m dall'ingresso principale dell'edificio deve essere collocato un numero di servizi dato dalla tabella sottostante.

| Servizi | Punti |
|----------------|--------------|
| 4-7 | 1 |
| 8-11 | 1,5 |
| ≥12 | 2 |

Tabella 3.02 Punti per numero di servizi in prossimità dell'edificio

Entro un raggio di 800m dall'ingresso dell'edificio sono stati rilevati un numero di servizi significativo (>20); pertanto sono acquisibili n. 2 pt e 1 pt in Innovation per prestazione esemplare.

CREDITO

FINALITÀ:

Ridurre l'inquinamento e lo sfruttamento del terreno causato dall'uso dell'automobile

REQUISITI

Seguire i requisiti nelle tabelle sottostanti

| n° corse feriali | n° corse festive | Punti |
|------------------|------------------|-------|
| 72 | 40 | 1 |
| 144 | 108 | 1,5 |
| 360 | 216 | 2 |

Entro 400m dall'ingresso dell'edificio si trovano numerose fermate di mezzi pubblici accessibili a piedi (almeno 5). Si stima la presenza di un numero di passaggi sufficiente a garantire l'ottenimento di 2 pt.

Tabella 3.03 Punti per numero di transiti dei mezzi di trasporto pubblico nelle vicinanze



3/7 SUSTAINABLE SITES

SOSTENIBILITÀ DEI SITI

SSp Construction Activity Pollution Prevention

SSp Prevenzione all'inquinamento da cantiere

PREREQUISITO

FINALITÀ:

Ridurre l'inquinamento da attività di costruzione attraverso il controllo dell'erosione del suolo, della sedimentazione nei corsi d'acqua e della dispersione della polvere nell'aria.

Implementazione e monitoraggio di una serie di buone pratiche di gestione del sito di costruzione.

SSp No Invasive Plants

SSp No piante invasive

PREREQUISITO

FINALITÀ:

Prevenire l'intrusione di specie invasive nel paesaggio.

Installazione di una vegetazione non invasiva. Da verificare le specie arboree ed arbustive ammesse nel comune di Torino.

CREDITO

FINALITÀ:

Minimizzare gli effetti sul microclima e sull'habitat attraverso la riduzione delle isole di calore.

REQUISITI

Assicurarsi che almeno il 50% delle sistemazioni esterne e dei tetti, escludendo le strade comuni al servizio di più edifici, rispettino uno o più dei seguenti requisiti.

OPZIONE 1. OMBREGGIAMENTO. Alberi o altre piante provvedono all'ombreggiamento, l'ombra deve essere calcolata quando la posizione del sole è normale al terreno (mezzogiorno del solstizio d'estate), ad una distanza di 10 anni dalla piantumazione.

OPZIONE 2. MATERIALI NON ASSORBENTI. Installare materiali chiari con un valore alto di albedo o una vegetazione in copertura, usando le seguenti strategie:

- uso di prodotti per le coperture, qualificati ENERGY STAR (o equivalenti per progetti al di fuori del US);
- installazione di un tetto verde;
- utilizzare pavimenti con materiali con una riflettanza solare (SR) di almeno 0.28, o con una SR iniziale di 0,33.

Ai fini dell'acquisizione del credito, è necessario verificare che almeno il 50%(1pt), o il 76%(2pt), delle aree esterne e di copertura siano ombreggiate da elementi vegetali, siano trattate con materiali ad elevata riflettanza solare o a verde (solo per le coperture).

Ad oggi le corti si intendono pavimentare con materiale chiaro (bitume bianco/ grigio chiaro), mentre le coperture piane a terrazzo con deck in legno. Vi è anche una porzione di copertura a verde. Si forniscono di seguito le specifiche tecniche da considerare nella scelta dei materiali.

- per i materiali di copertura (deck in legno su coperture piane), si definiscono ad elevata riflettanza solare i materiali aventi un SR (Solar Reflectance)>0,65
- per i materiali di pavimentazione esterna, si definiscono ad elevata riflettanza solare i materiali aventi un SR>0,33

CREDITO

FINALITÀ:

Minimizzare i problemi legati ai parassiti e i rischi di esposizione ai pesticidi.

REQUISITI

Per le pareti ai piani interrati, utilizzare muri di fondazione in Cls, pareti in muratura con un corso di blocchi o blocchi di cls.

Usare materiali che non contengono cellulosa nella struttura. Sigillare qualsiasi apertura.

Progettare i punti di scarico per grondaie, le linee di condensa dell'aria condizionata, gli sfiati per il vapore e qualsiasi altro scarico per l'umidità a 60 cm dalla fondazione.

Prevedere una distanza minima di 45 cm tra i muri esterni e qualsiasi piantumazione.

In aggiunta, sviluppare una politica di gestione dei parassiti che includa una guida per i residenti sull'uso dei pesticidi.



WATER EFFICIENCY

GESTIONE DELLE ACQUE

5/12 WEp Water Metering

WEp Monitoraggio dell'acqua

PREREQUISITO

FINALITÀ:
Incoraggiare l'efficienza nell'uso dell'acqua attraverso il monitoraggio nel tempo.

Il progetto prevede l'installazione di contatori dell'acqua calda e contatori dell'acqua fredda in ogni appartamento.

WEc Total water use

WEp Uso acqua totale

CREDITO

FINALITÀ:
Ridurre la domanda d'acqua attraverso dispositivi performanti e efficienti pratiche di progettazione del paesaggio.

Si valuterà in seguito l'opportunità di usare l'approccio prestazionale. In sede di pre-assessment si forniscono dati utili allo sviluppo del progetto seguendo l'approccio prescrittivo.

WEp Indoor Water use

WEp Uso acqua interno

CREDITO

FINALITÀ:
Minimizzare la domanda interna attraverso dispositivi e impianti altamente efficienti.

L'applicazione dell'approccio prescrittivo è vincolata al rispetto della seguente portata massima per la doccia > 9,5 lpm. Si forniscono le indicazioni sui valori massimi ammissibili per tipologia di apparecchiatura idrico-sanitaria. I requisiti riportati devono essere rispettati per la totalità delle unità abitative e per gli spazi non residenziali.

WEp Outdoor Water use

WEp Uso acqua esterno

CREDITO

FINALITÀ:
Ridurre il consumo nelle aree esterne attraverso efficienti pratiche di progettazione del paesaggio.

Si consiglia di realizzare uno spazio a verde vegetato con specie autoctone o adattate per almeno il 75% dell'area. Sono da evitare aree a prato.



EAp Minimum Energy Perform

EAp Prestazione energetica minima

PREREQUISITO

FINALITÀ:
Migliorare la performance energetica generale dell'edificio e ridurre le emissioni di gas effetto serra ad esso correlate

Il prerequisito richiede di dimostrare il 5% di miglioramento della prestazione energetica del progetto rispetto all'edificio di riferimento secondo l'Appendice G dell'ASHRAE Standard 90.1.2010. Dall'analisi del progetto in corso si ritiene che il prerequisito possa essere soddisfatto, tuttavia ulteriori verifiche saranno effettuate a valle dell'esecuzione della simulazione energetica dinamica.

EAp Energy Metering

EAp Monitoraggio dell'energia

PREREQUISITO

FINALITÀ:
Supportare l'efficienza energetica attraverso il monitoraggio e l'analisi comparativa dell'uso dell'energia nel tempo

Gli appartamenti risultano dotati di un contatore dell'energia elettrica.

EAp Education of the homeowner, tenant or building manager

EAp Educazione utente

PREREQUISITO

FINALITÀ:
Sostenere le prestazioni della casa attraverso l'educazione dei suoi occupanti nel mantenimento delle funzionalità e attrezzature LEED

Ai fini della verifica del prerequisito, sarà necessario sviluppare un manuale di gestione e manutenzione aventi contenuti minimi conformi al prerequisito LEED.

EAc Efficient hot water distribution system

EAc Sistema di distrib. dell'acqua calda efficiente

CREDITO

FINALITÀ:
Ridurre il consumo di energia e il carico sull'approvvigionamento idrico e sui sistemi di acque reflue aumentando l'efficienza della distribuzione di acqua calda.

Verificare la fattibilità tecnica dell'isolamento delle tubazioni di adduzione dell'acqua calda (tubazioni primarie e secondarie).

EAc Annual Energy use

EAc Uso annuale dell'energia

CREDITO

FINALITÀ:
Migliorare la performance energetica generale dell'edificio e ridurre le emissioni di gas effetto serra ad esso correlate.

Si rimanda in linea generale alla note riportate al prerequisito EAp Minimum Energy Performance.
I punti acquisibili in tale credito variano in relazione alla riduzione del consumo e del costo energetico atteso da progetto rispetto all'edificio di riferimento sui seguenti usi: riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, acqua calda sanitaria, illuminazione (degli spazi comuni) e trasporto.
Ad oggi si stima l'ottenimento di minimo 6 punti, equivalente ad una riduzione percentuale minima del fabbisogno energetico dell'edificio rispetto all'edificio di riferimento del 11%. I punti acquisibili potranno essere confermati con certezza solo al termine della simulazione energetica dinamica. In relazione alle tipologie di alloggi previsti a progetto e alle relative superfici si stima l'ottenimento di 6,5 p.ti aggiuntivi rispetto all'esito della simulazione energetica.

EAc Advanced utility tracking

EAc Tracciamento avanzato delle utenze

CREDITO

FINALITÀ:
Supportare l'efficienza energetica attraverso il monitoraggio in tempo reale dell'energia e dell'uso dell'acqua

Valutare un'implementazione domotica di ogni singolo alloggio atta a monitorare tutti i consumi energetici del singolo appartamento e a renderli accessibili in tempo reali dal proprietario dell'alloggio. Qualora venga realizzato un impianto di irrigazione automatico dell'area a verde, sarà anche possibile valutare un sistema di monitoraggio dei consumi d'acqua.



2,5/9 MATERIALS AND RESOURCES

MATERIALI E RISORSE

MRp Certified Tropical Wood

MRp Legno Tropicale certificato

PREREQUISITO

FINALITÀ:
Favorire una gestione forestale responsabile nei confronti dell'ambiente.

Evitare l'uso di materiali a base legno di origine tropicale, utilizzare esclusivamente legno certificato FSC con COC.

MRp Durability Management

MRp Durabilità

PREREQUISITO

FINALITÀ:
Promuovere la durabilità e le prestazioni dell'edificio, dei suoi componenti e sistemi attraverso un design appropriato, le pratiche di costruzione e la selezione dei materiali.

Si prevede l'ottemperamento delle misure richieste per prevenire la formazione di muffe e garantire la durabilità dell'edificio.

| Luogo o attrezzatura | Misure richieste |
|---|---|
| Area direttamente sopra la vasca da bagno, la spa o la doccia (che si estende fino al soffitto), la parete o l'area esposta dietro il rivestimento in vetroresina, se installato Cucina, bagno, lavanderia, area spa Scaldabagno dentro o sopra lo spazio abitativo | Utilizzare il pannello di supporto o il rivestimento sopra il pannello di supporto conforme allo standard ASTM D 3273 Utilizzare un pavimento resistente all'acqua, non tappeti Installare il drenaggio e la bacinella di drenaggio, la bacinella di raccolta e l'interruttore automatico dell'acqua, o il limitatore di flusso, o lo scarico a pavimento con il pavimento inclinato per drenare Come per lo scaldabagno |
| Lavatrice (o asciugatrice a condensazione) in o sopra lo spazio abitativo | Come per lo scaldabagno |
| Asciugatrice convenzionale | Scaricare direttamente all'esterno |

Tabella 3.04 Misure richieste per la prevenzione di muffe negli appartamenti

MRc Durability Management Verification

MRc Verifica della durabilità

CREDITO

FINALITÀ:
Promuovere una maggiore durata e alte prestazioni dell'edificio, dei suoi componenti e sistemi attraverso la selezione di materiali con un design appropriato e buone pratiche di costruzione.

Si considera di valutare l'implementazione del credito in una fase successiva.

CREDITO

FINALITÀ:

Aumentare la domanda di prodotti o componenti edilizi che riducono al minimo il consumo di materiale attraverso il contenuto riciclato e riciclabile, il recupero o la riduzione degli impatti del ciclo di vita.

Il 50% del calcestruzzo usato per eventuali fondazioni e opere strutturali dovrà essere regionale, ossia prodotto entro 160 km

I componenti interessati dal credito sono: isolanti, pavimentazioni interne, deck in legno per esterni, calcestruzzo, materiali di copertura.

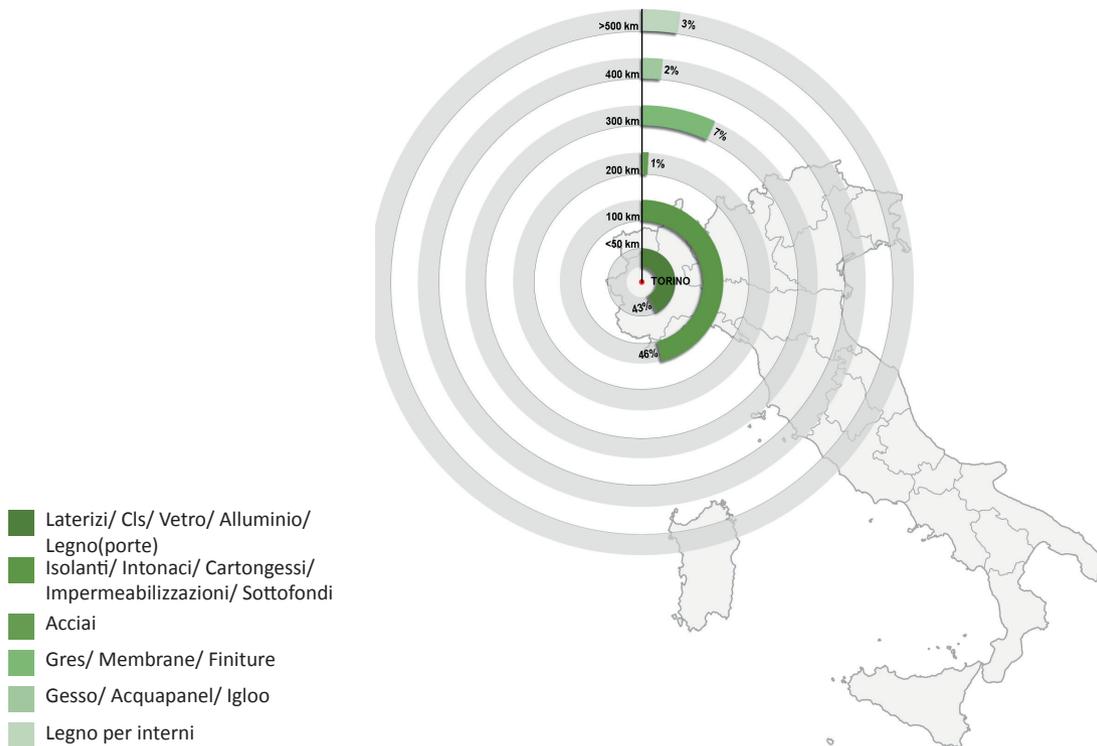


Figura 3.03 Percentuali di materiale rispetto al volume totale. Valori raggruppati per distanze (150 km) di trasporto al sito di progetto.

MRC Construction Waste Management

MRC Gestione dei rifiuti da costruzione

CREDITO

FINALITÀ:

Ridurre la produzione di rifiuti da costruzione e riutilizzare e riciclare i detriti.

Implementare un piano di gestione dei rifiuti da costruzione atto a ridurre la quantità di rifiuti prodotti e il conferimento in centri di raccolta e riciclo.

Si valuta l'acquisizione di n. 1 p.ti, equivalente ad una riduzione del 20% rispetto al caso di riferimento.

Le strategie da implementare per l'ottenimento di tale credito sono:

- riduzione della quantità di rifiuti prodotta (circa < 24 kg/m² di SLP totale)
- raccolta differenziata dei rifiuti in cantiere e avvio a riciclo di almeno l'80% di essi



9/18 INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY

QUALITA' AMBIENTALE INTERNA

EQp Ventilation

EQp Ventilazione

PREREQUISITO

FINALITÀ:

Ridurre i problemi di umidità e l'esposizione degli occupanti agli inquinanti interni di cucine, bagni e altre fonti.

Il progetto prevede la realizzazione di un sistema di ventilazione meccanica controllata centralizzata a doppio flusso con recupero statico per singolo alloggio.

EQp Combustion venting

EQp Sfiati di combustione

PREREQUISITO

FINALITÀ:

Limitare la perdita di gas di combustione nello spazio occupato della casa.

Il progetto non prevede l'installazione di stufe o camini all'interno delle unità abitative.

La caldaia a condensazione in centrale termica è a combustione chiusa.

EQp Garage pollutant Protection

EQp Protezione dall'inquinamento dei garage

PREREQUISITO

FINALITÀ:

Ridurre l'esposizione degli occupanti agli inquinanti interni provenienti da un garage adiacente.

Il progetto non prevede l'installazione di parti dell'impianto di ventilazione nei garage.

EQp Radon-Resistant Constuction

EQp Resistenza al gas radon

PREREQUISITO

FINALITÀ:
Ridurre l'esposizione degli occupanti al gas radon e ad altri contaminanti del gas del suolo.

Credito perseguibile

EQp Air Filtering

EQp Filtrazione dell'aria

PREREQUISITO

FINALITÀ:
Proteggere la salute degli occupanti riducendo il particolato del sistema di alimentazione dell'aria.

Si richiede di verificare la classe di filtrazione dei filtri installati sull'immissione e sull'estrazione dell'aria di ventilazione. Rispettivamente le classi minime da garantire sono F5 e G4.

EQp Environmental Tobacco Smoke

EQp Fumo di Tabacco

PREREQUISITO

FINALITÀ:
Limitare l'esposizione al fumo di tabacco.

L'edificio dovrà esporre il divieto di fumo in tutti gli spazi comuni interni e in tutti gli spazi esterni pertinenziali entro 7,5m da ingressi, aperture, prese di ventilazione attraverso opportuna segnaletica.

EQp Compartmentalization

EQp Compartimentazione

PREREQUISITO

FINALITÀ:
Favorire una gestione forestale responsabile nei confronti dell'ambiente.

Il prerequisito non è verificabile in sede di progetto, tuttavia si ritiene il requisito minimo raggiungibile. Al termine della costruzione saranno effettuati i blower door test su un campione di appartamenti su responsabilità del green rater. Si raccomanda l'adozione di misure correttive atte a ridurre l'infiltrazione di aria dall'esterno (posa serramenti, scatole elettriche verso l'esterno, passaggio di canali di ventilazione, spazio di installazione dei collettori).

EQc Enhanced Ventilation

EQc Implementazione Ventilazione

CREDITO

FINALITÀ:
Ridurre al minimo i problemi di umidità e l'esposizione degli occupanti agli inquinanti indoor attraverso sistemi di ventilazione e scarico potenziati.

Credito perseguibile

EQc Contaminant control

EQc IAQ

CREDITO

FINALITÀ:
Ridurre l'esposizione degli occupanti agli ambienti interni contaminati attraverso il controllo e la rimozione della sorgente.

Credito perseguibile

EQc Balancing of heating and cooling distribution systems

EQc Bilanc. impianti distrib.

CREDITO

FINALITÀ:
Migliorare il comfort termico e le prestazioni energetiche garantendo un'adeguata distribuzione del riscaldamento e del raffreddamento dell'ambiente domestico.

Credito perseguibile

EQc Enhanced Compartmentalization

EQc Implementazione della compartimentazione

CREDITO

FINALITÀ:
Ridurre al minimo l'esposizione degli inquilini agli inquinanti interni agli edifici, impedendo il trasferimento dell'aria tra le unità.

Credito perseguibile

EQc Enhanced Combustion venting

EQc Implementazione sfiati di combustione

CREDITO

FINALITÀ:
Ridurre al minimo la perdita di gas di combustione nello spazio occupato della casa.

Non è prevista l'installazione di alcun camino o stufa a legna.

EQc Enhanced Garage pollutant Protection EQc Implementazione protezione inquinam.garage

CREDITO

FINALITÀ:
Implementazione del prerequisito
EQc Garage pollutant Protection

L'implementazione progettuale sul prerequisito EQp Ventilation, obbligatoriamente richiesta per i garage, consente l'ottenimento del credito.

EQc Low-emitting Products EQc Prodotti basso emissivi

CREDITO

FINALITÀ:
Ridurre l'esposizione degli occupanti ai contaminanti chimici presenti nell'aria attraverso la selezione del prodotto.

L'ottenimento del credito è vincolato all'inserimento di una serie di specifiche sui materiali di finitura, i quali devono essere basso emissivi. Si ritiene perseguibile il credito per quanto concerne le pavimentazioni interne, le pitture interne, gli adesivi e i sigillanti.



4/6 INNOVATION

INNOVAZIONE NELLA PROGETTAZIONE

INp Preliminary Rating

PREREQUISITO

FINALITÀ:
Massimizzare le opportunità di adozione del green design e delle strategie di costruzione.

Al termine della fase di progettazione verrà realizzato il Preliminary Rating.

INc Innovation INc Innovazione

CREDITO

FINALITÀ:
Incoraggiare prestazioni eccezionali per crediti correnti e promuovere prestazioni innovative in aree pionieristiche.
Supportare e incoraggiare l'integrazione del team di progetto richiesto dal programma LEED e semplificare il processo di applicazione e certificazione.

Da valutare l'applicazione del credito di Innovation: Building product disclosure and optimization - environmental product declarations o altro.
Credito pilota Acoustic Comfort
Sviluppo del credito Site Management Plan
Prestazione esemplare in LTc Site Selection
Prestazione esemplare in LTc Community Resources / LTc Compact Development



3/4 REGIONAL PRIORITY

PRIORITÀ REGIONALE

RPc Regional Priority

RPc Priorità regionale

FINALITÀ:
Dare priorità alle specifiche locali..

Priorità alle minorme regionali e locali nelle categorie:
- Selezione del sito;
- Controllo di pesticidi non tossici;
- Bilanciamento dei sistemi di climatizzazione;
- Gestione dei rifiuti da costruzione.

Dalla tabella 3.1, nella pagina seguente, si evince che i crediti che si è certi di perseguire, ad oggi, sono 56, sufficienti per l'ottenimento della certificazione LEED® Silver (50-59 punti), ma altri 27 crediti sono giudicati in fore, e il soddisfacimento di solo tre di questi permetterebbe di raggiungere il livello di certificazione GOLD (60-79 punti).

Progettare un intervento di riqualificazione edilizia tenendo conto dei requisiti richiesti per l'ottenimento della certificazione LEED® for Homes: Multifamily Midrise significa portare avanti una progettazione integrata, che vanta una pluralità di professionalità tecniche, le cui attività si devono costantemente monitorare e gestire durante l'avanzamento del progetto, attraverso riunioni di coordinamento o incontri in cantiere. Le professionalità minime richieste dal gruppo di progettazione devono comprendere almeno 3 figure, tra le seguenti: progettisti (architetti o ingegneri), impiantisti, strutturisti, fisici tecnici, architetti del paesaggio. Queste hanno il compito di guidare il progetto, in accordo con quelle che sono le volontà della committenza, ruolo imprescindibile quest'ultimo. Un team di verifica, spesso esterno allo studio di progettazione, ha il compito di assicurarsi che i crediti ottenibili dal progetto vengano effettivamente perseguiti, sia in fase di progettazione

che in fase di costruzione, infatti, esso, guidato dalla figura professionale del LEED AP, ha il ruolo di guida e consulenza per l'intera durata del progetto. Rispetto a un progetto tradizionale è indubbio che ci sono più aspetti a cui far fronte; in fase di progettazione ogni scelta è guidata dai dettami del protocollo, mentre in fase di cantiere tutto viene organizzato e gestito in base alle regole. Dal punto di vista economico, conseguire una certificazione LEED® comporta degli extra-costi rispetto ad un progetto tradizionale, tra cui le prestazioni richieste al LEED AP, l'iscrizione dell'intervento a GBCI e le relative spese di registrazione e certificazione, nonché tutte le spese indirette, inerenti le indagini geologiche, le analisi fisiche e chimiche e le modellazioni energetiche. Tutto ciò incide sul costo di realizzazione dell'opera in misura proporzionale alla dimensione dell'opera stessa e ai benefici attesi dalla committenza. Per quanto riguarda il caso studio di Palazzo Novecento, la committenza ha fortemente voluto l'ottenimento della certificazione LEED®. Trattandosi di un intervento di recupero edilizio importante all'interno del tessuto storico torinese, si voleva sottolineare il suo intento fortemente valorizzante anche dal punto di vista ambientale.

| Y | ? | N | | | |
|--------------------------|----------|------------|------------------------------------|---|-----------|
| 2 | | | Credit | Integrative Process (Design Charrette + Riunioni mensili) | 2 |
| 15 | 0 | 0 | Location and Transportation | | 15 |
| Y | | | Prereq | Floodplain Avoidance | Required |
| PERFORMANCE PATH | | | | | |
| | | | Credit | LEED for Neighborhood Development Location | 15 |
| PRESCRIPTIVE PATH | | | | | |
| 8 | | | Credit | Site Selection | 8 |
| 3 | | | Credit | Compact Development | 3 |
| 2 | | | Credit | Community Resources | 2 |
| 2 | | | Credit | Access to Transit | 2 |
| 3 | 1 | 3 | Sustainable Sites | | 7 |
| Y | | | Prereq | Construction Activity Pollution Prevention | Required |
| Y | | | Prereq | No Invasive Plants | Required |
| 1 | 1 | | Credit | Heat Island Reduction | 2 |
| | | 3 | Credit | Rainwater Management | 3 |
| 2 | | | Credit | Non-Toxic Pest Control | 2 |
| 5 | 4 | 3 | Water Efficiency | | 12 |
| Y | | | Prereq | Water Metering | Required |
| PERFORMANCE PATH | | | | | |
| | | 2 | Credit | Total Water Use | 12 |
| PRESCRIPTIVE PATH | | | | | |
| 1 | 4 | 1 | Credit | Indoor Water Use | 6 |
| 4 | | | Credit | Outdoor Water Use | 4 |
| 12 | 9 | 16 | Energy and Atmosphere | | 37 |
| Y | | | Prereq | Minimum Energy Performance | Required |
| Y | | | Prereq | Energy Metering | Required |
| Y | | | Prereq | Education of the Homeowner, Tenant or Building Manager | Required |
| 12 | 6 | 12 | Credit | Annual Energy Use | 30 |
| | 2 | 3 | Credit | Efficient Hot Water Distribution | 5 |
| | 1 | 1 | Credit | Advanced Utility Tracking | 2 |
| 2,5 | 4 | 2,5 | Materials and Resources | | 9 |
| Y | | | Prereq | Certified Tropical Wood | Required |
| Y | | | Prereq | Durability Management | Required |
| | 1 | | Credit | Durability Management Verification | 1 |
| 1,5 | 1 | 2,5 | Credit | Environmentally Preferable Products | 5 |
| 1 | 2 | | Credit | Construction Waste Management | 3 |

| 9 | 5,5 | 3,5 | Indoor Environmental Quality | | 18 |
|----------|------------|------------|-------------------------------------|---|-----------|
| Y | | | Prereq | Ventilation | Required |
| Y | | | Prereq | Combustion Venting | Required |
| Y | | | Prereq | Garage Pollutant Protection | Required |
| Y | | | Prereq | Radon-Resistant Construction | Required |
| Y | | | Prereq | Air Filtering | Required |
| Y | | | Prereq | Environmental Tobacco Smoke | Required |
| Y | | | Prereq | Compartmentalization | Required |
| | 2 | 1 | Credit | Enhanced Ventilation | 3 |
| 1,5 | 0,5 | | Credit | Contaminant Control | 2 |
| 3 | | | Credit | Balancing of Heating and Cooling Distribution Systems | 3 |
| | 3 | | Credit | Enhanced Compartmentalization | 3 |
| 2 | | | Credit | Enhanced Combustion Venting | 2 |
| 1 | | | Credit | Enhanced Garage Pollutant Protection | 1 |
| 1,5 | | 1,5 | Credit | Low Emitting Products | 3 |
| | | 1 | Credit | No Environmental Tobacco Smoke | 1 |

| 4 | 2 | 0 | Innovation | | 6 |
|----------|----------|----------|-------------------|---|----------|
| Y | | | Prereq | Preliminary Rating | Required |
| 1 | | | Credit | Innovation - EP LTc Compact development or Community Resources | 1 |
| 1 | | | Credit | Innovation - EP LTc Site Selection | 1 |
| | 1 | | Credit | Innovation: Building product disclosure and optimization - environmental product declaratic | 1 |
| | 1 | | Credit | Pilot credit: Acoustic Comfort | 1 |
| 1 | | | Credit | Innovation: Site Management Policy | 1 |
| 1 | | | Credit | LEED AP Homes | 1 |

| 3 | 1 | 0 | Regional Priority | | 4 |
|----------|----------|----------|--------------------------|---|----------|
| 1 | | | Credit | Regional Priority: Site Selection | 1 |
| 1 | | | Credit | Regional Priority: Non toxic Pest Control | 1 |
| 1 | | | Credit | Regional Priority: Balancing of heating and cooling distribution systems | 1 |
| | 1 | | Credit | Regional Priority: Construction Waste Management (2 p.ti) / Annual Energy Use (15 p.ti) | 1 |

| | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|---------------|------------------|------------|
| 56 | 27 | 28 | TOTALS | Possible Points: | 110 |
|-----------|-----------|-----------|---------------|------------------|------------|

Certified: 40 to 49 points, **Silver:** 50 to 59 points, **Gold:** 60 to 79 points, **Platinum:** 80 to 110

PARTE II





4

L'ANALISI DEL CICLO DI VITA COME MISURA DELLA SOSTENI- BILITÀ

4.1 IL CONCETTO DI CICLO DI VITA

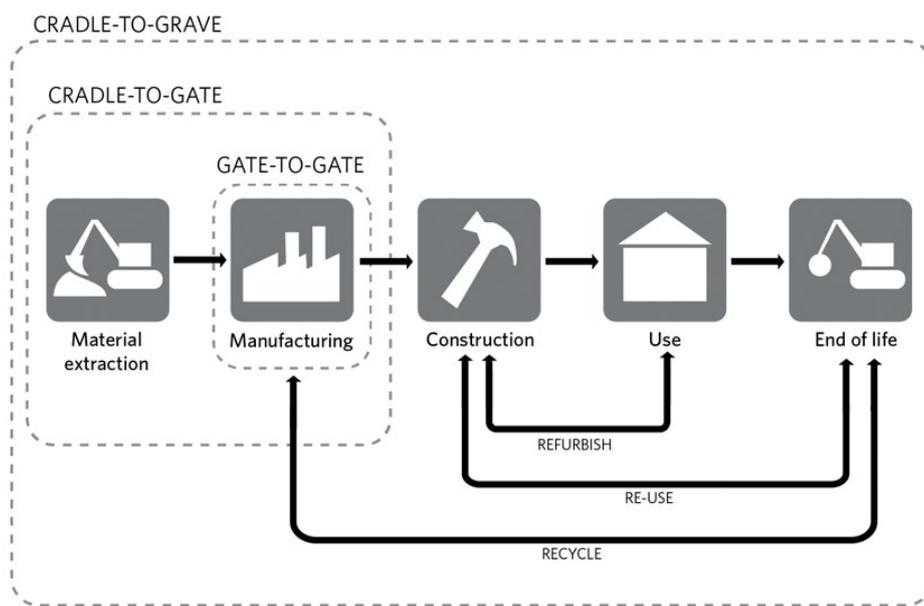
Qualsiasi tipologia di studio o indagine non può prescindere dall'analisi della realtà che lo circonda né dall'osservazione del contesto in cui è collocato, motivo per cui se parliamo di sviluppo sostenibile non possiamo, prima di tutto, non trattare gli aspetti ambientali che riguardano l'analisi dell'utilizzo delle risorse naturali e delle fonti energetiche non rinnovabili e la quantificazione delle emissioni in acqua aria e suolo. Infatti, ogni processo produttivo e, in generale, la maggior parte delle attività antropiche, sono caratterizzati da uno scambio, non spesso alla pari, con l'ecosistema, in termini di estrazione di materie prime ed emissione di sostanze di scarto (fig.4.1) in tutte le fasi del suo ciclo di vita.

In quest'ottica si colloca la Life Cycle Assessment, *"la valutazione degli aggravi ambientali associati a un prodotto, a un processo o a un'attività attraverso l'identificazione e la quantificazione dei materiali, dell'energia utilizzata e dei rifiuti immessi nell'ambiente"*²². Tale analisi si effettua sull'intero ciclo di vita del prodotto, processo o attività, dall'estrazione e lavorazione delle materie prime alla produzione del componente finito, dal trasporto e distribuzione alla fase d'uso, dalla fase di manutenzione a quella di fine vita, che può prevedere la dismissione in discarica, piuttosto che il riuso, il riciclo o la valorizzazione energetica.

A seconda delle fasi che si prendono in considerazione si parla di un approccio:

- from cradle to gate: ovvero dalla culla al cancello, comprende le fasi di estrazione delle materie prime, trasporto al sito di lavorazione e creazione del manufatto;
- from cradle to grave: ovvero dalla culla alla tomba, comprende le fasi prima descritte e aggiunge il trasporto al sito di costruzione e/o assemblaggio del prodotto, la fase d'uso e manutenzione e quella di fine vita, costituita da demolizione/decostruzione, trasporto in discarica e dismissione;
- from cradle to cradle: ovvero dalla culla alla culla, comprende tutto il ciclo di vita del prodotto, considerando le possibilità di riuso, riciclo o valorizzazione energetica.

L'analisi del ciclo di vita può essere effettuata con ognuno degli approcci prima descritti a seconda degli obiettivi definiti all'inizio della stessa, ad esempio se l'LCA viene utilizzata come strumento di valutazione ambientale da parte di un'azienda manifatturiera, i confini del sistema si fermeranno al cancello di uscita della fabbrica, come iniziarono a fare, a partire dagli anni Settanta, colossi come Coca Cola e Mobil Chemical Company.



Adapted from K. Simonen, Life Cycle Assessment

Figura 4.01 Schema semplificato delle fasi del ciclo di vita di un edificio (adattamento e traduzione da Simonen, 2014, p. 2)

4.2 LO STANDARD TECNICO DI RIFERIMENTO: LE NORME DELLA SERIE ISO 14040 E LA NORMA 15978

A partire dagli anni '90 l'ISO (International Standards Organization) si adoperò per sviluppare un sistema di standardizzazione e norma della metodologia Life Cycle Assessment che è oggi definito dalla serie ISO 14040. Di questa famiglia di norme fanno parte i seguenti standard:

- ISO 14040: Valutazione del Ciclo di vita. Principi e quadro di riferimento.

Fornisce un quadro generale della valutazione, specificando la normativa di riferimento e le definizioni utili. In questa prima norma si trova anche lo scopo, la struttura e i requisiti per condurre lo studio del ciclo di vita.

- ISO 14041: Valutazione del Ciclo di vita. Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione e analisi d'inventario.

Entra nel merito delle diverse fasi che riguardano l'LCA, a partire dalla definizione degli obiettivi, dei confini del sistema che si intende analizzare e dell'unità funzionale fino ad arrivare ai modi per condurre l'analisi di inventario.

- ISO 14042: Life Cycle Assessment. Life Cycle impact assessment.

Tale norma vuole essere una guida per quella fase dell'LCA che ha lo scopo di valutare gli impatti ambientali associati all'oggetto dello studio.

- ISO 14043: Life Cycle Assessment. Life Cycle interpretation.

Definisce il modo di interpretare i risultati dell'analisi al fine di condurre uno studio che sia in linea con gli obiettivi prefissati.

Altra norma chiave nell'ambito della valutazione della sostenibilità ambientale degli edifici è la EN 15978. Emanata nel 2011 dal comitato tecnico CEN 350, tale norma, copre tutti gli aspetti legati alla sostenibilità degli edifici (prestazioni ambientali, performances sociali e prestazione economica), misurata attraverso l'analisi Life Cycle Assessment, di cui definisce l'obiettivo, l'ambito e il metodo di applicazione.

In figura 4.2 vengono mostrati i confini del sistema della norma EN 15978 in confronto con quelli adottati dal software eTool LCD, utilizzato per svolgere l'analisi sul caso studio (esaminato nel capitolo seguente). Si può vedere come i due confini del sistema si integrano perfettamente, nonostante il software sia stato creato prima dell'emanazione della norma, e ha, quindi, solo dovuto parzialmente adattarsi, perché era già in gran parte in linea con essa²³. La più grande differenza tra i due confini del sistema riguarda l'inclusione di tutto il carico energetico attribuito all'Operational Energy; infatti, se la norma considera solo la produzione di acqua calda sanitaria, l'illuminazione, la climatizzazione estiva e invernale e la ventilazione, il software include anche tutti gli altri consumi energetici imputabili all'edifici e ai suoi occupanti.

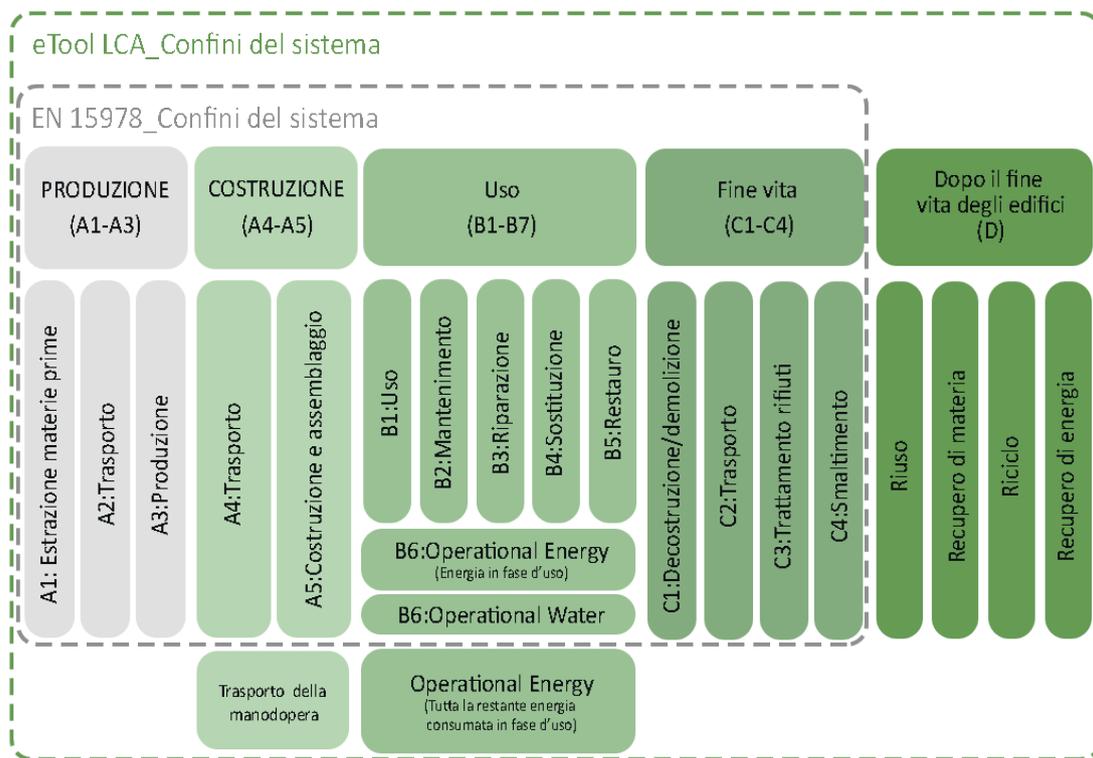


Figura 4.02 Confini del sistema definiti dal software eTool LCA e dalla Norma EN 15978 (adattamento e traduzione da www.etooglobal.com)

4.3 OBIETTIVI E FASI DEL LIFE CYCLE ASSESSMENT

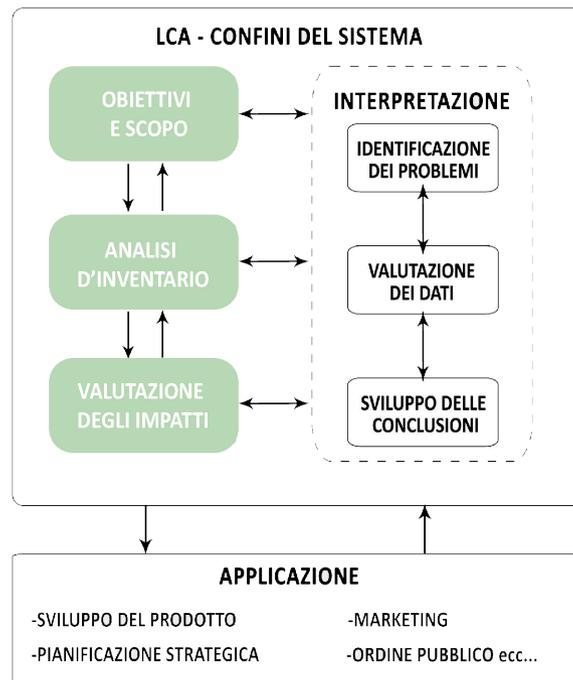


Figura 4.03 Schema e fasi di una LCA (adattamento e traduzione da Simonen, 2014, p. 15)

La prima fase dell'analisi (come mostrato in fig. 4.3) consiste, quindi, nella definizione degli obiettivi che si vogliono perseguire, al fine di definire un percorso di studio che non si discosti troppo dai risultati attesi, indicando anche i possibili fruitori dei dati ottenuti e le opportunità offerte dall'indagine. Tale fase determina il livello di complessità dello studio, motivo per cui si devono indicare le assunzioni fatte all'inizio dell'analisi, le condizioni al contorno, le fasi del ciclo di vita che si intende prendere in considerazione e il livello di accuratezza dei dati. La fase di raccolta dei dati risulta, invece, essere la più laboriosa e complessa: caratteristica essenziale di questo step (e di tutta l'analisi) è la trasparenza.

Al tal fine è necessario ricostruire le fasi del sistema produttivo in esame tramite tutti i processi di trasformazione e trasporto, individuandone le rispettive quantità di energia e di materie prime necessarie (INPUT) e le emissioni in ambiente(OUTPUT). Si prosegue con la definizione di un modello analogo (nella struttura o nella funzione) al sistema reale sul quale compiere l'analisi.

La terza fase, l'analisi degli impatti, comporta il passaggio da un'analisi oggettiva - analisi di inventario - ad un giudizio di compatibilità ambientale. Si definiscono le categorie di impatto da considerare, sempre in accordo con gli obiettivi prefissati, e la metodologia da adottare nella classificazione e normalizzazione dei dati. Ad esempio, nel caso si voglia condurre un'analisi di tipo comparativo, ovvero confrontare più opzioni al fine di scegliere la migliore, l'obiettivo finale sarà quello di classificare i dati in base ai livelli impatto ambientale nelle categorie considerate.

L'ultima fase dell'analisi è quella dell'interpretazione dei risultati. Essa deve essere chiara e risolutiva, in modo da comunicare in modo efficace i risultati prodotti, se questi soddisfano i requisiti definiti nella fase di scopi e opportunità, o se invece occorre implementare l'analisi attraverso la revisione dei confini del sistema o attraverso la raccolta dati, nell'ottica di un processo iterativo e migliorativo.

L'analisi del ciclo di vita risulta, quindi, un ottimo strumento di valutazione sia per le aziende che vogliono essere in linea con gli standard ambientali che si stanno sempre di più diffondendo sul mercato, sia per tutte quelle figure professionali che, già in fase di progettazione, prestano attenzione agli impatti delle proprie scelte progettuali, non solo da un punto di vista economico e prestazionale, ma anche ambientale.

Tale metodologia da valutazione si configura, quindi, come un supporto a livello decisionale rispetto ai materiali da scegliere e ai processi da avviare, consente la comparazione non solo tra singoli materiali, ma anche tra diverse combinazioni di più materiali. È necessario, però, specificare che non è finalizzata per compiere previsioni generali sugli impatti ambientali di un prodotto, a causa delle possibili incertezze di calcolo (es. disponibilità dei dati nella fase di inventario, scelta dei confini del sistema, scelta delle banche dati ecc.), pertanto non è corretto astrarre il profilo ambientale che risulta associato ad un prodotto all'interno dell'analisi, poiché il dato va sempre riferito al contesto di valutazione, il quale tiene conto delle caratteristiche dell'edificio e delle prestazioni specifiche del prodotto all'interno dello stesso.



5

LEVELS. UN QUADRO DI RIFERIMENTO EUROPEO IN MATERIA DI SOSTENIBILITÀ DEGLI EDIFICI

5.1 INTRODUZIONE A LEVELS E CONCETTI BASE

Nell'ambito dei provvedimenti adottati dall'Unione Europea in tema di economia circolare si colloca lo strumento Levels²⁴, un sistema di indicatori e metriche atti a misurare la sostenibilità degli edifici durante il loro intero ciclo di vita.

Levels ha lo scopo di uniformare il quadro di valutazione della sostenibilità ambientale in ambito europeo, fornendo degli strumenti e delle linee guida condivise al fine di contribuire al conseguimento di obiettivi più ampi prefissati dall'UE. Esso, inoltre, è finalizzato ad orientare il mercato verso l'offerta di edifici più performanti, più efficienti nell'uso delle risorse e meno impattanti dal punto di vista ambientale, perfettamente inseribili in un sistema fondato sulla Circular Economy, un modello economico rigenerativo che minimizza il consumo di risorse e di energia.

Il quadro Levels, entrato nella fase di sperimentazione nell'autunno 2017, promuove una logica olistica, basata sulla valutazione del ciclo di vita come strumento di misura della sostenibilità (Life Cycle Assessment, LCA), che invita l'utente a sviluppare una visione d'insieme dell'edificio piuttosto che una visione compartimentata delle singole prestazioni.

Levels è stato sviluppato dalla Commissione Europea con la collaborazione di diversi stakeholder, tra cui diversi produttori (come Saint Gobain e Knauf), associazioni e organizzazioni (come alcuni tra i GBC europei).

Tale strumento, attualmente in fase di test, sarà applicato su base volontaria e non un'imposizione di legge, lasciando agli utenti finali la decisione se adeguarsi ad esso e abbracciare la sua logica al fine di immettere sul mercato un'offerta conforme alle politiche ambientali europee. Le organizzazioni che stanno dietro i protocolli di certificazione ambientale (come i vari GBC europei) decideranno, a loro volta, se e come integrare nei propri protocolli gli strumenti proposti dal quadro Levels, così da fornire a investitori e utenti finali un servizio in linea con gli obiettivi di sviluppo internazionali.

Levels fornisce una struttura semplice ed efficace, con tre livelli di approfondimento del progetto, in modo che possa essere utilizzata sia da chi per la prima volta si appresta a progettare in ottica Life Cycle Assessment, sia da chi ha già esperienza nel settore. I destinatari del quadro sono classificabili in sei principali categorie:

- Investitori, promotori e proprietari immobiliari;
- Progettisti (architetti, ingegneri e geometri);
- Direttori dei lavori di costruzione;
- Agenti e valutatori immobiliari;
- Gestori immobiliari e degli impianti;
- Organizzazioni pubbliche e private (utenti finali degli edifici).

Levels consente, inoltre, sia di correlare le prestazioni dell'edificio nelle diverse fasi di progettazione, costruzione e occupazione, in modo da ottimizzare il risultato ottenibile (fig. 5.1) che di tenere conto, della valutazione finanziaria dell'immobile e della stima dei costi d'investimento.

Basandosi sulla valutazione LCA, Levels eredita diverse caratteristiche di studio e analisi del progetto che si riflettono nella ricerca della massima affidabilità dei risultati, nella trasparenza dei dati raccolti e nell'uso di metodi di calcolo standardizzati.

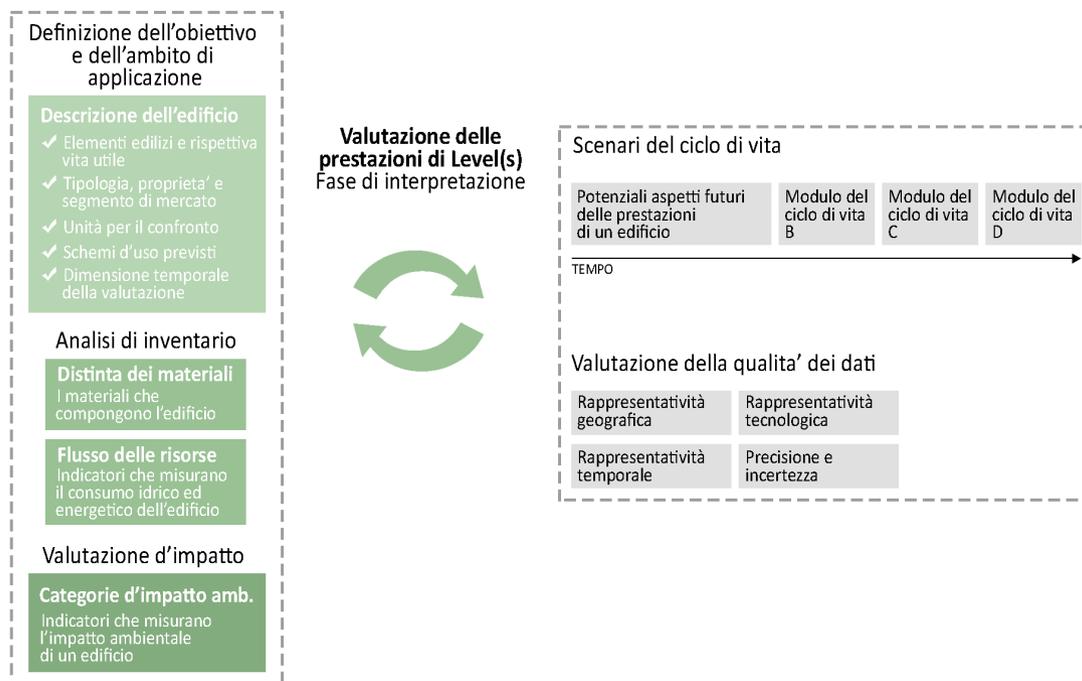


Figura 5.01 Le fasi dello svolgimento di una valutazione del ciclo di vita (LCA) nell'ambito del quadro Level(s). Adattamento da CEN (2011), ISO (2006)

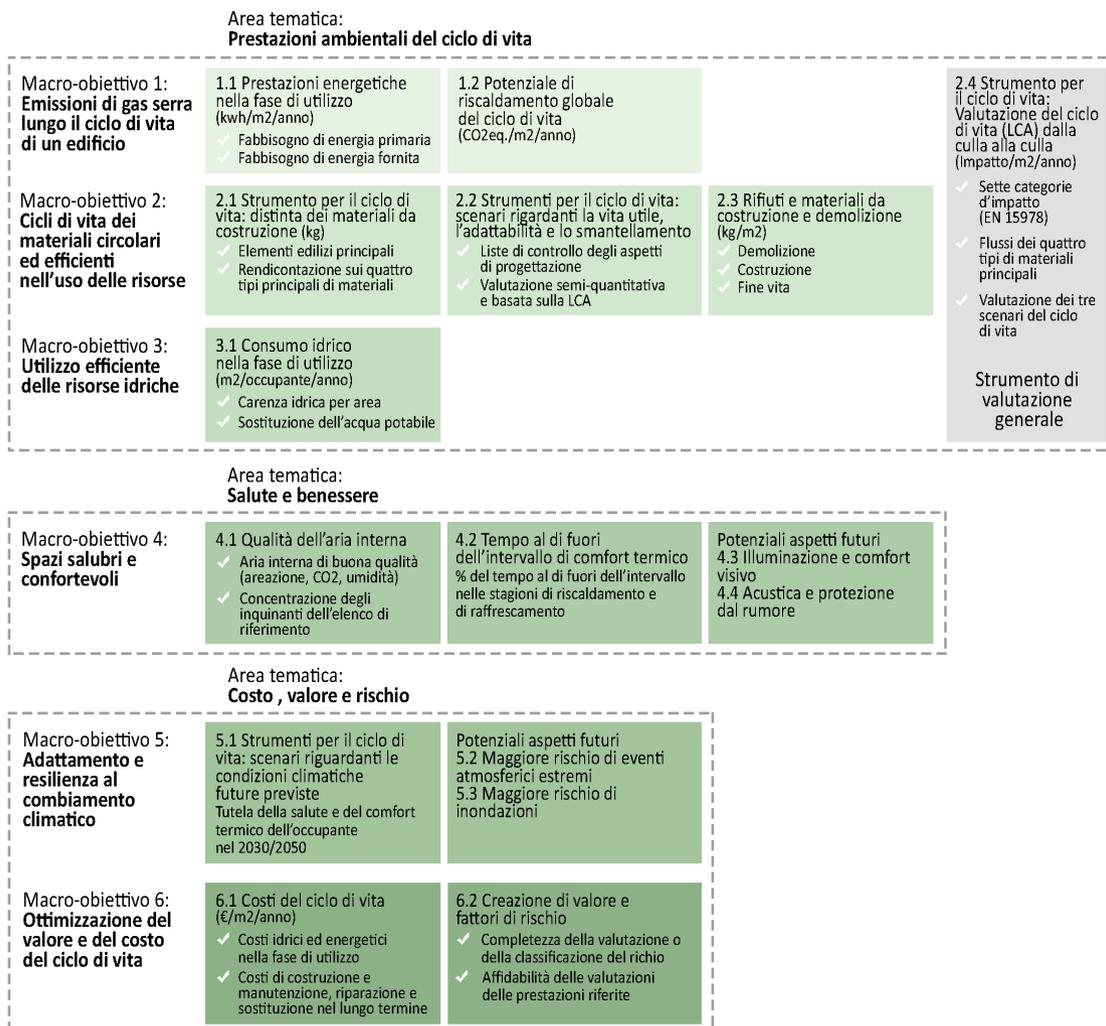


Figura 5.02 Panorama del quadro Level(s). Adattamento da Level(s) - Un quadro di riferimento comune dell'UE per i principali indicatori in materia di sostenibilità degli edifici residenziali e a uso ufficio: Parte 1. Pag. 12

5.2 LA STRUTTURA E LE MODALITÀ D'USO DI LEVELS

Levels consente di valutare, oltre agli aspetti ambientali, anche le prestazioni relative a tematiche quali salute e benessere, costi del ciclo di vita e potenziali rischi futuri per le prestazioni. Si applica sia agli edifici residenziali che a uso ufficio, ristrutturati o di nuova costruzione.

Il quadro Levels, è costituito da sei macro-obiettivi appartenenti a tre aree tematiche afferenti le prestazioni ambientali del ciclo di vita, la salute e il benessere, il costo, il valore e il rischio. Il raggiungimento di tali macro-obiettivi è il risultato che si ambisce a raggiungere affinché, grazie a Levels, gli edifici possano contribuire al conseguimento delle politiche ambientali europee. Tali macro-obiettivi sono raggiungibili attraverso l'uso di indicatori specifici, inerenti la tematica trattata e caratterizzati da un'unità di misura (Fig. 5.2).

Strutturato sulla base della Life Cycle Assessment, parte fondamentale del quadro Levels consiste nella fase di raccolta, stima, misurazione e analisi dei dati inerenti le prestazioni dell'edificio oggetto di studio. Tali dati saranno analizzati con metodi di calcolo diversificati a seconda del livello di competenza a cui appartengono.

Levels, come dice il nome stesso, è costituito, infatti, da tre livelli di approfondimento di valutazione delle prestazioni, livelli di complessità e completezza dello studio crescente:

1. La valutazione comune delle prestazioni: il livello più semplice, una guida di riferimento comune per la valutazione degli edifici;
2. La valutazione comparativa delle prestazioni: il livello che consente la comparazione tra due o più edifici equivalenti dal punto di vista funzionale;
3. La valutazione ottimizzata delle prestazioni: il livello più complesso, che permette di eseguire un'analisi più dettagliata e dei modelli di calcolo volti ad ottimizzare le prestazioni.

I dati raccolti, permettono di analizzare le prestazioni dell'edificio in base a determinati elementi:

- punti critici ai fini dell'impatto ambientale;
- scenari delle prestazioni future;
- parametri di progettazione;
- costi a breve, medio e lungo termine lungo il ciclo di vita;
- comparazione tra le stime delle prestazioni e le prestazioni effettivamente misurate.

Levels può essere usato attraverso due tipi di modalità:

- Modalità diretta: che fa uso degli orientamenti e dei modelli di calcolo appartenenti al quadro;
- Modalità indiretta: che si attiene ad altri tipi di schemi, strumenti o indicatori allineati al quadro, in tal caso si dovrà espressamente indicare la metodologia utilizzata per trasmettere dati chiari e trasparenti.

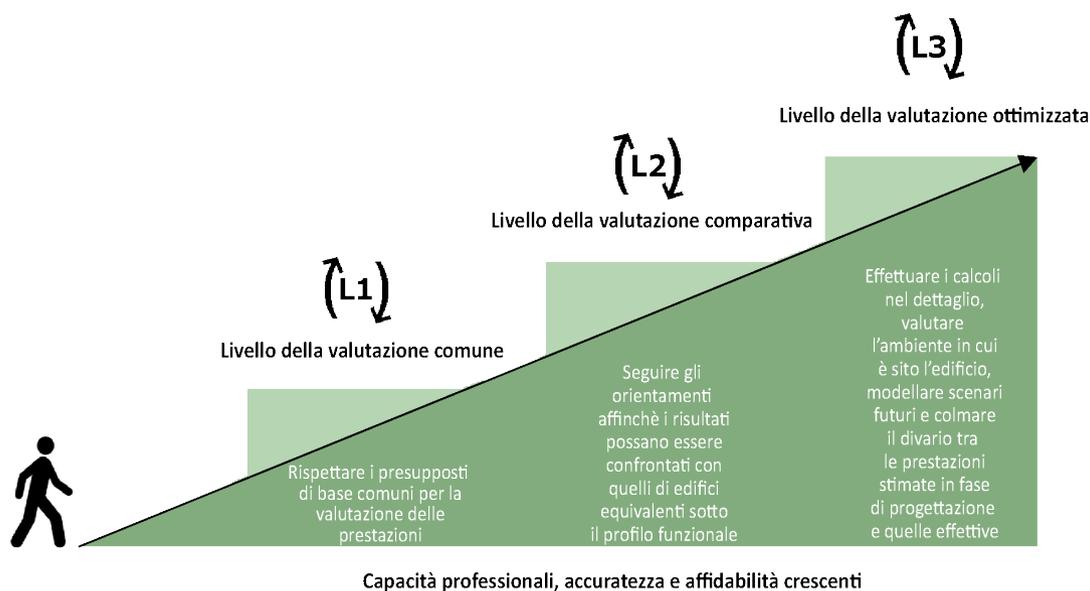


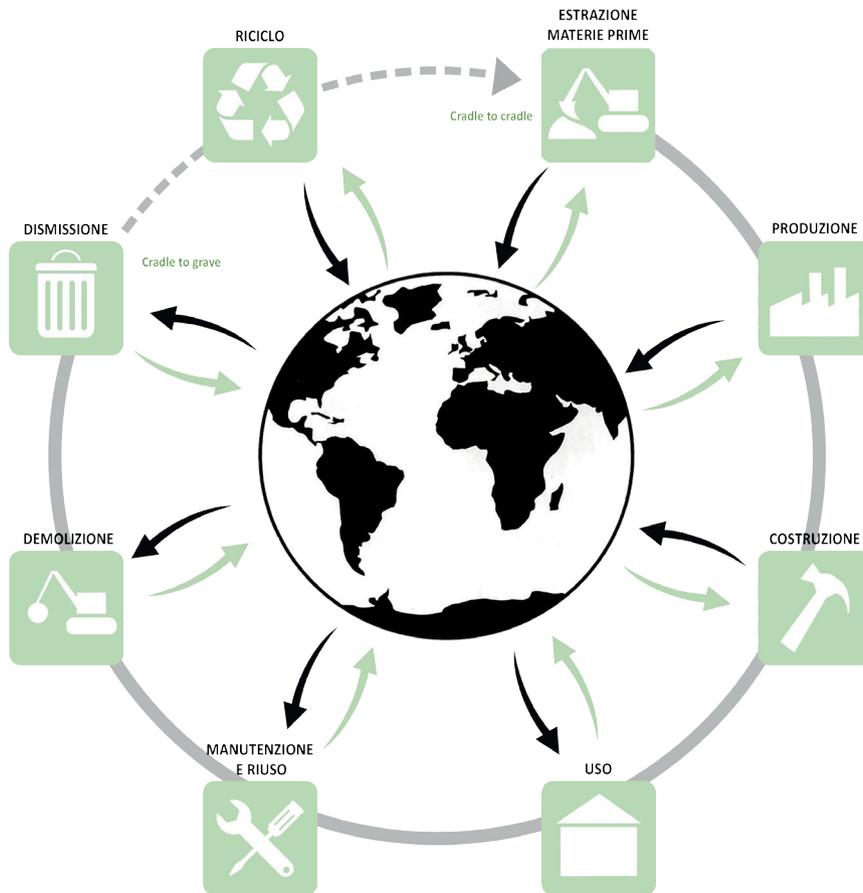
Figura 5.03 Livelli di valutazione delle prestazioni. Adattamento da Level(s) - Un quadro di riferimento comune dell'UE per i principali indicatori in materia di sostenibilità degli edifici residenziali e a uso ufficio: Parte 1. Pag. 16

5.3 UNA LOGICA BASATA SUL CICLO DI VITA DELL'EDIFICIO

Levels è il primo vero schema, sviluppato nell'ambito della politica ambientale europea, che si basa sul concetto di ciclo di vita applicato a livello dell'intero edificio. Esso incoraggia l'utente sia all'esecuzione di una Life Cycle Assessment (LCA) che di una Life Cycle Cost Assessment (LCCA), ovvero la valutazione dei costi del ciclo di vita, poichè considerati gli strumenti migliori di valutazione della sostenibilità ambientale di un edificio. Il quadro fornisce gli strumenti per un'analisi di tipo semplificato che possa essere eguita anche dagli utenti meno esperti. Come mostrato in tabella 5.1, le diverse parti del quadro Levels integrano l'approccio life cycle al proprio interno.

| Parte del quadro Level(s) | Contributo all'approccio basato sul ciclo di vita |
|---|--|
| Definizione dell'obiettivo e dell'ambito di applicazione | Descrizione funzionale dell'edificio e del suo utilizzo finale |
| Dati del flusso di inventario | Dati sulla costruzione dell'edificio (distinta dei materiali) e sui flussi idrici ed energetici lungo il ciclo di vita |
| Indicatori che misurano gli impatti ambientali di un edificio | Consentono di misurare gli impatti ambientali specifici con il ricorso a semplici indicatori comuni oppure a indicatori basati sui metodi di valutazione dell'impatto del ciclo di vita |
| Scenari che descrivono l'aspetto del ciclo di vita di un edificio | Orientamenti che guidano i professionisti dell'edilizia nell'analisi delle possibili prestazioni dei progetti edilizi in futuro e lungo il ciclo di vita |
| Valutazione del ciclo di vita (LCA) dalla culla alla culla di un edificio | Si tratta dell'opzione più avanzata all'interno del quadro. Gli utenti possono scegliere di procedere direttamente a una LCA oppure, in un primo momento, di intraprendere altre fasi separate della LCA proposte dal quadro |
| Qualità e affidabilità dei dati d'inventario del ciclo di vita | La qualità e l'affidabilità dei dati rappresentano una sfida cruciale nel garantire la massima rappresentatività dei risultati rispetto all'edificio oggetto della valutazione |

Tabella 5.01 Approccio di Levels basato sul ciclo di vita. Adattamento da Level(s) - Un quadro di riferimento comune dell'UE per i principali indicatori in materia di sostenibilità degli edifici residenziali e a uso ufficio: Parte 1. Pag. 23



6

LA VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA
DI PALAZZO NOVECENTO

6.1 CASO STUDIO DI PALAZZO NOVECENTO.

OBIETTIVI E SCOPO DELLA VALUTAZIONE

La valutazione del ciclo di vita dell'intervento di riqualificazione di Palazzo Novecento ha il triplice obiettivo di:

1. Indagare gli impatti ambientali ad esso associati, andando ad arricchire il numero di benchmark di confronto in Italia;
2. Fare da caso studio per approfondire la tematica della valenza di una valutazione del ciclo di vita come strumento di misura della sostenibilità ambientale a scala di edificio, non solo di prodotto.
3. Incoraggiare l'uso di tale metodologia come strumento di supporto alle decisioni prese in fase di progettazione.

Il sistema preso in esame è l'intervento di riqualificazione di Palazzo Novecento e tiene conto della sola parte riscaldata dell'edificio, così da poter confrontare l'energia primaria (EE) con l'energia richiesta in fase d'uso (OE), entrambe relative alla stessa unità di superficie – sono esclusi, di conseguenza, tutti gli interventi di addizione, visti nel capitolo 2, quali i piani interrati, la scala esterna in vetro e acciaio, la lanterna in copertura, nonché i vani scala e ascensori, l'atrio, i corridoi e la corte interna - e prende in considerazione la fase di estrazione delle materie prime, produzione degli elementi tecnici e assemblaggio in cantiere, la fase d'uso e la fase di demolizione e dismissione.

L'analisi è stata condotta attraverso il software eToolLCD, sono stati forniti dei dati di input, che sono stati elaborati dal sistema al fine di ottenere una restituzione dei risultati in termini di impatto ambientale rispetto ad indicatori preimpostati dall'utente.

La dimensione temporale per la valutazione (la vita utile prevista per l'edificio) è stata impostata a 50 anni, mentre la vita utile prevista per i diversi elementi edilizi interessati dall'intervento di ristrutturazione è stata stimata attraverso i dati messi a disposizione dal database del software EToo e attraverso l'ausilio di manuali specifici nel settore²⁵.

L'unità funzionale è definita come l'unità del prodotto da analizzare che include quantità, qualità e durata del prodotto o servizio fornito. In questo caso, l'oggetto di studio è Palazzo Novecento, un edificio di tipo residenziale che ha determinate performance di comfort, durata, sicurezza e compatibilità ambientale da offrire ai propri utenti. L'unità funzionale scelta, che consente di tener conto di tali requisiti, è 1 m² di superficie utile di pavimento (coincidente con la superficie riscaldata: 4057.28 m²) riferita al periodo temporale di 1 anno. Di conseguenza: $u.f = u.m / m^2 s.u. \text{ anno}$.

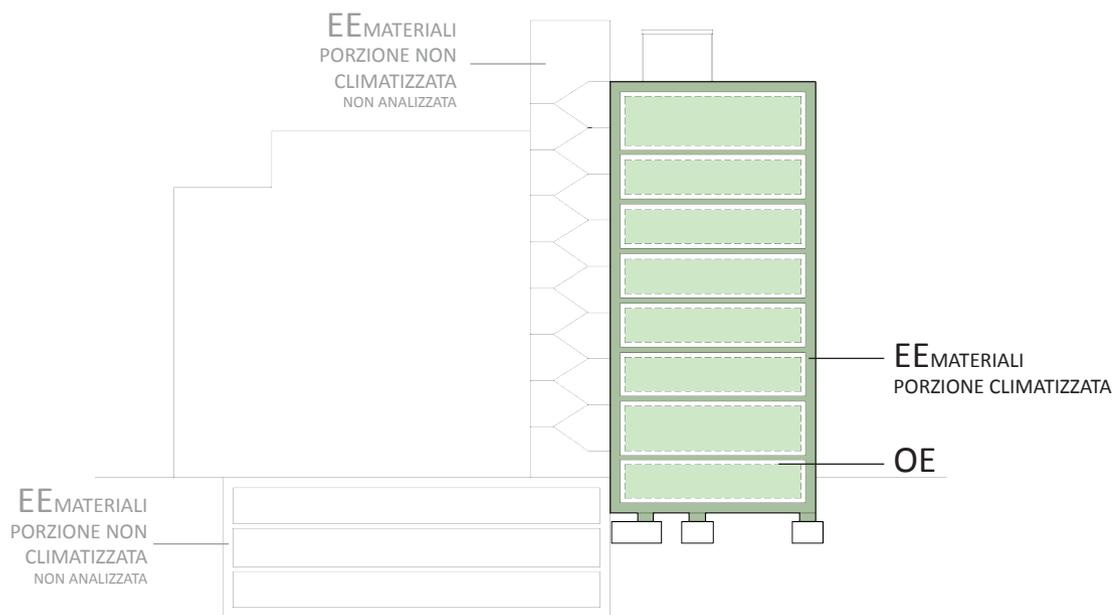


Figura 6.01 Schema di sintesi dell'area di intervento oggetti di analisi- che evidenzia la possibilità di mettere in rapporto l'Embodied Energy dei materiali utilizzati per i soli interventi sulla porzione climatizzata e l'Operational Energy ad essa associata.

6.2 ANALISI D'INVENTARIO

L'analisi d'inventario, rispetto al caso studio di Palazzo Novecento, è stata condotta a partire dai dati forniti dal computo metrico e dal capitolato d'appalto, dai quali sono stati estratti gli elementi tecnici oggetto di intervento, i materiali e le quantità degli stessi.

Nel corso dello studio sono emerse delle difficoltà nel reperimento dei dati relativi alla distanza dal sito di produzione dell'elemento tecnico al cantiere, in quanto, dal momento che il cantiere, ad oggi, risulta essere in corso d'opera, non tutti i prodotti erano stati scelti al momento dell'analisi. Di conseguenza, per quegli elementi o materiali di cui non si conosceva il prodotto si è scelto di fare riferimento ai dati forniti dal database del software eTool e si è attribuita una distanza media dal cantiere rispetto a quella dei prodotti di cui si conosceva la provenienza. Tale decisione è scaturita dal fatto che la maggior parte delle aziende produttrici scelte risultavano a un raggio di distanza inter regionale, in adempimento al credito LEED Environmentally Preferable Products, il quale incentiva la preferenza di prodotti locali (come mostrato in figura 3.03).

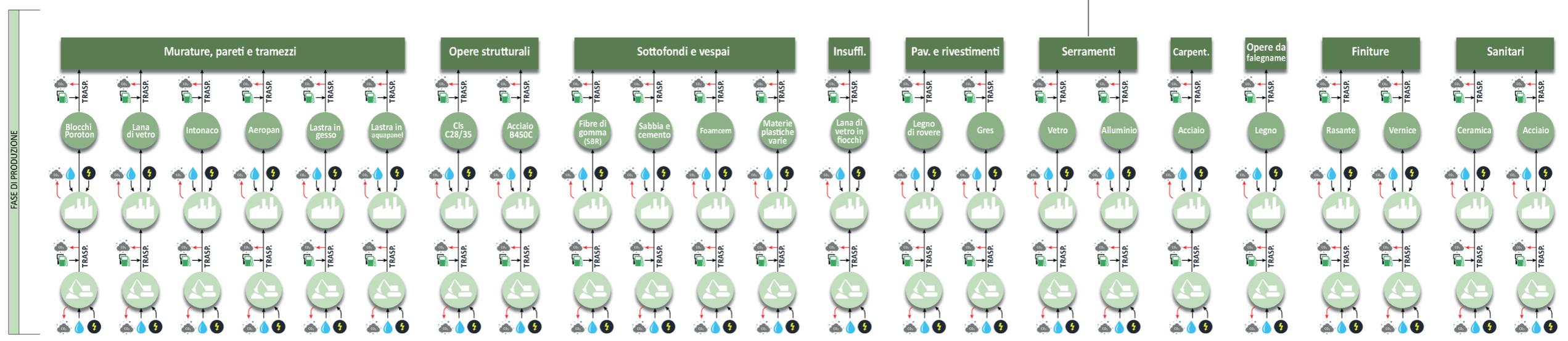
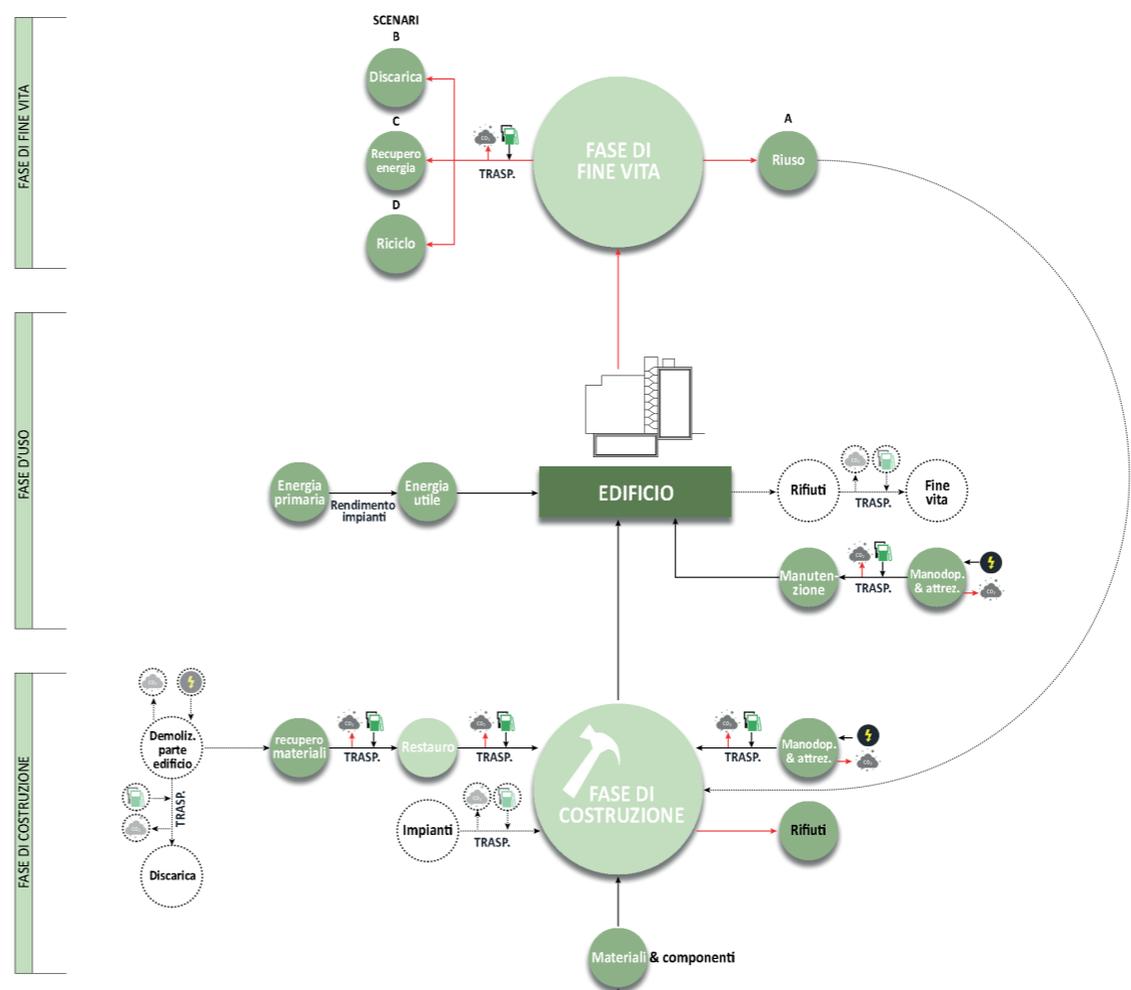
Il diagramma di flusso, in figura 6.02, mostra le fasi del ciclo di vita analizzate, le risorse e i flussi di energia in entrata e in uscita dal sistema, i dati inclusi e quelli non inclusi nei confini del sistema. La fase di produzione dei materiali costituenti gli elementi tecnici di progetto comprende le sotto-fasi di: estrazione delle materie prime, trasporto verso lo stabilimento di produzione, manifattura e trasporto in cantiere. La tabella 6.01 riporta gli interventi di capitolato eseguiti sul solo volume climatizzato dell'edificio e le rispettive quantità; in un secondo passaggio, riportato in tabella 6.02, si esegue una distinta dei materiali alla base degli interventi di capitolato prima descritti. Di tali materiali si dà una descrizione relativa alla funzione d'uso, si fornisce la massa totale, la vita utile e la distanza dal sito di produzione al cantiere di costruzione (per i prodotti non ancora scelti è stato deciso inserire nel software di calcolo una distanza media tra quelle dei prodotti scelti, per non influenzare il risultato con dati incerti). In fine si sa un'indicazione dello scenario di fine vita previsto per ciascun materiale e si inserisce una distanza di trasporto dal cantiere al sito di smaltimento tenendo conto dei centri di raccolta della regione Piemonte. Il mezzo di trasporto prescelto per ricoprire ognuna di queste distanze è stato il Camion (voce rigid Truck del software eTool).

Per quanto riguarda l'inserimento delle voci relative alla manodopera e ai macchinari da cantiere utilizzati, le quantità sono state prese dal piano di sicurezza di cantiere e dal cronoprogramma dei lavori, forniti dallo studio di progettazione, e sono stati opportunamente proporzionati alla volumetria oggetto di analisi.

Figura 6.02 Diagramma di flusso dell'intervento di riqualificazione di Palazzo Novecento

LEGENDA

- Unita' di processo del ciclo di vita
 - Unita' di processo intermedio
 - Fase del ciclo di vita
 - Fase di lavorazione materie I
 - Fase di estrazione materie I
 - Dato non incluso nei confini del sistema
- Risorse o sottoprodotti**
- Emissioni
 - Energia
 - Acqua
 - Carburante
- Flussi di materia o energia**
- In entrata nel sistema
 - In uscita dal sistema/emissione in ambiente
 - Non incluso nei confini del sistema



| Interventi di capitolato | | Quantità |
|-----------------------------|---|---------------------|
| Murature, pareti e tramezzi | M1 | 2170 m ² |
| | M2 | 4916 m ² |
| | M5_a | 654 m ² |
| | M5_b | 365 m ² |
| | M5_c | 482 m ² |
| | M5_d | 3339 m ² |
| | M6 | 500 m ² |
| | M7 | 284 m ² |
| Opere strutturali | Calcestruzzo a prestazione garantita | 736 m ³ |
| | Acciaio per calcestruzzo armato ordinario | 53775 kg |
| Sottofondi e vespai | ST 01 | 2896 m ² |
| | ST 02 | 395 m ² |
| | ST 03 | 336 m ² |
| | ST 05 | 483 m ² |
| | ST 06 | 170 m ² |
| | ST 07 | 94 m ² |
| | ST 10 | 230 m ² |
| Isolanti | Insufflaggio | 1248 m ³ |
| Pavimenti e rivestimenti | Legno massello | 4243 m ² |
| | Zoccolino | 4657 m |
| | Gres porcellanato | 2205 m ² |
| | Restauro marmo esisente | 327 m ² |
| | Pietra di luserna | 362 m ² |
| Opere da serramentista | Portoncino blindato (P01) | 51 n° |
| | Controtelaio+cassonetto serr. TIPO A | 107 n° |
| | Controtelaio+cassonetto serr. TIPO B | 5 n° |
| | Controtelaio+cassonetto serr. TIPO C | 4 n° |
| | Controtelaio+cassonetto serr. TIPO D | 6 n° |
| | Controtelaio+cassonetto serr. TIPO E | 15 n° |
| | Controtelaio+cassonetto serr. TIPO F | 13 n° |
| | Controtelaio+cassonetto serr. TIPO M1 | 1 n° |
| | Controtelaio+cassonetto serr. TIPO M2 | 1 n° |
| | Controtelaio+cassonetto serr. TIPO P | 1 n° |
| | Controtelaio+cassonetto serr. TIPO Q | 1 n° |
| | Controtelaio+cassonetto serr. TIPO R | 1 n° |
| | Controtelaio+cassonetto serr. TIPO S | 1 n° |

| | | |
|-----------------------------------|--|----------------------|
| Carpent. metallica | Scala interna a nastro | 9 n° |
| | Parapetto in acciaio | 143 m |
| | Strutture in carpenteria metallica | 82353 kg |
| Opere da falegname | Porta interna ad anta_v. 1930 (P02) | 104 n° |
| | Porta interna ad anta_v. 2.0 (P02) | 104 n° |
| | Porta interna scorrevole_v. 1930 (P03) | 29 n° |
| | Porta interna scorrevole_v. 2.0 (P03) | 30 n° |
| | Sportelli rasomuro (P07) | 40 m ² |
| Finiture e decorazioni e restauri | Rasante | 2664 m ² |
| | Rasatura per interni | 4221 m ² |
| | Tinteggiatura interni | 34497 m ² |
| | Tinteggiatura facciate esterne | 2288 m ² |
| | Restauro davanzali e cornici | 255 m ² |
| | Ricorstr. apparato murario esterno | 1 n° |
| | Sgombero arredi P6 | 1 n° |
| | Restauro serramento P6 | 1 n° |
| Sanitari | WC_v. 1930 | 40 n° |
| | WC_v. 2.0 | 40 n° |
| | Bidet_v. 1930 | 39 n° |
| | Bidet_v. 2.0 | 39 n° |
| | Lavabo_v. 1930 | 40 n° |
| | Lavabo_v. 2.0 | 40 n° |
| | Doccia_v. 1930 e v. 2.0 | 49 n° |
| | Vasca_v. 1930 | 15 n° |
| | Vasca_v. 2.0 | 15 n° |

Tabella 6.01 Analisi d'inventario

| Materiale | Funzione |
|--------------------------------|--|
| Blocchi in laterizio Poroton | Murature interne |
| Lana di vetro | Isolamento termico murature interne |
| Intonaco | Finitura interna a parete |
| Cartongesso | Murature interne e controsoffitti |
| Aeropan | Isolante termico murature perimetrali |
| Lastra in gesso | Murature interne |
| Lastra in aquapanel | Murature interne |
| Calcestruzzo C28/35 | Getti di completamento |
| Acciaio B450C | Acciaio per cls |
| Fibre e granuli di gomma (SBR) | Isolante acustico a pavimento |
| Sabbia e cemento | Massetto autolivellante |
| Cls cellulare leggero FOAMCEM | Massetto isolante |
| Sabbia e cemento | Sottofondo |
| Schiuma di poliuretano | Isolante termoacustico STIFERITE GT |
| Plastica generica | Iglù |
| PP | Barriera al vapore |
| Terreno vegetale | Coperture verdi |
| HDPE | Guaina antiradice coperture verdi |
| Polistirene | Strato di accumulo e drenaggio coperture verdi |
| PP | Guaina impermeabile coperture |
| Lana di vetro in fiocchi | Insufflaggio |
| Legno di Rovere | Pavimenti interni |
| Legno di Rovere | Zoccolino |
| Gres porcellanato | Pavimenti interni |
| Vetro | Vetraggio serramenti |
| Alluminio | Telaio serramenti |
| Acciaio | Barre e staffe, parapetti e ringhiere |
| Legno (porte) | Porte interne |
| Rasante | Finitura a parete |
| Vernice | Finitura a parete |

Tabella 6.02 Distinta dei materiali e indicazione dello scenario di fine vita previsto

| Quantità materiale [kg] | Durata vita [anni] | Distanza [km] | Scenario di fine vita |
|-------------------------|--------------------|---------------|--------------------------------|
| 702209 | 100 | 47 | Riciclo |
| 23112 | 100 | 141 | Discarica materiali inerti |
| 276370 | 25 | 104 | Riciclo |
| 143444 | 70 | 121 | Discarica materiali inerti |
| 2219 | 100 | 141 | Discarica |
| 36729 | 50 | 400 | Discarica materiali inerti |
| 4890 | 100 | 400 | Discarica materiali inerti |
| 1739904 | 100 | 19 | Riciclo |
| 53775 | 100 | 250 | Discarica materiali metallici |
| 8109 | 70 | 360 | Discarica materiali plastici |
| 430049 | 100 | 104 | Riciclo |
| 104254 | 100 | 150 | Discarica materiali inerti |
| 244652 | 100 | 104 | Riciclo |
| 5279 | 70 | 120 | Discarica materiali plastici |
| 5091 | 100 | 460 | Discarica materiali plastici |
| 2305 | 40 | 305 | Discarica materiali plastici |
| 18700 | - | 20 | Riuso |
| 258 | 100 | 250 | Discarica materiali plastici |
| 262 | 40 | 120 | Discarica materiali plastici |
| 140 | 40 | 305 | Discarica materiali plastici |
| 10858 | 100 | 121 | Discarica materiali inerti |
| 55159 | 50 | 631 | Discarica per materiali lignei |
| 9314 | 50 | 631 | Discarica per materiali lignei |
| 88200 | 50 | 300 | Riciclo |
| 13660 | 70 | 18 | Discarica per materiali vitrei |
| 28174 | 50 | 18 | Discarica materiali metallici |
| 82353 | 100 | 250 | Discarica materiali metallici |
| 9700 | 50 | 34 | Discarica per materiali lignei |
| 151470 | 25 | 305 | Riciclo |
| 73570 | 25 | 305 | Riciclo |

La fase d'uso dell'edificio, invece, il calcolo dell'energia primaria utilizzata per la climatizzazione dell'edificio è stato fatto a partire dai dati forniti dalla diagnosi energetica. Si è scelto di escludere dalla valutazione i consumi di energia elettrica per l'illuminazione artificiale ed il funzionamento degli elettrodomestici, in quanto la loro quantificazione, oltre ad essere di difficile previsione, non è considerata obbligatoria per gli edifici ad uso residenziale.

Una volta individuate le quantità di energia consegnata o fornita e rinnovabile prodotta in situ (tabella 6.03 e 6.04), si è passati all'inserimento dei dati in eTool, normalizzati sulla base del m² di superficie utile, in modo da quantificare gli impatti prodotti dall'edificio in fase d'uso. In relazione alla fase di manutenzione, invece, per ciascun materiale sono stati riportati i valori di vita attesa e l'intervallo di manutenzione, in base ai dati riportati in tabella 7.05. Dati alla mano, è evidente che i consumi di energia sono elevati, ma la maggior parte di essi proviene da fonti rinnovabili in situ o ex situ, motivo per cui gli impatti ad essi associati saranno poi da attribuire alla frazione rinnovabile di energia utilizzata.

| Vettore energetico | Energia consegnata o fornita [kwh] |
|-----------------------|------------------------------------|
| Energia elettrica | 433901 |
| Gas Naturale (metano) | 90851,9 |

Tabella 6.03 Energia consegnata o fornita

| COMBUSTIBILE | ENERGIA RINNOVABILE [kwh] | | | | | TOTALE |
|--|---------------------------|------------------------|----------|------------------------|-----------|-----------|
| | Climatizzazione Invernale | Climatizzazione Estiva | ACS | Ventilazione meccanica | Trasporti | |
| Energia Elettrica da fonte rinnovabile in situ | 4241,26 | 2069,81 | 2319,18 | 4347,45 | 1726,36 | 14704,06 |
| Energia Elettrica ex situ | 35225,9 | 1722,46 | 5643,48 | 7837,98 | 3112,44 | 53542,26 |
| Energia Aero/idro/geo-termica | 241077 | | 65162,9 | | | 306239,9 |
| TOTALE | 280544,16 | 3792,27 | 73125,56 | 12185,43 | 4838,8 | 374486,22 |

Tabella 6.04 Energia rinnovabile

6.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

Una volta conclusa la raccolta dei dati di inventario, si procede alla valutazione degli impatti ambientali relativi all'intervento di riqualificazione di Palazzo Novecento, che prende il nome di Life Cycle Impact Assessment (LCIA).

Tale fase ha lo scopo di valutare i flussi di materia ed energia entranti e uscenti dal sistema, in base a determinati indici di impatto ambientale, che verranno quantificati al fine di individuare il reale effetto dell'intervento oggetto di studio sull'ambiente e/o sull'uomo.

A regolare e gestire gli studi in merito a tale argomento è la norma ISO DIN 14042: 2000 "Environmental management - Life cycle assessment - Life cycle impact assessment", la quale elenca i passaggi da effettuare per eseguire una Life Cycle Impact Assessment:

1. Definire le categorie di impatto ambientale e i rispettivi indicatori;
2. Attribuire una o più categorie di impatto ambientale a ciascun dato di inventario (Classificazione);
3. Applicare dei fattori di caratterizzazione per il calcolo dell'impatto ambientale (Caratterizzazione);
4. Individuare le categorie di impatto più incidenti attraverso il confronto mediante dei valori nominali di riferimento (Normalizzazione);
5. Attribuire dei pesi risultati ottenuti per le categorie di impatto (Pesatura).

Di seguito si definiscono gli indicatori di impatto ambientale scelti per la valutazione:

1. Embodied Energy (EE)
2. Global Warming Potential (GWP);
3. Acidification Potential for Soil and Water (AP);
4. Eutrophication Potential (EP);
5. Photochemical Ozone Creation Potential (POCP);
6. Water Footprint (WF);
7. Abiotic Depletion Potential Mineral and Energy (ARD).

Per quanto riguarda i metodi di caratterizzazione adottati, essi fanno riferimento al software utilizzato (eToolLCD).

INDICATORI DI IMPATTO AMBIENTALE

| | |
|--|---|
| <p>Embodied Energy Energia Primaria [MJ NCV]</p> | <p>E' la somma di tutta l'energia necessaria per produrre un bene durante l'estrazione e il trasporto delle materie prime, la fabbricazione, l'assemblaggio, il trasporto del manufatto, l'installazione, il disassemblaggio e/o la decostruzione, la dismissione o il</p> <p>Fonte: Corso di sostenibilità di processi e prodotti nei materiali per l'architettura, prof.ssa Simonetta Pagliolico, Politecnico di Torino, a.a.2017-2018</p> |
| <p>Global Warming Potential Embodied Carbon Carbonio Incorporato [kg CO2 eq]</p> | <p>E' il fattore di normalizzazione che misura il potenziale contributo che un gas arrega all'effetto serra rispetto a quello provocato dallo stesso peso di anidride carbonica.</p> <p>Fonte: Corso di sostenibilità di processi e prodotti nei materiali per l'architettura, prof.ssa Simonetta Pagliolico, Politecnico di Torino, a.a.2017-2018</p> |
| <p>Acidification Potential for soil and water Potenziale di Acidificazione [kg SO₂ eq]</p> | <p>E' il fattore di normalizzazione (coefficiente di pesatura) che stima il potenziale contributo che un gas atmosferico di origine antropica arrega all'acidificazione, rispetto a quello provocato dallo stesso peso di anidride solforosa: viene misurato in kg di SO₂ equivalente kgSO₂eq.</p> <p>Fonte: Corso di sostenibilità di processi e prodotti nei materiali per l'architettura, prof.ssa Simonetta Pagliolico, Politecnico di Torino, a.a.2017-2018</p> |
| <p>Eutrophication potential Potenziale di Eutrofizzazione [kg PO₄ eq]</p> | <p>Questo indicatore valuta l'effetto di eutrofizzazione, vale a dire l'aumento della concentrazione delle sostanze nutritive in ambienti acquatici. Le sostanze che concorrono al fenomeno dell'eutrofizzazione sono i composti a base di fosforo e di azoto. La sostanza di riferimento è lo ione nitrato o lo ione fosfato (PO₄).</p> <p>Fonte: Corso di sostenibilità di processi e prodotti nei materiali per l'architettura, prof.ssa Simonetta Pagliolico, Politecnico di Torino, a.a.2017-2018</p> |
| <p>Photochemical Ozone Creation Potential Potenziale di riduzione dello strato di Ozono troposferico [kg ethylene]</p> | <p>Stima il potenziale contributo che una sostanza di origine antropica arrega alla riduzione dello strato di ozono (conosciuto come smog, è il risultato dalla reazione tra calore, raggi solari e VOCs)rispetto a quello provocato dallo stesso peso di etilene (C₂H₄): viene misurato in kg di (C₂H₄) equivalente (kgC₂H₄ -eq.).</p> <p>Fonte: Corso di sostenibilità di processi e prodotti nei materiali per l'architettura, prof.ssa Simonetta Pagliolico, Politecnico di Torino, a.a.2017-2018</p> |
| <p>Water Footprint [m3 deprived]</p> | <p>Fornisce un'indicazione dell'ingresso totale netto di acqua utilizzato durante l'intero ciclo di vita dell'edificio.</p> <p>Fonte: www.etoologlobal.com</p> |
| <p>Abiotic Resource Depletion Minerals And Energy Potenziale di esaurimento delle risorse (energia e minerali) abiotiche terrestri. [kgSbe]</p> | <p>Fornisce un'indicazione del potenziale esaurimento di risorse naturali (ed energetiche) nella crosta terrestre, come minerali di ferro, alluminio o metalli preziosi, e rappresenta le riserve geologiche definitive (non le riserve economicamente fattibili) e i tassi di esaurimento previsti. È misurato in massa di equivalenti di antimonio.</p> <p>Fonte: www.etoologlobal.com</p> |

Tabella 6.05 Descrizione degli indicatori di impatto ambientale scelti per l'analisi

6.4 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

| Fasi del ciclo di vita | | Embodied Energy [EE] MJ NCV/(m ² *s.u.*anno) | Global Warming Potential [GWP] kg CO2 eq/(m ² *s.u.*anno) | Acidification Potential for Soil and Water [AP] kg SO2 eq/(m ² *s.u.*anno) | Eutrophication potential [EP] kg PO4 eq/(m ² *s.u.*anno) | Photochemical Ozone Creation Potential [POCP] kg ethylene/(m ² *s.u.*anno) | Water Footprint [WF] m3 deprived/(m ² *s.u.*anno) | Abiotic Resource Depletion Minerals And Energy [ARD] kgSbe/(m ² *s.u.*anno) |
|--------------------------------------|-------|--|---|--|--|--|---|---|
| Product Stage | A1-A3 | 93,60 | 8,06 | 2,15E-02 | 5,34E-03 | 1,40E-03 | 9,09E-02 | 4,70E-02 |
| Transport of Equipment and Materials | A4 | 11,46 | 0,77 | 4,90E-03 | 1,06E-03 | 2,62E-04 | 7,58E-05 | 5,48E-03 |
| Construction | A5 | 28,02 | 2,25 | 9,10E-03 | 1,96E-03 | 4,10E-04 | 3,22E-04 | 1,31E-02 |
| Use of Products | B1 | 0,00 | 0,00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Maintenance | B2 | 9,65 | 0,77 | 2,14E-03 | 0,0004583 | 9,91E-05 | 1,07E-02 | 4,86E-03 |
| Repair | B3 | 0,00 | 0,00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Replacement | B4 | 0,00 | 0,00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Refurbishment | B5 | 20,44 | 1,54 | 5,79E-03 | 1,39E-03 | 3,31E-04 | 6,29E-03 | 9,21E-03 |
| Integrated Operational Energy Use | B6 | 611,56 | 10,53 | 1,61E-02 | 3,02E-03 | 1,84E-03 | 1,32E-01 | 8,37E-02 |
| Other Operational Energy Use | B6+ | 0,00 | 0,00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Operational Water Use | B7 | 20,92 | 1,67 | 2,85E-03 | 8,00E-04 | 1,04E-04 | 1,30E-02 | 1,17E-02 |
| Deconstruction / Demolition | C1 | 0,00 | 0,00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Transport of Waste Offsite | C2 | 1,64 | 0,11 | 7,03E-04 | 1,51E-04 | 3,75E-05 | 7,89E-06 | 7,84E-04 |
| Waste Processing | C3 | 0,17 | 0,04 | 2,25E-04 | 4,83E-05 | 1,20E-05 | 2,65E-06 | 7,90E-05 |
| Disposal | C4 | 2,86 | 0,47 | 5,94E-04 | 1,34E-04 | 1,12E-04 | 1,94E-03 | 1,30E-03 |
| Operational Energy Exports | D1 | 0,00 | 0,00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Closed Loop Recycling | D2 | -2,00 | -0,07 | -6,64E-04 | -6,46E-05 | -2,51E-04 | 5,00E-05 | -9,90E-04 |
| Open Loop Recycling | D3 | -6,88 | -0,80 | -1,44E-03 | -4,09E-04 | -4,51E-05 | -8,38E-03 | -3,79E-03 |
| Materials Energy Recovery | D4 | -0,22 | 0,00 | 1,35E-04 | 3,53E-05 | 3,54E-06 | -3,29E-05 | -1,24E-04 |
| Direct Re-use | D5 | 0,00 | 0,00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 |
| Total | | 791,21 | 25,33 | 6,19E-02 | 1,35E-02 | 4,31E-03 | 2,46E-01 | 1,72E-01 |

Tabella 6.06 Valori di impatto ambientale nel ciclo di vita

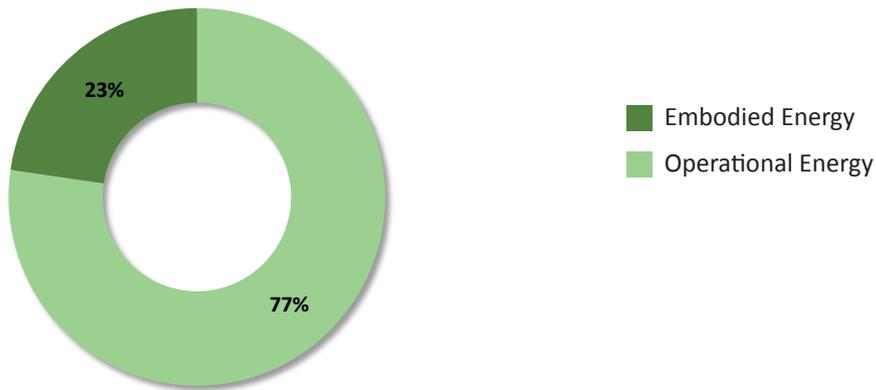


Figura 6.03 Confronto tra il contributo dell'Operational Energy e quello dell'Embodied Energy dei materiali al fabbisogno di energia primaria complessivo dell'intervento

La tabella 6.06 mostra gli impatti ambientali associati all'intervento di riqualificazione di Palazzo Novecento e le fasi che incidono di più per ogni categoria, evidenziate in arancione. La fase d'uso, e in particolar modo l'Integrated Operational Energy Use (B6), risulta essere quella che più influisce sulla maggior parte degli impatti ambientali esaminati; la fase di produzione delle materie prime, invece, (A1-A3) risulta la più impattante solo per quanto riguarda il Potenziale di eutrofizzazione (EP), ma il suo contributo alle altre categorie di impatto ambientale risulta elevato.

L'analisi del ciclo di vita è stata condotta solo sull'intervento di ristrutturazione inerente le parti riscaldate dell'edificio, quindi, escludendo vani scala e ascensori, locali tecnici, atri e corridoi, nonché l'addizione delle autorimesse interrato. Questo, al fine di poter confrontare il contributo dell'Operational Energy e dell'Embodied Energy al fabbisogno energetico dell'edificio, come mostra il grafico in figura 6.03 è interessante notare come, le due percentuali di incidenza dell'EE e dell'OE si equivalgano quasi (EE=51%, OE=49%) a dimostrazione del fatto che se si intendesse migliorare la prestazione energetica dell'edificio, si dovrebbe intervenire prima di tutto sulla voce dell'Operational Energy.

Andremo di seguito a trattare, per ogni categoria di impatto ambientale, il contributo dato da ciascuna fase del ciclo di vita dell'edificio.

Embodied Energy (EE) MJ NCV/(m²u.s.anno)



Figura 6.04 Percentuale di incidenza delle fasi del ciclo di vita all'Embodied Energy dell'intervento

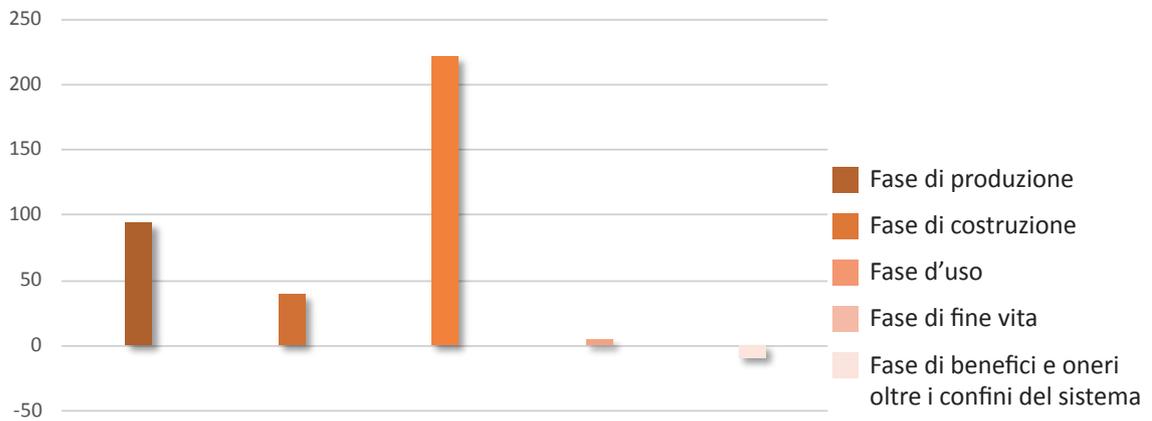


Figura 6.05 Contributo delle fasi del ciclo di vita all'Embodied Energy dell'intervento e incidenza della fase di benefici e oneri oltre i confini del sistema [MJ NCV/(m²u.s.anno)]

| Interventi | Embodied Energy MJ NCV/(m ² *s.u.*year) | Classi di interventi | Embodied Energy MJ NCV/(m ² *s.u.*year) |
|---|---|--------------------------------------|---|
| M1 | 15,55 | | |
| M2 | 7,53 | Murature nuove | 25,36 |
| M6 | 0,98 | | |
| M7 | 1,30 | | |
| M5_a | 0,53 | Retrofit chiusura opaca verticale | 12,24 |
| M5_b | 0,59 | | |
| M5_c | 0,90 | | |
| M5_d | 2,44 | | |
| Insufflaggio | 7,78 | | |
| Finiture interne | 3,41 | Finiture interne ed esterne | 27,74 |
| Finiture esterne | 1,42 | | |
| Pavimento LEGNO | 1,13 | | |
| Zoccolino | 0,09 | | |
| Rasante | 4,31 | | |
| Restauro marmo esistente | 2,94 | | |
| Gres porcellanato | 13,54 | Opere da idraulico | 4,76 |
| Pietra di luserna | 0,90 | | |
| Sanitari | 4,76 | | |
| ST 01 | 15,54 | Sottofondi | 27,14 |
| ST 02 | 3,36 | | |
| ST 03 | 4,95 | | |
| ST 05 | 2,02 | | |
| ST 06 | 0,65 | | |
| ST 07 | 0,63 | | |
| P01_Portoncino blindato | 1,2927 | Porte | 0,45 |
| P02/03 | 3,5516 | | |
| P05_Porta multifunzione | 0,45 | Serramenti | 0,12 |
| Finestre Tipo A-B-C-D-E-F-G-H-I-N-P-Q-S | 0,07 | | |
| Finestra continua Tipo M | 0,05 | | |
| Scale interne duplex | 0,87 | Carpenteria metallica | 1,84 |
| Parapetti in acciaio | 0,76 | | |
| Parapetto in vetro | 0,21 | | |
| Operai in cantiere | 12,91 | Cantiere | 28,10 |
| Macchinari da cantiere | 15,19 | | |
| acciaio per cls armato | 6,56 | Strutture in c.a. | 24,95 |
| CLS a prestazione garantita | 18,39 | | |
| Diagnosi energetica | 611,56 | Operational eEnergy | 611,56 |
| Other | 20,93 | Altro | 20,93 |
| Total | 791,21 | | 791,21 |

Tabella 6.07 Contributo delle singole categorie di intervento all'EE dell'edificio

Per quanto riguarda il consumo di energia primaria (EE) dell'edificio, esso è dovuto, in particolar modo, alla fase d'uso, che influisce per l'83% sul totale, il 12% è, invece, dovuto alla fase di produzione delle materie prime, mentre le fasi di costruzione e fine vita contribuiscono solo per, rispettivamente, l'5% e l'1%. Inoltre, come mostrato dall'istogramma in figura 6.4, la fase di Benefits and Loads, contribuisce a ridurre il fabbisogno di energia primaria dell'intervento con un valore associato di 9,1 MJ/(m²s.u.anno)

Analizzando più approfonditamente gli impatti dei singoli interventi, mostrati in tabella 6.07, si può notare che, escludendo la voce dell'OE, le altre categorie di intervento influiscono in maniera molto omogenea sul fabbisogno di energia primaria. Come vediamo in fatti nel grafico in figura 6.06, i valori di incidenza delle altre voci oscillano tutti tra il 16% e il 14%, tranne per quanto riguarda gli interventi di carpenteria metallica, porte e serramenti, che incidono meno dell'1%.

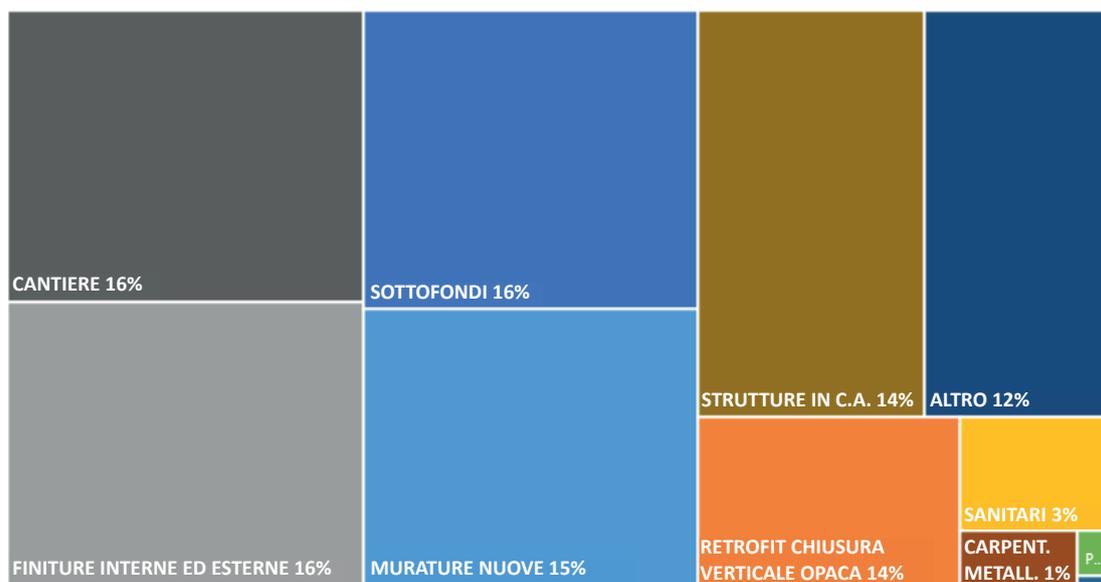


Figura 6.06 Contributo percentuale delle singole categorie di intervento all'EE dell'edificio

Global Warming Potential (GWP) kg CO₂ eq/(m²s.u.anno)



Figura 6.07 Percentuale di incidenza delle fasi del ciclo di vita al Global Warming Potential

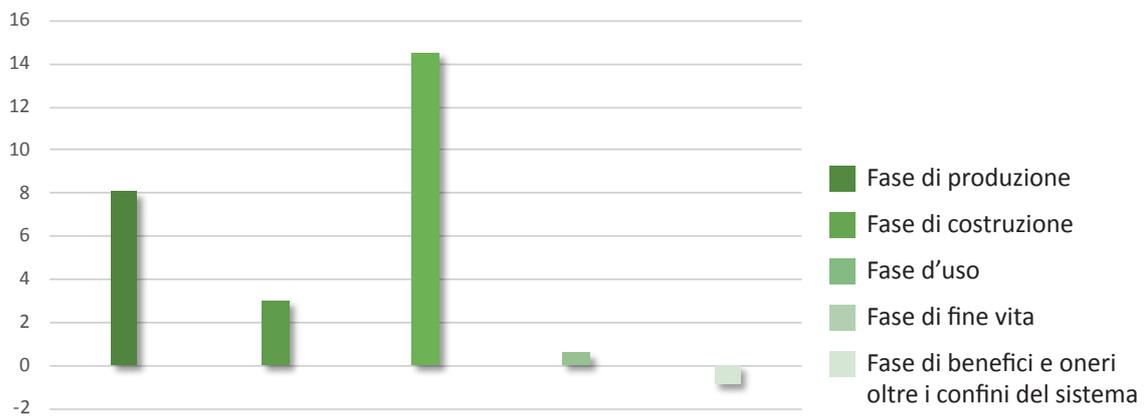


Figura 6.08 Contributo delle fasi del ciclo al GWP dell'intervento e incidenza della fase di benefici e oneri oltre i confini del sistema [kg CO₂ eq/(m²s.u.anno)]

Acidification Potential for Soil and Water (AP) kg SO₂ eq/(m²s.u.anno)



Figura 6.09 Percentuale di incidenza delle fasi del ciclo di vita all'Acidification Potential dell'intervento

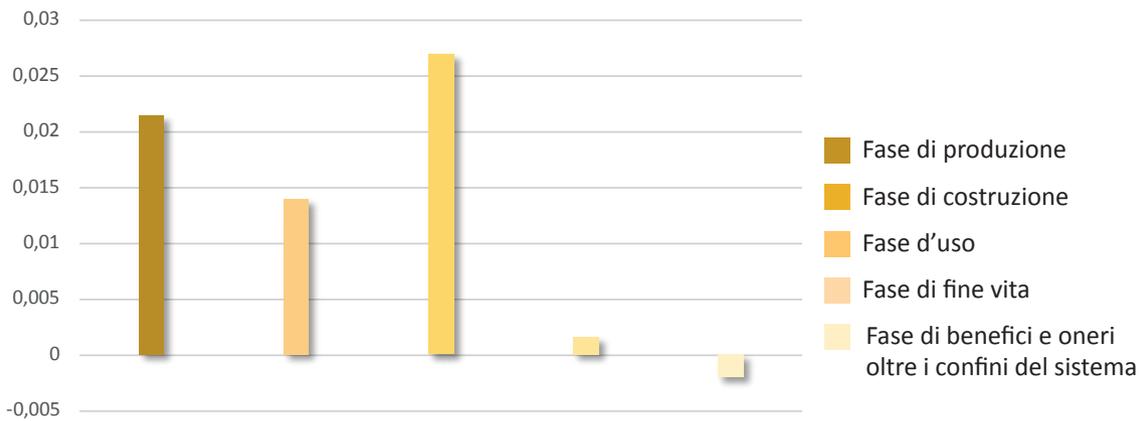


Figura 6.10 Contributo delle fasi del ciclo di vita all'AP dell'intervento e incidenza della fase di benefici e oneri oltre i confini del sistema [kg SO₂ eq/(m²s.u.anno)]

Eutrophication Potential (EP) kg PO₄ eq/(m²s.u. anno)



Figura 6.11 Percentuale di incidenza delle fasi del ciclo di vita all'Eutrofication Potential



Figura 6.12 Contributo delle fasi del ciclo di vita all'AP dell'intervento e incidenza della fase di benefici e oneri oltre i confini del sistema [kg PO₄ eq/(m²s.u.anno)]

Photochemical Ozone Creation Potential (POCP) kg ethylene/(m²s.u.anno)



Figura 6.13 Percentuale di incidenza delle fasi del ciclo di vita al POCP dell'intervento

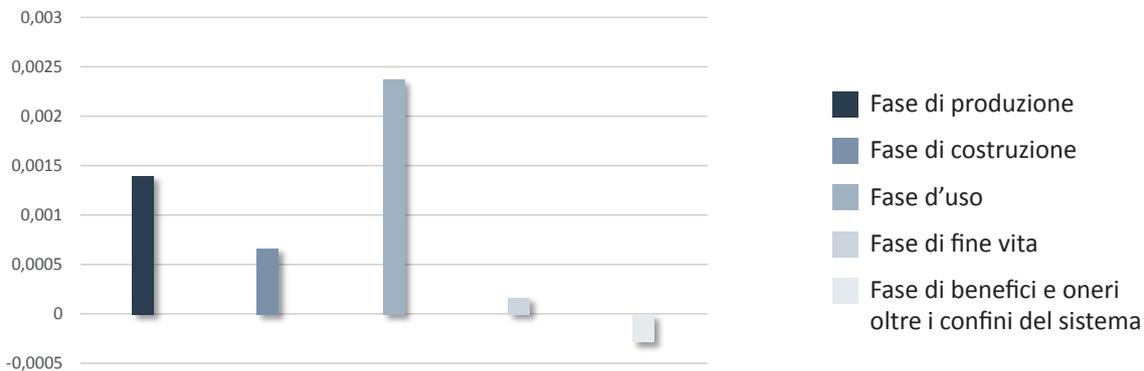


Figura 6.14 Contributo delle fasi del ciclo di vita all'POCP dell'intervento e incidenza della fase di benefici e oneri oltre i confini del sistema [kg ethylene eq/(m²s.u.anno)]

Water Footprint (WF) m³deprived/(m²s.u.anno)



Figura 6.15 Percentuale di incidenza delle fasi del ciclo di vita nel Water Footprint dell'intervento

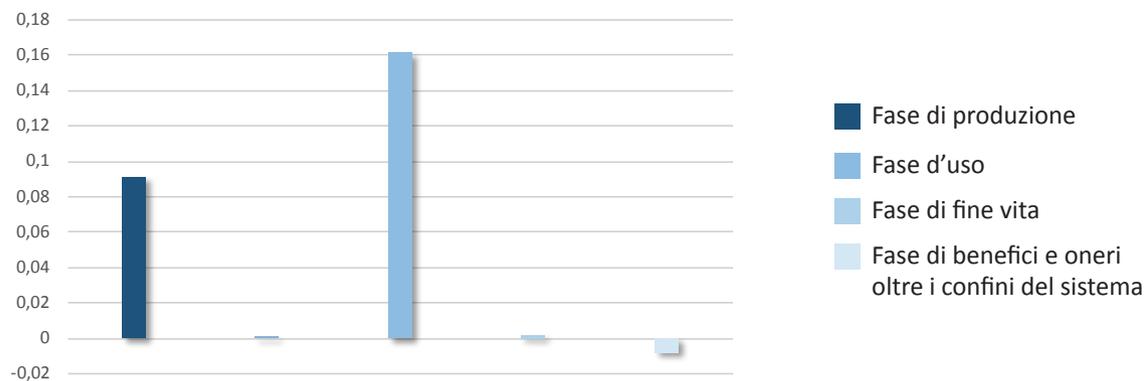


Figura 6.16 Contributo delle fasi del ciclo di vita all'WF dell'intervento e incidenza della fase di benefici e oneri oltre i confini del sistema [m³deprived/(m²s.u.anno)]

Abiotic Resource Depletion for Mineral and Energy (ARD) kgSbe/(m²s.u.anno)



Figura 6.17 Percentuale di incidenza delle fasi del ciclo di vita nell' Abioti Resource Depletion

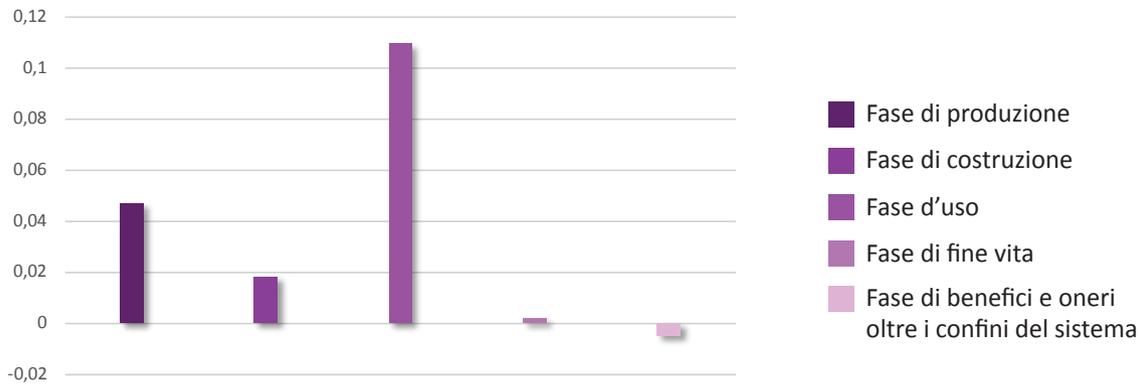


Figura 6.18 Contributo delle fasi del ciclo di vita all'ARD dell'intervento e incidenza della fase di benefici e oneri oltre i confini del sistema [kg Sbe/(m²s.u.anno)]

GLOBAL WARMING POTENTIAL

Come si evince dal grafico in figura 6.07, anche la maggior parte delle emissioni di inquinanti in ambiente associate all'intervento calcolate attraverso l'unità di misura del kg CO₂ eq/(m²s.u.anno) è attribuibile alla fase d'uso dell'edificio, ma con una percentuale di incidenza inferiore rispetto agli impatti associati all'EE, che si aggira attorno al 55%. Questo a dimostrazione del fatto che nonostante gli il fabbisogno di energia primaria richiesto dall'edificio, gran parte delle fonti di approvvigionamento della stessa sono di tipo rinnovabile, motivo per cui impattano meno dal punto di vista dell'Embodied Carbon. A seguire, la fase di produzione influisce del 31% sul valore totale, mentre le fasi di costruzione e fine vita impattano di meno, rispettivamente del 12% e 5%.

Fonte dati: <https://etoolcd.com>

ACIDIFICATION POTENTIAL FOR SOIL AND WATER

Per quanto riguarda l'indicatore AP la fase d'uso risulta essere quella più impattante (42%), seguita dalla fase di produzione delle materie prime (34%), dalla fase di costruzione (22%) e, in ultimo, dalla fase del fine vita, la quale impatta solo per il 2%. Indagando più approfonditamente la fase d'uso, possiamo affermare che il contributo maggiore all'acidification potential è dato dal funzionamento degli impianti di climatizzazione, ventilazione e acqua calda sanitaria, con un valore di 5,262, su un totale di 15703 kg SO₂ eq. Per quanto riguarda, invece la produzione di materiali, tra i più impattanti vi sono la lana di vetro e il Calcestruzzo, entrambi con un valore di 893 kg SO₂ eq, i prodotti ceramici, con un valore di 805 kg SO₂ eq.

Fonte dati: <https://etoolcd.com>

EUTROPHICATION POTENTIAL

Il potenziale di eutrofizzazione, misurato in kg PO₄ eq su 1 m² di superficie utile all'anno, registra i valori più alti in fase di produzione dei materiali (39%), seguita a breve distanza dalla fase d'uso (37%) e da quella di costruzione (22%). La fase di fine vita risulta essere la meno impattante, mentre la fase di benefici e oneri oltre i confini del sistema contribuisce a ridurre gli impatti globali nella categoria. Analizzando più approfonditamente gli impatti dovuti ai singoli materiali, quelli maggiori si riscontrano nel calcestruzzo, con un valore di 200 kg PO₄ eq, seguito dal gres porcellanato, con 198 kg PO₄ eq, e dalla lana di vetro, con 124 kg PO₄ eq. (Figure 6.11 e 6.12)

Fonte dati: <https://etoolcd.com>

PHOTOCHEMICAL OZONE CREATION POTENTIAL

Dal grafico in figura 6.13 si evince che il POCP, indice della categoria di impatto ambientale della formazione di ozono fotochimico, meglio conosciuto come smog, è caratterizzato da valori molto alti nella fase d'uso (52% del totale), motivo per cui sarà lì che si dovrà agire per diminuire gli impatti. La fase di costruzione incide per il 30%, mentre le fasi di costruzione e fine vita sono le meno influenti.

Se analizziamo i dati più nel dettaglio, notiamo che tra i materiali più impattanti c'è l'acciaio strutturale, con un valore di 49 kg etilene eq su un totale di 1280 kg etilene eq, ma il peso maggiore è quello dato dall'energia consumata in fase d'uso che incide con un valore di 756 kg etilene eq, più della metà del totale.

Il riuso dei prodotti, invece, contribuisce a ridurre gli impatti sottraendo al totale 61.8 kg etilene eq (figura 6.14). Fonte dati: <https://etoolcd.com>

WATER FOOTPRINT

L'impronta di acqua dell'intervento analizzato mostra che le fasi più consumano più acqua sono la fase di produzione (63%) e la fase d'uso (36%). Come si evince dalle figure 6.15 e 6.16 il consumo di acqua nelle altre fasi risulta talmente basso da essere inferiore o uguale all'1%. Per quanto riguarda la fase di produzione, i materiali a cui si associa un maggior impatto ambientale sono i blocchi in laterizio che compongono le murature e il calcestruzzo.

Fonte dati: <https://etoolcd.com>

ABIOTIC RESOURCE DEPLETION MINERALS AND ENERGY

Il grafico in figura 6.17 mostra, invece, le percentuali di consumo di risorse abiotiche dovuto all'estrazione dei materiali utilizzati in progetto. Anche in questo caso, come per i precedenti indicatori di impatto ambientale, la fase con il maggior peso risulta essere quella d'uso (62%), seguita dalla fase di produzione dei materiali (26%). Per quanto concerne proprio la produzione dei materiali, il processo che consuma più risorse abiotiche è quello dei CI, con un valore di 1977 kgSbe, seguito dai prodotti ceramici (1627 kgSbe) e dalla lana di vetro (1552 kgSbe), su un totale di 45,714 kgSbe.

Fonte dati: <https://etoolcd.com>

In base a quanto analizzato e come si evince dal grafico in figura 6.19, la fase d'uso risulta la più impattante per tutti gli indici presi in esame, seguita dalla fase di produzione, da quella di costruzione e da quella di fine vita.

Risulterà evidente che per migliorare le prestazioni ambientali dell'edificio bisognerà agire sulla riduzione dei consumi in fase d'uso dell'edificio. Non è stato possibile analizzare l'indicatore Abiotic Depletion Potential (ADP), a causa di una mancanza di disponibilità all'interno delle categorie di impatto ambientale del software utilizzato in modalità open use. Sarebbe stato, altrimenti, interessante vedere quanta parte di energia proviene da fonti rinnovabili, rispetto al totale di energia utilizzata. Dalla diagnosi energetica in figura... si evince, infatti, che gran parte dell'energia primaria proviene da fonti rinnovabili, riducendo quindi enormemente l'impatto, altrimenti elevato, dell'uso di combustibili fossili.

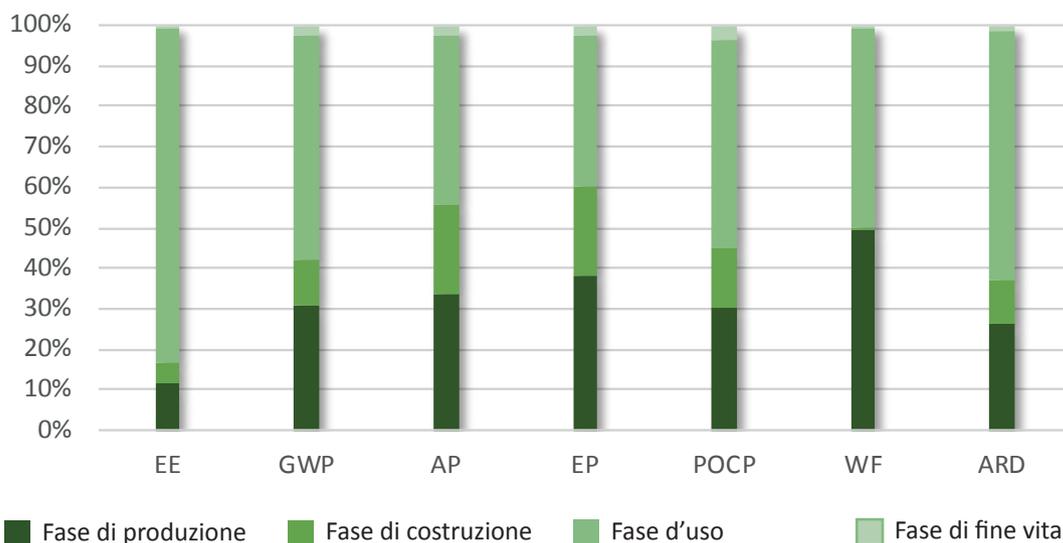
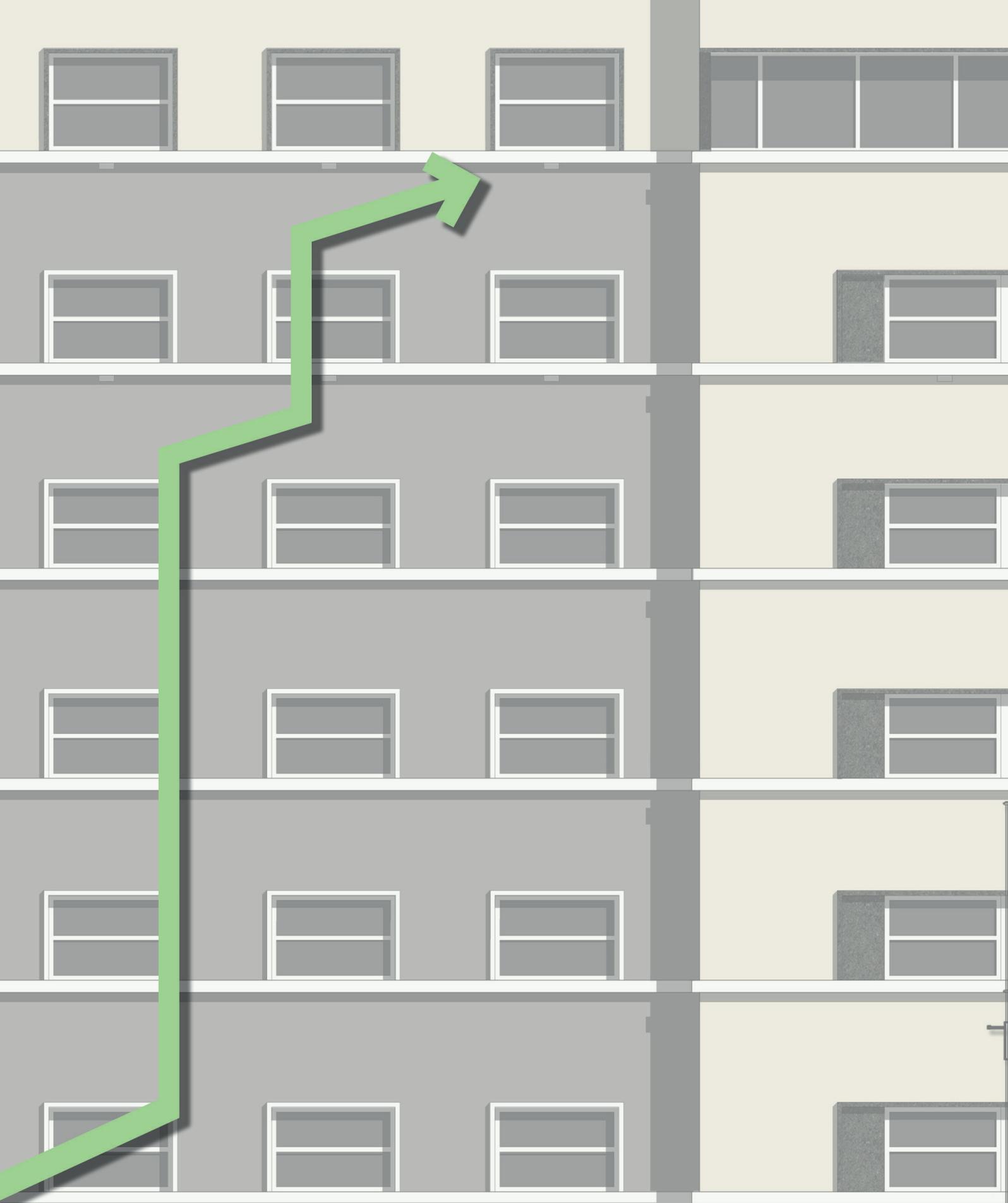


Figura 6.19 Confronto della percentuale di incidenza delle fasi del ciclo di vita nei diversi indici di impatto analizzati



7

LA COMUNICAZIONE DEI RI- SULTATI ATTRAVERSO IL QUADRO LEVELS

L'Unione Europea, attraverso il quadro Levels, riconosce l'analisi del ciclo di vita (LCA) quale metodo migliore per quantificare gli impatti ambientali associati ad un intervento edilizio, ed è, quindi, sempre consigliabile rispetto ad altri tipo di valutazione, motivo per cui viene offerta, all'interno dello schema, una guida per lo svolgimento di una valutazione del ciclo di vita semplificata, più accessibile per i nuovi utenti, ovvero lo strumento di valutazione generale 7.

Il metodo di svolgimento segue quello riportato nelle norme EN 15978 e ISO 14040/44, in un'ottica "dalla culla alla culla", comprensiva di tutte le fasi del ciclo di vita.

I livelli di valutazione delle prestazioni, in questo caso coincideranno con il grado di approfondimento dell'analisi e lo scopo finale della stessa:

- Livello 1 – Valutazione comune delle prestazioni – analisi di base, mirata alla quantificazione degli impatti;
- Livello 2 – Valutazione comparativa delle prestazioni – analisi più approfondita, comprensiva di tutte le fasi del ciclo di vita, con risultati comparabili con quelli di altri edifici;
- Livello 3 – Valutazione ottimizzata delle prestazioni – analisi utilizzata nelle prime fasi di progettazione come strumento di supporto alle decisioni per migliorare le prestazioni ambientali, e non, dell'edificio.

In alternativa all'esecuzione della Life Cycle Assessment il quadro Levels, con i suoi 6 macro-obiettivo, è in grado di fornire una guida per la progettazione sostenibile di interventi edilizi, in aderenza con le politiche ambientali europee.

Il presente capitolo si propone di indagare quanti e quali indicatori e scenari del quadro è possibile soddisfare attraverso l'esecuzione di una valutazione del ciclo di vita di base, come può essere quella condotta sul caso studio di Palazzo Novecento, rispettando le richieste e le modalità di comunicazione dei risultati offerte dal livello 1.

La tabella 7.01 fornisce una sintesi di quelli che sono gli indicatori che possono essere soddisfatti attraverso l'analisi condotta sul presente caso studio, senza la necessità di ulteriori approfondimenti. Vedremo nei capitoli seguenti i concetti base di ogni indicatore e strumento del ciclo di vita e le modalità di analisi suggerite dal quadro.

Tabella 7.01 Pagina a lato. Indicatori e strumenti del quadro Levels che possono essere soddisfatti dall'analisi LCA condotta sul caso studio di Palazzo Novecento

| Indicators and Tools | Livello di valutazione utilizzato |
|---|-----------------------------------|
| Indicator 1.1 Use stage energy performance: - 1.1.1 Primary energy demand - 1.1.2 Delivered energy demand | Level 1 |
| Indicator 1.2 Life cycle Global Warming Potential | Level 1 |
| Tool 2.1 Life cycle tools: Building bill of materials | Level 1 |
| Tool 2.2 - Scenario 1 Building and elemental service life planning | Level 1 |
| Tool 2.2 - Scenario 2 Design for adaptability and refurbishment | not used |
| Tool 2.2 - Scenario 3 Design for deconstruction, reuse and recyclability | not used |
| Indicator 2.3 Construction and demolition waste | not used |
| Indicator 3.1 Total water consumption | Level 1 |
| Indicator 4.1 Indoor air quality - 4.1.1: Good quality indoor air conditions - 4.1.2: Target air pollutants | not used |
| Indicator 4.2 Time outside of thermal comfort range | not used |
| Tool 5.1 Scenarios for projected future climatic conditions: Protection of occupier health and thermal comfort | not used |
| Indicator 6.1 Life cycle costs | not used |
| Indicator 6.2 Value creation and risk factors | not used |

7.1 MACRO-OBIETTIVO 1: EMISSIONI DI GAS SERRA LUNGO IL CICLO DI VITA DI UN EDIFICIO

Il macro-obiettivo 1 indaga le tematiche del consumo di energia ed emissione di inquinanti in ambiente attraverso due indicatori fondamentali:

- Indicatore 1.1 - Prestazioni energetiche nella fase di utilizzo: domanda di energia primaria e di energia finale.
- Indicatore 1.2 - Potenziale di riscaldamento globale del ciclo di vita.

Tale macro-obiettivo, che appartiene all' area tematica delle prestazioni ambientali del ciclo di vita, ha lo scopo di ridurre le emissioni di sostanze nocive legate all'intervento in progetto, tenendo, al contempo, sotto controllo i valori di energia primaria legati al ciclo di vita dei materiali da costruzione e alla fase d'uso dell'edificio (OE).

Per quanto riguarda il caso studio esaminato, questo è, in gran parte, ciò che abbiamo già trattato con i primi due indicatori di impatto ambientale nella fase di interpretazione dei risultati della Life Cycle Assessment di Palazzo Novecento.

I dati utilizzati a servizio del primo indicatore sono stati elaborati in fase di progettazione e sono contenuti nella Relazione Energetica, un documento che descrive e attesta l'efficienza energetica dell'edificio, in linea con le attuali disposizioni normative .

Si riportano di seguito, nelle tabelle 7.01 e 7.02, i risultati della valutazione delle prestazioni. L'indicatore 1.1 si può estrapolare dalla valutazione LCA (Capitolo 6, paragrafo 6.4), il cui valore è riportato sotto il nome di Embodied Energy ed è espresso in MJ/(m²s.u*anno), basterà dividerlo per il fattore di conversione 3,6 per ottenere l'unità di misura richiesta.

Il quadro Levels fornisce anche delle indicazioni per il monitoraggio delle prestazioni dell'edificio una volta completato e occupato, al fine di verificare l'efficienza energetica calcolata in fase di progettazione. Tali indicazioni riguardano:

- La verifica della qualità dell'involucro, la sua ermeticità all'aria ed integrità;
- La messa in funzione dei sistemi di riscaldamento, ventilazione e condizionamento d'aria e la relativa verifica delle prestazioni del sistema e controllo dell'integrità della canalizzazione di ventilazione;
- La messa in funzione delle tecnologie per la produzione di energia a basse o zero emissioni di carbonio¹.

Le valutazioni comparative delle prestazioni (Livello2 del quadro) devono essere eseguite sulla base dello stesso tipo e sottotipo, così per quanto riguarda quelle ottimizzate, le quali in aggiunta devono approfondire determinati aspetti di analisi, quali:

- rappresentatività tecnica dei modelli di utilizzo dell'edificio - uso di modelli di occupazione e dati relativi alle condizioni d'uso dell'edificio il più possibile rappresentativi;
- rappresentatività tecnica dei dati in ingresso utilizzati – uso di dati affidabili relativi alle prestazioni dei materiali e dei sistemi energetici;

| Elemento della comunicazione | | Comunicazione |
|---|---|---|
| Tipo di valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici | | Calcolata (immobile) Misurata (operativa) |
| Sottotipo di valutazione della prestazione energetica degli edifici | | Calcolata (immobile): progettazione costruzione standard Misurata (operativa): standard |
| Metodo di calcolo | E' conforme alle norme EN? | SI |
| | Metodo specifico utilizzato e relativa serie di norme CEN | EN 15603 (Sostituita da : UNI EN ISO 52000-1:2018) |

Tabella 7.02 Valutazione delle prestazioni. Indicatorie 1.1, parte 1

| Voci della comunicazione | Totale (kwh/m ² /anno) | Consumi energetici (kwh/m2/anno) | | | |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|----------------|--------------|-------|
| | | Riscaldamento | Raffrescamentc | Ventilazione | ACS |
| 1.1 Domanda di energia primaria in fase di utilizzo | | | | | |
| Domanda di energia primaria totale | 169,88 | 127,99 | 2,70 | 11,02 | 23,79 |
| Domanda di energia primaria non rinnovabile | 77,58 | 58,85 | 1,76 | 8,02 | 5,77 |
| Domanda di energia primaria rinnovabile | 92,30 | 69,15 | 0,93 | 3,00 | 18,02 |
| Energia esportata generata | - | - | - | - | - |
| 1.2 Domanda di energia finale in fase di utilizzo | | | | | |
| Combustibili | 22,39 | 22,39 | - | - | - |
| Energia collettiva | - | - | - | - | - |
| Energia elettrica | 106,94 | 106,94 | - | - | - |

Tabella 7.03 Valutazione delle prestazioni. Indicatorie 1.1, parte 2

- rappresentatività geografica dei dati meteorologici utilizzati;
- rappresentatività geografica dei fattori di energia primaria utilizzati – dati rappresentativi del mix energetico del paese di ubicazione dell'edificio;
- rappresentatività temporale del metodo di calcolo - accuratezza nelle simulazioni delle prestazioni energetiche;
- rappresentatività temporale della profilazione della domanda energetica.

Il secondo indicatore per il Macro-obiettivo 1 è il potenziale di riscaldamento globale del ciclo di vita, anche questo già visto all'interno dell'analisi del ciclo di vita, sotto il nome di GWP. Sulla base di una LCA completa attraverso il software eTool, possiamo affermare che il calcolo del GWP è stato eseguito nel rispetto delle norme EN 15978 e ISO 14040/44.

Si riporta, in tabella 7.04, il potenziale di riscaldamento globale dell'intervento di riqualificazione di Palazzo Novecento per ciascuna fase del ciclo di vita.

| Indicatore | Fasi del ciclo di vita | | | | Benefici e oneri oltre i confini del sistema (D) |
|---|------------------------|---------------------|-------------|-------------------|--|
| | Produzione (A1-A3) | Costruzione (A4-A5) | Uso (B1-B7) | Fine vita (C1-C4) | |
| GWP* [kg CO2 eq/(m ² *s.u.*anno)] | 8,06 | 3,02 | 14,50 | 0,61 | -0,87 |

Tabella 7.04 Valutazione delle prestazioni. Indicatorie 1.2

7.2 MACRO-OBIETTIVO 2: CICLI DI VITA DEI MATERIALI CIRCOLARI ED EFFICIENTI NELL'USO DELLE RISORSE

Il secondo macro-obiettivo, invece, è più affine al tema di economia circolare e, in particolar modo, indaga il ciclo di vita dei materiali da costruzione. Lo scopo è quello di ottimizzare la progettazione, nella scelta e nell'integrazione dei materiali al fine di prolungare loro la vita utile e ridurre gli impatti ambientali derivati dalla sostituzione e rimpiazzo, nonché i rifiuti prodotti.

Per questi motivi, il macro-obiettivo 2, si serve di due strumenti e un indicatore, qui riassunti:

- Strumento 2.1 - distinta dei materiali da costruzione;
- Strumento 2.2 - scenari riguardanti la vita utile, l'adattabilità e lo smantellamento dell'edificio;
- Indicatore 2.3 - rifiuti e materiali da costruzione e demolizione.

Per quanto riguarda il caso studio di Palazzo Novecento, è possibile ricavare la distinta dei materiali dalla raccolta dei dati di inventario. Il processo di raccolta dati, in aderenza alle indicazioni fornite dal quadro Levels, è partito dal computo metrico estimativo delle opere da realizzare, in seguito è stata individuata la composizione di ogni elemento edilizio, ed è stata compilata una tabella con la ripartizione della massa dei materiali principali. Infine, per i materiali di cui si conoscevano già i fornitori, sono state individuate le specifiche tecniche, per tutti gli altri si è fatto affidamento sulla banca dati fornita dal software eTool.

Il quadro Levels, chiede, in aggiunta a quanto fatto, una classificazione dei materiali che rispetta le indicazioni di Eurostat¹:

- materiali metallici;
- materiali minerali non metallici;
- materiali energetici fossili;
- materiali basati sulla biomassa.

Si riporta di seguito il modello di comunicazione della distinta dei materiali suggerito da Levels, la quale è valida per tutti i livelli di analisi.

Il secondo strumento del macro-obiettivo 2 si occupa di regolare e guidare la progettazione attraverso tre scenari di previsione degli eventi futuri lungo la vita dell'edificio: la prima riguardante la vita utile dell'edificio e dei suoi elementi; la seconda inerente l'adattabilità della struttura e la ristrutturazione; la terza pertinente lo smantellamento, il riutilizzo e il riciclaggio a fine vita.

Attraverso la valutazione e comparazione di ciascuno scenario previsto si orienterà la progettazione in maniera conseguenziale alle scelte ritenute migliori (livello2); tali aspetti potranno poi essere valutati anche in relazione alle variazioni degli altri indicatori del quadro

(livello 3), ad esempio il valore associato al GWP del ciclo di vita (analizzato nel macro-obiettivo 1).

Lo strumento di scenario 1 prevede la compilazione di una lista di controllo della vita utile di ciascun elemento dell'edificio, i cui dati possono essere reperiti attraverso diverse tipologie di fonti, dalla vita utile media degli elementi tecnici, riportata su database on-line o manuali, alla stima fatta da esperti nel settore, o produttori. Per il caso studio di Palazzo Novecento è stato utilizzato il database messo a disposizione dal software ETool, di cui si trova un adattamento nella guida al quadro Levels²⁶ (Tabella 7.05).

La stima della vita utile degli elementi edilizi è di fondamentale importanza all'interno di una Life Cycle Assessment, in quanto permette di quantificare il numero di eventuali sostituzioni all'interno della vita utile stimata dell'edificio e calcolare, di conseguenza, gli impatti dovuti alle stesse. Al fine di migliorare le prestazioni ambientali dell'intervento occorre, in tal modo, eseguire una progettazione che tenga conto dei dati relativi a questa tematica e che promuova un orientamento a lungo termine degli elementi edilizi.

Tabella 7.05 Vita utile delle parti e degli elementi edilizi che rientrano nell'elenco monimo predefinito. Adattato da RICS (2017), ETool (2017)

| Parti dell'edificio | Relativi elementi edilizi | Vita utile prevista | |
|--|---|-------------------------------|--------------------|
| Struttura (infrastruttura e sovrastruttura) | | | |
| Struttura portante | - Telaio (travi, pilastri e solette) | 60 anni | |
| | - Solai | | |
| | - Muri esterni | | |
| | - Balconi | | |
| Elementi non portanti | - Soletta piano terra | 30 anni | |
| | - Muri interni, divisioni e porte | | |
| | - Scale e rampe | | |
| Facciate | - Sistemi di pareti esterne, rivestimenti e frangisole | 30 anni (35 anni se in vetro) | |
| | - Aperture nella facciata (comprese finestre e porte esterne) | 30 anni | |
| | - Tinteggiature, rivestimenti e intonacature | 10 anni (vernice) | 30 anni (intonaco) |
| | | | |

| | | |
|---|--|---|
| Tetto | – Struttura | 30 anni |
| | – Impermeabilizzazione | |
| Parcheggi | – In superficie e sotterranei (entro la fascia di isolamento dell'edificio e al servizio dei suoi occupanti) | 60 anni |
| Opere interne (impianti, arredi e servizi) | | |
| Impianti e arredi | – Impianti sanitari | 20 anni |
| | – Credenze, armadi e piani di lavoro | 10 anni |
| | – Opere di finitura, coperture e rivestimenti per pavimenti | 30 anni (opere di finitura) |
| | – Battiscopa e rifiniture | 10 anni (rivestimenti) |
| | – Prese elettriche e interruttori | 30 anni |
| | – Opere di finitura e rivestimenti per muri e soffitti | 30 anni |
| | | 20 anni (opere di finitura) 10 anni (rivestimenti) |
| Impianto di illuminazione integrato | – Lampade e lampadari | 15 anni |
| | – Sistemi e sensori di controllo | |
| Impianto energetico | – Impianto di riscaldamento e distribuzione | 20 anni |
| | – Radiatori | 30 anni |
| | – Impianto di raffrescamento e distribuzione | 15 anni |
| | – Produzione di energia elettrica | 15 anni |
| | – Distribuzione di energia elettrica | 30 anni |
| Impianto di ventilazione | – Unità di condizionamento | 20 anni |
| | – Canalizzazione e distribuzione | 30 anni |
| Servizi igienici | – Distribuzione dell'acqua fredda | 25 anni |
| | – Distribuzione dell'acqua calda | |
| | – Impianti di trattamento dell'acqua | |
| | – Impianto di drenaggio | |
| Altri impianti | – Ascensori e scale mobili | 20 anni |
| | – Impianti antincendio | 30 anni |
| | | 15 anni |
| | – Impianti di comunicazione e sicurezza | |
| | – Impianti di telecomunicazione e trasmissione di dati | 15 anni |
| Opere esterne | | |
| Servizi pubblici | – Collegamenti e deviazioni | 30 anni |
| | – Sottostazioni e attrezzature | |
| Architettura del paesaggio | – Pavimentazione e altre coperture rigide | 25 anni |
| | – Installazione di recinzioni, ringhiere e muri | 20 anni |
| | – Impianti di drenaggio | 30 anni |

A tale esigenza risponde lo strumento di scenario 2, il quale ha lo scopo di guidare il progetto nel tener conto di possibili cambiamenti di destinazione futuri attraverso strategie di adattabilità e flessibilità.

La tabella 7.06 mostra gli aspetti di progettazione riguardanti l'adattabilità e la ristrutturazione. Per quanto riguarda il caso studio di Palazzo Novecento sono stati tenuti in considerazione tali aspetti in fase di progettazione, ma non sono stati trattati nel presente oggetto di tesi, in quanto appartenenti a un livello di analisi superiore a quello realizzato.

Lo strumento di scenario 3, infine, si pone l'obiettivo di promuovere l'uso circolare dei componenti edilizi attraverso le pratiche di riutilizzo o riciclaggio a seguito dello smantellamento. In questo caso si farà riferimento alla tabella..., al fine di valutare le scelte progettuali migliori da adottare.

Per quanto riguarda il caso studio di Palazzo Novecento è esso stesso un prodotto di un'operazione di cambio di destinazione d'uso e riuso. Oltre agli elementi strutturali e

| Aspetto più rilevante | Aspetto di progettazione | Descrizione |
|--|--|---|
| Cambiamenti delle esigenze dell'utente in termini di spazi | Possibilità di accesso e di manovra all'interno di ciascuna unità residenziale | Facilità di accesso alle zone di soggiorno, alla cucina e al bagno nel caso in cui sia necessario utilizzare una carrozzina per bambini o una sedia a rotelle |
| | Il potenziale di conversione del piano terra in un'unità a sé stante | Il potenziale di trasformare il piano terra in un'unità a sé stante con posto letto, cucina, servizi igienici e doccia |
| | Facilità di accesso ai servizi dell'edificio | Collocazione dei servizi nella struttura dell'edificio che consenta flessibilità nel cambiarli |
| Cambiamenti di esigenze a livello di edificio | Facilità di accesso a ciascuna unità residenziale | Facilità di accesso alle unità residenziali nel caso in cui sia necessario utilizzare una carrozzina per bambini o una sedia a rotelle |
| Cambiamento di destinazione delle unità o dei piani (per edifici plurifamiliari) | Sistema di muri in grado di favorire i cambiamenti di configurazione | Progettazioni di muri interni che consentano cambiamenti della configurazione della superficie a livello di unità/piano/edificio |
| | Altezze maggiori tra il pavimento e il soffitto | Uso di soffitti più alti per consentire maggiore flessibilità nell'instradamento dei servizi |

Tabella 7.06 Lista di controllo degli aspetti di progettazione riguardanti l'adattabilità. Adattamento da Level(s) - Un quadro di riferimento comune dell'UE per i principali indicatori in materia di sostenibilità degli edifici residenziali e a uso ufficio: Parte 3. Pag. 78

all'involucro verticale opaco, molti elementi del progetto originario sono stati restaurati e riutilizzati, come ad esempio la fontana del cortile d'onore, le pavimentazioni, le cornici e le zoccolature in marmo Reper grigio e nero nube di Aurisina e i portoni in legno nell'ingresso su via della rocca.

La presente analisi LCA dell'intervento di ristrutturazione dell'edificio si è limitata a tenere conto dei diversi scenari di fine vita possibili per i materiali utilizzati nel progetto.

Fa parte del macro-obiettivo 2 anche l'indicatore dei rifiuti da costruzione e demolizione, il quale serve a stimare la quantità e il tipo dei rifiuti prodotti nelle diverse fasi del ciclo di vita dell'edificio. In tabella 7.07 sono riportati i processi del progetto per le relative fasi del ciclo di vita.

La presente analisi LCA non si è occupata del calcolo dei rifiuti da costruzione e demolizione, ma un'analisi più approfondita, attraverso lo stesso software eTool per mettere di poter conteggiare la percentuale di rifiuti in fase prodotta in fase di costruzione, in base al tipo di materiale scelto, attraverso l'uso dello strumento Construction Waste Factor.

Per quanto concerne, invece, il lavoro effettuato per l'ottenimento dei crediti del protocollo di certificazione LEED, esso mira all'elaborazione di un piano di gestione dei rifiuti da costruzione atto a ridurre la quantità di rifiuti prodotti e ad implementare la loro raccolta e riciclo, al fine di soddisfare il credito MRc Construction Waste Management .

| Aspetto più rilevante | Aspetto di progettazione | Descrizione |
|-------------------------|--|---|
| Facilità di smontaggio | <p>I collegamenti sono meccanici e reversibili</p> <p>Gli elementi e le relative parti sono indipendenti e facilmente separabili</p> <p>I collegamenti sono facilmente accessibili e reversibili</p> <p>Il numero delle fasi di smontaggio è ridotto e la loro complessità è bassa</p> | <p>L'uso di collegamenti meccanici non dannosi, piuttosto che di legami chimici</p> <p>Il potenziale di separare gli elementi che sono collegati tra loro e di smontare gli elementi nei loro componenti e parti costitutive</p> <p>Accesso agevole e sequenziale per disfare i collegamenti meccanici e rimuovere gli elementi</p> <p>Lo smontaggio non dovrebbe presupporre la necessità di fasi preparatorie complesse, l'uso intensivo di forza lavoro e processi da svolgersi con l'ausilio di macchinari e/o in un luogo diverso dal sito di collocazione</p> |
| Facilità di utilizzo | <p>Gli elementi e le parti prefabbricati presentano dimensioni standardizzate</p> <p>La progettazione favorisce il futuro adattamento ai cambiamenti delle esigenze funzionali</p> <p>Utilizzo di servizi per l'edilizia modulari</p> | <p>Precisazione degli elementi e delle parti che presentano specifiche standardizzate affinché fungano da futuro deposito di componenti</p> <p>Progettazione di elementi edilizi principali che favorisca il futuro adattamento ai cambiamenti delle esigenze funzionali</p> <p>Precisazione dei sistemi modulari che possono conservare un valore al momento dello smantellamento</p> |
| Facilità di riciclaggio | <p>Parti composte da materiali compatibili e omogenei</p> <p>Vi sono opzioni consolidate per il riciclaggio delle parti costitutive o dei materiali</p> <p>I materiali costitutivi possono essere facilmente separati</p> | <p>Precisazione dei componenti e delle parti costitutive composte da materiali omogenei, gli stessi materiali o materiali compatibili con i processi di riciclaggio. Le opere di finitura e i rivestimenti non dovrebbero impedire il riciclaggio.</p> <p>La parte o il materiale è prontamente riciclabile in prodotti con un campo di applicazione e una funzione simili, massimizzandone così il valore</p> <p>Dovrebbe essere possibile separare i componenti e le parti nei rispettivi materiali costitutivi</p> |

Tabella 7.07 Lista di controllo degli aspetti di progettazione inerenti lo smantellamento, il riutilizzo e riciclaggio. Adattamento da Level(s) - Un quadro di riferimento comune dell'UE per i principali indicatori in materia di sostenibilità degli edifici residenziali e a uso ufficio: Parte 3.

7.3 MACRO-OBIETTIVO 3: UTILIZZO EFFICIENTE DELLE RISORSE IDRICHE

Un bene prezioso che si fa fatica a considerare scarseggiante, al giorno d'oggi, è l'acqua. Sicuro della sua enorme disponibilità sulla terra, l'uomo ha continuato a farne un uso massiccio e indiscriminato, eppure, solamente il 2,5% dell'acqua del pianeta è dolce e il numero di prelievi continua ad aumentare²⁷; motivo per cui il tema dell'efficienza nella gestione delle risorse idriche interessa sempre più piccole e grandi organizzazioni, tanto che l'Unione Europea lo inserisce in uno dei macro-obiettivi del quadro Levels.

L'indicatore preposto al raggiungimento di tale macro-obiettivo è quello del consumo idrico nella fase di utilizzo (indicatore 3.1); l'unità di misura è il m³/occupante/anno.

Il calcolo del consumo idrico totale prevede l'individuazione delle apparecchiature che utilizzano acqua e i loro tassi di consumo standard, nonché il fattore di utilizzazione e il tasso di occupazione annuo dell'edificio, secondo la seguente formula²⁸ :

Consumo totale (L/occ.g) = Tasso di consumo (L/min) x Fattore di utilizzazione (min/occ.g)

Consumo totale (m³/occ.anno) = Consumo totale (L/occ.g) x 0.001 (m³/L) x tasso di occupazione (g/anno)

Per quanto riguarda il caso studio di Palazzo Novecento, l'analisi LCA, oggetto della presente tesi, tiene conto di questo tipo di dati, i quali sono, però, stati ottenuti attraverso una metodologia diversa, ma congruente a quella proposta da Levels. Per determinare il consumo idrico totale è stata adoperata la seguente formula:

Consumo totale (m³/m²s.u.anno) = Consumo medio pro-capite (L/occ.g) x n. occ x 365 g x tasso di occupazione (%) x 0.001 (m³/L)

Consumo totale (m³/anno) = 190 (L/occ.g) x 140 occ. x 365 g x 0,9 % x 0.001 (m³/L) = 8541 m³/anno

Per ottenere il valore richiesto da Levels, basterà dividere il consumo totale (m³/anno) per il numero di occupanti.

Consumo totale (m³/occ.anno) = 8541 (m³/anno) / 140 occ. = 61 m³/occ.anno

La valutazione comparativa delle prestazioni, al livello 2, richiede di indagare più approfonditamente il fattore di utilizzazione e il tasso di occupazione dell'edificio, al fine di operare una comparazione più veritiera dell'efficienza idrica tra edifici diversi; la valutazione dell'ottimizzazione delle prestazioni prevede, invece, il confronto tra più scenari differenti per la scelta di quello che più concorre al fabbisogno idrico.

7.4 MACRO-OBIETTIVO 4: SPAZI SALUBRI E CONFORTEVOLI

Il macro-obiettivo 4 è il primo, ed unico, appartenente all'area tematica salute e benessere ed ha lo scopo di favorire la progettazione di spazi confortevoli considerando diversi aspetti, quali la qualità dell'aria interna, il comfort termico, l'acustica e l'illuminotecnica. A tal scopo il macro-obiettivo 4 è composto da due indicatori e tiene conto di due potenziali aspetti futuri:

- Indicatore 4.1 - qualità dell'aria interna;
- Indicatore 4.2 - tempo al di fuori dell'intervallo di comfort termico;
- Potenziale aspetto futuro 4.3 - illuminazione e comfort visivo;
- Potenziale aspetto futuro 4.4 - acustica e protezione dal rumore.

La qualità dell'aria interna può essere influenzata da diversi fattori, quali VOC (Volatil Organic Compound, composti organici volatili) presenti nell'arredo, particelle sospese (fumi e polveri) o altri agenti contaminanti come funghi e batteri, motivo per cui tenere sotto controllo tutti questi inquinanti dell'aria, provenienti da fonti diversificate, può essere difficile. La metodologia di calcolo prevista dal quadro Levels richiede di prendere in considerazione, nelle fasi di progettazione, completamento e occupazione, i seguenti aspetti:

- Prestazioni degli impianti di ventilazione;
- Strategie di controllo dell'umidità;
- Contributo dei prodotti da costruzione;
- Emissioni derivanti dagli occupanti e dai materiali e mobili d'arredo.

La fase di progettazione prevede la simulazione della strategia di ventilazione attraverso un modello di valutazione delle prestazioni conforme a EN 16798-7, che tenga sotto controllo il tasso di aerazione, i livelli di CO₂ e di umidità dell'edificio. Seguono dei test condotti sui prodotti interni come possibili fonti di inquinamento dell'aria e la messa a punto di sistemi di controllo della muffa, come l'eliminazione, completa o parziale, dei ponti termici e delle infiltrazioni d'aria.

Una volta ultimata la fase di costruzione, si proseguirà con una verifica delle prestazioni funzionali simulate in fase di progettazione.

La valutazione delle prestazioni al livello 2 prevede la descrizione dei metodi e degli strumenti di simulazioni utilizzati per una chiara e trasparente trasmissione dei dati di comparazione, mentre la valutazione al livello 3 verte su 5 aspetti di approfondimento:

- Aspetto 1 - rappresentatività temporale delle simulazioni progettuali relative alle condizioni di IAQ;
- Aspetto 2 - rappresentatività tecnica dei test post-occupazione relativo alle condizioni di IAQ;
- Aspetto 3 - controllo della muffa per assicurare la rappresentatività tecnica delle

azioni correttive;

- Aspetto 4 - valutazione della qualità dell'aria locale per assicurare la rappresentatività geografica;
- Aspetto 5 - prestazioni al momento del completamento e dell'occupazione.

L'analisi del ciclo di vita non restituisce dei valori inerenti le tematiche sopra riportate, motivo per cui, come per il caso studio di Palazzo Novecento, occorrerà approfondire la tematica dell'Indoor Air Quality in maniera complementare allo studio LCA.

Così come il primo, anche il secondo indicatore del macro-obiettivo 4, il tempo al di fuori dell'intervallo di comfort termico, non è direttamente studiato all'interno di un'analisi LCA, ma, come vedremo, esso si basa, in gran parte, su dei dati già utilizzati per il calcolo dell'energia utilizzata in fase d'uso (Operational Energy). Si tratta di un indicatore che stima la percentuale di tempo al di fuori dell'intervallo di comfort termico, definita come *“la percentuale di ore di occupazione quando la temperatura operativa interna o il voto medio previsto (PMV) ricadono al di fuori di un determinato intervallo di comfort definito in base alla specifica categoria di comfort individuata”*²⁹.

Per l'esecuzione di una valutazione comune delle prestazioni (livello 1), occorre condurre una simulazione termica³⁰ per l'edificio, sia con che senza il funzionamento di impianti di climatizzazione invernale ed estiva, così da valutare anche le caratteristiche termiche intrinseche dell'edificio. Successivamente, si dovrà effettuare una valutazione post-occupazione della soddisfazione relativa all'ambiente termico e stimare una PPD, percentuale prevista di insoddisfatti (Predicted Percentage Dissatisfied), condotta secondo la norma EN ISO 7730.

La valutazione comune richiede la restituzione di dati finali, quali: le specifiche sul tipo di valutazione effettuata (calcolata o misurata), i risultati e i parametri di cui si è fatto uso, una valutazione post-occupazione sui livelli di PPD stimati e reali.

Il livello di valutazione 2 richiede un affinamento dei parametri e dei dati di ingresso usati nella simulazione, da riferire, sempre a norme prestabilite. Il livello 3, invece, al fine di ottimizzare le prestazioni termiche dell'edificio, richiede l'approfondimento di determinati aspetti di analisi, quali:

- Aspetto 1 - La rappresentatività geografica dei dati meteorologici utilizzati;
- Aspetto 2 - La rappresentatività temporale del metodo di calcolo utilizzato;
- Aspetto 3 - La durata e l'intensità degli eventi meteorologici di riscaldamento e raffrescamento;
- Aspetto 4 - Fattori che possono causare un disagio termico localizzato³¹.

Il macro-obiettivo 4, data la sua appartenenza all'area tematica Salute e Benessere, tiene conto di fattori di comfort interni legati all'illuminazione e all'acustica, attraverso quelli che sono definiti dal quadro Levels i potenziali aspetti futuri, ovvero previsioni di scenari futuri da tenere in considerazione in fase di progettazione.

Lo studio dell'illuminazione degli spazi indoor è di fondamentale importanza per il comfort degli utenti, soprattutto nel caso di edifici ad uso ufficio, o spazi aperti al pubblico, come musei o biblioteche. Punto di partenza dell'analisi è la disponibilità di luce naturale nell'edificio, quanta di questa può essere utile o può causare fenomeni fastidiosi come l'abbagliamento. In secondo luogo si studia il sistema più adatto di luce artificiale, in base alla destinazione d'uso dell'edificio e alla dimensione e forma degli spazi. La tabella... da delle indicazioni sulle aree di interesse e sulle norme da seguire per una progettazione conforme al quadro Levels.

Per quanto riguarda l'intervento di riqualificazione di Palazzo Novecento, tali aspetti sono stati ampiamente trattati in fase di progettazione, giungendo a soluzioni progettuali in grado di garantire un elevato livello di comfort interno sia dal punto di vista illuminotecnico che acustico.

7.5 MACRO-OBIETTIVO 5: ADATTAMENTO E RESILIENZA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Il macro-obiettivo 5, appartenente all'area tematica Costo, valore e rischio è costituito da uno strumento per il ciclo di vita e due potenziali aspetti futuri:

- Strumento 5.1 - scenari riguardanti le condizioni climatiche future previste;
- Potenziale aspetto futuro 5.2 - maggior rischio di eventi atmosferici estremi;
- Potenziale aspetto futuro 5.3 - rischio maggiore di fenomeni alluvionali.

Tale macro-obiettivo si propone di incoraggiare la costruzione di edifici duraturi, in grado di fronteggiare cambiamenti climatici previsti, preservando il valore dell'immobile. Tutti i punti trattati da questo macro-obiettivo sono estranei all'analisi LCA condotta sul caso studio di Palazzo Novecento, ma li descriveremo di seguito, brevemente, per fornire un quadro completo, seppur riassuntivo, di quella che è la valutazione della sostenibilità ambientale attraverso la guida proposta dal quadro Levels.

Lo strumento di scenario 1 consiste nella valutazione delle prestazioni dell'edificio attraverso un modello di calcolo settato con dei parametri riferiti a condizioni climatiche estreme, ovvero previsioni di cambiamenti climatici futuri, riferiti agli anni 2030 e 2050; il metodo di calcolo è lo stesso dell'indicatore 4.2. I livelli successivi a quello della valutazione comune prevedono, inoltre, il confronto tra più scenari differenti per l'implementazione e il miglioramento delle prestazioni risultanti dal modello di calcolo. In particolare il livello 3 prevede l'approfondimento di tre aspetti aggiuntivi, quali;

- Aspetto 1 - Incertezza e rappresentatività temporale dei dati meteorologici previsti;
- Aspetto 2 - Resilienza termica intrinseca della progettazione di un edificio;
- Aspetto 3 – Ombreggiamento e benefici microclimatici delle infrastrutture verdi.

Le tematiche trattate, invece, dai potenziali aspetti futuri riguardano la resistenza strutturale e dell'involucro edilizio all'eventualità di eventi atmosferici estremi o fenomeni alluvionali. La misura delle prestazioni per aspetti come l'incremento di carichi di vento, della piovosità o di sollecitazioni termiche fanno riferimento a specifiche norme, quali la EN 1991-1.

7.6 MACRO-OBIETTIVO 6: OTTIMIZZAZIONE DEL VALORE DEL COSTO DEL CICLO DI VITA

L'ultimo dei 6 macro-obiettivi affronta il tema del costo del ciclo di vita (CCV) attraverso due indicatori fondamentali:

- Indicatore 6.1 - Costi del ciclo di vita;
- Indicatore 6.2 – Creazione di valore e dei fattori di rischio.

L'argomento del life cycle cost non è stato oggetto di tesi all'interno della valutazione del ciclo di vita dell'intervento di riqualificazione di Palazzo Novecento, motivo per cui, come per il macro-obiettivo 5, verrà di seguito data una breve descrizione dei concetti e delle caratteristiche basilari degli indici che lo compongono, al fine di completare il presente excursus del quadro Levels.

L'indicatore 6.1 si pone lo scopo di guidare il processo di progettazione attraverso un'analisi dei costi del ciclo di vita dell'intervento, tali costi comprendono:

- I costi di costruzione;
- I costi in fase d'uso, relativi al funzionamento (utenze);
- I costi di manutenzione;
- I costi di fine vita (smantellamento e demolizione).

Con i dati raccolti, il procedimento di calcolo prevede di creare un flusso di cassa di costi reali, al quale si deve applicare un tasso di sconto per ottenere un flusso di cassa attualizzato e i costi attuali netti (tabella 7.08).

Il secondo indicatore del macro-obiettivo 6 è dato dai risultati delle liste di controllo e delle classificazioni di affidabilità viste presenti negli altri indicatori e strumenti del ciclo di vita, da compilare al termine degli stessi secondo le indicazioni fornite per ciascun indicatore. Uno degli obiettivi di questo indicatore è l'individuazione di tre potenziali influenze sui costi del progetto, le entrate e l'esposizione al rischio, nonché la valutazione dei criteri utilizzati per la valutazione del valore dell'immobile. Per ogni indicatore e scenario analizzato sarà possibile dare una valutazione del livello di rappresentatività da esso espressa, delle capacità tecniche del valutatore (nessuna formazione ufficiale, esperienza limitata, formazione ufficiale, esperienza, formazione ufficiale ed esperienza nel campo) e del tipo di verifica che si esegue sulle fasi di raccolta dati e modelli di calcolo (figura 7.01.).

| Tipo di costo | Costo per fase del ciclo di vita (€/m2/anno) | | |
|----------------------------|--|---|---------------------------------|
| | A Fasi di costruzione e del prodotto | B Fase di utilizzo | C Fase di fine vita |
| Costi una tantum | Costruzione | Ristrutturazione e adattamento | Smantellamento e demolizione |
| Costi ricorrenti annuali | - | Energia/Acqua Manutenzione, riparazione e sostituzione | - |
| Costi non annuali previsti | - | Manutenzione, riparazione e sostituzione | - |

Costi totali

Tabella 7.08 Valutazione comune delle prestazioni Indicatore 6.1. Adattamento da Level(s) - Un quadro di riferimento comune dell'UE per i principali indicatori in materia di sostenibilità degli edifici residenziali e a uso ufficio: Parte 3 . Pag.179

INFLUENZA POTENZIALE 1

Incremento delle entrate dovuto al riconoscimento sul mercato e a tassi di non occupazione più bassi



INFLUENZA POTENZIALE 2

Riduzione dei costi operativi, di manutenzione, di riparazione e/o di sostituzione



INFLUENZA POTENZIALE 3

Riduzione dei rischi futuri legati ad un aumento delle spese o a una perdita di reddito



CAPACITA' TECNICA

Capacità tecnica del personale che esegue le valutazioni



AFFIDABILITA' 1

Rappresentatività temporale



AFFIDABILITA' 2

Rappresentatività geografica



AFFIDABILITA' 3

Rappresentatività tecnica



VERIFICA INDIPENDENTE

Verifica indipendente della valutazione



Figura 7.01 Schema di classificazione dell'affidabilità delle prestazioni. Indicatore 6.2.

CONCLUSIONI

Sulla base di quanto detto nei capitoli precedenti e a conclusione di quest'analisi sulle metodologie di valutazione ambientale, che hanno visto l'intervento di ristrutturazione di Palazzo Novecento a Torino come il caso studio ideale per un confronto e una discussione aperta, possiamo argomentare, seppure in maniera non esaustiva, sul vasto panorama di tipologie di valutazione ambientale a livello internazionale.

Come già accennato, negli ultimi anni i diversi sistemi di certificazione ambientale - oltre al LEED, il britannico BREEAM e il giapponese CASBEE, ad esempio - hanno rivisto e implementato le proprie strategie di valutazione focalizzandosi sulla tematica del ciclo di vita, al fine ridurre il carico ambientale ad esso associato.

La famiglia dei sistemi multicriterio comprende molti membri al livello internazionale, in quanto ogni paese, in maniera autonoma, ha sviluppato e portato avanti il proprio approccio al tema della sostenibilità in edilizia, con il risultato di avere un panorama vasto ed eterogeneo di strumenti di valutazione e certificazione ambientale che usano metodologie e criteri diversi. In tal modo si impedisce il dialogo e il confronto tra i diversi sistemi, nonché la possibilità di sviluppo di nuovi e migliori criteri di valutazione.

I punti in comune di tali metodi a punteggio sono la verifica di requisiti e prestazioni ordinate per macro-categorie, la conseguente assegnazione di un punteggio di merito relativo al soddisfacimento di determinati parametri e la successiva l'attribuzione di un marchio a soglia che classifica il grado di sostenibilità dell'edificio. Essi si configurano come una guida alla progettazione sostenibile, invitando progettisti e imprese a seguire le direttive fornite al fine di ottenere più punti possibile. Oltre ad essere un supporto alla progettazione, consentono il controllo della qualità dell'esecuzione dei lavori in corso d'opera, attraverso verifiche intermedie. Inoltre, la loro maggiore semplicità nell'applicazione ed efficacia nella comunicazione del risultato ha agevolato la diffusione rispetto ai metodi basati su LCA.

Di contro, il loro approccio prestazionale li rende quasi prescrittivi e la loro impostazione è tesa a valutare i singoli elementi del progetto perdendo di vista la verifica sistemica dell'edificio nel suo complesso. Inoltre, nonostante la presenza di criteri legati alla scelta dei materiali e dei componenti edilizi, manca spesso un approccio al ciclo di vita dell'edificio nel suo complesso: anche gli indicatori legati alla verifica dei consumi di energia computano separatamente l'energia incorporata nei materiali e l'energia in uso; manca un bilancio unitario dell'intero ciclo di vita, che consideri sia l'energia incorporata (Embodied Energy) che l'energia d'uso (Operational Energy).

Invece, una progettazione che tiene conto di un'analisi Life Cycle Assessment come strumento di

assistenza e valutazione ha la possibilità vagliare più scenari e soluzioni possibili ed effettuare una scelta sulla base di informazioni quantificate e oggettive. L'LCA non si configura, quindi, come un manuale da seguire ma come uno strumento di misura, adottato da chi vuole perseguire degli obiettivi di sostenibilità ambientale. Di contro, risulta essere un sistema complesso che richiede competenze tecniche, la conoscenza del ciclo di produzione e la disponibilità dei dati, motivi per cui non ha avuto un grande successo come strumento di marketing per le imprese - il LEED, invece, ad oggi, viene utilizzato anche per pubblicizzare la propria politica ambientale-, ma ha avuto una diffusione maggiore a livello industriale per la ottenere prodotti e processi più puliti.

A tutto ciò cercano di rispondere le strategie europee attraverso la creazione di un framework, che possa avere valenza sovranazionale, almeno nell'ambito dell'UE: il quadro Levels. Tale strumento ha lo scopo di orientare il green public procurement nell'ambito dell'edilizia all'interno degli stati membri, sarà poi decisione delle organizzazioni per l'edilizia sostenibile se e come adattare i propri protocolli a Levels.

Le strategie adottate dallo studio di progettazione per il conseguimento della certificazione LEED® for Homes: Multifamily Midrise hanno orientato la progettazione verso i criteri di sostenibilità analizzati nel paragrafo 3.3, al fine di ottenere i punti previsti per l'ottenimento del livello LEED® Oro. In questo caso non è possibile avere una visione d'insieme delle prestazioni ambientali dell'edificio, in termini di consumo di risorse ed emissioni di gas serra lungo tutto il ciclo di vita, ma le 9 macro-categorie del sistema LEED® permettono di gestire diversi aspetti del progetto legati a temi di carattere trasversale, ottenendo una gestione integrata di tutto il processo progettuale e costruttivo.

La metodologia LCA, invece, ha permesso di analizzare i flussi (energia e materiali) in entrata e in uscita (emissioni e scarti) dal sistema preso in considerazione, che ricordiamo essere l'intervento di riqualificazione di Palazzo Novecento riguardante la sola porzione riscaldata di edificio, al fine di restituire i risultati degli impatti ambientali dell'edificio per ogni fase del ciclo di vita, tipologia di intervento e materiale utilizzato. È stata effettuata un'analisi baseline, utilizzando i dati forniti dallo studio di progettazione e dai produttori dei materiali scelti; come abbiamo visto nel paragrafo 6.4, i risultati ottenuti hanno permesso di individuare quale elemento edilizio o fase del ciclo di vita apporta l'impatto maggiore per ogni indicatore preso in considerazione. Ulteriori approfondimenti su diversi scenari di vita possibili permetterebbero di guidare la progettazione verso la scelta dei materiali e dei processi migliori.

Infine, lo studio condotto nel capitolo 7 ha permesso di verificare come i risultati dell'analisi del ciclo di vita effettuata su Palazzo Novecento, siano esprimibili in maniera semplice, chiara

| LEED® v4 for Homes:Multifamily Midrise* | | LEVELS |
|---|--|--|
| METODOLOGIA DI BASE | <p>Sistema di valutazione multicriterio, su base volontaria. Valutazione sulla base di un punteggio di merito atto a verificare dei requisiti, o crediti, di progetto, ordinati secondo macro-categorie.</p> <p>Classificazione dell'edificio sulla base di una "scala qualità" che misura la sostenibilità dell'edificio.</p> <p>Livelli di certificazioni ottenibili: LEED® Certificato (40-49 punti) LEED® Argento (50-59 punti) LEED® Oro (60-79 punti) LEED® Platino (80-110 punti)</p> | <p>Sistema di indicatori e metriche atti a misurare la sostenibilità degli edifici durante il loro intero ciclo di vita, promosso dall'Unione Europea</p> <p>No punteggio di merito, linee guida da seguire per la realizzazione di un progetto conforme alle politiche ambientali europee</p> |
| PRO | <p>Maggiore semplicità rispetto alla metodologia LCA</p> <p>Supporto puntuale alla progettazione</p> | <p>Basato sull'analisi del ciclo di vita, promuove lo studio dalla culla alla culla</p> <p>Fornisce un quadro di analisi semplificato di una metodologia più complessa (LCA)</p> |
| CONTRO | <p>Approccio prestazionale, che lo rendono prescrittivo</p> <p>All'ottimizzazione dei singoli punti non è conseguenziale l'ottimizzazione globale</p> <p>Manca un bilancio unitare di tutto il ciclo di vita</p> | <p>E' ancora in fase di sperimentazione</p> <p>Deve essere assimilato e inglobato nelle politiche nazionali degli stati membri</p> |
| STRUTTURA | <p>9 Macro-categorie e relativi crediti e requisiti da soddisfare per ottenere il punteggio di merito:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Processi Integrati (PI) - Localizzazione e Trasporti (LT) - Sostenibilità del Sito (SS); - Gestione delle Acque (GA); - Energia e Atmosfera (EA); - Materiali e Risorse (MR); - Qualità Ambientale Interna (QI); - Innovazione nella Progettazione (ID); - Priorità Regionali (PR). | <p>6 Macro-obiettivi e i relativi indicatori, strumenti e scenari del ciclo di vita che si pongono come strumenti guida per una valutazione ambientale dell'intervento edilizio in aderenza con le direttive europee. Si possono soddisfare i 6 macro-obiettivi anche attraverso un'analisi del ciclo di vita, più o meno approfondita, a seconda del livello di valutazione a cui si vuol fare riferimento.</p> |

Figura 8.01 Tabella di sintesi del confronto tra il sistema LEED e il quadro LEVELS

e ben guidata attraverso i riferimenti suggeriti dal quadro Levels. Quest'ultimo, in aggiunta, fornisce le indicazioni per effettuare tre livelli di approfondimento dell'analisi, che sono da effettuare in base allo scopo e agli obiettivi prefissati. Levels, introduce, inoltre, rispetto ad uno studio LCA, altri indicatori di valutazione della sostenibilità ambientale dell'edificio, ovvero la qualità dell'aria interna, la percentuale di tempo al di fuori dell'intervallo di comfort termico, la capacità di resilienza e adattabilità ai cambiamenti climatici, la stima dei costi del ciclo di vita (Life Cycle Cost Analysis, LCCA), la creazione di valore e il fattore di rischio.

Per quanto riguarda il caso studio di Palazzo Novecento il confronto tra il sistema LEED® e il quadro Levels, ha evidenziato dei risultati e degli approfondimenti progettuali differenti. Il primo dà al progetto delle indicazioni non solo sulle performances dell'edificio, ma anche del suo rapporto con il contesto, con il costruito circostante e con i servizi a disposizione della collettività, suggerendo delle strategie per la scelta del sito che esulano dal caso in questione, trattandosi di un intervento di ristrutturazione e non di nuova costruzione. Inoltre, il suo approccio prestazionale con degli obiettivi a soglia può porre dei limiti a quella che è la ricerca verso soluzioni ad impatto inferiore, benché sono attribuibili punteggi maggiori a chi raggiunge delle prestazioni esemplari, o particolarmente innovative.

Levels, invece, fondando la sua struttura sui concetti di ciclicità della vita ed economia circolare, non pone mai un limite a quella che è la ricerca sulla soluzione più innovativa, puntando la sua strategia sul confronto tra differenti scenari di progettazione a confronto. Tale schema, in conclusione, apporta un enorme passo in avanti verso l'uso della metodologia Life Cycle Assessment a scala edilizia, a riprova della sua valenza analitica e di supporto alle decisioni progettuali.

NOTE

- (1) Cfr. Giuseppe Pagano, *Architettura e città durante il Fascismo*, a cura di Cesare de Seta, Jaca Book, Milano 2008, p. XXXVI
- (2) Cfr. Giorgio Cricco, F. Paolo Di Teodoro, *Itinerario nell'arte, Volume III*, Zanichelli, Bologna 2005
- (3) *Il razionalismo e l'architettura in Italia durante il fascismo*, a cura di Silvia Danesi e Luciano Patetta, Edizioni La Biennale di Venezia, Venezia 1976, p. 8
- (4) Emil Ludwig, *Colloqui con Mussolini*, Mondadori, Milano 1932, p. 203
- (5) Un'opera molto criticata del Piacentini fu, ad esempio, la *Via della Conciliazione* a Roma, che collega largo Giovanni XXIII a Piazza San Pietro, realizzata nel 1936.
- (6) *Il razionalismo e l'architettura in Italia durante il fascismo*, a cura di Silvia Danesi e Luciano Patetta, Edizioni La Biennale di Venezia, Venezia 1976, p. 10
- (7) Giuseppe Pagano, *Architettura e città durante il Fascismo*, a cura di Cesare de Seta, Jaca Book, Milano 2008, p. XL
- (8) *Il razionalismo e l'architettura in Italia durante il fascismo*, a cura di Silvia Danesi e Luciano Patetta, Edizioni La Biennale di Venezia, Venezia 1976, p. 61
- (9) Per i suoi ideali politici opposti al fascismo, Riccardo Gualino venne arrestato nel gennaio del 1931 su ordine di Mussolini e inviato al confine.
- (10) Giorgio Ciucci, *Gli architetti e il fascismo, architetture e città 1922-1944*, Piccola Biblioteca Einaudi, Torino 1989
- (11) Riccardo Gualino, *Frammenti di vita e pagine inedite, autobiografia di*, La Famija Piemontèisa, Roma 1966
- (12) Cfr. Giuseppe Pagano, *Architettura e città durante il Fascismo*, a cura di Cesare de Seta, Jaca Book, Milano 2008, p. XXXVI
- (13) Gigi Chessa, *La Nuova costruzione moderna per uffici*, in Torino, sul Corso Vittorio Emanuele, *Domus*, n°9, giugno 1930.

- (14) <<Pagano aveva infatti il problema dell'angolo retto, proprio perché il moderno cui tendeva lo richiedeva. Quando vede il buxus lo adotta immediatamente perché gli permette di risolvere lo spigolo ortogonale senza usare il profilo massiccio sull'angolo>>, A. Bassi e L. Castagno, *Giuseppe Pagano*, Editori Laterza, Bari 1994, pag.55
- (15) Cfr. Tecnologie e architettura nella Torino degli anni '30. Il caso del palazzo per uffici del gruppo Gualino, arch. Giuseppe Pagano Pogatschnig e Gino Levi Montalcini, Marco delle Piane
- (16) Gigi Chessa, La Nuova costruzione moderna per uffici, in Torino, sul Corso Vittorio Emanuele, Domus, n°9, giugno 1930, p.27
- (17) Ivi, p.29
- (18) Relazione Illustrativa Palazzo Novecento Corso Vittorio Emanuele II, SCIA ARTICOLO 23 / DPR 380 – 2001, Torino 21 dicembre 2016
- (19) Definizione da: Corso di Sostenibilità di processi e prodotti nei materiali per l'architettura, prof.ssa Simonetta Pagliolico, Politecnico di Torino, a.a.2017-2018
- (20) Documento redatto dalla WCED (World Commission for Environmental and Development) dal titolo Our Common Future, conosciuto come Rapporto Brundtland, dal nome del presidente della commissione, il primo ministro norvegese G.H. Brundtlang.
- (21) Dalla celebre frase di Barash David, «*Think global, act local*»
- (22) Definizione tratta da SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry), Guidelines for Lca: a code of practice, 1993.
- (23) Cfr. <https://etoolglobal.com/eblog/environment/en-15978/>
- (24) Per approfondimenti sul quadro Levels cfr. Dodd N., Cordella M., Traverso M. e Donatello S., Level(s) - Un quadro di riferimento comune dell'UE per i principali indicatori in materia di sostenibilità degli edifici residenziali e a uso ufficio: Parti 1 e 2, EUR 28899EN, Commissione europea, Lussemburgo, 2017
- (25) Albano J. R., C. Talamo, La manutenzione degli edifici: 250 schede pratiche, Sistemi Editoriali, Napoli, 2008

- (26) Dodd N., Cordella M., Traverso M. e Donatello S., Level(s) - Un quadro di riferimento comune dell'UE per i principali indicatori in materia di sostenibilità degli edifici residenziali e a uso ufficio: Parti 1 e 2, EUR 28899EN, Commissione europea, Lussemburgo, 2017
- (27) Cfr. <https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/corretta-efficiente-gestione-idrica-acqua-368.html>
- (28) Dodd N., Cordella M., Traverso M. e Donatello S., Level(s) - Un quadro di riferimento comune dell'UE per i principali indicatori in materia di sostenibilità degli edifici residenziali e a uso ufficio: Parte 3, EUR 28899EN, Commissione europea, Lussemburgo, 2017, pag.112
- (29) L. Pagliano, S. Carlucci, P. Zangheri, Analisi critica degli indicatori per la valutazione del comfort termico indoor, ENEA, Report RdS/2012/115
- (30) In linea con il metodo di cui all'allegato F della EN 15251
- (31) Cfr. Dodd N., Cordella M., Traverso M. e Donatello S., Level(s) - Un quadro di riferimento comune dell'UE per i principali indicatori in materia di sostenibilità degli edifici residenziali e a uso ufficio: Parti 1 e 2, EUR 28899EN, Commissione europea, Lussemburgo, 2017

BIBLIOGRAFIA

Albano J. R., C. Talamo, La manutenzione degli edifici: 250 schede pratiche, Sistemi Editoriali, Napoli, 2008

Baldo G.L., LCA: Life Cycle Assessment: uno strumento di analisi energetica e ambientale, Ipaservizi Editore, Milano 2000

Bassi A., Castagno L., Giuseppe Pagano, Editori Laterza, Bari 1994

Borlenghi R., Guida alle norme ISO 14000: i sistemi di gestione ambientale, l'audit ambientale, il labelling, la valutazione del ciclo di vita (LCA), la valutazione delle prestazioni ambientali (EPE), i sistemi integrati di gestione, Hoepli, Milano, 2000

Chessa G., La Nuova costruzione moderna per uffici, in Torino, sul Corso Vittorio Emanuele, Domus, n°9, giugno 1930

Ciucci G., Gli architetti e il fascismo, architetture e città 1922-1944, Piccola Biblioteca Einaudi, Torino 1989

Colafati G., Forme e poetiche di sperimentazione di nuove tecnologie. I serramenti moderni di Palazzo Gualino, Tesi di Laurea, Facoltà di Architettura, Politecnico di Torino, 1999

Cricco G., Paolo Di Teodoro F., Itinerario nell'arte, Volume III, Zanichelli, Bologna 2005

Danesi S. e Patetta L. (a cura di), Il razionalismo e l'architettura in Italia durante il fascismo, Edizioni La Biennale di Venezia, Venezia 1976

Dekkiche H., Taileb A., The Importance of Integrating LCA into the LEED Rating System, Procedia Engineering [e-journal], 145 (2016) 844 – 851, Consultabile presso <<https://core.ac.uk/download/pdf/82197964.pdf>> [Ultimo accesso 10 Luglio 2018]

Delle Piane M., Tecnologie e architettura nella Torino degli anni '30. Il caso del palazzo per uffici del gruppo Gualino, arch. Giuseppe Pagano Pogatschnig e Gino Levi Montalcini. Tesi di Laurea, Facoltà di Architettura, Politecnico di Torino, 1998

Dodd N., Cordella M., Traverso M. e Donatello S., Level(s) - Un quadro di riferimento comune dell'UE per i principali indicatori in materia di sostenibilità degli edifici residenziali e a uso ufficio: Parti 1 e 2, EUR 28899EN, Commissione europea, Lussemburgo, 2017

Dodd N., Cordella M., Traverso M. e Donatello S., Level(s) - Un quadro di riferimento comune dell'UE per i principali indicatori in materia di sostenibilità degli edifici residenziali e a uso ufficio: Parte 3, EUR 28899EN, Commissione europea, Lussemburgo, 2017

Giordano R., I prodotti per l'edilizia sostenibile. La compatibilità ambientale dei materiali nel processo edilizio, Sistemi Editoriali, Napoli, 2010

Green Building Council Italia (a cura di), Green building: nuove costruzioni e ristrutturazioni: manuale LEED Italia, GBC Italia, Rovereto, 2009

Gualino R., Frammenti di vita e pagine inedite, La Famija Piemontèisa, Roma, 1966

K. Simonen, Life Cycle Assessment, London, Routledge, 2014

Life Cycle Assessment Applied to Green Building Certification in South Korea, Procedia Engineering [e-journal], 118 (2015) 1309 – 1313, Consultabile presso <https://www.researchgate.net/profile/Michael_Smith80/publication/283172067_Life_Cycle_Assessment_Applied_to_Green_Building_Certification_in_South_Korea/links/5641f3e408aeacfd8937ddfd.pdf> [Ultimo accesso 10 Luglio 2018]

Ludwig E., Colloqui con Mussolini, Mondadori, Milano 1932

Pagano G., Architettura e città durante il Fascismo, a cura di Cesare de Seta, Jaca Book, Milano 2008

Pagliano L., Carlucci S., Zangheri P., Analisi critica degli indicatori per la valutazione del comfort termico indoor [PDF] <http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/risparmio-energia-settore-civile/2011/115-rds-pdf> [Ultimo accesso 9 Settembre 2018]

Pavesi A., Verani E., Introduzione alla certificazione LEED®: progetto, costruzione, gestione: ottimizzazione del processo edilizio secondo i principi della sostenibilità, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, 2012

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio il Professor Roberto Giordano e l'Architetto Valentina Marino, che mi hanno guidato e corretto durante questo percorso, arduo e irto di mille difficoltà, ma pieno di altrettante soddisfazioni.

Ringrazio lo studio di Architettura Baietto Battiato Bianco, che durante questo periodo lavorativo mi ha insegnato più di quanto potessi immaginare. Ringrazio in particolare modo gli Architetti Armando Baietto, Beppe Bianco e Sebastiano Battiato, che hanno avuto fiducia in me e nelle mie potenzialità e le ragazze dello studio Michela, Francesca, Sara, Annalisa e Giulia che fin dall'inizio mi hanno supportata e incoraggiata, e mi hanno fornito informazioni utili alla stesura di questa tesi.

Un ringraziamento speciale ai miei genitori, per aver sempre creduto in me e per avermi dato la possibilità di intraprendere questo percorso di studi.

Infine ringrazio tutti coloro che ho incontrato lungo questo cammino che nel bene o nel male ha contribuito a farmi crescere come studente e come persona.

ALLEGATI

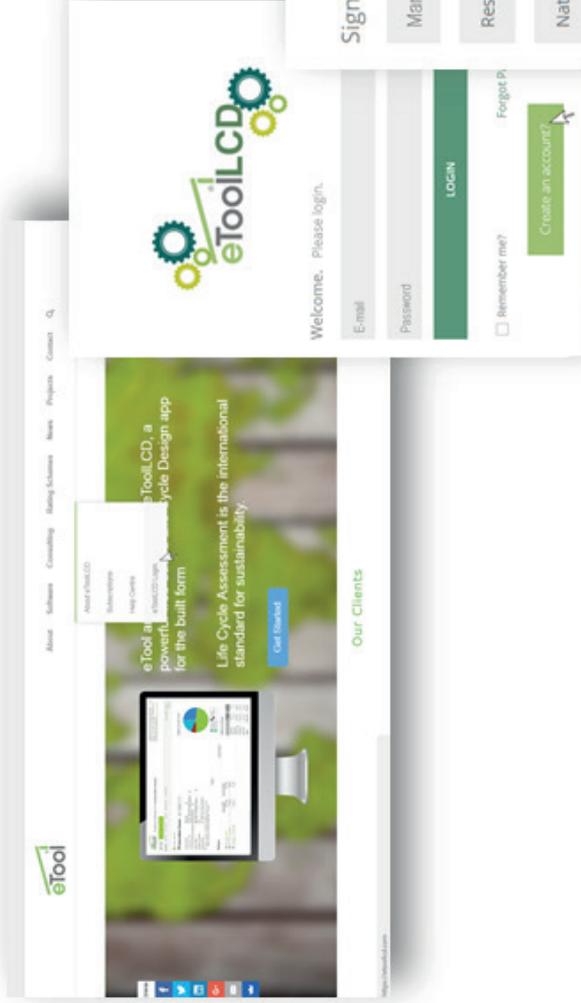
eTool

La Web-based Life Cycle Design App accessibile a tutti

Ti consente di valutare la sostenibilità di un prodotto o un progetto durante tutto il suo ciclo di vita, quantificandone gli impatti ambientali.



<https://etoolglobal.com/>



Registrazione Account

Questo **tool online** consente la registrazione utente attraverso un **account**, all'interno del quale è possibile valutare uno o più progetti.

Vi sono diversi tipi di abbonamenti da poter effettuare a seconda delle esigenze, che tu sia un progettista, uno ricercatore, un'azienda o persino un'organizzazione governativa.

Ai fini di un tesi di ricerca è sufficiente registrarsi in **open use**, senza costi di alcun tipo, come mostrato dall'esempio.

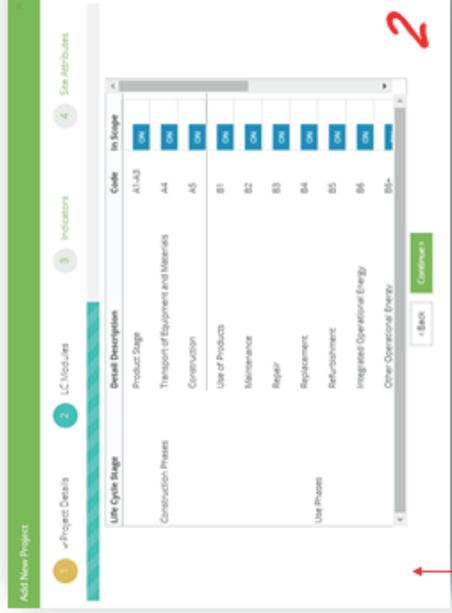
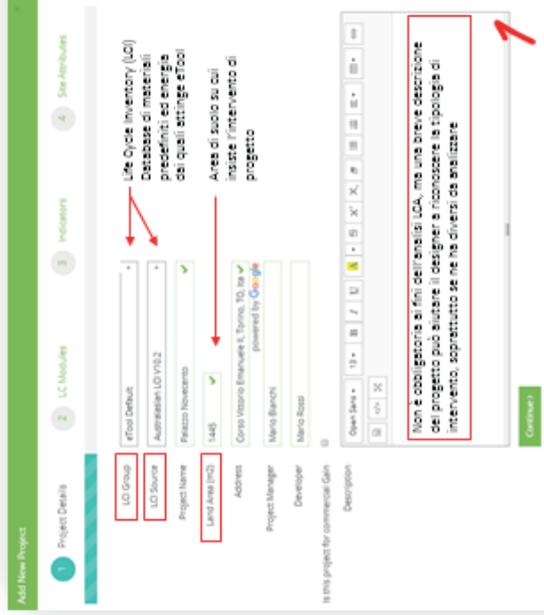
The screenshot displays the eToolLCD web application interface. At the top left, the eToolLCD logo is visible. The navigation menu includes 'Home', 'Library', 'Dialogue', 'Request Quote', and 'Projects Reports'. The user profile 'Mario Rossi' is shown in the top right corner, along with 'Help' and 'Sign out' options. The main content area is titled 'MY PROJECTS' and features a '+ New Project' button highlighted with a red box and a mouse cursor. Below this, there is a search bar containing 'Example Project' and a 'State' dropdown menu set to 'ENG'. A 'GHG PERFORMANCE CHART' section shows 'No GHG savings yet'.

Una volta creato il nostro account, esso verrà aperto in una nuova scheda dove potremo inserire i progetti che vogliamo analizzare. L'inserimento dei dati di progetto è strutturato dal software in maniera gerarchica, ovvero passando attraverso diversi livelli di approfondimento: PROJECT > STRUCTURE > DESIGN > TEMPLATE/EPD.

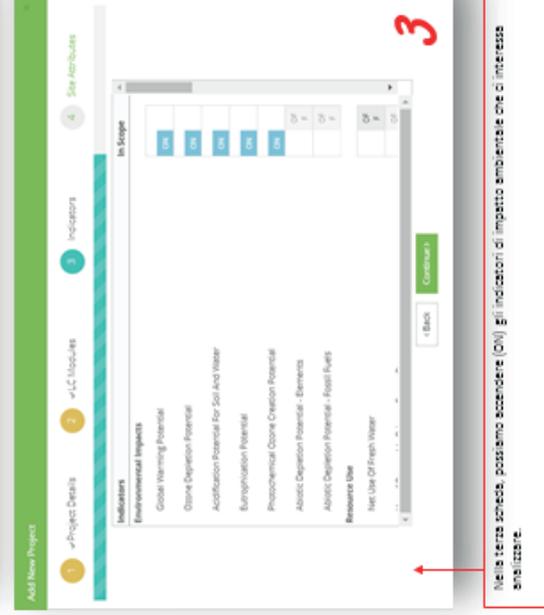
Il layout della pagina è molto semplice, come possiamo vedere; nella sezione **MY PROJECTS** troviamo la lista dei nostri progetti che creiamo cliccando sul bottone **+New Project**.

Etool ci guida in tutti gli step da compiere nella creazione del nuovo progetto:

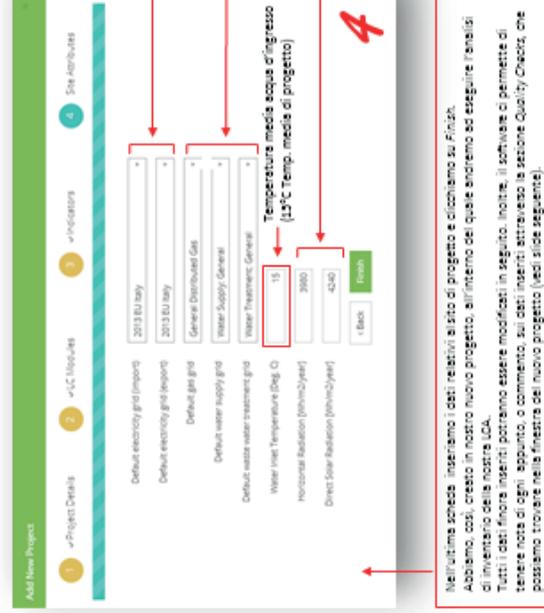
1. Dati generali di progetto
2. Confini del sistema
3. Indicatori di impatto ambientale
4. Caratteristiche del sito



In questa scheda si definiscono, invece, i confini del sistema che si vuole analizzare. Si possono scegliere (OVI) o spegnere (OFF) le diverse fasi e sotto-fasi, tra cui ecco il permette di scegliere: Costruzione (A1-A6), Uso (B1-B7), Fine vita (C1-C6), Trattamento dei rifiuti (D1-D6).



Nella terza scheda, possiamo scegliere (OVI) gli indicatori di impatto ambientale che ci interessa analizzare.



Nell'ultima scheda inseriamo i dati relativi al sito di progetto e clicchiamo su Finish. Abbiamo così creato il nostro nuovo progetto, all'interno del quale andremo ad eseguire l'analisi di inventario della nostra LCA. Tutti i dati finora inseriti potranno essere modificati in seguito. Inoltre, il software ci permette di tenere nota di ogni appunto, o commento, sui dati inseriti attraverso la sezione Quality Checks, che possiamo trovare nella finestra del nuovo progetto (vedi slide seguente).

Scegliere dal menù a tendina la rete elettrica cui si fa riferimento, quella del Paese in cui è sito il nostro progetto.

Il menù a tendina riporta solo reti di distribuzione di gas e reti di approvvigionamento e trattamento acque autorizzate, quindi scegliamo la voce General (è meno che il nostro edificio non si trovi in Australia!)

Inserire i valori di Radiazione su piano orizzontale (JUNI 10248) e Radiazione solare diretta (PIVGS- software on-line)

Home Library Dialogue Request Quote Reports

Palazzo Novocento Action

There are no structures for this project.

Project Details LC Modules Indicators Site Attributes Quality Checks

- Temporal Relevancy
- Data Quality Checks

| Data Quality Checks | Result | Actions |
|--|--------|-------------------------------------|
| The LCI source is appropriate for the area of the design | | <input checked="" type="checkbox"/> |
- Geographical Relevancy
- Precision
- Completeness
- Technological Relevancy
- Consistency
- Reproducibility

Qui verrà visualizzata la lista di strutture presenti nel progetto, una volta che saranno create.

In questa sezione della finestra vengono mostrati i report relativi agli impatti ambientali del progetto. Il menu a tendina è permette di scegliere quale indicatore di impatto visualizzare, mentre in basso si possono confrontare gli impatti delle diverse fasi di progetto.

Global Warming Potential, GWP Chart

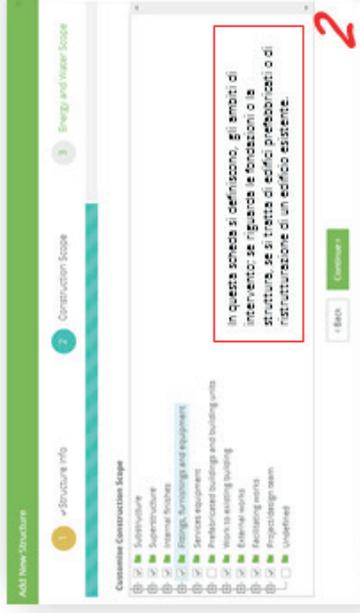
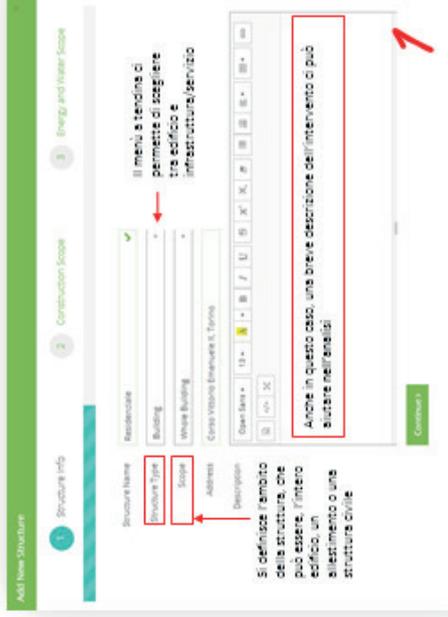
Project Global Warming Potential, GWP Chart

Chart could not be generated, no information.

Project Summary

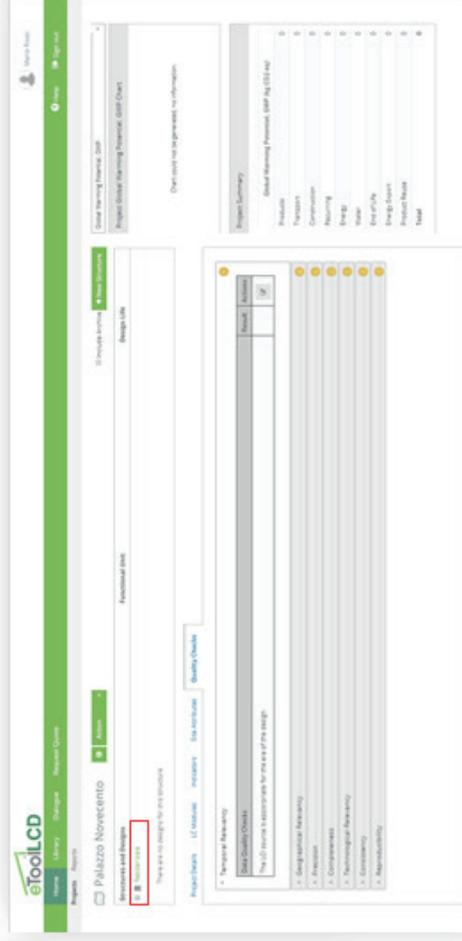
| Global Warming Potential, GWP (kg CO2 eq) | |
|---|---|
| Products | 0 |
| Transport | 0 |
| Construction | 0 |
| Recurring | 0 |
| Energy | 0 |
| Water | 0 |
| End of Life | 0 |
| Energy Export | 0 |
| Product Reuse | 0 |
| Total | 0 |

Nella finestra del nuovo progetto troviamo il sommario dei dati precedentemente inseriti, che possiamo modificare in qualunque momento, insieme alla sezione dei *Quality checks*, cliccando su **+New Structure**. Le strutture sono le componenti di cui è composto il tuo progetto ad esempio, può essere un edificio di un complesso residenziale, ma anche un appartamento all'interno di un edificio, o può corrispondere ad una funzione, ad esempio, tutti gli edifici commerciali all'interno della tua area di progetto.



- Per creare una struttura si definiscono:
1. Le caratteristiche generali
 2. Gli ambiti d'intervento
 3. Gli ambiti di utilizzo di energia ed acqua

Una volta creata la prima struttura, essa verrà inserita nell'elenco della finestra precedente. Come per i dati generali inseriti nella creazione del nuovo progetto, anche questi possono essere modificati in un secondo momento



Global Warming Potential, GWP

Structure Global Warming Potential, GWP Chart

Chart could not be generated, no information.

Structure Summary

| Global Warming Potential, GWP (kg CO2 eq) | |
|---|---|
| Product | 0 |
| Transport | 0 |
| Construction | 0 |
| Recurring | 0 |
| Energy | 0 |
| Water | 0 |
| End of Life | 0 |
| Energy Export | 0 |
| Product Reuse | 0 |
| Total | 0 |

La schermata della struttura è del tutto uguale a quella del progetto; motivo per cui, anche qui, ritroviamo la sezione dei dati generali, insieme ai *Quality Checks*, quella dei report degli impatti ambientali (questa volta riferiti alla singola struttura) e la lista dei design. I Design sono dei modelli della nostra struttura, diverse configurazioni che si possono implementare e confrontare per scegliere la soluzione migliore. All'interno del design andremo, poi, ad inserire i dati relativi ai materiali utilizzati nel progetto. Clicchiamo, quindi, su **+New Design**.

New Design

| | | |
|--|---|---|
| Design Name | Design Base | ✓ |
| Stories or Levels | 8 | ✓ |
| Energy Monitoring Adjustment Factor | 100 | ✓ |
| Purpose | LCA - Base | ▼ |
| Design Quality | High (Spec Architectural Design) | ▼ |
| Ownership | One Owner or Leased Land / Property | ▼ |
| Commissioning Date (Start of Life) | 01/01/2019 | ✓ |
| Structural Service Life Limit | 50 | ✓ |
| Suburb Redevelopment Potential | Very High (Inner City) | ▼ |
| Primary Function Type | Large Complex Multiple Family Reside... | ▼ |
| Primary Function Name | Residenziale | ✓ |

Save

Iniziamo da creare un design base, quello che corrisponde ad una prima ipotesi progettuale.

Inseriamo tutti i dati richiesti, a partire da numero di piani.

Il fattore di regolazione del monitoraggio energetico (EMAF) è una variabile che consente agli utenti di regolare facilmente il consumo di elettricità presunto in base all'installazione del monitoraggio energetico (100%, valore di default fornito da eTool).

Vita utile di servizio della struttura, può essere definita come il tempo dopo l'installazione durante il quale il sistema mantiene livelli di prestazioni sufficienti, prima che si manifestino degradi tali da pregiudicare la funzionalità.

Una volta inseriti tutti i dati, clicchiamo su **SAVE**.
Verrà, così, creati il nostro design base, all'interno del quale andremo a svolgere la vera e propria analisi LCA.

The screenshot shows the eToolLCD software interface. At the top, there is a navigation bar with 'Home', 'Library', 'Dialogue', 'Request Quote', and 'Projects' menus. The main header area displays 'Palazzo Novocento > Residenziale > Design Base' and the user 'Mario Rossi'. A sidebar on the left contains a 'Categories' menu with options like 'Templates', 'EPDs', 'Details', 'Functions', 'Reports', 'Recommendations', 'EN 15578', 'Items', 'Docs', 'Quality Checks', 'Scale Cuts', 'Import', and 'Collapse Tabs'. The main workspace shows a table of categories and their corresponding GWP (kg CO2 eq) values. The 'People and Equipment' category is expanded, showing sub-items like 'People', 'Equipment', 'Materials', 'Substructure', 'Superstructure', 'Internal finishes', 'Fittings, furnishings and equipment', 'Services equipment', 'Prefabricated buildings and building units', 'Works to existing building', 'External works', 'Facilitating works', 'Project/design team', 'Undefined', and 'Energy and Water'. The 'Energy and Water' category is further expanded to show 'Operational Energy', 'Water Use', and 'Total'. A summary table at the bottom right lists various impact categories with their GWP values, all currently set to 0. A red box highlights the 'Categories' menu, and two red arrows point from text boxes to the 'People and Equipment' category and the summary table.

Le categorie raggruppano le energie ed i materiali utilizzati nel progetto a seconda della funzione e utilizzo. Vediamo, quindi, tre macro-categorie: People and Equipment, dove andremo ad inserire, ad esempio, i macchinari utilizzati in cantiere o il numero di operai; Materials, che comprende tutti gli elementi costruttivi e materiali utilizzati; raggruppati per funzione; Energy and water/ di cui fanno parte l'Operational Energy e le quantità d'acqua utilizzate.

È possibile vedere quanto impatta ciascuna categoria rispetto alle altre.

| Category | GWP (kg CO2 eq) |
|--|-----------------|
| People and Equipment | 0 |
| People | 0 |
| Equipment | 0 |
| Materials | 0 |
| Substructure | 0 |
| Superstructure | 0 |
| Internal finishes | 0 |
| Fittings, furnishings and equipment | 0 |
| Services equipment | 0 |
| Prefabricated buildings and building units | 0 |
| Works to existing building | 0 |
| External works | 0 |
| Facilitating works | 0 |
| Project/design team | 0 |
| Undefined | 0 |
| Energy and Water | 0 |
| Operational Energy | 0 |
| Water Use | 0 |
| Total | 0 |

La schermata del Design si presenta simile a quelle precedenti, riportando sulla destra la sezione relativa ai report degli impatti ambientali generati dal design stesso. Sulla sinistra, invece, una serie di linguette ci permettono di scegliere cosa visualizzare al centro della schermata: **Categories, Templates, EPDs, Details, Functions, Reports**, sono i primi e più importanti da vedere ai fini dell'analisi.

eToolLCD

Home Library Dialogue Requests Quote

Projects Reports

Palazzo Novocento > Residenziale > Design Base

Mario Rossi

Help Sign out

Bulk Swap Add Template Add EPO

Total Floor Areas

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Usable Floor Area | 4057.28 m ² |
| Net Lettable Area | 0 m ² |
| Fully Enclosed Covered Area | 6928 m ² |
| Unenclosed Covered Area | 1187 m ² |
| Gross Floor Area | 8115 m ² |

Functions

+ New Function

Building Function: Residenziale

Name: Usable Area

Space Type: *

Characteristics:

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Dwellings | 45 # |
| Bedrooms | 68 # |
| Occupants | 140 # |
| Floor Areas: | |
| Usable Floor Area | 4057.28 m ² |
| Fully Enclosed Covered Area | 6928 m ² |
| Unenclosed Covered Area | 1187 m ² |
| Gross Floor Area | 8115 m ² |

VEDI PAG. 10

Ci consente di modificare i dati precedentemente inseriti in fase di creazione del design

Non tutti gli spazi del nostro edificio saranno soggetti a condizionamento invernale o estivo, ventilazione meccanico o illuminazione. Indichiamo solo la superficie delle zone coinvolte

Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva (cooling) e invernale (heating).

Tempo di funzionamento dell'impianto (numero di ore in un anno). Per l'illuminazione, sono stati esaminati solo gli spazi comuni, quelli previsti di ogni alloggio verranno poi conteggiati in seguito.

Services:

| Service | Treated Area (m ²) | Thermal Demand (MJ/m ² ·Annum) Per Year | Average Run Time (hrs/year) | Lux (lx) |
|------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|----------|
| Cooling | 4057.28 m ² | 9.68 MJ / m ² | | |
| Heating | 4057.28 m ² | 410.76 MJ / m ² | | |
| Mechanical Ventilation | 4057.28 m ² | | 1455 hrs / year | 150 lx |
| Lighting | 1200 m ² | | 4223 hrs / year | |

Functional Unit: m² Usable Floor Area

Time Frame: Per Year

Save Changes

Rimandiamo la descrizione delle linguette Templates ed EDPS, di cui parleremo più approfonditamente nelle prossime slide, e passiamo a trattare le sezioni **Details** e **Functions**. La prima ci consente di modificare i dati inseriti in fase di creazione del design, mentre la seconda ci permette di definire le funzioni, intese come destinazioni d'uso, all'interno del nostro progetto. In questo caso il design, e la struttura a cui appartiene, riguarda un edificio residenziale privo di mix funzionale. Andremo ad inserire, quindi, i dati di un'unica funzione.

USABLE FLOOR AREA

La somma delle aree del pavimento misurate dalla faccia interna delle pareti e tutti gli spazi interni relativi alla funzione primaria dell'edificio. Sarà calcolato sottraendo dalla Fully Enclosure Covered Area (FECA) tutte le seguenti aree supplementari alla funzione di costruzione primaria:

- Aree di utilizzo comune: tutte le aree per la circolazione e le attrezzature standard previste per l'uso comune di occupanti, inquilini e / o pubblico come atri e foyer per ingressi, ascensori, atterraggi e scale antincendio, verande e balconi [...].
- Aree di servizio: tutte le aree destinate a servizi e strutture comuni all'edificio ad uso degli occupanti, degli inquilini e / o del pubblico, come locali meccanici per impianti e attrezzature[...].
- Aree non abitabili: come quelli occupati da colonne interne e altri supporti strutturali, pareti interne e divisori permanenti, pozzi di sollevamento, condotti di servizio e simili.

FULLY ENCLOSED COVERED AREA

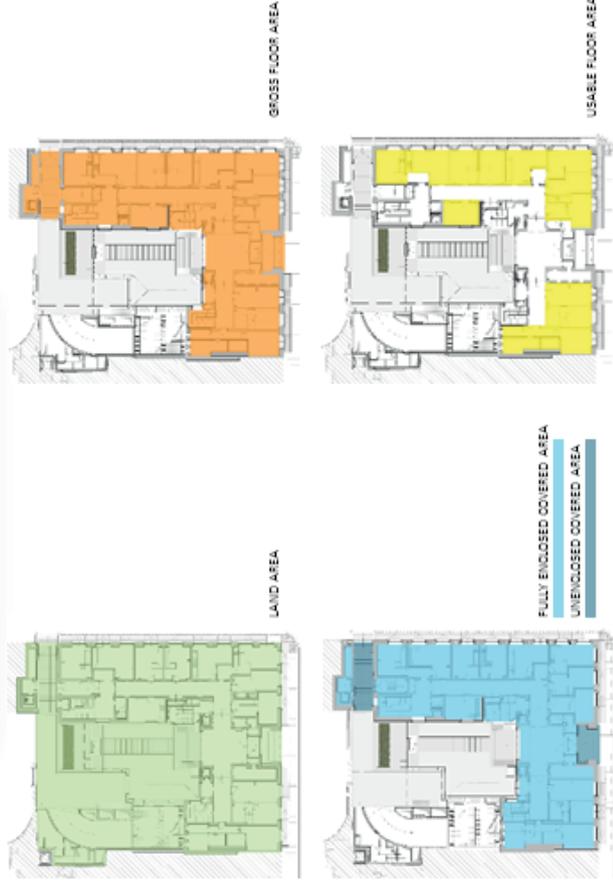
È l'area di tutti i piani dell'edificio, compresi gli scantinati (eccetto le parti non scavate), gli spazi sul tetto e gli attici, le autorimesse, portici chiusi, i locali tecnici, gli ascensori, le scale e qualsiasi spazio totalmente chiuso calcolato misurando dalla normale faccia interna delle pareti esterne, ma ignorando eventuali sporgenze come plinti, colonne, piloni e simili che sporgono dalla normale faccia interna delle pareti esterne.
 N.B.: In caso di edifici con più alloggi (è il nostro caso) i muri divisorii dei singoli alloggi sono da includere e considerare l'edificio nel suo insieme, non la somma dei singoli appartamenti.

UNENCLOSED COVERED AREA

La somma delle aree di balconi coperti, verande aperte, portici, strade aperte coperte accanto a edifici, sottobicchieri e spazi utilizzabili sotto gli edifici, gallerie di accesso non chiuse (incluso il pianterreno) e qualsiasi altra area dell'edificio che non è completamente racchiusa da pareti a tutta altezza.

GROSS FLOOR AREA

La somma di Fully enclosed covered area e Unenclosed covered area.



M1 Muri divisori unità [AR.02.01]_TOT 2713 m²

| Stratigrafia | Sp. [cm] | Prodotto | Produttore | Sede | Distanza | Trasporto | Densità [kg/m³] | Quantità [kg/m²] | TOT [kg] |
|---------------------------------|-----------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|-----------|-----------------|------------------|----------|
| Intonaco | 1,5 | KD2 + IG21 | Fassa Bortolo Srl | Ceiliano (AT) | 160 km | Camion | 1300 | 39 | 105807 |
| Tramezzo in Poroton | 8 | Bio-Por | Fornace Latreri Ceccato Srl | Cambiano (TO) | 20 km | Camion | 775 | 124 | 336412 |
| Doppia lastra in cartongesso | 3 | Sistema Gyptotech | Fassa Bortolo Srl | Ceiliano (AT) | 160 km | Camion | 950 | 57 | 154641 |
| Isolante acustico lana di vetro | 8 | ISOVER MUPAN 4+ | Saint-Gobain | Vicovengo di Cerevegno (BS) | 183 km | Camion | 75 | 6 | 16278 |
| Doppia lastra in cartongesso | 3 | Sistema Gyptotech | Fassa Bortolo Srl | Ceiliano (AT) | 160 km | Camion | | | 613138 |
| Tramezzo in Poroton | 8 | Bio-Por | Fornace Latreri Ceccato Srl | Cambiano (TO) | 20 km | Camion | | | |
| Intonaco | 1,5 | KD2 + IG21 | Fassa Bortolo Srl | Ceiliano (AT) | 160 km | Camion | | | |
| Totale | 33 | | | | | | | | |



M1_muri divisori unità
 Rif. voce AR.02.01 capitolato

- Intonaco, sp. 1,5cm
- Tramezzo in Poroton, sp.8cm
- Doppia lastra in cartongesso, sp. tot 3cm
- Isolante acustico lana di vetro, tipo ISOVER MUPAN 4+, 4+4cm
- Doppia lastra in cartongesso, sp. tot 3cm
- Tramezzo in Poroton, sp.8cm
- Intonaco, sp. 1,5cm

Select LC Source Group

Please select the LC data source group that you would like to use for this template. Once selected you will not be able to change this selection for this template, and this template will only be available in projects using the same LC Group.

LC Source Group: #Tool Default

Buttons: Cancel, Ok

New Template

Name: M1
 Category: Block to existing building
 LC Source: American LC-V1 - UN Cycle Strategist
 Library/Template Quantity: 1
 Unit: kg
 Description: Multiplier unit

Buttons: Open Spvs, 1x, 2x, 3x, 4x, 5x, 6x, 7x, 8x, 9x, 10x, 11x, 12x, 13x, 14x, 15x, 16x, 17x, 18x, 19x, 20x, 21x, 22x, 23x, 24x, 25x, 26x, 27x, 28x, 29x, 30x, 31x, 32x, 33x, 34x, 35x, 36x, 37x, 38x, 39x, 40x, 41x, 42x, 43x, 44x, 45x, 46x, 47x, 48x, 49x, 50x, 51x, 52x, 53x, 54x, 55x, 56x, 57x, 58x, 59x, 60x, 61x, 62x, 63x, 64x, 65x, 66x, 67x, 68x, 69x, 70x, 71x, 72x, 73x, 74x, 75x, 76x, 77x, 78x, 79x, 80x, 81x, 82x, 83x, 84x, 85x, 86x, 87x, 88x, 89x, 90x, 91x, 92x, 93x, 94x, 95x, 96x, 97x, 98x, 99x, 100x, 101x, 102x, 103x, 104x, 105x, 106x, 107x, 108x, 109x, 110x, 111x, 112x, 113x, 114x, 115x, 116x, 117x, 118x, 119x, 120x, 121x, 122x, 123x, 124x, 125x, 126x, 127x, 128x, 129x, 130x, 131x, 132x, 133x, 134x, 135x, 136x, 137x, 138x, 139x, 140x, 141x, 142x, 143x, 144x, 145x, 146x, 147x, 148x, 149x, 150x, 151x, 152x, 153x, 154x, 155x, 156x, 157x, 158x, 159x, 160x, 161x, 162x, 163x, 164x, 165x, 166x, 167x, 168x, 169x, 170x, 171x, 172x, 173x, 174x, 175x, 176x, 177x, 178x, 179x, 180x, 181x, 182x, 183x, 184x, 185x, 186x, 187x, 188x, 189x, 190x, 191x, 192x, 193x, 194x, 195x, 196x, 197x, 198x, 199x, 200x, 201x, 202x, 203x, 204x, 205x, 206x, 207x, 208x, 209x, 210x, 211x, 212x, 213x, 214x, 215x, 216x, 217x, 218x, 219x, 220x, 221x, 222x, 223x, 224x, 225x, 226x, 227x, 228x, 229x, 230x, 231x, 232x, 233x, 234x, 235x, 236x, 237x, 238x, 239x, 240x, 241x, 242x, 243x, 244x, 245x, 246x, 247x, 248x, 249x, 250x, 251x, 252x, 253x, 254x, 255x, 256x, 257x, 258x, 259x, 260x, 261x, 262x, 263x, 264x, 265x, 266x, 267x, 268x, 269x, 270x, 271x, 272x, 273x, 274x, 275x, 276x, 277x, 278x, 279x, 280x, 281x, 282x, 283x, 284x, 285x, 286x, 287x, 288x, 289x, 290x, 291x, 292x, 293x, 294x, 295x, 296x, 297x, 298x, 299x, 300x, 301x, 302x, 303x, 304x, 305x, 306x, 307x, 308x, 309x, 310x, 311x, 312x, 313x, 314x, 315x, 316x, 317x, 318x, 319x, 320x, 321x, 322x, 323x, 324x, 325x, 326x, 327x, 328x, 329x, 330x, 331x, 332x, 333x, 334x, 335x, 336x, 337x, 338x, 339x, 340x, 341x, 342x, 343x, 344x, 345x, 346x, 347x, 348x, 349x, 350x, 351x, 352x, 353x, 354x, 355x, 356x, 357x, 358x, 359x, 360x, 361x, 362x, 363x, 364x, 365x, 366x, 367x, 368x, 369x, 370x, 371x, 372x, 373x, 374x, 375x, 376x, 377x, 378x, 379x, 380x, 381x, 382x, 383x, 384x, 385x, 386x, 387x, 388x, 389x, 390x, 391x, 392x, 393x, 394x, 395x, 396x, 397x, 398x, 399x, 400x, 401x, 402x, 403x, 404x, 405x, 406x, 407x, 408x, 409x, 410x, 411x, 412x, 413x, 414x, 415x, 416x, 417x, 418x, 419x, 420x, 421x, 422x, 423x, 424x, 425x, 426x, 427x, 428x, 429x, 430x, 431x, 432x, 433x, 434x, 435x, 436x, 437x, 438x, 439x, 440x, 441x, 442x, 443x, 444x, 445x, 446x, 447x, 448x, 449x, 450x, 451x, 452x, 453x, 454x, 455x, 456x, 457x, 458x, 459x, 460x, 461x, 462x, 463x, 464x, 465x, 466x, 467x, 468x, 469x, 470x, 471x, 472x, 473x, 474x, 475x, 476x, 477x, 478x, 479x, 480x, 481x, 482x, 483x, 484x, 485x, 486x, 487x, 488x, 489x, 490x, 491x, 492x, 493x, 494x, 495x, 496x, 497x, 498x, 499x, 500x, 501x, 502x, 503x, 504x, 505x, 506x, 507x, 508x, 509x, 510x, 511x, 512x, 513x, 514x, 515x, 516x, 517x, 518x, 519x, 520x, 521x, 522x, 523x, 524x, 525x, 526x, 527x, 528x, 529x, 530x, 531x, 532x, 533x, 534x, 535x, 536x, 537x, 538x, 539x, 540x, 541x, 542x, 543x, 544x, 545x, 546x, 547x, 548x, 549x, 550x, 551x, 552x, 553x, 554x, 555x, 556x, 557x, 558x, 559x, 560x, 561x, 562x, 563x, 564x, 565x, 566x, 567x, 568x, 569x, 570x, 571x, 572x, 573x, 574x, 575x, 576x, 577x, 578x, 579x, 580x, 581x, 582x, 583x, 584x, 585x, 586x, 587x, 588x, 589x, 590x, 591x, 592x, 593x, 594x, 595x, 596x, 597x, 598x, 599x, 600x, 601x, 602x, 603x, 604x, 605x, 606x, 607x, 608x, 609x, 610x, 611x, 612x, 613x, 614x, 615x, 616x, 617x, 618x, 619x, 620x, 621x, 622x, 623x, 624x, 625x, 626x, 627x, 628x, 629x, 630x, 631x, 632x, 633x, 634x, 635x, 636x, 637x, 638x, 639x, 640x, 641x, 642x, 643x, 644x, 645x, 646x, 647x, 648x, 649x, 650x, 651x, 652x, 653x, 654x, 655x, 656x, 657x, 658x, 659x, 660x, 661x, 662x, 663x, 664x, 665x, 666x, 667x, 668x, 669x, 670x, 671x, 672x, 673x, 674x, 675x, 676x, 677x, 678x, 679x, 680x, 681x, 682x, 683x, 684x, 685x, 686x, 687x, 688x, 689x, 690x, 691x, 692x, 693x, 694x, 695x, 696x, 697x, 698x, 699x, 700x, 701x, 702x, 703x, 704x, 705x, 706x, 707x, 708x, 709x, 710x, 711x, 712x, 713x, 714x, 715x, 716x, 717x, 718x, 719x, 720x, 721x, 722x, 723x, 724x, 725x, 726x, 727x, 728x, 729x, 730x, 731x, 732x, 733x, 734x, 735x, 736x, 737x, 738x, 739x, 740x, 741x, 742x, 743x, 744x, 745x, 746x, 747x, 748x, 749x, 750x, 751x, 752x, 753x, 754x, 755x, 756x, 757x, 758x, 759x, 760x, 761x, 762x, 763x, 764x, 765x, 766x, 767x, 768x, 769x, 770x, 771x, 772x, 773x, 774x, 775x, 776x, 777x, 778x, 779x, 780x, 781x, 782x, 783x, 784x, 785x, 786x, 787x, 788x, 789x, 790x, 791x, 792x, 793x, 794x, 795x, 796x, 797x, 798x, 799x, 800x, 801x, 802x, 803x, 804x, 805x, 806x, 807x, 808x, 809x, 810x, 811x, 812x, 813x, 814x, 815x, 816x, 817x, 818x, 819x, 820x, 821x, 822x, 823x, 824x, 825x, 826x, 827x, 828x, 829x, 830x, 831x, 832x, 833x, 834x, 835x, 836x, 837x, 838x, 839x, 840x, 841x, 842x, 843x, 844x, 845x, 846x, 847x, 848x, 849x, 850x, 851x, 852x, 853x, 854x, 855x, 856x, 857x, 858x, 859x, 860x, 861x, 862x, 863x, 864x, 865x, 866x, 867x, 868x, 869x, 870x, 871x, 872x, 873x, 874x, 875x, 876x, 877x, 878x, 879x, 880x, 881x, 882x, 883x, 884x, 885x, 886x, 887x, 888x, 889x, 890x, 891x, 892x, 893x, 894x, 895x, 896x, 897x, 898x, 899x, 900x, 901x, 902x, 903x, 904x, 905x, 906x, 907x, 908x, 909x, 910x, 911x, 912x, 913x, 914x, 915x, 916x, 917x, 918x, 919x, 920x, 921x, 922x, 923x, 924x, 925x, 926x, 927x, 928x, 929x, 930x, 931x, 932x, 933x, 934x, 935x, 936x, 937x, 938x, 939x, 940x, 941x, 942x, 943x, 944x, 945x, 946x, 947x, 948x, 949x, 950x, 951x, 952x, 953x, 954x, 955x, 956x, 957x, 958x, 959x, 960x, 961x, 962x, 963x, 964x, 965x, 966x, 967x, 968x, 969x, 970x, 971x, 972x, 973x, 974x, 975x, 976x, 977x, 978x, 979x, 980x, 981x, 982x, 983x, 984x, 985x, 986x, 987x, 988x, 989x, 990x, 991x, 992x, 993x, 994x, 995x, 996x, 997x, 998x, 999x, 1000x, 1001x, 1002x, 1003x, 1004x, 1005x, 1006x, 1007x, 1008x, 1009x, 1010x, 1011x, 1012x, 1013x, 1014x, 1015x, 1016x, 1017x, 1018x, 1019x, 1020x, 1021x, 1022x, 1023x, 1024x, 1025x, 1026x, 1027x, 1028x, 1029x, 1030x, 1031x, 1032x, 1033x, 1034x, 1035x, 1036x, 1037x, 1038x, 1039x, 1040x, 1041x, 1042x, 1043x, 1044x, 1045x, 1046x, 1047x, 1048x, 1049x, 1050x, 1051x, 1052x, 1053x, 1054x, 1055x, 1056x, 1057x, 1058x, 1059x, 1060x, 1061x, 1062x, 1063x, 1064x, 1065x, 1066x, 1067x, 1068x, 1069x, 1070x, 1071x, 1072x, 1073x, 1074x, 1075x, 1076x, 1077x, 1078x, 1079x, 1080x, 1081x, 1082x, 1083x, 1084x, 1085x, 1086x, 1087x, 1088x, 1089x, 1090x, 1091x, 1092x, 1093x, 1094x, 1095x, 1096x, 1097x, 1098x, 1099x, 1100x, 1101x, 1102x, 1103x, 1104x, 1105x, 1106x, 1107x, 1108x, 1109x, 1110x, 1111x, 1112x, 1113x, 1114x, 1115x, 1116x, 1117x, 1118x, 1119x, 1120x, 1121x, 1122x, 1123x, 1124x, 1125x, 1126x, 1127x, 1128x, 1129x, 1130x, 1131x, 1132x, 1133x, 1134x, 1135x, 1136x, 1137x, 1138x, 1139x, 1140x, 1141x, 1142x, 1143x, 1144x, 1145x, 1146x, 1147x, 1148x, 1149x, 1150x, 1151x, 1152x, 1153x, 1154x, 1155x, 1156x, 1157x, 1158x, 1159x, 1160x, 1161x, 1162x, 1163x, 1164x, 1165x, 1166x, 1167x, 1168x, 1169x, 1170x, 1171x, 1172x, 1173x, 1174x, 1175x, 1176x, 1177x, 1178x, 1179x, 1180x, 1181x, 1182x, 1183x, 1184x, 1185x, 1186x, 1187x, 1188x, 1189x, 1190x, 1191x, 1192x, 1193x, 1194x, 1195x, 1196x, 1197x, 1198x, 1199x, 1200x, 1201x, 1202x, 1203x, 1204x, 1205x, 1206x, 1207x, 1208x, 1209x, 1210x, 1211x, 1212x, 1213x, 1214x, 1215x, 1216x, 1217x, 1218x, 1219x, 1220x, 1221x, 1222x, 1223x, 1224x, 1225x, 1226x, 1227x, 1228x, 1229x, 1230x, 1231x, 1232x, 1233x, 1234x, 1235x, 1236x, 1237x, 1238x, 1239x, 1240x, 1241x, 1242x, 1243x, 1244x, 1245x, 1246x, 1247x, 1248x, 1249x, 1250x, 1251x, 1252x, 1253x, 1254x, 1255x, 1256x, 1257x, 1258x, 1259x, 1260x, 1261x, 1262x, 1263x, 1264x, 1265x, 1266x, 1267x, 1268x, 1269x, 1270x, 1271x, 1272x, 1273x, 1274x, 1275x, 1276x, 1277x, 1278x, 1279x, 1280x, 1281x, 1282x, 1283x, 1284x, 1285x, 1286x, 1287x, 1288x, 1289x, 1290x, 1291x, 1292x, 1293x, 1294x, 1295x, 1296x, 1297x, 1298x, 1299x, 1300x, 1301x, 1302x, 1303x, 1304x, 1305x, 1306x, 1307x, 1308x, 1309x, 1310x, 1311x, 1312x, 1313x, 1314x, 1315x, 1316x, 1317x, 1318x, 1319x, 1320x, 1321x, 1322x, 1323x, 1324x, 1325x, 1326x, 1327x, 1328x, 1329x, 1330x, 1331x, 1332x, 1333x, 1334x, 1335x, 1336x, 1337x, 1338x, 1339x, 1340x, 1341x, 1342x, 1343x, 1344x, 1345x, 1346x, 1347x, 1348x, 1349x, 1350x, 1351x, 1352x, 1353x, 1354x, 1355x, 1356x, 1357x, 1358x, 1359x, 1360x, 1361x, 1362x, 1363x, 1364x, 1365x, 1366x, 1367x, 1368x, 1369x, 1370x, 1371x, 1372x, 1373x, 1374x, 1375x, 1376x, 1377x, 1378x, 1379x, 1380x, 1381x, 1382x, 1383x, 1384x, 1385x, 1386x, 1387x, 1388x, 1389x, 1390x, 1391x, 1392x, 1393x, 1394x, 1395x, 1396x, 1397x, 1398x, 1399x, 1400x, 1401x, 1402x, 1403x, 1404x, 1405x, 1406x, 1407x, 1408x, 1409x, 1410x, 1411x, 1412x, 1413x, 1414x, 1415x, 1416x, 1417x, 1418x, 1419x, 1420x, 1421x, 1422x, 1423x, 1424x, 1425x, 1426x, 1427x, 1428x, 1429x, 1430x, 1431x, 1432x, 1433x, 1434x, 1435x, 1436x, 1437x, 1438x, 1439x, 1440x, 1441x, 1442x, 1443x, 1444x, 1445x, 1446x, 1447x, 1448x, 1449x, 1450x, 1451x, 1452x, 1453x, 1454x, 1455x, 1456x, 1457x, 1458x, 1459x, 1460x, 1461x, 1462x, 1463x, 1464x, 1465x, 1466x, 1467x, 1468x, 1469x, 1470x, 1471x, 1472x, 1473x, 1474x, 1475x, 1476x, 1477x, 1478x, 1479x, 1480x, 1481x, 1482x, 1483x, 1484x, 1485x, 1486x, 1487x, 1488x, 1489x, 1490x, 1491x, 1492x, 1493x, 1494x, 1495x, 1496x, 1497x, 1498x, 1499x, 1500x, 1501x, 1502x, 1503x, 1504x, 1505x, 1506x, 1507x, 1508x, 1509x, 1510x, 1511x, 1512x, 1513x, 1514x, 1515x, 1516x, 1517x, 1518x, 1519x, 1520x, 1521x, 1522x, 1523x, 1524x, 1525x, 1526x, 1527x, 1528x, 1529x, 1530x, 1531x, 1532x, 1533x, 1534x, 1535x, 1536x, 1537x, 1538x, 1539x, 1540x, 1541x, 1542x, 1543x, 1544x, 1545x, 1546x, 1547x, 1548x, 1549x, 1550x, 1551x, 1552x, 1553x, 1554x, 1555x, 1556x, 1557x, 1558x, 1559x, 1560x, 1561x, 1562x, 1563x, 1564x, 1565x, 1566x, 1567x, 1568x, 1569x, 1570x, 1571x, 1572x, 1573x, 1574x, 1575x, 1576x, 1577x, 1578x, 1579x, 1580x, 1581x, 1582x, 1583x, 1584x, 1585x, 1586x, 1587x, 1588x, 1589x, 1590x, 1591x, 1592x, 1593x, 1594x, 1595x, 1596x, 1597x, 1598x, 1599x, 1600x, 1601x, 1602x, 1603x, 1604x, 1605x, 1606x, 1607x, 1608x, 1609x, 1610x, 1611x, 1612x, 1613x, 1614x, 1615x, 1616x, 1617x, 1618x, 1619x, 1620x, 1621x, 1622x, 1623x, 1624x, 1625x, 1626x, 1627x, 1628x, 1629x, 1630x, 1631x, 1632x, 1633x, 1634x, 1635x, 1636x, 1637x, 1638x, 1639x, 1640x, 1641x, 1642x, 1643x, 1644x, 1645x, 1646x, 1647x, 1648x, 1649x, 1650x, 1651x, 1652x, 1653x, 1654x, 1655x, 1656x, 1657x, 1658x, 1659x, 1660x, 1661x, 1662x, 1663x, 1664x, 1665x, 1666x, 1667x, 1668x, 1669x, 1670x, 1671x, 1672x, 1673x, 1674x, 1675x, 1676x, 1677x, 1678x, 1679x, 1680x, 1681x, 1682x, 1683x, 1684x, 1685x, 1686x, 1687x, 1688x, 1689x, 1690x, 1691x, 1692x, 1693x, 1694x, 1695x, 1696x, 1697x, 1698x, 16

M1 Muri divisori unità [AR.02.01]_TOT 27.13 m²

| Stratigrafia | Sp. [cm] | Prodotto | Produttore | Sede | Distanza | Trasporto o | Densità [kg/m³] | Quantità [kg/m²] | TOT [kg] |
|---------------------------------|------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|---------------|---------------|-----------------|------------------|---------------|
| Intonaco | 1,5 | KD2 + IGT1 | Fassa Bortolo Srl | Calliano (AT) | 160 km | Camion | 1300 | 39 | 105807 |
| Tramezzo in Poroton | 8 | Bio-Por | Fornace Lettizi Carrea Srl | Cambiano (TO) | 20 km | Camion | 775 | 124 | 336412 |
| Doppia lastra in cartongesso | 3 | Sistema Gyptotech | Fassa Bortolo Srl | Calliano (AT) | 160 km | Camion | 950 | 57 | 154641 |
| Isolante acustico lana di vetro | 8 | ISOVER MURAN 4+ | Saint-Gobain | Vicenza di Carevaglio (BG) | 183 km | Camion | 75 | 6 | 16278 |
| Doppia lastra in cartongesso | 3 | Sistema Gyptotech | Fassa Bortolo Srl | Calliano (AT) | 160 km | Camion | | | 613138 |
| Tramezzo in Poroton | 8 | Bio-Por | Fornace Lettizi Carrea Srl | Cambiano (TO) | 20 km | Camion | | | |
| Intonaco | 1,5 | KD2 + IGT1 | Fassa Bortolo Srl | Calliano (AT) | 160 km | Camion | | | |
| Totale | 33 | | | | | | | | |

Edit Material

Category: Renovation Work

Material (show all): Industry Average

Density: 1300

Description: Intonaco base-finitura

Material Quantity: 39 kg

Application Description: Industry Average

Construction Waste Factor: Unspecified

Lost or Damaged in Transport: 7.5 %

Material Life: 0 %

Maintenance or Repair Interval: 55 years

Maintenance Quantity: 0 years

Disposal or Recovery Method: 0 % of construction quantity

Transport Detail: Inert Waste Landfill

Material Selection:

- Industry Average
- Paper
- General
- Straw Bales
- Unspecified
- Plaster and Gypsum Derived Products
- Plaster
- Unspecified
- Industry Average

New Product Transport to Site

- Material Default
- Manual Locations
- Manual Distances**

Transport Mode: Rigid truck

Distance (km): 0

Transport Mode: Light Commercial

Distance (km): 0

Remove

Add

End of Life Disposal Transport from Site

Save

Scegliamo il material dalle librerie di eTool one di viene mostrate nel menu e tendina. Un volta scelto, la finestra si compiler automaticamente nei restanti campi, utilizzando i dati associate al material scelto, ma è possibile modificarli per adattarli il meglio al nostro caso.

Nell'esempio di vede che il valore della densità (modificato rispetto a quello di default dei materiali) è contrassegnato in rosso; questo perché il software riconosce e segnala che non appartiene al range di valori possibili (e potrebbe essere un errore). Nel nostro caso il valore è stato preso dalla scheda tecnica del prodotto.

Inseriamo la quantità [kg] del prodotto all'interno dell'unità di materiali considerate (1 mq di parete) ottenuto moltiplicando la densità per lo spessore.

Inseriamo i dati inerenti il trasporto.

In questa fase non sono stati modificati altri campi, che potranno essere rivisti successivamente, attraverso varianti di Design.

Work to existing building

There are no work to existing building work for this template.

Work to existing building

Global Warning Potential: GWP Chart

Global Warning Potential: GWP Chart

Over load risk for generated combinations.

Cliccando su + Add work to existing building aggiungiamo ogni materiale della stratigrafia

M1 Work to existing building

Global Warming Potential, GWP

| Category | Description | Quantity | Product Life | GM/Pkg CO2 eq |
|-------------------------------------|--|----------|--------------|---------------|
| Bricks, Blocks and Tiles | Clay Bricks and Tiles Unspecified Industry Average | 124 kg | 150 yrs | 39 |
| Renovation Work | Tramazzo in Poroson | | | 0 |
| Insulation | Blankets and Mats Glass Fibre Batts Unspecified Industry Average | 4 kg | 75 yrs | 21 |
| Renovation Work | Isolant Muplan Jr (na p-vetro) | | | 0 |
| Plaster and Gypsum Derived Products | Paper Unspecified Industry Average | 28 kg | 85 yrs | 28 |
| Renovation Work | Isolato basalt-fibra | | | 0 |
| Plaster and Gypsum Derived Products | Paper Board Unspecified Sheets Industry Average | 57 kg | 85 yrs | 59 |
| Renovation work | Drappa latera in cartongesso Gipsocor | | | 0 |
| EPDs | | | | 0 |
| Total | | | | 147 |

Global Warming Potential, GWP Chart

Global Warming Potential, GWP Chart

Una volta inseriti i materiali essi appariranno all'interno della finestra e sarà possibile editarli, ma una volta inseriti nel progetto (come vedremo dopo) potremo modificarli dal progetto stesso, ma la modifica riguarderà solo il template del progetto (e vogliamo modificare il template generale della libreria, dovremo poi reinserirlo nel progetto, perché non avviene automaticamente.)

M1 Action

Global Warming Potential, GWP

| Category | Description | Quantity | Product Life | GM/Pkg CO2 eq |
|---|---|----------|--------------|---------------|
| Recycle and Equipment | Person | | | 0 |
| Equipment | Equipment | | | 0 |
| Materials | Materials | | | 0 |
| Substructure | Substructure | | | 0 |
| Superstructure | Superstructure | | | 0 |
| Internal Finishes | Internal Finishes | | | 0 |
| Services equipment | Services equipment | | | 0 |
| Fit-out, Furnishings and equipment | Fit-out, Furnishings and equipment | | | 0 |
| Prehabilitated buildings and building units | Prehabilitated buildings and building units | | | 0 |
| Work to existing building | Work to existing building | | | 147 |
| External works | External works | | | 0 |
| Facilitating works | Facilitating works | | | 0 |
| Project/Design team | Project/Design team | | | 0 |
| Unfinished | Unfinished | | | 0 |
| Energy and in use | Operational Energy | | | 0 |
| Water Use | Water Use | | | 0 |
| Total | | | | 147 |

Global Warming Potential, GWP Chart

Global Warming Potential, GWP Chart

Template Summary

| Category | GM/Pkg CO2 eq |
|---------------|---------------|
| Products | 95 |
| Transport | 3 |
| Construction | 0 |
| Recurring | 44 |
| Energy | 0 |
| Water | 0 |
| End of Life | 6 |
| Energy Export | 0 |
| Product Reuse | 0 |
| Total | 147 |

Tornando alla schermata precedente, possiamo aggiungere al nostro Template tanti altri dati, ad esempio i valori corrispondenti mano d'opera e ai macchinari impiegati in cantiere per la costruzione, ma in questo caso, data la vastità del progetto, inseriremo questi dati separatamente dagli interventi effettuati, basandoci sul cronoprogramma dei lavori e su un'intervista in cantiere.

The screenshot shows the eToolLCD software interface. At the top, there is a navigation bar with 'Home', 'Library', 'Dialogue', and 'Request Quote'. Below this, a breadcrumb trail reads 'Palazzo Novocento > Residenziale > Design Base'. The main area is divided into several sections:

- Categories:** A list of categories including 'People and Equipment', 'Equipment', 'Machinery', and 'Substructure'. The 'Machinery' category is selected.
- Add Template Dialog:** A modal window titled 'Add Template' is open. It contains:
 - Work to existing building:** A dropdown menu with 'New Template' selected.
 - Validated templates only?:** A checkbox that is unchecked.
 - Choose Template:** A list of templates including 'Gres porcellanato', 'Insufflaggio', 'M1', 'M2', 'M5_a', 'M5_b', 'M5_c', 'M5_d', and 'M6'. 'M1' is selected.
 - Muri divisori unità:** A dropdown menu with 'Residence' selected.
 - Design Function:** A dropdown menu with 'M1' selected.
 - Design Template Quantity:** A text input field containing '2713 mq'.
 - Buttons:** 'Save & Add Another' and 'Save' buttons.
- Impact Summary:** A table showing the 'Global Warming Potential, GWP' for various categories. The table has columns for 'Products', 'Transport', 'Construction', 'Recurring', 'Energy', 'Waste', 'End of Life', 'Energy Export', 'Product Reuse', and 'Total'. All values are currently '0'. A note below the table states: 'Chart could not be generated, no information.'

Ritorniamo nella Home, all'interno del progetto e del nostro Design specifico, per inserire il template. Clicchiamo in alto a destra su **+Add Templates** e selezioniamo quello appena creato, facendo attenzione a mettere la categoria corretta (altrimenti non lo troviamo!). **IMPORTANTE:** inseriamo la quantità esatta del template (ovvero, in questo caso, i mq di parete nel nostro progetto)

Add Template

Category: Services equipment
 Search Template Name: [New Template](#)

Validated templates only
 Service / Disabled Style Lift Hoist Support

Choose Template

Very approximate material and assembly energy associated with a lift. Derived from plans and meeting with Master Lifts WA, based on the "Conessa" model. Maximum of 77 floors. Not appropriate for large apartment of office blocks.

Design Function: Residence
 New Element Name: Service / Disabled Style LP
 Design Template Quantity: 5 Cage

[Save & Add Another](#) [Save](#)

È possibile inserire elementi più complessi come ascensori o arredi fissi (come sanitari ecc) scegliendoli direttamente dalla libreria di etool e andando, eventualmente, a modificare di default. Bisogna stare attenti, infatti, perché i prodotti del software sono pensati per essere inseriti in un contesto Australiano e molti dati, ad esempio quelli dei trasporti, saranno da modificare, però sono un buon punto di partenza per elementi che corrispondono a prodotti e non a singoli materiali (come possono essere quelli della stratigrafia).

Una volta inseriti i diversi Templates possiamo vedere che, nella schermata generale del Design, vengono indicati i valori degli impatti ambientali corrispondenti (in questo caso il GWP) e si può procedere alla valutazione degli impatti.

Home Library Design Request Quote Reports

Project: Palazzo Novecento > Residence > IM Design Base

Categories
 Templates
 ETO
 Tools
 Actions
 Rooms
 Recommendations
 BIM 3D/2D
 Aests
 Docs
 Quality Checks
 Work Cms
 Import
 Collapse Vals

People and Equipment
 People
 Equipments
 Materials
 Substructure
 Superstructure
 Internal finishes
 Floors, Landings and equipment
 Services equipment
 Prefabricated building and building units
 Work on existing building
 Central works
 Finishing works
 Project/Design team
 Unclassified
 Design and Make
 Water Use
 Total

GWP kg CO2 eq
 123,842 [GWP](#)
 2,261 [GWP](#)
 0 [GWP](#)
 1,922 [GWP](#)
 11,048 [GWP](#)
 42,717 [GWP](#)
 86,676 [GWP](#)
 0 [GWP](#)
 1,472,313 [GWP](#)
 6,881 [GWP](#)
 0 [GWP](#)
 1,376,181 [GWP](#)

Impact Summary
 Global Warming Potential, GWP

| Category | Value |
|---|-----------|
| People | 123,842 |
| Equipments | 2,261 |
| Materials | 1,922 |
| Substructure | 11,048 |
| Superstructure | 42,717 |
| Internal finishes | 86,676 |
| Floors, Landings and equipment | 0 |
| Services equipment | 1,472,313 |
| Prefabricated building and building units | 6,881 |
| Work on existing building | 0 |
| Central works | 0 |
| Finishing works | 0 |
| Project/Design team | 0 |
| Unclassified | 0 |
| Design and Make | 0 |
| Water Use | 0 |
| Total | 1,376,181 |

Products: 994,760
 Transport: 123,313
 Construction: 20,944
 Accounting: 123,373
 Energy: 0
 Water: 0
 End of Life: 122,778
 Energy Export: 0
 Product Phase: -3,568
Total: 1,376,181

T D S P Report

Di recente il software ha cambiato gli strumenti offerti in base al tipo di registrazione abbonamento effettuato. La versione Open use, quella utilizzata per il presente lavoro di tesi, attualmente non consente più ai propri utenti la vision complete dei report, ma è comunque possibile ottenere una visualizzazione di tutti gli impatti associati alle fasi del ciclo di vita o ai diversi templates. Nel primo caso occorre cliccare nel bottone EN 15978 a sinistra della schermata di programma e selezionare l'indicatore di impatto ambientale e l'unità di misura con cui verranno visualizzati i risultati.

The screenshot displays the TDS P software interface for impact assessment. The top navigation bar includes 'Home', 'Library', 'Dialogs', 'Request Quote', and 'Sign Out'. The main content area is divided into several sections:

- Navigation Menu (Left):** Contains 'Categories', 'Templates', 'EPDs', 'Details', 'Functions', 'Reports', 'Recommendations', and 'EN 15978' (highlighted with a red box).
- Main Table:** A table with columns for 'Life Cycle Stage', 'Global Warming Potential, GWP (kg CO2 eq/m2 Global Floor Area/m2)', and 'Code'. The 'EN 15978' row is highlighted in red.
- Bar Chart:** A bar chart showing 'Global Warming Potential, GWP' for various categories. The 'Products' bar is highlighted in orange. A red box highlights the 'Global Warming Potential, GWP' dropdown menu, and a red arrow points from it to the chart.
- Summary Table (Right):** A table with columns for 'Global Warming Potential, GWP (kg CO2 eq/m2 Global Floor Area/m2)', 'Products', 'Transport', 'Construction', 'Recurring Energy', 'Water', 'End of Life', 'Energy Export', 'Product Reuse', and 'Total'. The 'Total' value is 33.883.

At the bottom of the interface, there is a note: 'Note: Zero values in the above table may indicate that the module is not included in the study.'

Selezione indicatore di impatto ambientale e unità di misura