

**ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA**

---

**SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA**

*Dipartimento di Architettura (D.A.)*

*CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA EDILE/ARCHITETTURA*

**TESI DI LAUREA**

in

**ARCHITETTURA TECNICA**

**FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA NELLA  
RIQUALIFICAZIONE ARCHITETTONICA ED ENERGETICA  
DEGLI EDIFICI ESISTENTI.  
IL CASO DEL QUARTIERE CORTICELLA A BOLOGNA**

CANDIDATO  
Dragonetti Lorna

RELATORE:  
Chiar.ma Prof. Arch. Annarita Ferrante

CORRELATORE  
Ing. Elena Cattani

Anno Accademico 2016/17

Sessione I

## INDICE

<b>INTRODUZIONE</b> .....	7
<b>Capitolo 1 – EFFICIENZA ENERGETICA : QUADRO NORMATIVO</b>	
<b>1.1 – Diagnosi energetica</b> .....	10
1.1.1 – Diagnosi energetica .....	11
1.1.2 – I dati energetici del quartiere Corticella a Bologna.....	12
<b>1.2 – Il quadro normativo per promuovere l’efficienza energetica degli edifici</b> .....	15
1.2.1 – Direttiva Europea 2002/91 EPBD.....	15
1.2.2 – Normativa Italiana .....	19
1.2.3 – Normativa Regionale dell’Emilia Romagna.....	26
<b>1.3 – Le ESCo in Italia e nel mondo</b> .....	30
1.3.1 – Processo di intervento di una ESCo .....	31
1.3.2 – Storia e sviluppo delle ESCo.....	32
1.3.3 – Finanziamento tramite terzi (FTT).....	37
1.3.4 – Forme contrattuali e di finanziamento .....	39
<b>Capitolo 2 – ANALISI DELLO STATO DI FATTO E PRESENTAZIONE DELLE ADDITION</b>	
<b>2.1 – Analisi del sito e Analisi SWOT</b> .....	43
2.1.1 – Il quartiere Corticella .....	44
2.1.2 – Analisi Swot .....	50
<b>2.2 – Presentazione Addition</b> .....	53
<b>2.3 – I casi di studio</b> .....	55
2.3.1 – Il complesso G1 .....	57
2.3.2 – L’edificio G2 .....	61
2.3.3 – Il complesso G3 .....	62
2.3.4 – L’edificio G4 .....	65

2.3.5 – L’edificio G5 .....	66
2.3.6 – L’edificio G6 .....	67
2.3.7 – L’edificio G7 .....	68
2.3.8 – Il complesso G8 .....	69
<b>2.4 – Descrizione delle caratteristiche tecniche e delle prestazioni ambientali degli edifici .....</b>	<b>70</b>
<b>2.5 – Descrizione delle caratteristiche tecniche della riqualificazione e delle addition.....</b>	<b>75</b>
2.5.1 – Analisi e soluzioni tecniche per la deep renovation .....	75
2.5.2 – Analisi e soluzioni tecniche per le addition.....	76
2.5.3 – Progetto degli assistant buildings.....	78
<b>Capitolo 3 – FATTIBILITÀ ECONOMICA DELL’INTERVENTO</b>	
3.1 – <b>Calcolo dei costi unitari e dei pacchetti .....</b>	<b>79</b>
3.2 – <b>Calcolo dei costi per i singoli casi di studio .....</b>	<b>96</b>
3.2.1 – Il complesso G1 .....	97
3.2.2 – L’edificio G2 .....	101
3.2.3 – Il complesso G3 .....	102
3.2.4 – L’edificio G4 .....	105
3.2.5 – L’edificio G5 .....	106
3.2.6 – L’edificio G6 .....	107
3.2.7 – L’edificio G7 .....	108
3.2.8 – Il complesso G8 .....	109
3.3 – <b>Stima di vendita delle nuove unità immobiliari.....</b>	<b>111</b>
3.4 – <b>Criteri scelti per l’analisi: profitto economico, ristrutturazione architettonica (metri quadri-qualità) e risparmio energetico.....</b>	<b>113</b>
3.4.1 – Analisi sul profitto economico.....	114
3.4.2 – Analisi sui metri quadri di riqualificazione architettonica .....	142
3.4.3 – Analisi sulla riqualificazione energetica.....	155

<b>3.5 – Dal singolo edificio alla scala di comparto: la scelta degli scenari e delle combinazioni ottimali .....</b>	<b>161</b>
3.5.1 – Scelta degli scenari e delle combinazioni ottimali per massimizzare il profitto economico .....	167
3.5.2 – Scelta degli scenari e delle combinazioni ottimali per la riqualificazione architettonica .....	163
3.5.3 – Scelta degli scenari e delle combinazioni ottimali per la riqualificazione energetica.....	169

## **Capitolo 4 – CALCOLO DEL PAYBACK TIME E SCELTA DELL'INTERVENTO OTTIMALE**

4.1 – Calcolo del Payback time, formule e principi .....	171
4.2 – Payback time degli interventi ottimali per il profitto economico .....	172
4.3 – Payback time degli interventi ottimali per la riqualificazione architettonica .....	173
4.4 – Payback time degli interventi ottimali per il risparmio energetico .....	174
4.5 – Interpolazione dei risultati precedenti a scala architettonica e di comparto .....	181
4.6 –Scelta dell'intervento migliore per il comparto, payback time e considerazioni.....	182
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>197</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>203</b>

**ALLEGATI:**

**Stato di fatto del comparto .....**

**Tavole riassuntive relative alle addition.....**

- 1- TYPE G1.1 .....
- 2- TYPE G1.2 .....
- 3- TYPE G1.3 .....
- 4- TYPE G1.4 .....
- 5- TYPE G2 .....
- 6- TYPE G3.1 .....
- 7- TYPE G3.2 .....
- 8- TYPE G3.3 .....
- 9- TYPE G4 .....
- 10- TYPE G5 .....
- 11- TYPE G6 .....
- 12- TYPE G7 .....
- 13- TYPE G8 .....

**Prospetto dei costi per i vari scenari e scelta dell'intervento ottimale ..**

- 1- TYPE G1 .....
- 2- TYPE G1.2 .....
- 3- TYPE G1.3 .....
- 4- TYPE G1.4 .....
- 5- TYPE G2 .....
- 6- TYPE G3.1 .....
- 7- TYPE G3.2 .....
- 8- TYPE G3.3 .....
- 9- TYPE G4 .....
- 10- TYPE G5 .....
- 11- TYPE G6 .....
- 12- TYPE G7 .....

13– TYPE G8.....

**Analisi della fattibilità tecnico-economica .....**

1– Interventi mirati a massimizzare il profitto economico.....

2– Interventi mirati a massimizzare la riqualificazione architettonica.....

3– Interventi mirati a la riqualificazione energetica .....

**Calcolo del payback time per gli scenari e le combinazioni ottimali.....**

1–Calcolo del payback time degli Interventi mirati a massimizzare il profitto economico .....

2– Calcolo del payback time degli Interventi mirati a massimizzare la riqualificazione architettonica .....

3– Calcolo del payback time degli Interventi mirati a massimizzare la riqualificazione energetica .....

4– Calcolo del payback time degli Interventi mirati ottimali per i singoli edifici e per il comparto per trarre il maggior vantaggio economico, architettonico ed energetico .....

5– Masterplan della combinazione ottimale .....

**RINGRAZIAMENTI.....**

## INTRODUZIONE

Negli ultimi anni siamo testimoni di una costante crescita di consapevolezza e di interesse riguardo argomenti come risparmio energetico, consumo di combustibili fossili e ecologia. Spesso, però, l'utente medio conosce le emissioni della sua automobile e fa la raccolta differenziata, ma non sa quantificare il "peso" ecologico della sua abitazione. Anche a fronte di finanziamenti pubblici e prospettive di risparmio sulle utenze di gas e luce pochi proprietari immobiliari si impegnano con un progetto di riqualificazione energetica.

Nel 2010 la Comunità Europea ha intrapreso un percorso denominato Europa 2020. Oltre tematiche di ordine sociale ed economico, gli stati membri si sono impegnati a ridurre del 20% le emissioni di anidride carbonica rispetto al 1990, ricavare il 20% del fabbisogno energetico da fonti rinnovabili, aumentare del 20% l'efficienza energetica. In questo quadro un ruolo importante viene giocato proprio dall'edilizia, e più in particolare quella residenziale. Si stima, infatti, che circa il 40% del consumo energetico nell'UE provenga proprio dal settore edilizio. Diventa, quindi, evidente come non basti imporre standard prestazionali sulle nuove costruzioni, ma intervenire anche sul patrimonio immobile esistente.

In Italia una grande percentuale degli edifici residenziali ha un'età compresa tra i 40 e i 50, per questo motivo negli ultimi anni ha avuto sempre maggiore importanza l'ambito del recupero edilizio, è in questa direzione che vengono usati la maggior parte degli investimenti economici tramite *interventi di manutenzione straordinaria e progetti di rinnovamento edilizio*.

Lavori di ristrutturazione importanti sono, ad ogni modo, rari durante la vita utile di un edificio ed è proprio per questo che sia come singoli utenti, sia come comunità è necessario investire anche in progetti di riqualificazione energetica, non solo architettonica.

In questo lavoro di tesi si affronterà il problema della fattibilità economica di tali interventi di riqualificazione, cercando di dimostrare come attraverso progetti più ampi, che permettano di riattivare il mercato immobiliare, è possibile ridurre drasticamente il tempo di ritorno degli investimenti necessari. Verranno studiate diverse soluzioni in modo da riuscire ad individuare quelle ottimali per il rendimento energetico ed economico.

Lo studio verrà affrontato sul comparto di Corticella nella periferia bolognese, su un totale di 22 edifici. Una volta trovato l'intervento ottimale su ognuno dei casi di studi si cercherà di capire se è possibile applicare questa strategia anche a scala urbana, andando a vedere come cambiano i risultati se si tratta il comparto come un unico caso di studio piuttosto che come un insieme di diversi edifici.

## **CAPITOLO 1**

### **EFFICIENZA ENERGETICA: QUADRO NORMATIVO**

#### **1.1 DIAGNOSI ENERGETICA**

L'obiettivo di questa tesi è stima della fattibilità tecnico-economica della riqualificazione energetica del quartiere Corticella a Bologna.

L'obiettivo è quello di raggiungere una maggiore efficienza dal punto di vista energetico. Il primo passo da compiere è quello dell'analisi dello stato di fatto per definire le strategie da seguire per le fasi successive riguardanti sia ipotesi progettuali che il loro relativo costo.

### 1.1.1 DIAGNOSI ENERGETICA

La *diagnosi energetica* o *audit energetico*, ha l'obiettivo di individuare le inefficienze, si pone come obiettivo l'individuazione delle inefficienze del sistema edificio–impianto nelle sue correnti condizioni di esercizio. Questo è un processo estremamente personalizza volto alla ricerca delle soluzioni mirate per i problemi dell'edificio in esame. A differenza di quanto accade per la certificazione energetica nei casi di ristrutturazione e di nuova costruzione, dove questa può essere usata come strumento per verificare le operazioni del progettista, nel caso di valutazione energetica di un edificio esistente l'esame deve essere specificatamente rivolto all'interazione tra struttura e impianti.

Questa valutazione può essere suddivisa in fasi, quali:

- raccolta della documentazione disponibile;
- verifica ed eventuale integrazione dei dati necessari per eseguire il calcolo energetico;
- esecuzione del calcolo energetico per la determinazione delle prestazioni energetiche tramite software accreditati;

Una buona valutazione parte dal recupero di dati tecnici completi. Per avere una vera e propria *diagnosi* è necessario integrare questa raccolta con l'analisi tecnico-tecnico economica dei flussi di energia.

I risultati di questa diagnosi è la possibilità di:

- definire il bilancio energetico dell'edificio;

- individuare gli interventi necessari per la riqualificazione tecnologica
- valutare per ogni intervento le possibilità tecniche ed economiche;
- migliorare le condizioni di comfort e di sicurezza , riducendo le spese dell'utente.

Ci sono diverse tipologie di diagnosi energetica :

### **1.1.2 I DATI ENERGETICI DEL QUARTIERE CORTICELLA A BOLOGNA**

La zona di Corticella in esame comprende un insieme di 21 edifici residenziali e 5 pubblici alimentati da un sistema di teleriscaldamento. Questo determina chiaramente un legame dal punto di vista impiantistico ed energetico.

I vari edifici sono già stati soggetti di valutazioni energetiche che hanno mostrato un quadro estremamente vario ma che in generale, necessita di un intervento di riqualificazione. L'Ep medio è, infatti, di circa 140 kWh/m<sup>2</sup>a. Da questi dati di partenza, assieme al lavoro svolto dal team di A.B.R.A. si sono cercate soluzioni che potessero essere performanti per tutto il comparto e che andassero a diminuire anche il tempo di ritorno degli investimenti necessari.



Figura 1. Il quartiere Corticella

Gli interventi non sono limitati all'involucro ma si articolano in vari sistemi come l'introduzione di serre bioclimatiche, che è responsabile di un sostanziale incremento degli apporti solari gratuiti, insieme all'aggiunta volumetrica di balconi ad ovest per l'ombreggiamento. Inoltre vengono presi in considerazione un impianto fotovoltaico e solare termico.

Per andare ad abbassare ulteriormente il tempo di ritorno, ove possibile si è prevista la costruzione dei cosiddetti "*assistant building*", nuove costruzioni ad alto rendimento energetico la cui vendita va ad ammortizzare le spese iniziali.

Un'ulteriore ipotesi si è fatta su quali attori economici possano attuare progetti del genere, andando a confluire sulla scelta del modello ESCO di cui si parlerà più avanti.

## 1.2 IL QUADRO NORMATIVO PER PROMUOVERE L'EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI

Nel 2007 i paesi membri si sono impegnati a promuovere e raggiungere nuovi obiettivi di efficienza energetica, in particolare gli obiettivi sono:

1. **ridurre le emissioni di gas serra del 20%** rispetto ai livelli del 1990 entro il 2020. L'UE è pronta ad andare oltre e prevedere una riduzione del 30% se gli altri paesi sviluppati si assumono un impegno analogo e i paesi in via di sviluppo contribuiscono secondo le proprie capacità nell'ambito di un accordo globale
2. aumentare la proporzione delle **energie rinnovabili** nel consumo finale **al 20%**
3. cercare di **aumentare del 20% l'efficienza energetica**.

Prima di questo impegno, comunque la normativa europea aveva già posto le basi attraverso diverse direttive.

### 1.2.1 DIRETTIVA EUROPEA 2002/91 EPBD

La direttiva europea 2002/91/CE, nota come direttiva EPBD o *Energy Performance Building Directive* mostra la presa di coscienza della comunità europea di orientare le scelte nel settore edile verso una maggiore efficienza energetica. Nel 2000 viene pubblicato il primo Libro Verde sull'Efficienza Energetica "*Verso una strategia europea di sicurezza dell'approvvigionamento energetico*". Come si evince dal titolo il focus è sull'approvvigionamento, poiché gestire gli aspetti critici

della domanda di energia di un paese porta benefici sul piano politico ed economico. La pubblicazione delinea un piano a lungo termine in base al quale l'offerta viene riequilibrata in modo da favorire una domanda controllata e una riduzione dei consumi. L'obiettivo è quello di ridurre le emissioni generate dal consumo di combustibili fossili puntando sulle fonti rinnovabili la cui quota dovrà essere portata dal 6% al 12% nel bilancio energetico e fino al 22% nella produzione elettrica. Il tutto può essere attuato aumentando gli investimenti nel settore delle rinnovabili sottraendoli a quelli sulle fonti tradizionali. Per quanto riguarda, poi, la domanda si evidenzia come le detrazioni fiscali possano fare da motore per aumentare la domanda verso consumi più razionali.

La direttiva EPBD si preme di promuovere un miglioramento dell'efficienza energetica attraverso cinque disposizioni riguardo:

1. Il quadro generale di una metodologia per il calcolo del rendimento energetico integrato degli edifici;
2. L'applicazione dei requisiti minimi in materia del rendimento energetico di nuova costruzione;
3. L'applicazione dei requisiti minimi in materia di rendimento energetico degli edifici esistenti di grande metratura sottoposti ad importanti ristrutturazioni;
4. La certificazione energetica degli edifici;
5. L'ispezione periodica delle caldaie e dei sistemi di condizionamento d'aria degli edifici, nonché una perizia del complesso degli impianti termici le cui caldaie abbiano più di quindici anni.

Si ribadisce anche la necessità di una metodologia di calcolo del rendimento energetico di un edificio che tenga conto dei seguenti aspetti:

- caratteristiche termiche dell'edificio (murature esterne, divisioni interne, ecc.);
- impianto di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria, comprese le relative caratteristiche di coibentazione;
- sistema di condizionamento dell'aria;
- ventilazione;
- impianto di illuminazione incorporato (principalmente per il settore non residenziale);
- posizione ed orientamento degli edifici, compreso il clima esterno
- sistemi solari passivi e protezione solare;
- ventilazione naturale;
- qualità climatica interna.

Nel calcolo bisogna considerare inoltre vantaggi derivanti da :

- sistemi solari attivi ed altri impianti di generazione del calore ed elettricità a partire da fonti energetiche rinnovabili;
- sistemi di cogenerazione dell'elettricità;
- sistemi di riscaldamento e condizionamento a distanza (complesso di edifici/condomini);
- illuminazione naturale.

Nell'articolo 4 si ribadisce la necessità di un metodo di valutazione comune, definendo i requisiti minimi di prestazione energetica non solo degli edifici di nuova costruzione ma anche quelli esistenti, suggerendo

anche la revisione di questi ultimi ogni 5 anni per adeguarsi all'evoluzione dei progressi tecnici.

Nel 2005 viene pubblicato il Libro Verde “ *Fare di più con meno*” che delinea le possibili strategie da attuare per raggiungere tre obiettivi:

- sviluppo sostenibile;
- competitività;
- sicurezza dell'approvvigionamento.

Dopo l'emanazione della direttiva EPBD in molti paesi hanno emesso sistemi di certificazione energetica per valutare le prestazioni dell'edificio durante l'intero ciclo di vita e il loro impatto ambientale.

La Commissione europea ha quindi predisposto un pacchetto di norme tecniche su cui poi i vari paesi avrebbero potuto sviluppare le proprie procedure. Le norme possono essere acquisite dalle organizzazioni nazionali di normazione (es. UNI in Italia).

La direttiva è stata abrogata il 1° Febbraio 2012 dalla direttiva 2010/31/UE (rifusione) che è entrata in vigore nel luglio del 2010, la quale semplifica le disposizioni delle direttive precedenti e rafforza i requisiti di prestazione energetica per quanto riguarda:

il quadro comune generale di una metodologia per il calcolo della prestazione energetica integrata degli edifici e delle unità immobiliari;

- l'applicazione di requisiti minimi alla prestazione energetica di edifici e unità immobiliari di nuova costruzione, stabilendo, ad esempio, che tutti gli edifici di nuova costruzione dovranno essere edifici a energia quasi zero entro il 31 dicembre 2020;
- l'applicazione di requisiti minimi alla prestazione energetica, in particolare di: edifici esistenti, elementi edilizi sottoposti a ristrutturazioni importanti e

sistemi tecnici per l'edilizia quando sono installati, sostituiti o sono oggetto di un intervento di miglioramento;

- la certificazione energetica degli edifici o delle unità immobiliari, l'ispezione periodica degli impianti di riscaldamento e condizionamento d'aria negli edifici, i sistemi di controllo indipendenti per gli attestati di prestazione energetica e i rapporti di ispezione.

La direttiva stabilisce i requisiti minimi ma i vari stati possono introdurre altre misure. Nel 2013 la Commissione ha pubblicato una relazione che valuta l'efficacia del sostegno finanziario all'efficienza energetica degli edifici. Nel 2014 un'altra relazione viene redatta per fornire orientamenti tecnici relativi ai finanziamenti della riqualificazione energetica.

### **1.2.2 LA NORMATIVA ITALIANA**

Il primo quadro normativo italiano che tratta in maniera compiuta il tema dell'efficienza energetica è la legge 10/91 "Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale di energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia", essa riguarda tutti i settori ma in particolare per il settore edilizio prevede:

- l'obbligo della certificazione energetica degli edifici pubblici e privati per nuove costruzioni e nel recupero del patrimonio esistente a seconda della tipologia dell'intervento, come nei casi di compravendita o locazione con validità di 5 anni;
- la regolamentazione per l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici con la predisposizione di un programma di ispezioni regolari, l'adozione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione per gli impianti di riscaldamento a servizio di

nuove costruzioni, l'incentivazione all'utilizzo di impianti solari, pompe di calore e la promozione di tutti gli interventi per il contenimento e l'efficienza energetica, obbligatori per una quota parte dei consumi negli edifici pubblici;

- la regolamentazione del grado di isolamento termico dell'involucro edilizio attraverso la valutazione del coefficiente volumico di dispersione Cd ;
- l'introduzione di finanziamenti per gli investimenti nell'efficienza energetica per un periodo di tre anni.

La direttiva 2002/91/CE viene attuata tramite l'emanazione del DLgs 19 agosto 2005, n°192. In esso viene abrogato l'articolo 4 comma 1 e 2 della precedente legge che “definisce i criteri generali tecnico-costruttivi e le tipologie per l'edilizia sovvenzionata e convenzionata nonché per l'edilizia pubblica e privata, anche riguardo alla ristrutturazione degli edifici esistenti, al fine di favorire ed incentivare l'uso razionale dell'energia, il contenimento dei consumi di energia nella produzione o nell'utilizzo di manufatti.”

Entro un anno dall'entrata in vigore di tale decreto è obbligatoria la certificazione energetica per gli edifici di nuova costruzione e per quelli interessati da ristrutturazioni, prevedendo, inoltre, un'applicazione graduale delle disposizioni in base al tipo di intervento. Il certificato ha validità di 10 anni ed è aggiornato ad ogni intervento di modifica della prestazione energetica.

L'attestato deve infine essere corredato da suggerimenti in merito agli interventi più significativi ed economicamente convenienti per il miglioramento della predetta prestazione, in una logica costi-benefici.

Successivamente con il DLgs 311/06 “Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 192/05” si amplia l’ambito di applicazione delle prescrizioni di legge come ad esempio i nuovi impianti installati negli edifici esistenti, l’inclusione degli ampliamenti volumetrici ( all’infuori quelli superiori al 20% dell’edificio esistente) e la possibile inclusione degli immobili tutelati ai sensi della parte deconda del Dlgs 42/04 a meno che le prescrizioni non vadano ad alterare i caratteri storici o artistici. Rimangono esclusi i fabbricati industriali, artigianali e non residenziali quando “gli ambienti sono riscaldati per esigenze di processo produttivo o utilizzando reflui energetici del processo produttivo non altrimenti utilizzabili” e “i fabbricati isolati con una superficie utile totale inferiore a 50 mq.”

Essendosi rafforzato il ruolo delle Regioni e delle provincie autonome, queste hanno dovuto predisporre entro il 31 Dicembre 2008 un Programma di sensibilizzazione energetica del parco immobiliare territoriale, che comprenda anche l’applicazione di un sistema di certificazione energetica coerente con i principi del decreto, invitandole a promuovere strumenti di finanziamento agevolato per la realizzazione di interventi di riqualificazione. Viene introdotto l’obbligo per enti territoriali e locali di includere nelle normative e strumenti urbanistici di propria competenza le norme contenute nel decreto precedente con particolare riferimento alle “soluzioni tipologiche e tecnologiche volte all’uso razionale dell’energia e all’uso di fonti energetiche rinnovabili, con indicazioni anche in ordine all’orientamento e alla conformazione degli edifici da realizzare per massimizzare lo sfruttamento della radiazione solare e con particolare cura nel non penalizzare, in termini di volume edificabile, le scelte conseguenti.”

Il DLgs 311/06 come il DLgs 192/05 prevede l'emanazione di tre provvedimenti attuativi in relazione alla certificazione energetica degli edifici:

- 1) Un regolamento che determini le metodologie di calcolo e i requisiti minimi per la prestazione energetica degli edifici e degli impianti termici per la climatizzazione invernale e per la preparazione dell'acqua calda sanitaria, in materia di progettazione di edifici e di progettazione, installazione, esercizio, manutenzione e ispezione degli impianti termici.
- 2) Un regolamento che determini i criteri di riconoscimento per assicurare la qualificazione e l'indipendenza degli esperti e degli organismi a cui affidare la certificazione energetica degli edifici e le ispezioni degli impianti di climatizzazione.
- 3) Un decreto interministeriale (Sviluppo-Ambiente-Infrastrutture) per l'emanazione delle procedure applicative della certificazione energetica degli edifici che contiene, in allegato, le Linee guida nazionali.

Successivamente, nel Marzo 2008 la Conferenza Stato Regioni si è dichiarata favorevole sui decreti attuativi dei due decreti e sulle Linee Guida Nazionali per la certificazione energetica degli edifici.

Di seguito i punti principali dei testi predisposti dai Ministeri competenti.

Primo regolamento:

- definisce le metodologie di calcolo della prestazione energetica degli edifici individuandole nelle norme tecniche UNI, derivate dalle norme predisposte dal CEN su incarico della Commissione europea;

- fissa i requisiti minimi della prestazione energetica degli edifici nuovi ed esistenti confermando i precedenti con l'aggiunta di ulteriori disposizioni, tra cui:
  - valori di trasmittanza limite per porte, finestre ecc.;
  - valore massimo ammissibile della prestazione energetica per il raffrescamento estivo;
  - limitazioni alla decentralizzazione degli impianti termici e disposizioni per un graduale passaggio alla contabilizzazione del calore negli impianti di riscaldamento condominiali;
  - una diversa articolazione degli obblighi di trattamento dell'acqua per gli impianti di riscaldamento;
  - una valutazione di utilizzo, nelle ristrutturazioni di edifici esistenti, di pellicole filtranti per le superfici vetrate ai fini contenere l'oscillazione termica estiva negli ambienti;
  - la sostituzione del parametro di valutazione della qualità delle pareti a contenere l'oscillazione termica estiva: non più solo inerzia termica ma anche isolamento della parete, in linea con le più recenti norme tecniche europee;
- impone l'aggiornamento delle norme tecniche disponibili in funzione del progressivo recepimento delle norme tecniche europee nel sistema nazionale.
- definisce i criteri generali e requisiti per l'esercizio, la manutenzione e l'ispezione degli impianti termici;
- pone elementi di flessibilità che possono essere utilizzati dalle Regioni per la stesura di provvedimenti perché possano essere più aderenti alle specificità territoriali. In particolare riguardo: le metodologie di calcolo, i requisiti minimi della prestazione

energetica, le procedure di realizzazione delle ispezioni sugli impianti di climatizzazione;

- fissa il riferimento nazionale nei confronti del quale devono essere garantite le prestazioni degli strumenti applicativi delle metodologie di calcolo e indica le modalità di modifica dell'allegato al regolamento;
- afferma che all'attuazione del regolamento si provvede senza nuovi o maggiori oneri per la finanza pubblica.

Secondo regolamento (richiama le definizioni della Direttiva europea e del DLgs 192/05) :

- definisce i criteri di riconoscimento degli esperti e degli organismi incaricati di fornire il servizio di certificazione energetica;
- individua i soggetti qualificati all'attività di certificazione energetica negli enti locali, gli organismi pubblici operanti nel settore energetico, i tecnici abilitati , gli organismi di ispezione nel settore delle costruzioni edili e dell'impiantistica connessa e società di servizi energia (ESCO);
- indica gli elementi a garanzia dell'indipendenza e imparzialità dell'operato dei certificatori e conferma la valenza di atto pubblico dell'attestato di certificazione;
- fornisce i criteri di controllo e di raccordo della qualità del servizio di certificazione energetica, a cura delle Regioni;
- fissa gli elementi di flessibilità che possono essere utilizzati dalle Regioni per la stesura dei propri provvedimenti rispetto a: metodologie di calcolo, requisiti minimi della prestazione energetica, formazione, elenchi dei soggetti certificatori ecc.;

- introduce misure semplificative sull'aggiornamento dell'attestato di certificazione energetica in caso di riqualificazioni puramente impiantistiche.

Il Decreto interministeriale:

- definisce e riporta in allegato le Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici;
- fissa elementi di flessibilità che possono essere utilizzati dalle stesse amministrazioni per la stesura di provvedimenti regionali;
- individua nell'istituzione di un Tavolo di confronto e coordinamento presso il Ministero dello Sviluppo Economico lo strumento primario per il raccordo tra le amministrazioni nazionali, regionali e locali;
- indica i criteri per la validità temporale dell'attestato di certificazione e modalità per il suo aggiornamento integrandole e coordinandole con le normative vigenti in materia di efficienza energetica degli impianti di riscaldamento;
- definisce le metodologie di calcolo compatibili con il sistema di incentivi pubblici;
- afferma che alla attuazione del decreto si provvede senza nuovi o maggiori oneri per la finanza pubblica.

Negli anni successivi ci saranno diversi decreti e il quadro normativo diventa piuttosto frammentario. La Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica è stata recepita con il DLgs 102/2014, l'Italia si impegna con esso a raggiungere gli obiettivi del cosiddetto "pacchetto clima-energia 20/20/20".

Nel giugno 2015 il nuovo decreto interministeriale pone nuove regole come:

- Favorire l'applicazione omogenea e coordinata dell'attestazione della prestazione energetica degli edifici e delle unità immobiliare su tutto il territorio nazionale
- Fornire schemi e modalità di riferimento per la compilazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici
- Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici

Infine, il DM 11 gennaio 2017 aggiorna il DM 24 dicembre 2015 riguardo i "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici"

### **1.2.3 LA NORMATIVA REGIONALE DELL'EMILIA ROMAGNA**

Il primo passo normativo della regione Emilia Romagna in materia di efficienza energetica è la Legge Regionale 26/2004 "Disciplina della programmazione energetica regionale". I requisiti in materia energetica vengono però presentati con l'attuazione del D.A.L. 156/08, "Atto di Indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione degli edifici". Esso è l'attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico nell'edilizia e della direttiva 2006/32/CE concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia. La delibera dell'Assemblea, in sintonia con quanto previsto dal Piano energetico regionale, rafforza i requisiti prestazionali relativi agli edifici fissati dal legislatore nazionale, in particolare per quello che riguarda il comportamento energetico degli edifici in regime estivo e il ruolo delle fonti rinnovabili per la copertura dei consumi di energia primaria.

Alcuni Allegati tecnici dell'Atto sono stati successivamente modificati con Delibera di Giunta Regionale n. 1362 del 21 settembre 2009 "Modifica agli allegati tecnici della Deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 156/2008". Si fissano nell'Atto, in particolare, i requisiti minimi di rendimento energetico degli edifici, prevedendo una loro applicazione integrale nel caso di edifici di nuova costruzione o di ristrutturazione integrale di edifici di superficie superiore a 1000 metri quadri. É invece prevista un'applicazione limitata al rispetto di specifici parametri e livelli prestazionali nel caso di ristrutturazioni parziali, manutenzione straordinaria dell'involucro edilizio, recupero di sottotetti, nuova installazione o ristrutturazione di impianti termici.

Il rispetto dei requisiti minimi di efficienza energetica è obbligatorio per gli interventi il cui titolo abilitativo sia stato richiesto dopo il 1° luglio 2008. Anche in relazione all'emanazione di provvedimenti nazionali in materia di certificazione energetica (DM 26 giugno 2009) si ricorda che nella Regione Emilia Romagna, la procedura di certificazione energetica rimane regolata unicamente dal D.A.L. 156/08 (punto 5 e relativi allegati 5, 6, 7 e 8): conseguentemente, gli unici attestati di certificazione energetica validi ai sensi della disciplina regionale sono quelli registrati nel relativo sistema informatizzato attivato dalla Regione.

Il sistema di certificazione energetica della Regione Emilia-Romagna è divenuto operativo con l'emanazione della Delibera di Giunta Regionale n. 1050 del 7 luglio 2008: con essa si è istituito, presso il Servizio Politiche Energetiche della Regione, l'Organismo di Accreditamento dei soggetti certificatori (ai sensi dell'art.6 del D.A.L. n.156/08)

Nel 2011 è stata pubblicata la DGR 1362/2011 con nuove disposizioni in materia di rendimento energetico degli edifici. Con questo provvedimento, l'Emilia Romagna è la prima Regione in Italia a recepire nella propria disciplina le disposizioni del D.Lgs. 28/2011 in materia di integrazione di impianti ad energia rinnovabile negli edifici. Rispetto alla precedente disciplina, le principali modifiche riguardano appunto la dotazione di impianti a fonte rinnovabile per gli edifici di nuova costruzione o soggetti a ristrutturazione rilevante. I nuovi standard prestazionali vigenti a partire dal 31 maggio 2012 sono:

- la copertura mediante FER del 50% del fabbisogno di energia per la produzione di ACS
- la copertura del 35% della somma dei consumi complessivamente previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento
- installazione di impianti di produzione di energia elettrica da FER per una potenza pari a  $P = S_q/65$  kW con  $S_q$  = superficie coperta: proiezione sul piano orizzontale della sagoma planivolumetrica di un edificio.

Tali obblighi si intendono soddisfatti anche mediante il collegamento alle reti di teleriscaldamento, che copra l'intero fabbisogno di calore per il riscaldamento degli ambienti e la fornitura di acqua calda sanitaria.

Sempre in materia di fonti rinnovabili, la nuova disciplina introduce specifici criteri per la determinazione della quantità di energia resa disponibile dalle pompe di calore e qualificabile come rinnovabile. Un'altra significativa modifica riguarda l'attestato di certificazione energetica degli edifici: a partire da oggi, infatti, l'indice di prestazione

energetica e la relativa classe contenuti nell'attestato devono essere riportati negli annunci commerciali di vendita di edifici o di singole unità immobiliari. Da segnalare, infine, la possibilità di ottenere un bonus volumetrico del 5%, per edifici di nuova costruzione o ristrutturazioni rilevanti, se si aumenta del 30% la dotazione minima di energia da fonti rinnovabili.

La L.R. 26/2004 viene modificata dalla Legge Regionale 7/2014 che va ad attuare la direttiva 27/2012/UE, nel luglio 2015 tramite il DGR 967 viene approvato l'atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici, si modificano gli ambiti di applicazione e viene definito l'edificio ad energia quasi zero.

### 1.3 LE ESCo IN ITALIA E NEL MONDO

Per completare il quadro normativo, è utile in questo momento, un excursus sulla figura delle ESCo, la loro storia e il loro inquadramento legislativo, poiché esse rappresentano il pubblico ideale al quale si rivolge questo lavoro di Tesi di Laurea.

Le ESCo ( Energy Service Company) sono società che operano nel campo della riqualificazione energetica assumendosi gli oneri dell'intervento, i benefici invece saranno poi divisi tra il cliente e la società stessa.

Ci sono diversi modi in cui le ESCo operano sul mercato:

- finanziando e sviluppando progetti di riqualificazione energetica;
- assumendosi il rischio economico e tecnologico dell'intervento di riqualificazione energetica per il cliente (compresi i costi di manutenzione)
- fornendo un insieme di servizi per la realizzazione e la successiva gestione di interventi per la riqualificazione energetica che viene compensata in base ai risultati attesi con i risparmi conseguiti.

Le ESCo possono formarsi con origini e caratteristiche diverse (Imprese impiantistiche, società estemporanee, società energetiche pubbliche o miste etc).

A differenza dell'Energy Service Provider Company (ESPC), che viene pagata in percentuale in base all'entità dello studio e dell'intervento, una ESCo si assume i rischi economici di prestazioni inferiori a quelle previste.

### 1.3.1 PROCESSO DI INTERVENTO DI UNA ESCO

Il processo di intervento di una ESCo si può suddividere in diverse fasi:

- Diagnosi energetica di impianti e edifici, individuando i problemi e le inefficienze (In Italia la diagnosi energetica si effettua secondo le indicazioni della norma UNI CEI/TR 11428:2011) e progetto di massima dei possibili interventi da effettuare
- Verifica che gli impianti del cliente siano conformi alle normative vigenti, eventuale messa a norma e garanzia di rispondenza ai requisiti
- Studi di fattibilità, analisi economica
- Progetto esecutivo degli interventi da realizzare
- Realizzazione degli interventi, con acquisto delle apparecchiature richieste, installazione, messa in esercizio e collaudo
- Finanziamento dell'intervento, con recupero dell'investimento effettuato in proprio tramite i risparmi conseguiti nei costi di esercizio storicamente sostenuti dal cliente ("finanziamento tramite terzi")
- Messa in esercizio degli impianti garantendo i risultati attesi
- Acquisto e fornitura delle risorse necessarie per il funzionamento degli impianti
- Gestione e manutenzione ordinaria e straordinaria per il tempo previsto nel contratto
- Monitoraggio e continua verifica dei risultati conseguiti e delle prestazioni attese.
- Garanzia su tali risultati, assumendo il rischio dell'eventuale

mancato raggiungimento delle prestazioni garantite,

- Pagamento basato sui risultati raggiunti e sui risparmi conseguiti

Tutto il processo può essere svolto dalla ESCO interamente o in parte (es. subappalti), mantenendone la responsabilità di riuscita.

I vantaggi che l'utente riceve dal rivolgersi ad una ESCo sono molteplici, come ad esempio:

- la possibilità di realizzare interventi di miglioramento energetico, senza disporre le risorse finanziarie richieste
- realizzazione degli interventi da parte di soggetti con competenze tecniche adeguate
- gestione e manutenzione affidate a competenze specializzate
- riduzione dei costi e miglioramento della qualità degli ambienti
- ottenere risultati in termini di risparmio e miglioramento tecnologico senza costi di intervento

### **1.3.2 STORIA E SVILUPPO DELLE ESCo**

Le Escos cominciano a svilupparsi negli Stati Uniti verso la fine degli anni '70 dopo una crescita notevole del costo del greggio. Iniziò quindi il business legato all'offerta di servizi per ridurre i costi energetici. In questi anni nascono le prime società di consulenza energetica, in un primo tempo come parte specializzata di aziende fornitrici di energia e successivamente come soggetti a sé stanti che offrono un pacchetto completo di progettazione, installazione e manutenzione oltre alla fornitura di energia, servizi informativi e finanziamento degli interventi.

Attualmente negli USA possiamo individuare diverse tipologie di società:

- Utilities energetiche (società di servizi ausiliari nel campo dell'energia)
- Società di consulenza
- ESCo derivanti da produttori di tecnologie nell'ambito energetico
- Organizzazioni finanziarie e commerciali (subappalto a terzi la gestione tecnica dei progetti)

La situazione in Europa è quella di un mercato in espansione, non ancora consolidato pienamente in nessuno stato ( Spagna, Belgio e Inghilterra sono i soli paesi con un sistema ben sviluppato). La Commissione Europea ha promosso lo sviluppo delle ESCO del TPF (Third Party Financing) con diverse iniziative:

- raccomandazione soprattutto alle pubbliche amministrazioni di ricorrere alle ESCO e al TPF, definendo le modalità operative e contrattuali di quest'ultimo (GUCE – 15.5.88)
- obbligo per gli stati membri di impostare e realizzare programmi per l'applicazione del TPF nel settore pubblico (Direttiva SAVE; 93/76/EC – GUCE /22.9.93)
- finanziamenti per la promozione di ESCO, TPF, EPC (Energy Performance Contracting), nei programmi THERMIE e SAVE
- programmi GreenLight per l'efficienza energetica nei sistemi di illuminazione
- programma MotorChallenge per motori ed azionamenti elettrici efficienti
- Direttiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 aprile 2006 sull'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici prevede che tutti gli Stati membri adottino un piano d'azione in materia di efficienza energetica per raggiungere un

risparmio energetico del 9% entro il nono anno dall'applicazione della direttiva stessa

Nella suddetta direttiva le ESCO vengono così definite: *“persona fisica o giuridica che fornisce servizi energetici e/o altre misure di miglioramento dell'efficienza energetica nelle installazioni o nei locali dell'utente e, ciò facendo, accetta un certo margine di rischio finanziario. Il pagamento dei servizi forniti si basa (totalmente o parzialmente) sul miglioramento dell'efficienza energetica conseguito e sul raggiungimento degli altri criteri di rendimento stabiliti”*

Il panorama italiano è un po' diverso, ma si possono ripercorre le fasi che l'hanno caratterizzato fino ad oggi. Negli anni '80 i fornitori di combustibili liquidi proposero il cosiddetto *“Servizio Calore”*, che comprendeva:

- interventi tecnologici: miglioramento delle centrali e degli impianti, installazione di sistemi di controllo e regolazione;
- finanziamento degli interventi tramite terzi
- gestione pluriennale
- pagamento tramite canoni forfettari

Nel 1984 nasce ASSOCALOR come associazione delle società che forniscono il servizio calore, negli anni '90, invece, si sviluppa il *“Servizio Energia”* con un'offerta che punta a garantire gli standard di comfort negli edifici rispettando le leggi relative all'uso razionale dell'energia, la sicurezza e la salvaguardia dell'ambiente.

Per la prima volta, per legge, si introduce un'aliquota IVA agevolata per il risparmio energetico (L.10/91, Dpr 412/93, Dpr 551/99, Circolari del Ministero delle Finanze per l'applicazione dell'IVA ridotta).

ASSOCALOR nel 1999 diventa AGESI (Associazione dei Gestori di Servizi Integrati) che rappresenta le imprese che forniscono servizi tecnologici integrati, tra cui il servizio energia, applicando anche contratti di “Global Service”. Con “*Global Service*”, si indica tutto ciò che concorre alla gestione dell’edificio che viene affidata ad un unico fornitore esterno, sollevando l’utente dall’onere gestionale e di coordinamento. Contraendo un contratto di Global Service si procede con l’esternalizzazione di tutte le attività di gestione e manutenzione delle infrastrutture murarie e impiantistiche ma anche della gestione dei servizi come pulizia, giardinaggio, vigilanza, mensa e altri richiesti dal committente. Questo tipo di contratto è molto vantaggioso poiché consente l’investimento da parte del fornitore e il recupero degli investimenti tramite interventi di risparmio energetico e razionalizzazione del sistema. Al momento però le società che offrono questi servizi sono in prevalenza ESPC e non ESCO.

Negli anni 2000 a seguito del programma Europeo GreenLight e della proposta della FIRE, vari componenti economici del settore dell’illuminotecnica diventano endorses, aderendo all’accordo volontario e supportando il programma. La maggior parte di essi, in Italia, si iscrive come ESCO pur non essendoci una normativa relativa per poter identificarsi come tale. Lo sviluppo delle ESCO in Italia ha avuto notevole impulso grazie all’emanazione dei:

- decreti sul risparmio energetico del 24 Aprile 2001
- decreti del 20 luglio 2004 (D.M. 20/7/04 elettricità, D.M. 20/7/04 gas), che hanno abrogato e sostituito i precedenti decreti ministeriali 24 aprile 2001, confermandone l'impostazione e facendo salvi i procedimenti avviati e i provvedimenti emanati

dall'Autorità.

Questi decreti stabiliscono che i distributori di energia elettrica e le imprese distributrici di gas naturale, debbano conseguire obiettivi quantitativi nazionali di miglioramento dell'efficienza degli usi finali di energia. Le linee guida per la preparazione, l'esecuzione e la valutazione di questi progetti sono contenute nelle delibere 18 settembre 2003, n. 103/03, e 11 novembre 2004, n. 200/04, dove sono anche definiti i criteri e le modalità per il rilascio dei titoli di efficienza energetica (TEE). L'Autorità per l'energia elettrica e il gas, in base ai decreti citati ha il compito di definire le regole tecniche che servono a far funzionare il meccanismo da essi delineato. Le linee guida stabiliscono il riconoscimento della qualifica di "società di servizi energetici" alle "società, comprese le imprese artigiane e le loro forme consortili, che abbiano come oggetto sociale l'offerta di servizi integrati per la realizzazione e l'eventuale successiva gestione di interventi di risparmio energetico". Si noti che questa definizione di ESCo è piuttosto generica rispetto a quanto descritto in precedenza. Le ESCo possono accreditarsi accedendo al sito dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ([www.autorita.energia.it](http://www.autorita.energia.it)).

Attualmente vi sono poi altri interessi per lo sviluppo delle ESCO come ad esempio la liberalizzazione del mercato elettrico. I fornitori di energia hanno la possibilità di creare offerte combinate per la fornitura di energia e servizi energetici. Vi è inoltre attenzione per i progetti di generazione distribuita. La generazione diffusa sul territorio che per ora non è ancora pianificata a livello globale, potrebbe essere un'ulteriore soluzione per aumentare l'efficienza energetica. Dati i costi di esercizio e di integrazione nella rete globale il ruolo delle ESCO può essere

fondamentale grazie proprio perchè in grado di svolgere un servizio completo di tutti gli aspetti tecnici ed economici. Grazie poi alle nuove tecnologie computerizzante è possibile anche un controllo in real time per vincere l'inerzia dei clienti che, comunque, non conoscerebbero in dettaglio il funzionamento dell'impianto.

### **1.3.3 FINANZIAMENTO TRAMITE TERZI (FTT)**

Dal punto di vista dei clienti le ESCo sono classificabili come meccanismi di FTT, difatti la ESCo è l'unico responsabile verso l'utente finale e si occupa di tutte le fasi dell'operazione. Essa si fa carico dei rischi e questo rappresenta per l'utente una forte garanzia poiché in assenza dei risultati previsti non subisce danni economici.

Le ESCo investono i propri capitali sulla possibilità dei futuri risparmi. Essendo capitali privati, lo sviluppo del mercato delle ESCo sarebbe molto diverso dai meccanismi legati ai finanziamenti pubblici a fondo perduto o in credito agevolato. A termine del contratto, il cliente può beneficiare totalmente della maggiore efficienza del proprio impianto, e potrà scegliere se mantenere la gestione affidata alla ESCo rinegoziando il contratto o se assumerla in proprio.

I soggetti interessati a questo genere di operazione possono coinvolgere, quindi, fino a 5 soggetti:

- 1 ESCo
- 2 Utente
- 3 Fornitori
- 4 Istituzioni finanziarie
- 5 Gestori

## 1. *ESCO*

Come precedentemente detto essa si fa carico dei rischi commerciali (compreso l'indebitarsi con le istituzioni finanziarie) dell'operazione, realizza l'intervento a proprie spese, e a lei spettano anche gli oneri di gestione e conduzione tecnica. Nel contratto formulato con l'utente sono prefissate le tariffe e le prestazioni per un determinato periodo. Nel caso in cui il risparmio non si realizzasse (es. errori di progettazione o di valutazione) l'onere ricade su di essa. Per la fase di gestione essa può inoltre condurre con personale proprio o in outsourcing.

## 2. *UTENTE*

Fruisce del servizio erogato. Alla stipula del contratto si impegna a corrispondere alla ESCo, per un numero di anni stabilito, un canone a titolo di compenso sia delle prestazioni che del risparmio energetico ottenuto. Quest'importo sarà minore o uguale ai costi precedentemente sostenuti.

Nel caso poi l'utenza sia pubblica essa può farsi promotrice di un'iniziativa ESCo. Chiaramente in questo caso la procedura deve essere di evidenza pubblica

## 3. *ISTITUZIONI FINANZIARIE*

Rendono disponibili i capitali necessari sulla base di uno studio di fattibilità tecnico-economica del progetto, attraverso un contratto che vincola i comportamenti di tutti i soggetti coinvolti e attraverso un sistema di assicurazioni sui principali fattori di rischio, tecnici e di mercato.

#### 4. *FORNITORI*

Nel caso in cui la ESCo non possa realizzare direttamente l'impianto di produzione di energia, si rivolgerà ai fornitori che si occuperanno della costruzione stessa dell'impianto e della relativa installazione.

#### 5. *GESTORE*

Soggetto presente solo nel caso che la ESCo preferisca esternalizzare la conduzione tecnica e/o gestionale degli impianti. Ad ogni modo l'utente avrà rapporti diretti solo con la ESCo.

### 1.3.4 FORMULE CONTRATTUALI E DI FINANZIAMENTO

#### **Contratti di tipo tradizionale**

Sono i tipici contratti basati sull'erogazione di un servizio quantificabile al cliente (es. gradi-giorni, quantità di acqua calda etc). La legge 10/91 inserisce la figura del "terzo responsabile di impianto". Successivamente si sviluppa il "servizio energia", con la previsione del risparmio energetico all'interno del contratto. Viene introdotto anche il concetto di "detenzione qualificata" che prevede che il proprietario di impianto si privi dell'uso di esso per la durata del contratto, la società è l'unica entità che può operare. Possono essere inserite clausole che legano il profitto della ESCo al risultato raggiunto. Le ESCo offrono opzioni finanziarie in grado di tutelare il cliente da variazioni di costo dei combustibili o dell'energia elettrica.

#### **Contratti di tipo innovativo (Energy Performance Contracts EPC)**

Questo tipo di contratto si basa sul rendimento ottenuto, le ESCo

mettono a rischio il proprio profitto e anche il ritorno del capitale impegnato nel progetto. Un EPC costituisce un rapporto commerciale diretto tra il proprietario di un impianto energetico ed una ESCo. Il payback avviene in un certo numero di anni dalla messa in funzione del sistema ed è correlato alle effettive prestazioni di impianto. Mentre nel contratto di gestione energetica l'aspetto fondamentale è la gestione e la manutenzione degli impianti, nell'EPC ci si focalizza anche sull'azione di ammodernamento di essi.

Ci sono vari tipi di EPC:

- *Shared Savings*: la forma classica, dove la ESCo fornisce il capitale, con fondi propri o con finanziatori terzi. Le parti si accordano per la suddivisione dei risparmi ricavati dall'intervento, in quanto solo una quota del risparmio serve a ripagare i costi iniziali (di solito in 5 o 10 anni). La proprietà degli impianti rimane alla ESCo e alla fine del contratto passa al cliente. La manutenzione e i costi di gestione sono a carico della ESCo, con parametri di comfort prestabiliti.
- *First Out*: tutti i risparmi vengono utilizzati per ripagare gli interessi e l'ammortamento dei prestiti, fino alla completa estinzione, la durata del contratto è di circa 3-5 anni. Se gli impianti non hanno avuto entità tale da coprire il costo del progetto, la ESCo andrà in perdita, se invece i risparmi sono superiori alle previsioni, durante il periodo del contratto la ESCo gode di guadagni aggiuntivi. Allo scadere del contratto il risparmio è a favore del cliente che diventa proprietario dell'impianto.
- *Guaranteed Savings*: è un leasing con garanzia di risparmio

energetico; viene utilizzata soprattutto negli USA. Il soggetto finanziatore è un terzo (né la ESCo né il cliente). Il cliente sottoscrive il prestito, la ESCo deve garantire un livello di rendimento sul quale si baserà il compenso., nel caso est on venga raggiunto la ESCo paga la differenza. Il contratto dura tra i 4 agli 8 anni

Il ricorso all'utilizzo di una ESCO è vantaggioso soprattutto per gli enti pubblici dato che spesso sono titolari di strutture che hanno caratteristiche come elevati consumi energetici, impianti datati, mancanza di competenze e capitali per la riqualificazione energetica.

Nel caso in cui ci sia un accordo tra una ESCO ed un ente pubblico il processo seguirà queste tappe:

- Valutazione preliminare dell'opportunità di utilizzare una ESCo, stesura dei capitolati di gara, valutazione e controllo delle proposte
- Diagnosi energetica delle utenze, prime valutazioni di fattibilità (possono essere promossi da enti pubblici o privati)
- Studio di fattibilità tecnico-economico, in prima fase riguardanti l'impianto e i problemi tecnici e di gestione ad esso collegati e l'organizzazione della ESCO, la seconda più economica che verifica che vi siano i margini di guadagno per la stessa
- Elaborazione e pubblicazione del bando di gara e dei capitolati da parte dell'amministrazione pubblica
- Preparazione dell'offerta da parte delle ESCo
- Valutazioni delle offerte

- Organizzazione del progetto
- Reperimento dei capitali e stipula del contratto tra P.A e ESCo
- Definizione e stipula dei contratti tra ESCo e fornitori ed eventuali gestori esterni
- Realizzazione dell'impianto, installazione e collaudo
- Gestione dell'impianto in modo da ottenere i benefici previsti dalla progettazione dell'intervento sia per l'utente che per la ESCo
- Manutenzione e monitoraggio contribuendo al raggiungimento degli obiettivi e verifica dei consumi

## CAPITOLO 2

### ANALISI DELLO STATO DI FATTO E PRESENTAZIONE DELLE ADDITION

#### 2.1 ANALISI DEL SITO E ANALISI SWOT

In questo capitolo si procederà all'analisi dello stato di fatto del sito e all'analisi cosiddetta "SWOT". Tale analisi è stata fatta in maniera diretta (attraverso dei sopralluoghi) e indiretta (studio delle planimetrie, fotografie aeree, raccolta dati storici) in modo da avere una visione completa del quadro d'intervento. Si ha, così, una visione completa del comparto d'azione non relegando gli interventi studiati a meri esercizi. La visita è stata documentata attraverso foto, e si è avuta anche l'opportunità di partecipare ad un incontro con una rappresentanza degli abitanti che ha contribuito a delineare un'idea più profonda della vita e delle criticità del comparto.

Come già esposto nell'introduzione, gli interventi saranno studiati secondo il metodo sviluppato dal team del progetto A.B.R.A.C.A.D.A.B.R.A. che si basa sull'intento di promuovere progetti di riqualificazione energetica attraverso processi di densificazione urbana più o meno estesi. Per questo motivo nel capitolo verranno presentati e spiegati i vari scenari e le *Addition* con le quali si intende andare a diminuire i tempi di ritorno dei costi intrapresi per la riqualificazione energetica del comparto.

### **2.1.1 IL QUARTIERE CORTICELLA**

IL del comparto “PEEP” di Corticella sito in Bologna è stato costruito negli anni '70, insieme ad altri quartieri della periferia bolognese, dop l'adozione da parte dell'Amministrazione comunale del Piano per l'Edilizia Economica e Popolare (PEEP), introdotto dalla Legge 18 aprile 1962, n. 167. Lo scopo della legge 167 era quello di fornire alle amministrazioni pubbliche strumenti di programmazione degli interventi nel settore residenziale, per incidere sull'assetto del territorio urbano, in modo da contrasta la speculazione fondiaria di quegli anni e controllare lo sviluppo dell'edilizia economica e popolare. Essa si proponeva la realizzazione di quartieri economici e popolari in zone residenziali già urbanizzate, sottraendo le aree al libero mercato e la cui acquisizione non comportasse oneri eccessivi.

Dal 1963 il Comune di Bologna utilizza per questo fine l'atto di esproprio, motivo per cui viene stabilita un'*indennità di esproprio* inferiore al valore di mercato, fissata al valore che le aree avevano sul mercato due anni prima dell'adozione del piano PEEP. In questo modo i comuni – e gli enti, gli istituti e le cooperative costruttori case popolari, cui potevano essere assegnati i terreni edificabili – potevano garantirsi il diritto di acquisto di terreni più centrali ad un prezzo ridotto, dotandole di tutti i servizi urbanistici e sociali necessari allo sviluppo residenziale. Si pensava di innescare un processo di investimenti circolare: il comune, una volta venduti i nuovi terreni urbanizzati, avrebbero potuto reinvestirne il ricavato in costruzioni di nuove aree e così via. Gli studi urbanistici volevano evitare di creare un senso di divisione e segregazione delle periferie, per questo motivo tali aree venivano

predisposte di aree di verde urbano, impianti sportivi e altri servizi. La periferia bolognese è infatti ricca di zone verdi che, seppur generate da buone intenzioni e che comunque rappresentano un aspetto di qualità, spesso portano anche alla mancanza di altri servizi e ad aspetti di pericolosità soprattutto nelle ore serali. Un altro aspetto fortemente voluto è quello della grande presenza di edifici scolastici e servizi per l'istruzione. Nel decennio successivo queste "nuove periferie" contano oltre 16.000 alloggi.

Il comparto di Corticella si trova all'interno del quartiere Navile, nella periferia nord-ovest della città. La progettazione a scala urbanistica e architettonica degli spazi pubblici viene affidata all'architetto Carlo Salomoni che asserisce: "Il complesso, che meglio si potrebbe definire quale *centro di servizi integrati*, fu proposto quale struttura connettiva di un grosso quartiere PEEP già oggi praticamente tutto costruito; la progettazione generale del centro ha permesso, nell'arco di un intero anno di dialogo con tutte le forze attive e disponibili del quartiere, di verificare e correggere precedenti impostazioni, di inventare nuove necessità e di realizzare strette connessioni fra le varie componenti l'insieme del centro. Nel valutare tali rapporti e le dimensioni stesse delle parti singole si è individuata la posizione del centro non solo come polo attivo all'interno del quartiere PEEP ma anche come punto intermedio di collegamento interagente fra il centro storico della città e il territorio intercomunale. L'insieme dei singoli elementi dell'intero complesso è collegato da un *percorso-galleria pedonale* che attraversa tutta l'area dalla via Bentini alla via Shakespeare e dalla percorribilità completa del piano della copertura. Questo doppio livello di percorribilità, questo sandwich di servizi diversi, unitamente al libero

accesso e alla pedonalizzazione in ogni direzione, permette una maggior compenetrazione tra i servizi, favorendo l'eliminazione di barriere e territori separati nell'invenzione di uno spazio sociale continuo, luogo di incontro, del conoscersi e riconoscersi, dello stare insieme in un territorio-spazio sociale riconquistato.”<sup>1</sup>

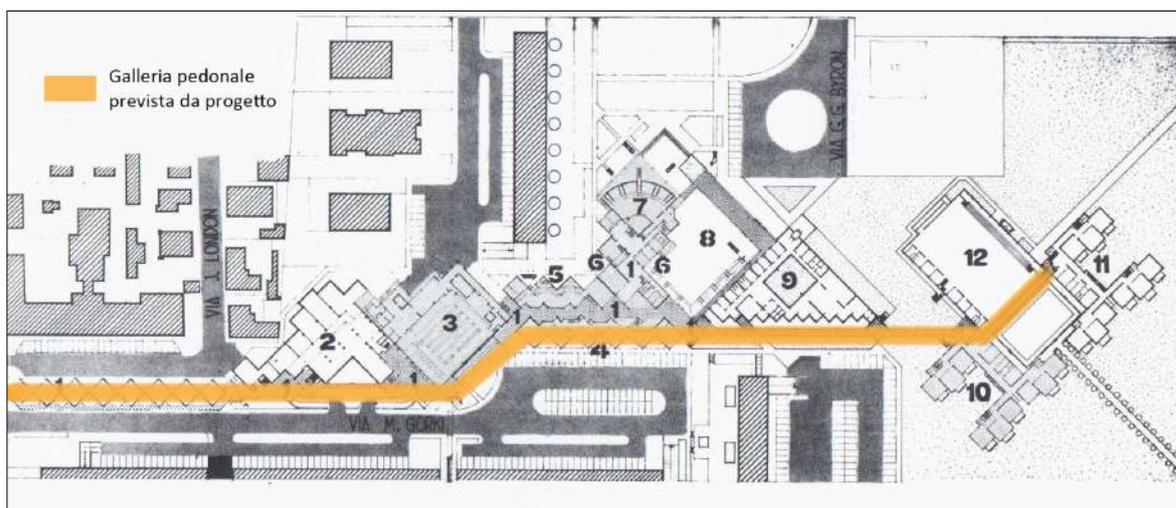


Figura 2.1 - Planimetria d'insieme del progetto iniziale di Salomoni

1- galleria pedonale	5- bar-tavola calda	9 -day-hospital
2- supermercato extralimentare	6- uffici di quartiere	10- scuola media
3- supermercato alimentare	7- sala polivalente	11- scuola elementare
4- poliambulatorio	8- piazza	12- palestra

<sup>1</sup> Salomoni, C. (1983), *Lo spazio del cittadino. L'esperienza dei centri civici a Bologna, Venezia, Marsilio.*



Figura 2.2- Vista area del progetto iniziale di Salomoni

Attorno a questo complesso di servizi pubblici che fa quasi da perno si articolano gli edifici residenziali oggetto di studio in questa tesi. Differenziandoli per tipologia edilizia, possiamo individuare 9 stecche, 4 torri e un mini-comparto formato da 8 corpi di fabbrica puntiformi.

La peculiarità di questi edifici è che essi presentano (a parte i corpi puntiformi) un piano terra su pilotis, che richiama il classico portico bolognese ma che crea un unico ambiente al piano terra, inter-connesso con tutto il resto del comparto (spazi pedonali, verde etc). Al momento però sia questi passaggi pedonali sia gli involucri degli edifici hanno problemi di scarsa manutenzione e pulizia che contribuiscono a far trasparire un'idea di generale degrado.

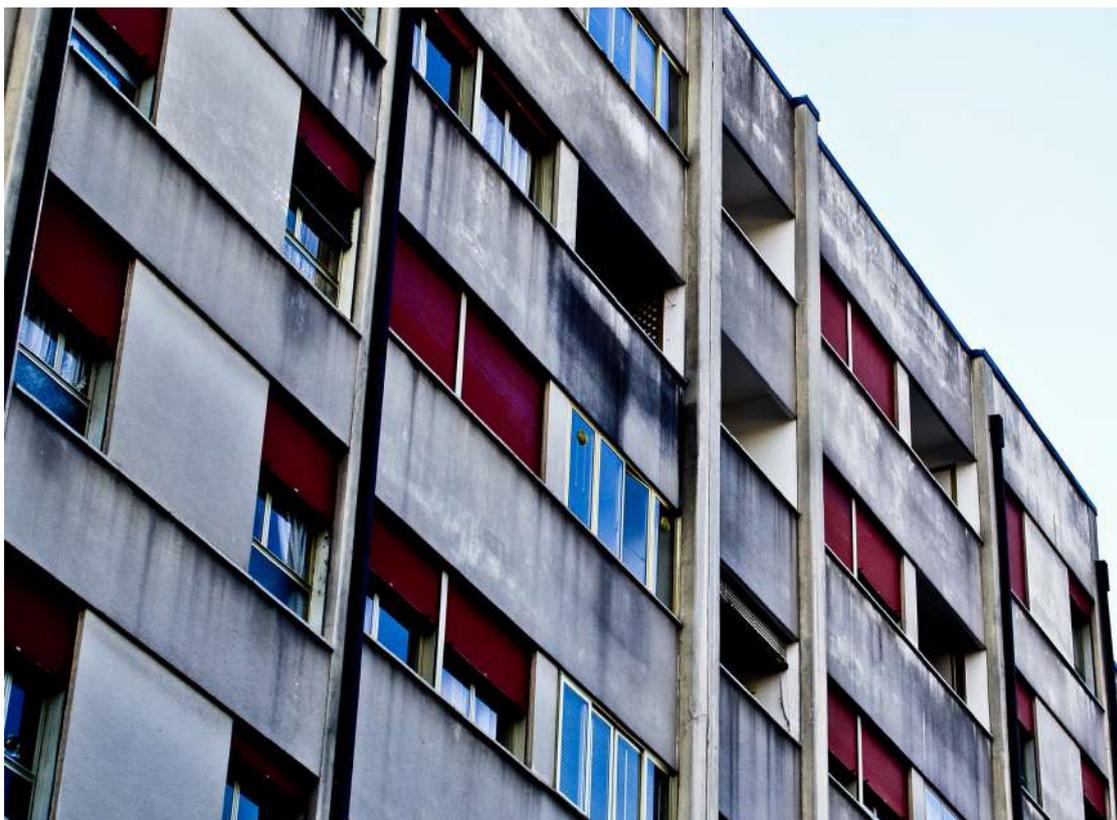


Figura 2.3- Stato degli involucri



Figura 2.4- Stato dei passaggi pedonali



Figura 2.5- Planimetria del comparto

### 2.1.2 ANALISI SWOT

L'analisi SWOT è uno strumento di pianificazione usato per valutare i punti di forza (**Strengths**), di debolezza (**Weaknesses**), le opportunità di sviluppo (**Opportunities**) e le minacce (**Threats**). Questo metodo è stato sviluppato all'università di Stanford ed è molto utile in quanto riesce a dare un'immediata fotografia di quali sono le criticità di un progetto.

Per quanto riguarda il comparto di Corticella, come detto in precedenza, dopo il sopralluogo e lo studio delle planimetrie è stata redatta un'analisi SWOT riassunta nelle prossime figure:



Figura 2.6- Analisi SWOT\_Strength

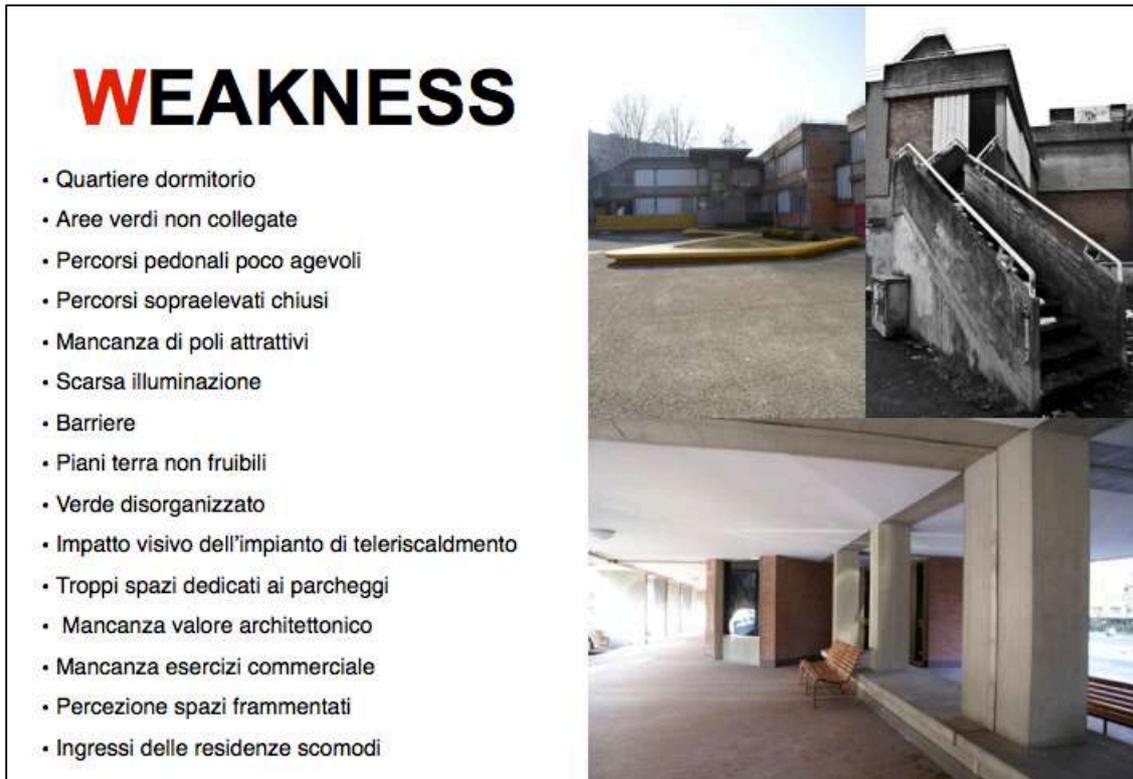


Figura 2.7- Analisi SWOT\_Weakness

Figura 2.8- Analisi SWOT\_Opportunities

## OPPORTUNITIES

- Possibilità di espansione
- Facilità di collegamento col centro sportivo
- Potenziamento degli spazi verdi
- Opportunità di inserimento di nuove funzioni
- Riorganizzazione dei percorsi pedonali
- Migliore fruizione degli spazi
- Piste ciclabili
- Parcheggi interrati
- Riorganizzazione percorsi carrabili



## THREATS

- Fallimento attività commerciali
- Possibilità che rimanga un quartiere dormitorio
- Non c'è ricambio demografico
- Zone verdi costituiscono zone di pericolo



Figura 2.8- Analisi SWOT\_Threats

Riassumendo e facendo un bilancio ciò che evince dall'analisi SWOT è chiaro che gli stessi punti di forza possano rappresentare anche debolezza. L'ampia quota di parcheggi e di spazi verdi, in assenza di attività commerciali lascia lo spazio alla solitudine di un quartiere dormitorio, ma sono anche standards urbanistici già presenti per la densificazione urbana. Su questi punti che rappresentano anche le minacce di un eventuale sviluppo deve concentrarsi il progetto di riqualificazione, bisogna sfruttare quelle che sono le opportunità in modo che il progetto di riqualificazione energetica porti anche a un rinnovo urbanistico e che renda il quartiere nuovamente appetibile per nuovi utenti.

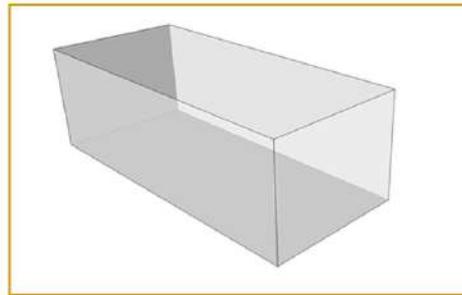
## **2.2 PRESENTAZIONE ADDITION**

Il fulcro dello studio del progetto A.B.R.A. è quello di bilanciare il costo della riqualificazione attraverso la costruzione di addizioni volumetriche agli edifici esistenti. Quest'ultime possono essere realizzate in vari modi:

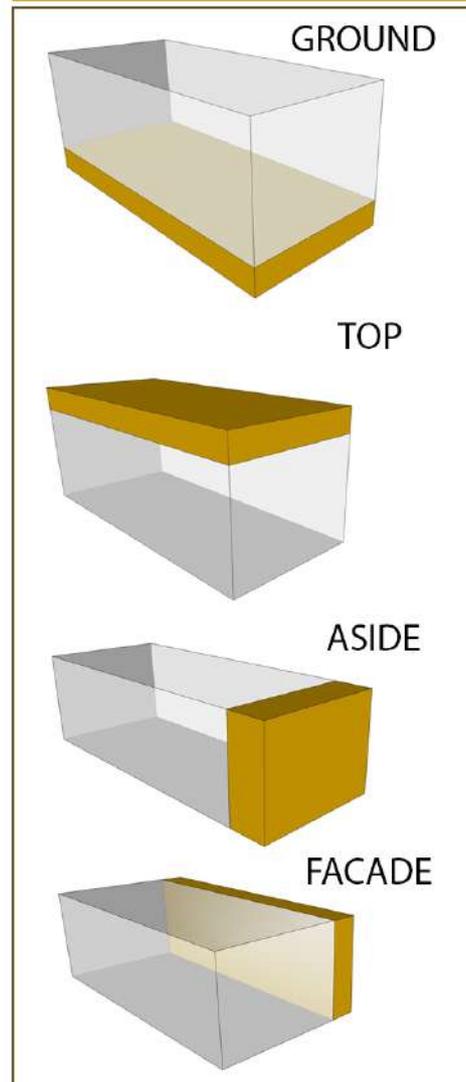
- Nuove unità abitative, o superfici attaccate alle facciate cieche o al pian terreno (*Aside, Ground*)
- Nuove unità abitative sopraelevate sui tetti (*Top*)
- Nuovi spazi abitativi per le unità esistenti (*Facade, Aside*)
- Edifici esistenti costruiti ex-novo che, tramite la vendita di nuove unità abitative vadano a compensare le spese per la riqualificazione degli edifici esistenti (*Assistant Buildings*)

Tutti questi interventi devono aiutare il retrofit delle spese per la riqualificazione energetica degli edifici originali.

DEEP RENOVATION



ADORES



ASSISTANT BUILDING

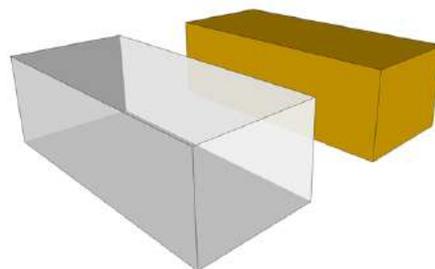


Figura 2.9- Scenari di progetto

### **2.3 I CASI DI STUDIO**

Il comparto è stato suddiviso in 8 gruppi, alcuni di essi a loro volta suddivisi in altri sottogruppi, in modo da facilitare l'analisi e lo studio in maniera coerente con la loro disposizione geografica all'interno del comparto stesso.

Di seguito uno schema dove è riportata la suddivisione sopracitata, per comodità d'ora in poi gli edifici verranno chiamati come "TYPE" la sigla corrispondente.

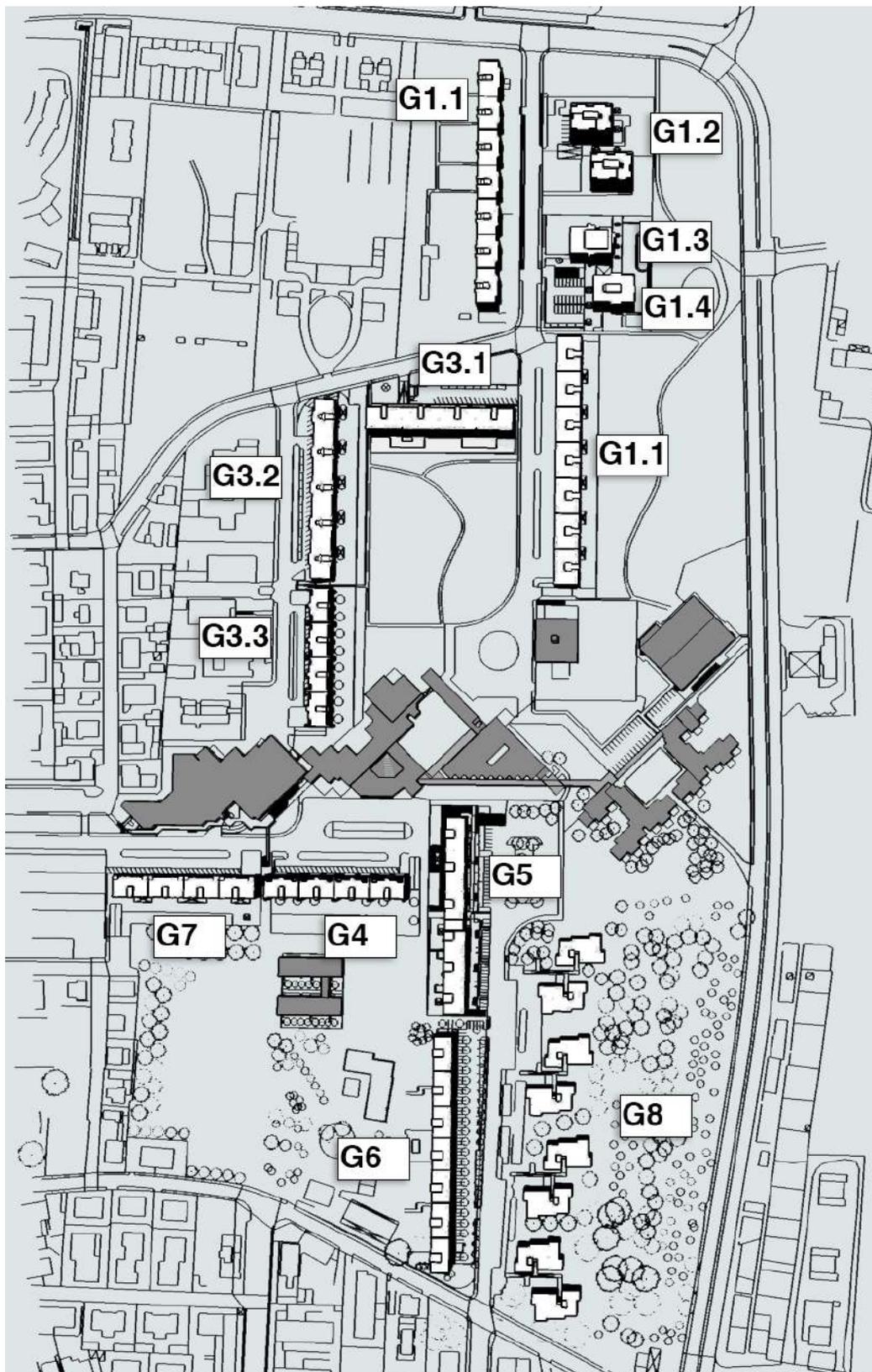
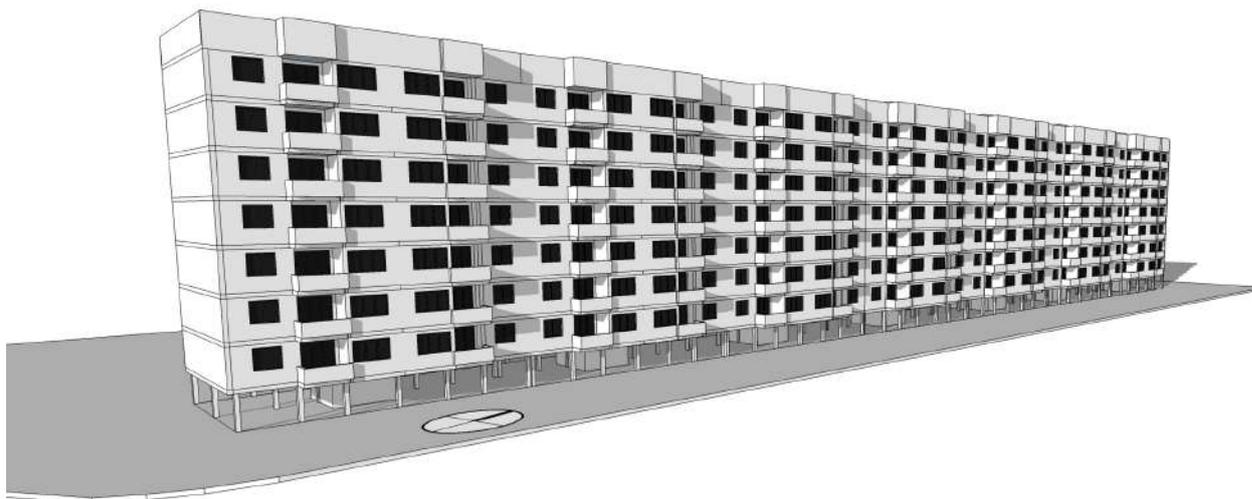


Figura 2.10- Suddivisione di casi di studio

### 2.3.1 IL COMPLESSO G1

Il complesso G1 è formato da una stecca e quattro torri rispettivamente sul lato ovest ed est di Via G. G. Byron.

#### *TYPE G1.1*

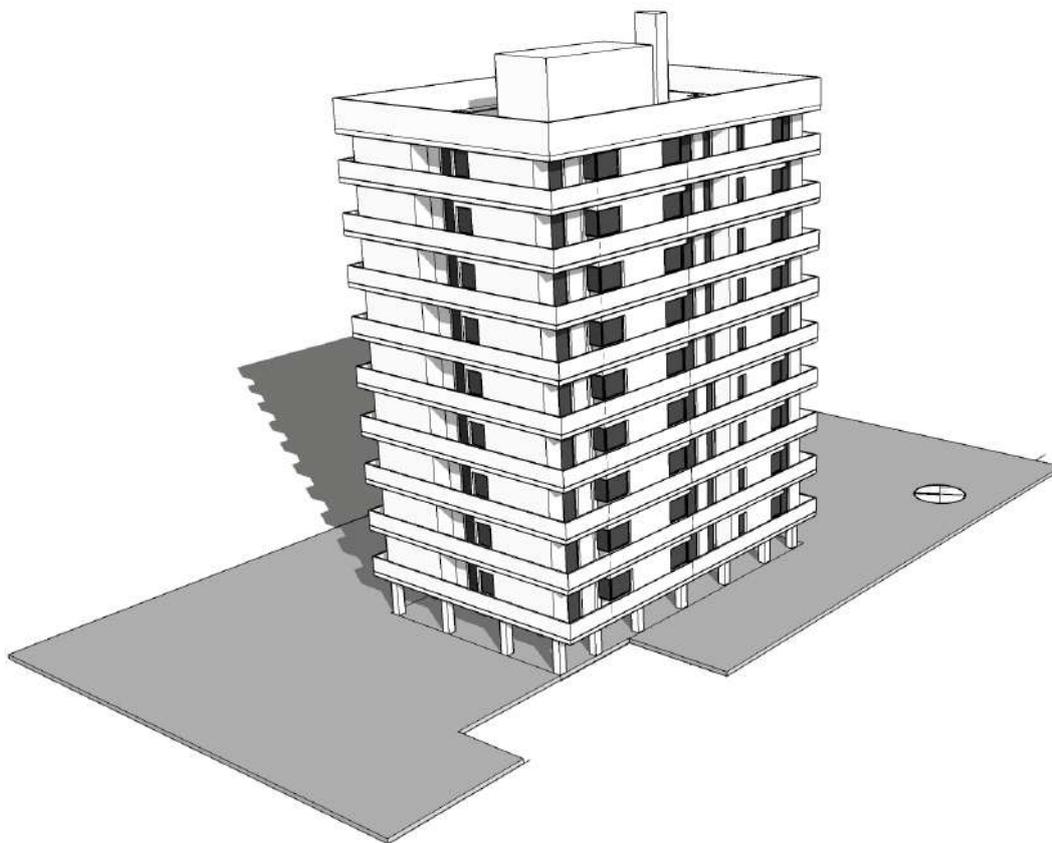


L'edificio "type G1.1" è una stecca orientata Nord-Sud. È situata a Nord del comparto ed è composta da 7 vani scala che portano a due appartamenti ognuno. Con il suo sviluppo verticale di 7 piani ha, quindi, un totale di 98 unità abitative.

Il tetto è piano e praticabile, il che permette uno sviluppo ulteriore in verticale tramite addition "on Top". Esso poggia su un piano terra di pilotis di altezza netta pari a 2,50 metri. Questo limite non permette una densificazione al piano terra, poiché inferiore al limite minimo di altezza prevista dalla normativa italiana di 2,70 metri. Sulle facciate Est e Ovest si possono attuare degli interventi per migliorare le prestazioni climatiche attraverso la costruzione di serre bioclimatiche a est e balconi che funzionino da ombreggiamento a ovest.

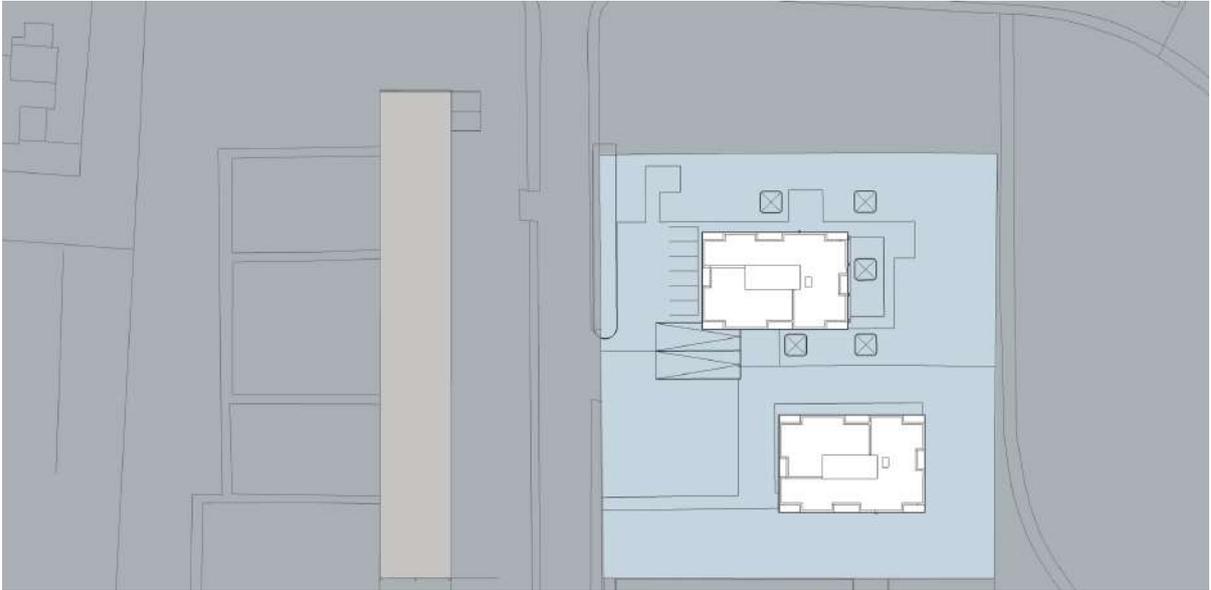
Nelle facciate cieche a nord e sud, si potrebbe pensare ad un ampliamento con nuove unità abitative ma questo è reso impossibile dai confini stessi del lotto, si può comunque pensare di ampliare gli appartamenti di testa o, nel caso della facciata a sud, di aggiungere delle serre bioclimatiche.

*TYPE G1.2*

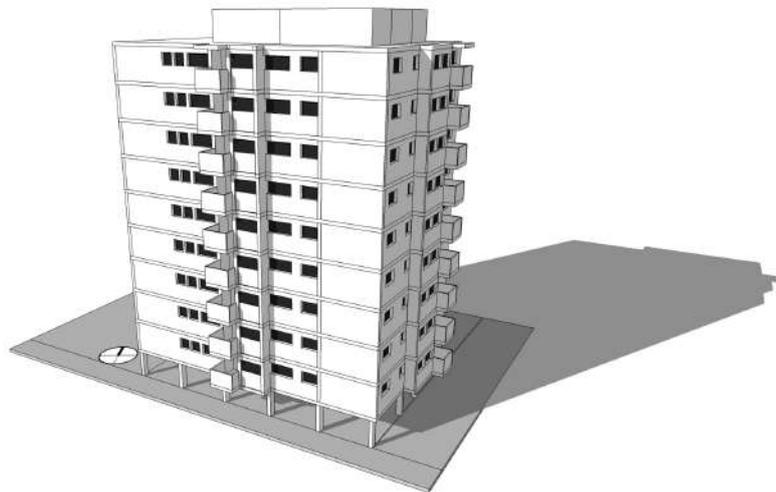


Il type G1.2 corrisponde alle prime due torri a nord poste di fronte al type G.1.1. Il vano scala centrale porta a tre appartamenti per piano, per nove piani di altezza, per un totale di 27 unità. Le due facciate più lunghe sono poste a nord e a sud. Il tetto piatto concede l'opportunità di aggiungere delle nuove unità "on Top", mentre l'altezza dei pilotis al piano terra è insufficiente per una densificazione al piano terra.

In questo caso a sud si può predisporre l'aggiunta di serre bioclimatiche mentre a nord si può ampliare la facciata esistente. La particolarità del lotto concede un'addition "aside" importante che può portare alla costruzione di nuovi appartamenti seguendo la tipologia esistente.



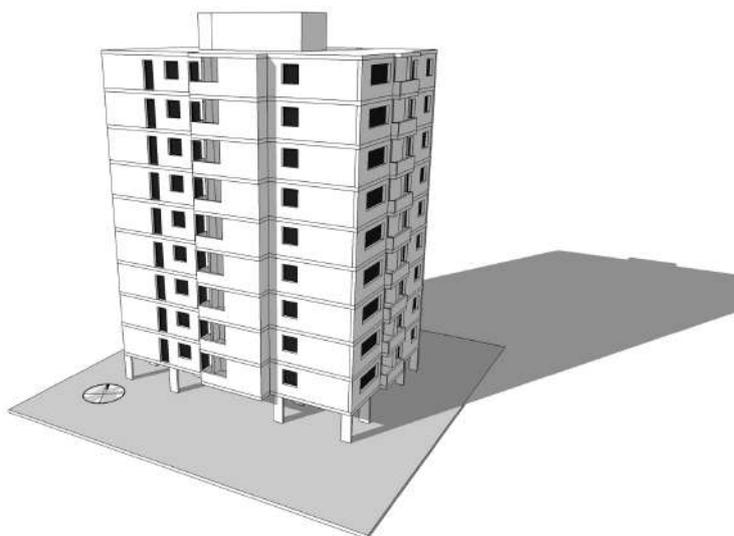
*TYPE G1.3*



Anche il type G1.3 è una torre di 9 piani e 27 appartamenti. Troviamo il tetto piano che concede l'addition "on Top", mentre nelle facciate nord e sud è possibile ampliare le unità abitative. Ad est e ovest gli ampliamenti, coordinati con i balconi già esistenti possono essere

modificate tramite l'aggiunta di serre (est) e balconi (ovest). L'altezza netta del piano terra è di 2,50 metri, al di sotto del minimo per uno spazio abitabile. I confini del lotto non permettono ulteriori ampliamenti.

*TYPE G1.4*



Il type G1.4 ha una sostanziale somiglianza alla tipologia precedente. La torre più a sud del complesso G1 è anche essa composta da un vano scala centrale che porta a tre appartamenti per piano. Si sviluppa su 9 piani per un totale di 27 unità.

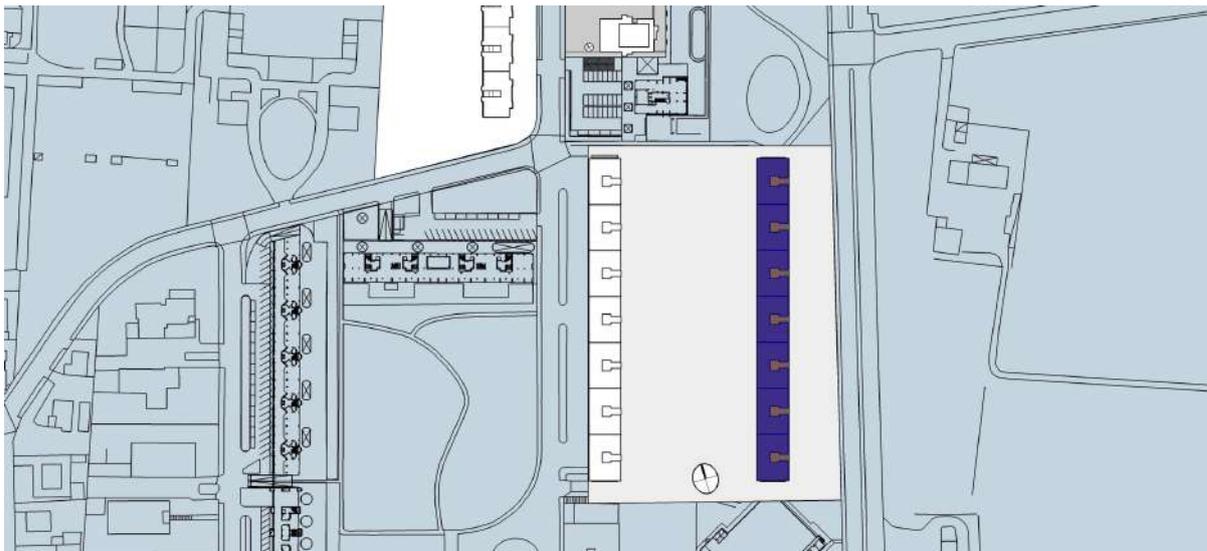
Il tetto è anche qui piano, rendendo praticabile l'opzione dell'addition "on Top", mentre è impraticabile quella della densificazione al piano terra per altezza netta insufficiente. I vicini confini del lotto permettono solo un'estensione delle facciate esistenti, si può però, differenziare gli interventi aggiungendo serre bioclimatiche, nuovi balconi o estensione della facciata.

### 2.3.2 L'EDIFICIO G2



Il Type G2 è la stecca immediatamente a sud del complesso G1 e confina a sud con la centrale di teleriscaldamento. Ci sono 7 vani scala che portano a due appartamenti per piano lungo i 7 piani, per un totale di 98 unità.

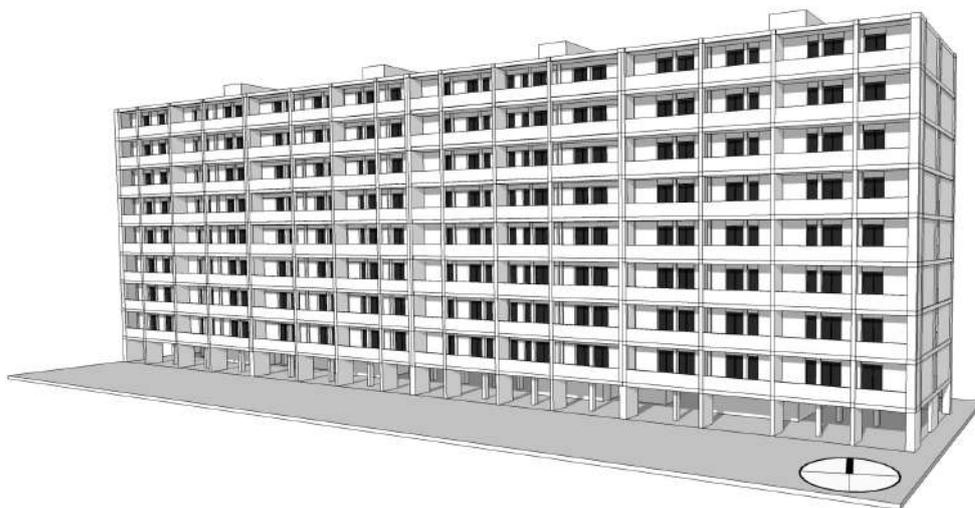
Data la vastità del lotto esso ha un grande potenziale per il potenziamento del mercato immobiliare. Si può infatti pensare di costruire dei nuovi appartamenti sopraelevati sulla copertura della stecca stessa, delle unità più piccole ma con una favorevole esposizione sulla facciata cieca a sud, ma soprattutto un Assistant Building indipendente ma che riprenda il motivo architettonico dell'edificio esistente. Anche qui il piano terra presenta un'altezza troppo piccola per poter prevedere un intervento.



### 2.3.3 IL COMPLESSO G3

Il complesso G3 si compone di tre tipologie a stecca articolate a nord e a est del parco che da sulla piazza centrale.

#### *TYPE G3.1*

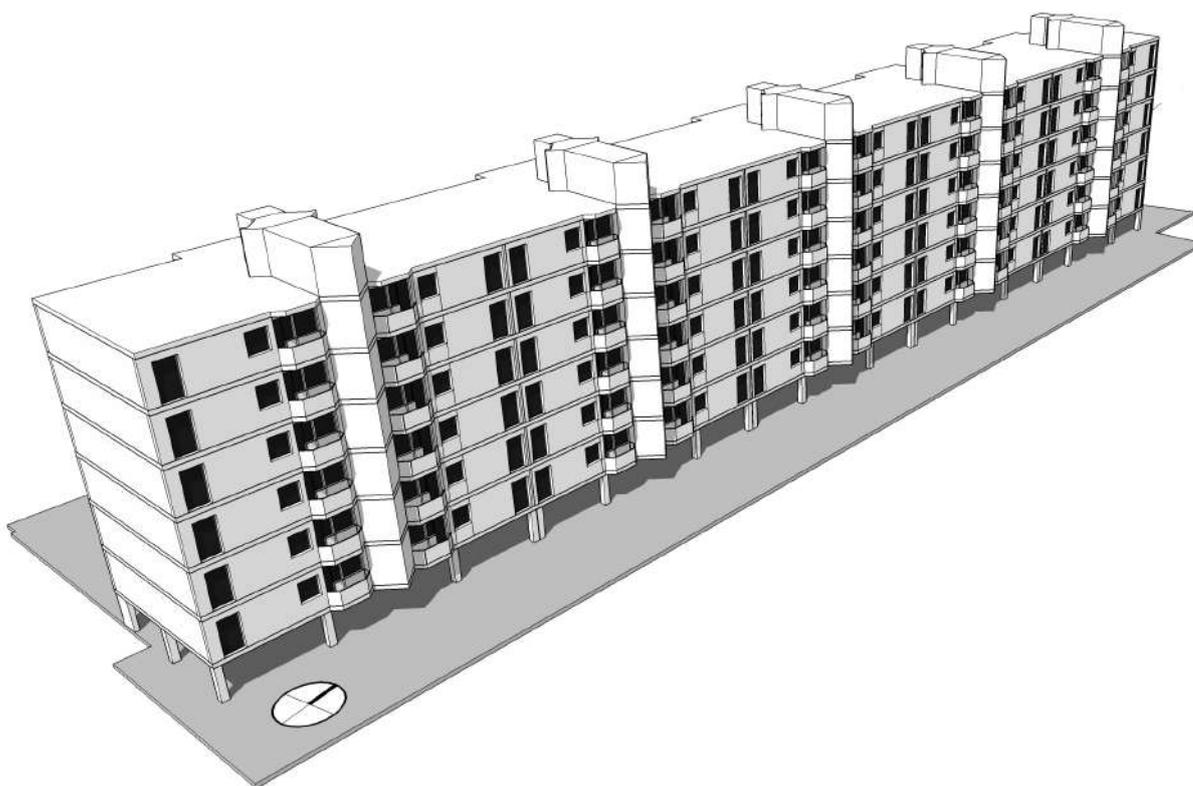


Il Type G3.1 è una stecca orientata lungo l'asse est-ovest. Presenta 4 vani scala che servono due appartamenti per piano ognuno. Con uno sviluppo di 8 piani comprende, quindi, 64 unità abitative.

Sebbene il lotto sia poco ampio, esso permette cmq di ampliare la facciata esistente a nord, e di costruire delle serre bioclimatiche al posto dei balconi esistenti attualmente a sud. Per quanto riguarda gli appartamenti di testa a est e ovest si possono attuare delle migliorie costruendo delle serre a est e dei balconi che fungano da ombreggiamento a ovest.

Mentre l'altezza del piano terra non concede aggiunte di nuovi appartamenti, essi possono essere costruite tramite addition "on Top", operazione facilitata dalla presenza di un tetto piano.

### *TYPE G3.2*



Il type G3.2 è la prima delle due stecche del complesso G3 orientata nord-sud. Presenta 5 vani scala che servono i 10 appartamenti per piano per un totale di 60 unità abitative.

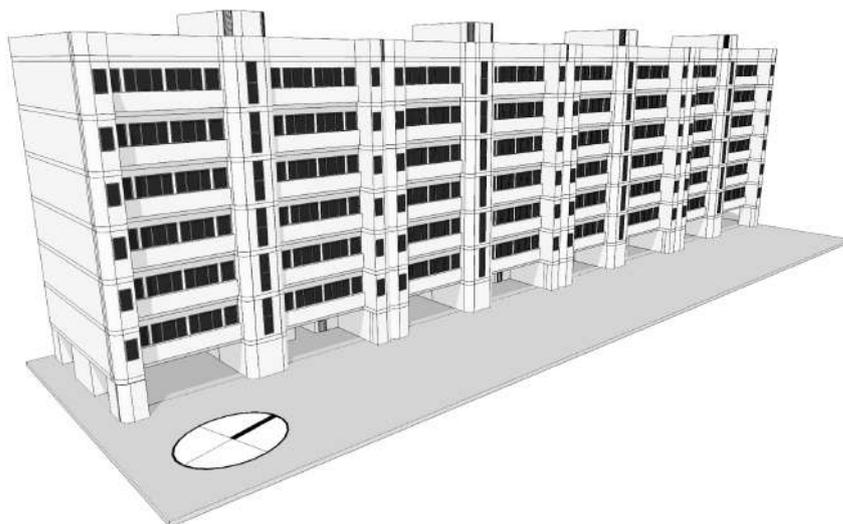
Anche in questo caso non vi è la possibilità di aggiunte volumetriche importanti, oltre che impossibilitate al piano terra.

La facciata cieca a sud non può neanche giovare dell'installazione di serre poiché troppo vicina alla facciata nord del type G3.3.

Gli interventi possibili rimangono, quindi l'aggiunta di serre e balconi rispettivamente lungo la facciata est e ovest e un ampliamento degli appartamenti di testa lungo la facciata nord.

Anche qui, l'unico intervento che possa portare all'aggiunta di unità abitative è l'addition "on Top" sul tetto piano.

### *TYPE G3.3*



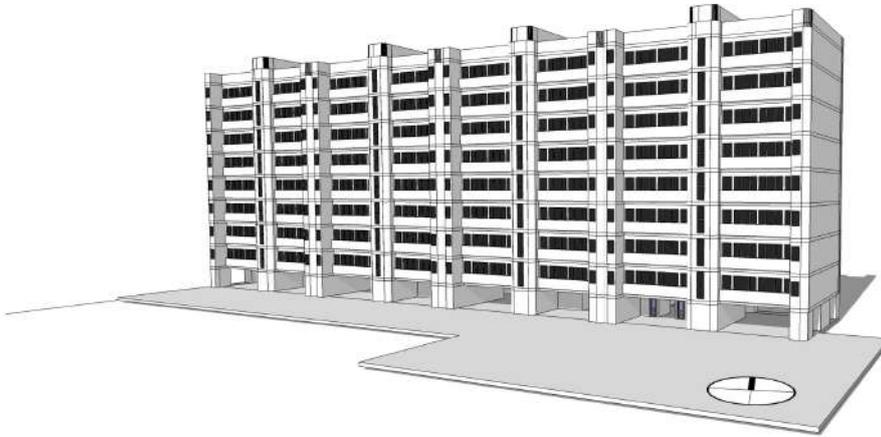
L'Analisi tipologica del type G3.3 rischia di essere una ripetizione di quella precedente poiché, seppur cambiando nelle rifiniture architettoniche esso è praticamente identico al caso precedente.

Le differenze sono nel numero di unità che in questo caso si limita a 48, e la possibilità di aggiungere delle serre a sud, mentre si è impossibilitati ad ampliare la facciata nord per la vicinanza al type G3.2.

**2.3.4**

**L'EDIFICIO**

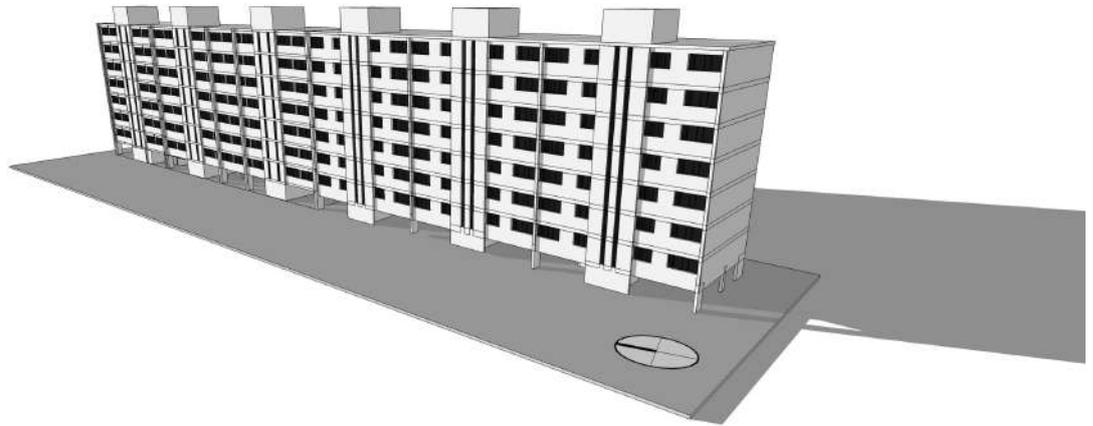
**G4**



Architettonicamente il type G4 è identico al type G3.3, ma presenta un'esposizione opposta (est-ovest) e due piani in più, per un totale, quindi di 64 appartamenti.

Gli interventi ottimali in questo caso sono, quindi, l'ampliamento delle facciate nord e sud con l'installazione su quest'ultima di serre bioclimatiche e la sopraelevazione on top con la creazione di nuove unità immobiliari. Per l'aside l'unica scelta possibile è intervenire con l'aggiunta di serre sulla facciata est.

### 2.3.5 L'EDIFICIO G5

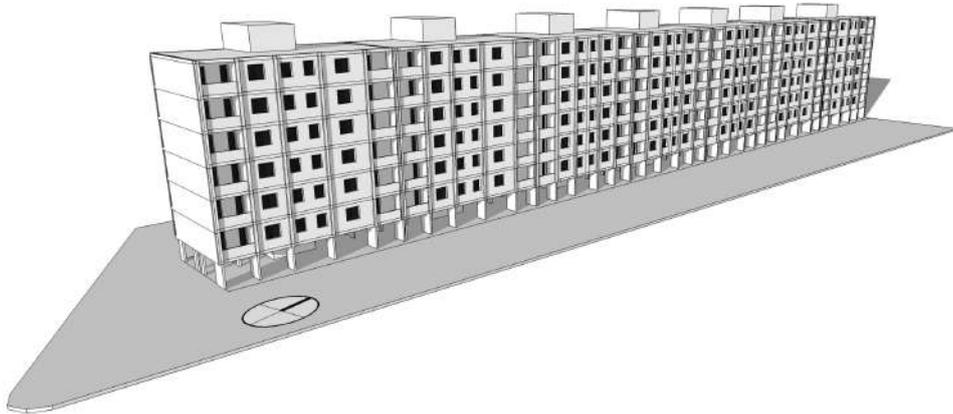


Con la tipologia G5 si torna ad analizzare una stecca orientata nord-sud. Con i suoi 6 vani scala su 7 piani l'edificio consta di ben 84 unità immobiliari.

Gli interventi possibili sono, come per le tipologie simili, quelli di ampliamento della facciata ovest andando creare dei nuovi balconi, l'installazione di serre sulla facciata est, serre che possono essere riproposte anche sulla facciata sud.

Anche qui, il tetto piano si presta alla costruzione di nuove unità abitative da immettere nel mercato immobiliare.

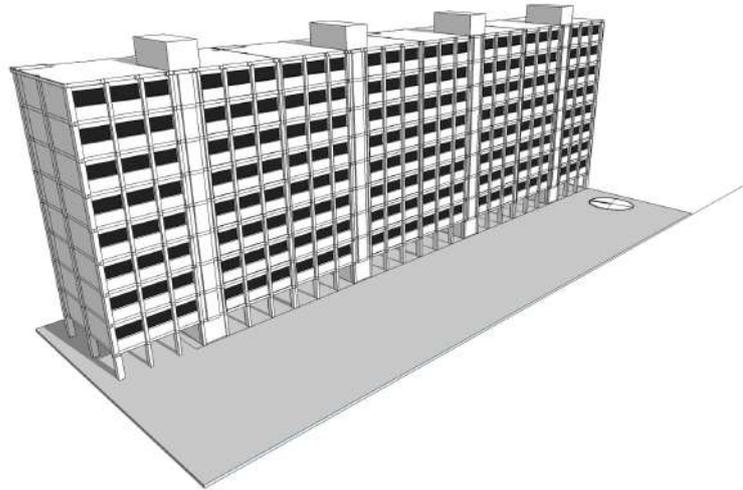
### 2.3.6 L'EDIFICIO G6



Anche il type G6 come quello precedente è costituito da una stecca orientata nord-sud con un totale di 84 appartamenti.

L'analisi degli interventi in facciata e on top è praticamente identica a quella del caso precedente, ma la particolare forma del lotto permette di ipotizzare a sud la costruzione di un nuovo vano scale che serva 6 monolocali, che seppur piccoli, possano comunque rappresentare una fonte di guadagno.

### 2.3.7 L'EDIFICIO G7



Con l'analisi della tipologia G7 si torna all'analisi di una stecca orientata est-ovest, sviluppato su 8 piani consta di 48 unità abitative.

L'analisi degli interventi possibili è molto simile a quella delle tipologie simili. Per quanto riguarda le aggiunte in aside, sul lato ovest esse non possono essere prese in considerazione per la vicinanza al type G4. Rimangono valide le considerazioni già fatte per il sopracitato G4 sulle addition in facade, così come rimangono valide quelle già esplicitate per il top.

### 2.3.8 IL COMPLESSO G8



Il complesso G8 merita un'analisi più approfondita, poiché esso è costituito da 8 edifici puntiformi, di identica fattura architettonica ma a due a due specchiati in modo che la facciata esposta a sud di uno diventi quella esposta a nord nell'altro. Questo vuol dire che le addition seppure uguali in metratura sono diverse in base all'edificio specifico considerato.

Le regole generali sono comunque quelle che hanno generato anche le ipotesi degli altri casi di studio. Esse sono: l'installazione a sud e ad est di serre bioclimatiche, la replicazione della facciata esistente a nord, l'aggiunta di serre bioclimatiche a est e sud e di balconi a ovest.

Inoltre la particolare vastità del lotto permette anche la costruzione di nuovi assistant building, i quali per coerenza urbanistica verranno riproposti con la stessa linea architettonica di quelli esistenti rimanendo

saldi, però i criteri di accorgimenti utilizzati per le facade. Questo intervento permetterà di avere a disposizione nuove 96 unità da immettere nel mercato immobiliare.

## 2.4 DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE TECNICHE E DELLE PRESTAZIONI AMBIENTALI DEGLI EDIFICI

Come già accennato in precedenza tutti gli edifici, assieme agli edifici di interesse pubblico (palestra, scuole, supermercato, day hospital, biblioteca e centro civico) sono collegate ad sistema di teleriscaldamento realizzato negli anni settanta.

La D.G.R. 1366/2011 definisce teleriscaldamento o teleraffrescamento “la distribuzione di energia termica in forma di vapore, acqua calda o liquidi refrigerati, da una o più fonti di produzione verso una pluralità di edifici per il tramite una rete, per il riscaldamento o il raffrescamento e per la fornitura di acqua calda sanitaria degli edifici stessi”.

Nel caso in questione, secondo gli studi effettuati da un precedente lavoro di tesi, il fattore di energia primaria della rete di teleriscaldamento è :

$$f_{P,dh} = 1,05.$$

Nei calcoli si è utilizzato un rendimento:  $\eta_p = 1/f_{P,dh} = 0,95$

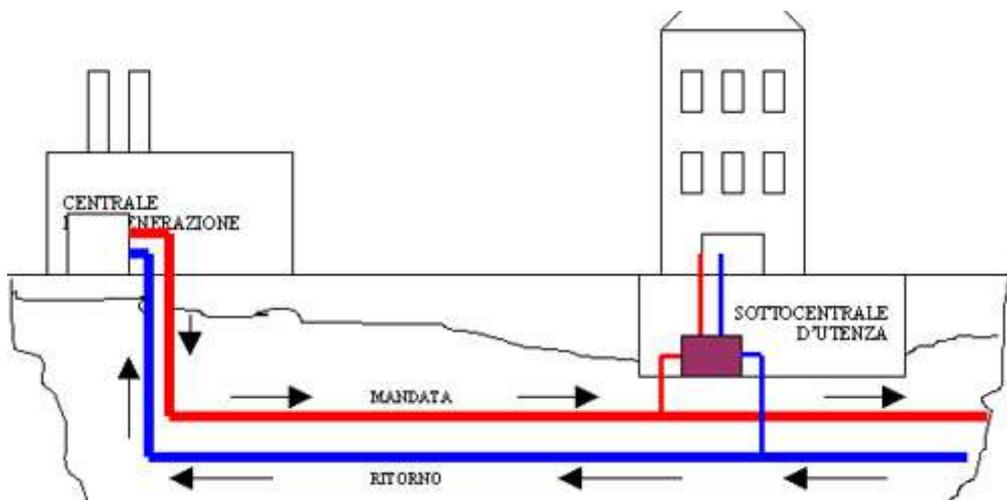


Figura 2.10- Schema di funzionamento del teleriscaldamento

Il teleriscaldamento è un servizio di elevata qualità rispetto ad altre forme tradizionali di riscaldamento, basti pensare alla maggiore sicurezza dovuta all'assenza di processi di combustione negli edifici. Inoltre grazie alle sottocentrali e la presenza di caldaie di integrazione è possibile diminuire la possibilità di guasti. Inoltre l'utente non paga il combustibile bensì direttamente i kWh necessari al suo fabbisogno energetico. Per questo motivo nel processo di riqualificazione degli edifici esistenti gli interventi a livello impiantistico si limiteranno alla sostituzione dei radiatori con altri a rendimento più alto all'installazione di valvole termostatiche per la contabilizzazione del calore di modo che ogni unità paghi esattamente per i kWh consumati. I vantaggi inoltre sono anche a livello ambientale, infatti i camini di emissione controllati in centrale riducono notevolmente gli scarichi oltre al già menzionata riduzione degli sprechi essendo un sistema ad alto rendimento

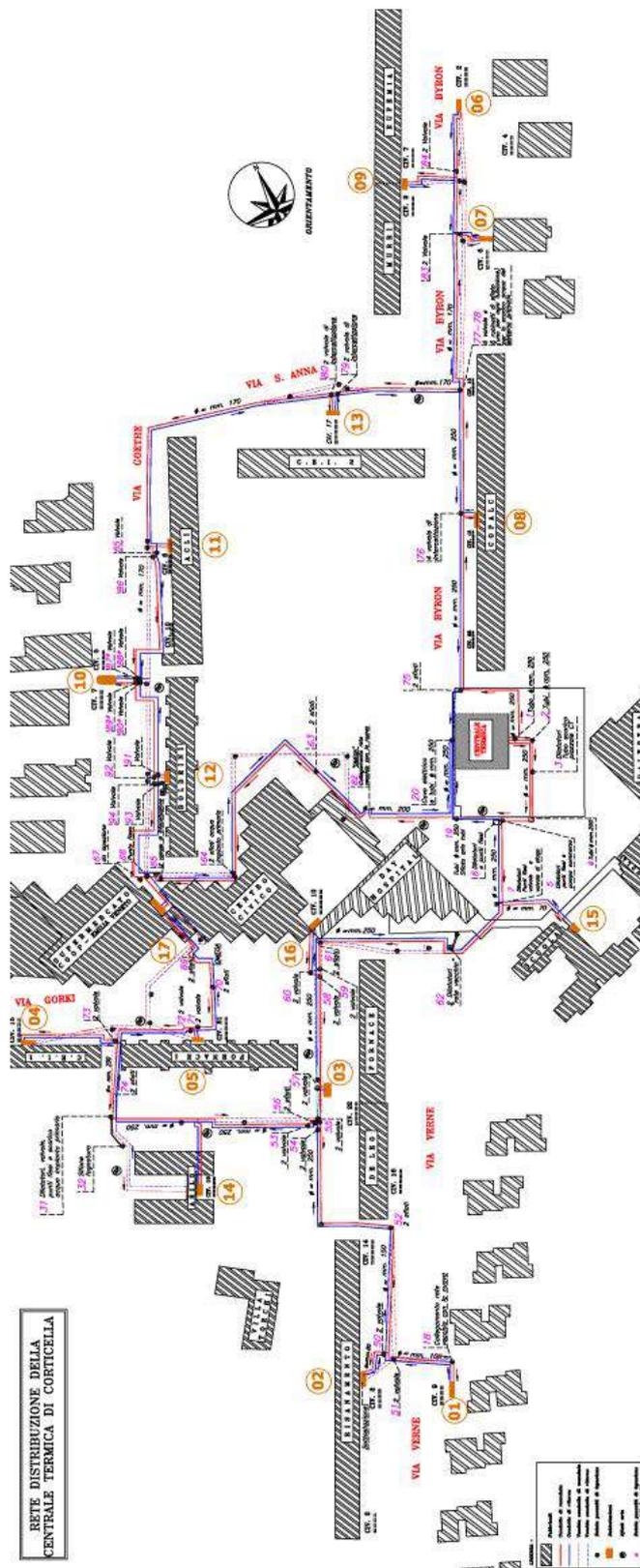


Figura 2.11- Schema della rete di teleriscaldamento

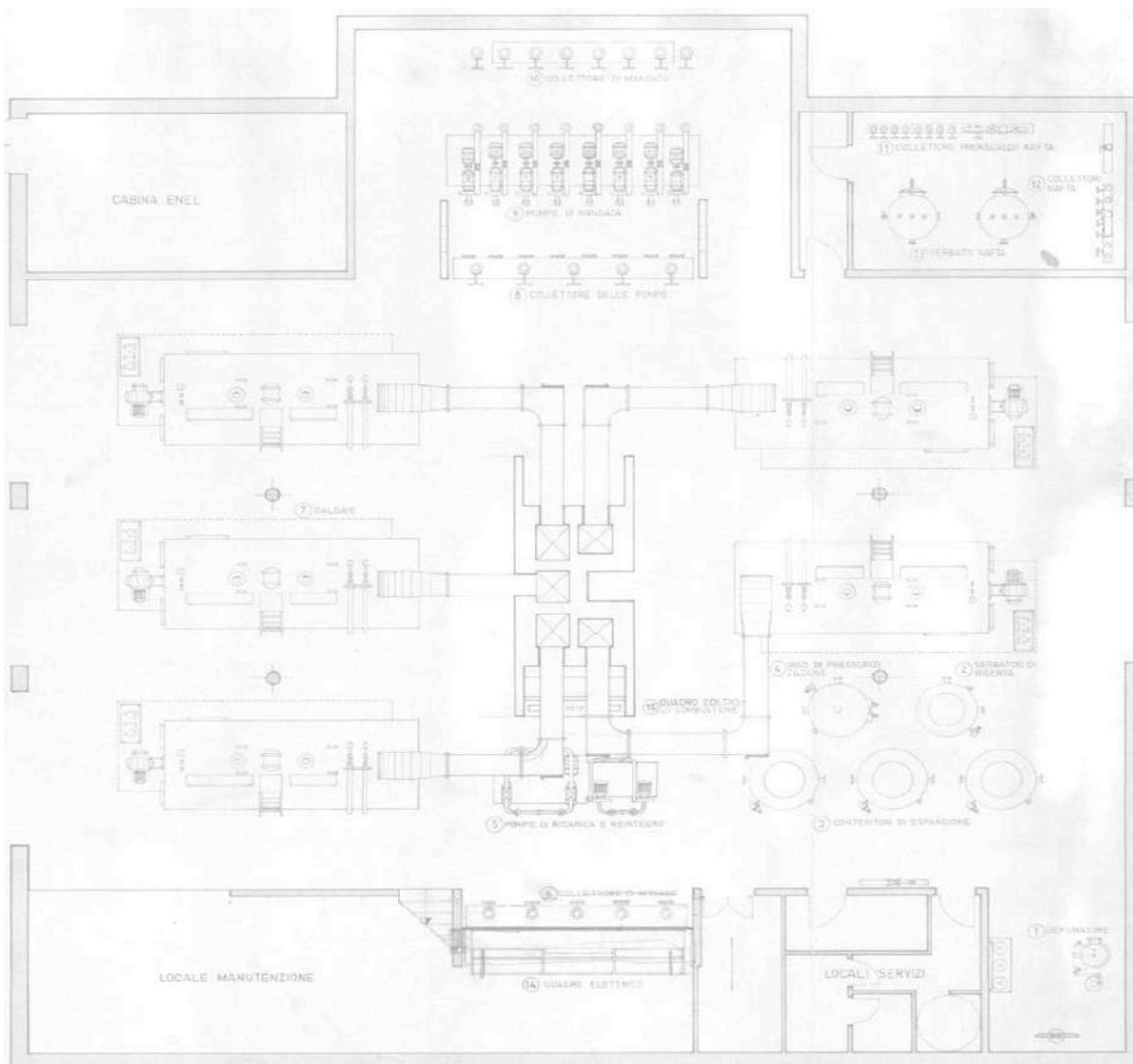
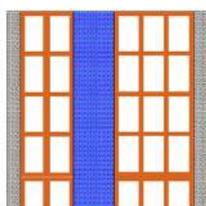


Figura 2.12 - Pianta della centrale termica

Le murature esterna di tamponamento, in assenza di dettagli costruttivi che ne mostrassero la reale natura sono state supposte a “cassa vuota”, cioè con intercapedine, in conformità con l’epoca costruttiva. Le pareti a “cassa vuota”, sono formate da due strati distanziati, tra i quali viene a crearsi un’intercapedine d’aria nella quale può essere inserito uno strato di materiale isolante. Di seguito si riporta lo studio preliminare dei dati termici delle suddette pareti e degli infissi.

### Muratura esterna



Muratura esterna 30 cm

Trasmittanza totale calcolata	1,088 W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza adottata	1,088 W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale	148,11 kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	0,656 W/m <sup>2</sup> K
Sfasamento	6,58 h
Smorzamento	0,603 ---
Capacità termica interna	54,926 kJ/m <sup>2</sup> K

### Infissi



- Telaio in legno
- Doppio vetro
- Chiusure avvolgibili con media permeabilità

Trasmittanza media degli infissi: 2,8 - 2,9 W/m<sup>2</sup>K

Figura 2.13 –Stima dei dati termoigrometrici di pareti esterne e infissi

## 2.5 DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA RIQUALIFICAZIONE E DELLE ADDITION

### 2.5.1 ANALISI E SOLUZIONI TECNICHE PER LA DEEP RENOVATION

Per “deep renovation” si intende un progetto di riqualificazione energetica che non va ad intaccare la metratura esistente ma va comunque ad intervenire su tutte le strutture dell’edificio.

Nella scelta dei materiali e delle tecnologie da utilizzare ci si è posti un target di trasmittanza da raggiungere:

<b>ELEMENTI STRUTTURALI</b>	<b>TARGET TRASMITTANZA U (W/m<sup>2</sup>K)</b>
<b>Parete esterna</b>	0,20
<b>Solaio di copertura</b>	0,12
<b>Primo solaio</b>	0,15
<b>Infissi</b>	1,6

Gli interventi riguardanti la deep renovation sono quindi:

- Installazione di cappotto esterno su tutte le strutture opache orizzontali e verticali, andando quindi ad eliminare anche eventuali ponti termici
- Sostituzione di tutti gli infissi con elementi più performanti
- Sostituzione dei corpi scaldanti con radiatori a rendimento più alto

Nello specifico, per l’isolamento delle pareti esterne, del tetto e del primo solaio la scelta è ricaduta su pannelli di lana di legno, sia per la

loro durabilità che per le loro caratteristiche termoigrometriche. Per raggiungere il target prestazionale prefisso si è calcolato, quindi, lo spessore necessario, che risulta essere mediamente di 150-175 mm per le chiusure opache verticali e di 250-300 mm per quelle orizzontali. Per quanto riguarda, invece, gli infissi il target viene raggiunto andando a sostituire quelli in uso con degli altri in PVC con triplo vetro.

Come si è già detto la riqualificazione impiantistica prevede la sostituzione dei corpi scaldanti presenti con dei nuovi radiatori ad alto rendimento e l'installazione di valvole termostatiche per procedere alla contabilizzazione dei consumi.

### **2.5.2 ANALISI E SOLUZIONI TECNICHE PER LE ADDITION**

Come più volte detto, le addizioni volumetriche pensate per questo studio seguono dei criteri architettonici e distributivi ben precisi. Prima di proseguire con l'esposizione delle caratteristiche tecniche, però, è bene fare due precisazioni: innanzitutto specifichiamo che ogni addition è subordinata all'intervento di deep renovation, esso è infatti una costante per ogni intervento; la seconda considerazione è che le addition verranno chiamate anche "adoRES". Come si intuisce dalla parola stessa le adoRES (Renewable Energy Sources) permettono l'installazione di pannelli fotovoltaici e solari che permetteranno (assieme all'intervento di deep renovation) di portare l'edificio a zero energia.

Altro punto cardine dei criteri progettuali delle addition è l'aggiunta di serre bioclimatiche.

La serra solare permette di sfruttare gli apporti gratuiti dell'energia solare per creare un serbatoio di calore durante l'inverno e in estate



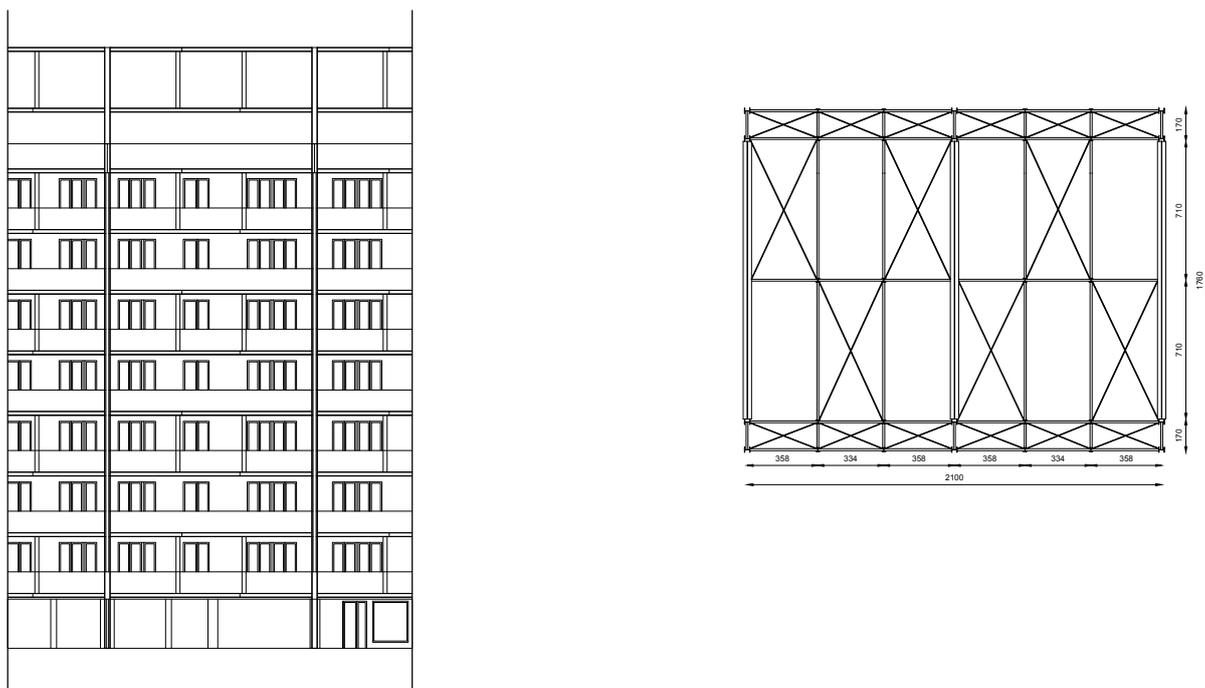


Figura 2.14-2.15 –Esempio struttura a portali sul type G3.1

## 2.5.2 PROGETTO DEGLI ASSISTANT BUILDINGS

Gli assistant building sono edifici indipendenti quindi non hanno particolari restrizioni tecniche a cui sottostare. Detto questo, si è scelto di avere la medesima tecnica di costruzione delle altre addition, in modo da semplificare la messa in opera. Anche per quanto riguarda la linea architettonica da seguire, essi riproporranno quella degli edifici esistenti con aggiunte le migliorie individuate nelle altre addiotion, come ad esempio la costruzione di serre bioclimatiche e di balconi che fungano da ombreggiamento.

Occorre precisare che come per gli altri interventi, anche la costruzione dell'assistant prevede l'installazione di pannelli fotovoltaici e solari sull'edificio esistente e sull'assistant stesso.

## **CAPITOLO 3**

### **FATTIBILITÀ ECONOMICA DELL'INTERVENTO**

#### **3.1 CALCOLO DEI COSTI UNITARI E DEI PACCHETTI**

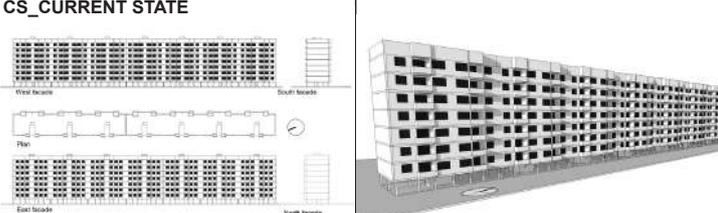
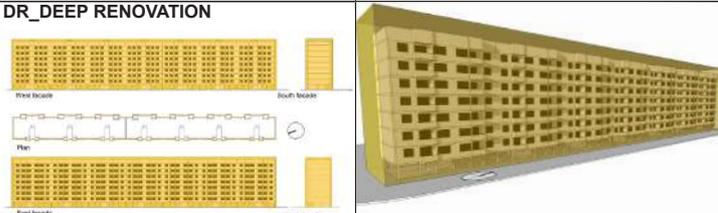
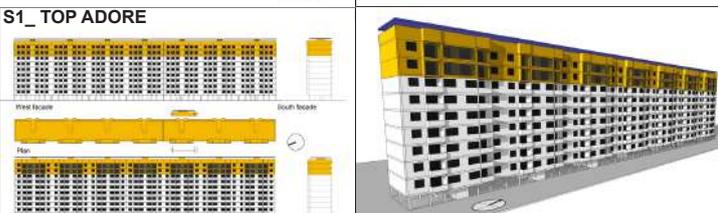
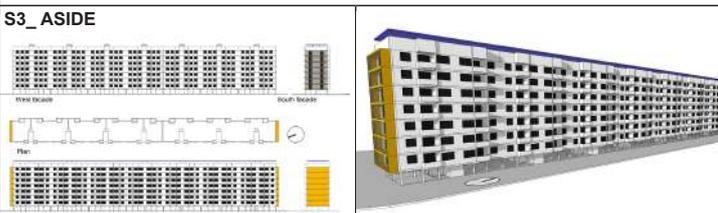
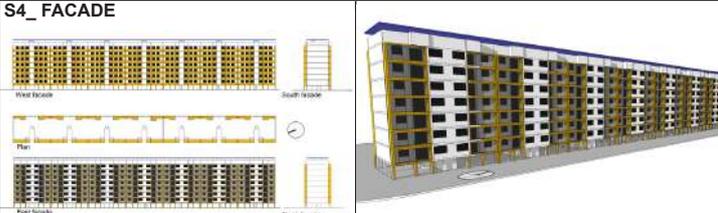
Per procedere in maniera ordinata e precisa è stato necessario sviluppare un metodo di calcolo adatto a stimare sia i costi di riqualificazione (per l'esistente) sia i costi di ristrutturazione (per le addition).

In prima istanza sono stati creati dei modelli 3D sia dello stato di fatto sia dei vari scenari con tutte le tipologie di addition possibili. In questo modo è stato possibile computare in maniera precisa tutte le superfici e gli elementi di ogni scenario possibile per ogni edificio.

Tali computi metrici sono stati redatti sia in termini di misure puramente geometriche, sia in dati catalogati in base alla necessità delle successive analisi energetiche. I disegni 2D e le misurazioni sono stati riassunti in tavole che si trovano in allegato.

Di seguito, comunque, a titolo di esempio vengono riportati le immagini e le misurazioni riguardanti il TYPE G1.1

CAPITOLO 3 – FATTIBILITÀ ECONOMICA DELL'INTERVENTO

SCENARIOS	TYPE OF ADORE	REAL ESTATE VALUE		Gross Area	11894 SQM
		<b>CS_CURRENT STATE</b> 		UNITS:	98
<b>DR_DEEP RENOVATION</b> 		AVERAGE AREA/ UNIT:	109 SQM	Transparent	Opaque
<b>S1_TOP ADORE</b> 		GROSS AREA:	11894 SQM	N	0 SQM
<b>S2_GROUND (NOT PERMITTED)</b> Technical limit. The height of the floor (2,5 m) is below the lower limits of the Italian Law.		NET AREA:	10705 SQM	S	0 SQM
<b>S3_ASIDE</b> 		L: 144 M W: 12 M H: 24 M		E	984,2 SQM
<b>S4_FACADE</b> 		COST/SQM:		W	580,7 SQM
<b>S5_ASSISTANT BUILDING</b> Not available area around the building.		TOTAL COST:			
		COST PV:			
		REAL ESTATE VALUE		Gross Area	11894 SQM
		UNITS:	98	Heated Area	9950 SQM
		AVERAGE AREA/ UNIT:	109 MQ	Transparent	Opaque
		GROSS AREA:	11894 MQ	N	0 SQM
		NET AREA:	10705 MQ	S	0 SQM
		L: 144 M W: 12 M H: 24 M		E	984,2 SQM
		COST/SQM:		W	580,7 SQM
		TOTAL COST:	1.216.612,45€		
		COST PV:			
		REAL ESTATE VALUE		Gross Area	3398 SQM
		UNITS:	28	Heated Area	2605 SQM
		AVERAGE AREA/ UNIT:	110 SQM	Transparent	Opaque
		GROSS AREA:	3398 SQM	N	0 SQM
		NET AREA:	3059 SQM	S	0 SQM
		L: 144 M W: 12 M H: 6 M		E	711 SQM
		COST/SQM:	524,41 €	W	308,4 SQM
		TOTAL COST:	1.781.477,60 €		
		COST D.R. + PV:	1.439.061,07 €		
		REAL ESTATE VALUE		Gross Area	252 SQM
		UNITS:		Heated Area	113,4 SQM
		AVERAGE AREA/ UNIT:		Transparent	Opaque
		GROSS AREA:	252 SQM	N	0 SQM
		NET AREA:	227 SQM	S	222 SQM
		L: 3 M W: 12 M H: 22 M		E	0 SQM
		COST/SQM:	797 €	W	0 SQM
		TOTAL COST:	200.855,51 €		
		COST D.R. + PV:	1.476.197,40 €		
		REAL ESTATE VALUE		Gross Area	1764 SQM
		UNITS:		Heated Area	0 SQM
		AVERAGE AREA/ UNIT:		Transparent	Opaque
		GROSS AREA:	1764 SQM	N	0 SQM
		NET AREA:	1588 SQM	S	0 SQM
		L: 84 M W: 3 M H: 22 M		E	1518,3 SQM
		COST/SQM:	1.132,82 €	W	0 SQM
		TOTAL COST:	1.998.289 €		
		COST D.R. + PV:	1.384.006,33 €		
		REAL ESTATE VALUE		Gross Area	
		UNITS:		Heated Area	
		AVERAGE AREA/ UNIT:		Transparent	Opaque
		GROSS AREA:		N	
		NET AREA:		S	
		L: W: H:		E	
		COST/SQM:		W	
		TOTAL COST:			
		COST D.R. + PV:			



VOLUMETRIC ADDITIONS RELATED TO VIA BYRON 1-13, CORTICELLA, BOLOGNA TYPE G1.1

ITALY 1

Successivamente sono stati individuati i vari pacchetti costituenti il costo di riqualificazione e quello di costruzione.

Nello specifico sono stati individuati per il costo di riqualificazione:

- Costi strutturali (nolo dei ponteggi)
- Cappotto esterno (costo dei pannelli isolanti in lana di legno, comprensivi di manodopera e finitura)
- Sostituzione degli infissi (costo comprensivo di rimozione dei vecchi serramenti e l'installazione di quelli nuovi)
- Riqualificazione del sistema impiantistico (sostituzione dei vecchi corpi scaldanti e installazione delle valvole termostatiche)

Per il costo di costruzione, invece, abbiamo:

- Costo di costruzione (comprende la messa in opera della struttura in xlam al grezzo)
- Costo delle fondazioni a platea con vespaio areato per gli assistant building
- Isolamento delle strutture opache con pannelli di lana di legno
- Costo dei serramenti
- Costo della struttura in acciaio per le addition
- Costo dell'impianto di riscaldamento e ventilazione meccanica (HVAC)
- Impianto fotovoltaico e solare termico
- Costi generali di cantiere

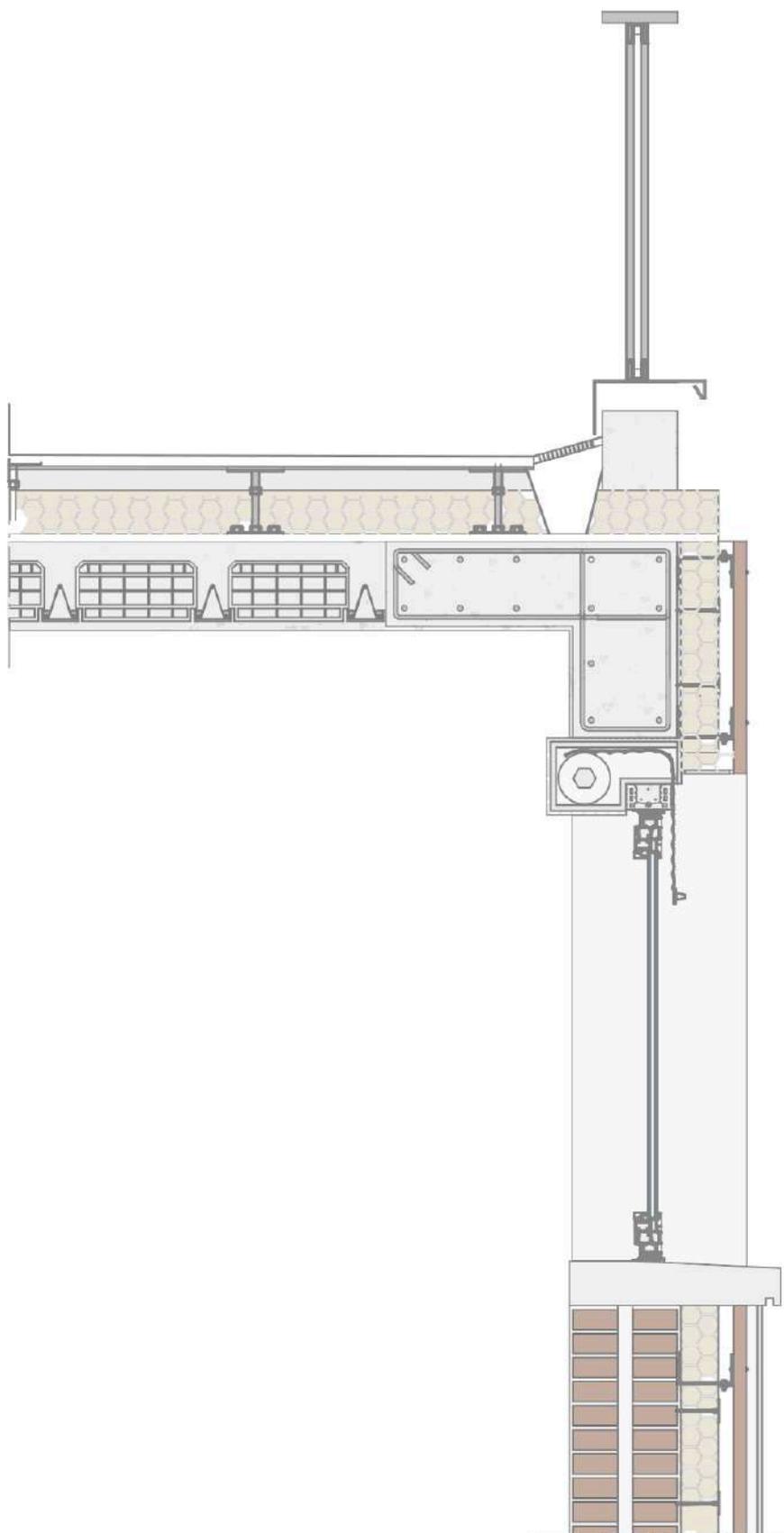


Figura 3.1a –Esempio di Deep Renovation

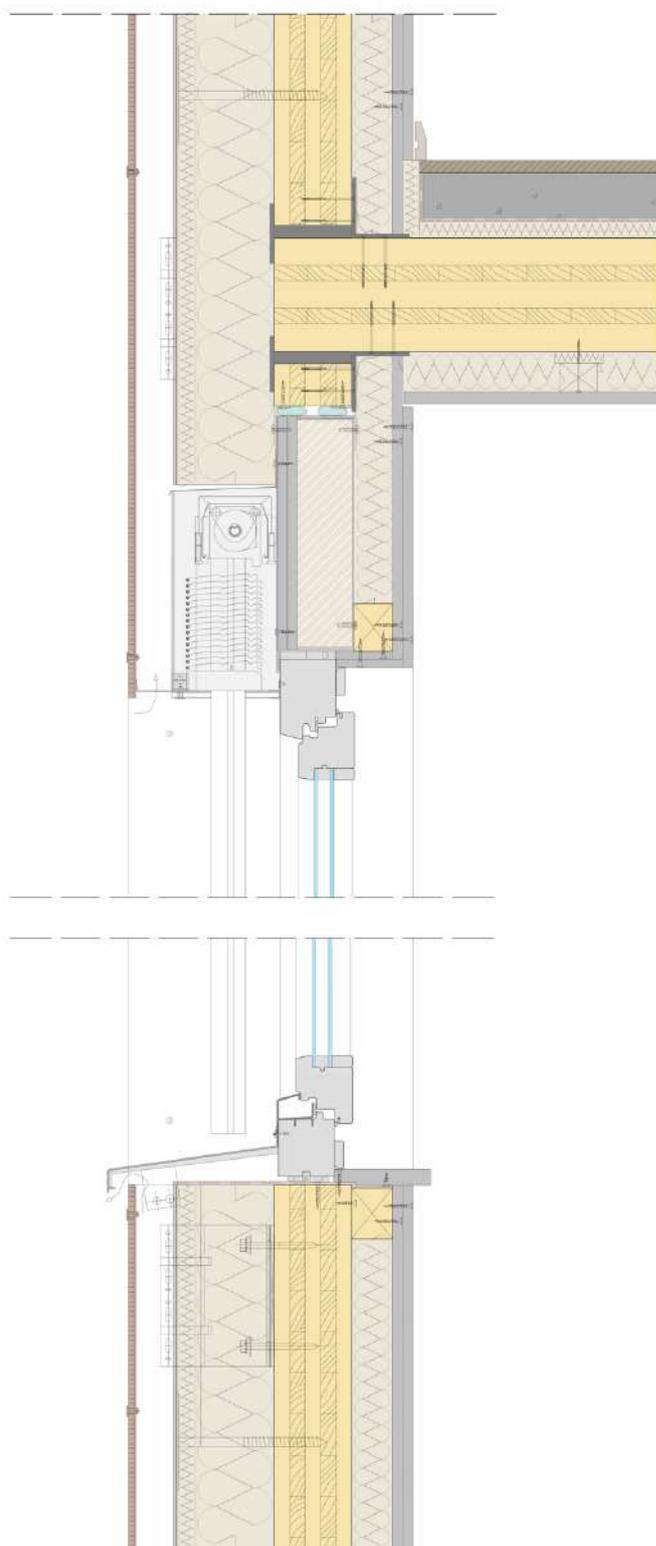


Figura 3.1b –Dettaglio della tipologia costruttiva scelta per le addition

Per ognuno di questi pacchetti, poi, è stato individuato un costo parametrico (es. €/m<sup>2</sup> o €/unità) da applicare ai vari casi di studio. Prima di tutto si è consultato il prezziario della Regione Emilia Romagna, ma questo si è rivelato esaustivo solo per alcuni pacchetti. In altri casi, invece, si sono svolte diverse ricerche di mercato e sono stati richiesti dei preventivi a delle aziende specializzate. Non sempre i costi trovati erano adatti al parametro considerato, per questo motivo in alcune situazioni si è reso necessario compilare un progetto di massima per poter computare in maniera esaustiva tutti i costi unitari, andando, poi, a ricavare l'incidenza a metro quadro o per unità abitativa.

Vediamo ora nello specifico come sono stati calcolati i costi parametrici dei vari pacchetti

### *COSTI STRUTTURALI*

La voce di costo relativa è quella dei ponteggi necessari alla realizzazione dell'intervento di deep renovation. I costi per l'affitto di tali ponteggi sono stati presi dal prezziario regionale dell'Emilia Romagna.

RENOVATION					
PACKAGE					
STRUCTURE					
RIF. PREZZIARIO EMILIA ROMAGNA					
MODEL	DESCRIPTION	€/UoM	UoM	Number	Total cost
	Ponteggio completo, sistema a telaio, compresi telai, correnti, diagonali, tavolati metallici, tavole fermapiEDE, chiusure di testate, ancoraggi in ragione di uno ogni 22 mq circa e mantovane parasassi installate ogni 14 m di altezza. Valutato a mq di proiezione prospettica di facciata per ogni mese di noleggio	2,66 €	mq	1080	2.872,80 €
<b>Total</b>					<b>2.872,80 €</b>
<b>Total €/MQ</b>					<b>2,18 €</b>

## CAPPOTTO ESTERNO

I prezzi per i pannelli di lana di legno sono stati presi dai depliant della ditta Fibertherm, poiché sono coerenti con le caratteristiche termiche necessarie al raggiungimento dei target di trasmittanza preposti dall'intervento.

RENOVATION					
PACKAGE					
COATING					
RIF. Listino FiberTherm					
STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI					
MODEL	DESCRIPTION	€/UoM	UoM	Number	Total cost
	Pannello in fibra di legno densità 160 kg/m3   Conduttività termica dichiarata $\lambda$ [W/(m*k)] 0,039   Calore specifico c 2.100 J/kg K spessore 160 mm	21,40 €	mq		- €
	Pannello in fibra di legno densità 160 kg/m3   Conduttività termica dichiarata $\lambda$ [W/(m*k)] 0,039   Calore specifico c 2.100 J/kg K spessore 100 mm	13,38 €	mq		- €
STRUTTURE OPACHE VERTICALI					
<b>Total</b>					<b>#RIF!</b>
<b>Total €/MQ</b>					<b>#RIF!</b>
MODEL	DESCRIPTION	€/UoM	UoM	Number	Total cost
	Pannello in fibra di legno densità 160 kg/m3   Conduttività termica dichiarata $\lambda$ [W/(m*k)] 0,039   Calore specifico c 2.100 J/kg K spessore 160 mm	21,40 €	mq		- €
	Pannello in fibra di legno densità 160 kg/m3   Conduttività termica dichiarata $\lambda$ [W/(m*k)] 0,039   Calore specifico c 2.100 J/kg K spessore 200 mm	26,75 €	mq		- €
<b>Total</b>					<b>#RIF!</b>
<b>Total €/MQ</b>					<b>48,15 €</b>

Questa tabella di calcolo è stata usata per calcolare le combinazioni necessarie per le strutture opache orizzontali e verticali dei vari edifici, è stata aggiunta una cifra forfettaria di 100€/m<sup>2</sup> per le rifiniture. Una volta calcolato il totale di tutte le superfici è stata calcolata l'incidenza a metro quadro per poter usare lo stesso parametro per tutte le superfici opache.

## SOSTITUZIONE INFISSI

I costi di sostituzione infissi sono stati presi dal prezziario regionale e sono comprensivi anche dei costi di sostituzione, si riferiscono a metro

quadro di superficie vetrata ma comprendono anche l'infisso in PVC oltre ai costi di messa in opera

RENOVATION					
PACKAGE					
REPLACING WINDOWS					
RIF. PREZZIARIO EMILIA ROMAGNA					
MODEL	DESCRIPTION	€/UoM	UoM	Number	Total cost
	Infissi in pvc di colore bianco, ad alta resilienza, con angoli termosaldati a finitura superficiale liscia, guarnizioni in EPDM, cerniere e meccanismi di chiusura, telaio armato con profilati di acciaio, valori di termotrasmittanza secondo il Dlgs 192/2005 e s.m.i., potere fonoisolante pari a 34 dB (ISO 717-1), posti in opera completi di vetrificamera 4/12/4 e coprifili, su preesistenti controtelai	220,00 €	m		- €
	Smontaggio di infissi esterni in legno come finestre, sportelli a vetri, persiane ecc., calcolato sulla superficie, inclusa l'eventuale parte vetrata, compreso telaio, controtelaio, smuratura delle grappe o dei tasselli di tenuta ed eventuale taglio a sezione degli elementi	18,64 €	mq		- €
<b>Total</b>					
<b>Total €/MQ</b>					<b>238,64 €</b>

### *RIQUALIFICAZIONE SISTEMA IMPIANTISTICO*

Come già accennato per quanto riguarda la riqualificazione degli impianti gli interventi si limiteranno alla sostituzione dei radiatori e all'installazione di valvole termostatiche. Il calcolo si è basato sui rilievi fatti in un precedente lavoro di tesi sul Type G3.1, il costo totale comprensivo anche dei costi di rimozione è stato ridiviso su tutte le unità per trovare, appunto, il costo parametrico ad unità abitativa da utilizzare anche negli altri casi di studio. I prezzi sono riferiti al prezziario regionale e al catalogo della ditta Siemens.

RENOVATION					
PACKAGE					
HEATING SYSTEM RENOVATION					
RIF. PREZZIARIO EMILIA ROMAGNA+ LISTINO SIEMENS					
MODEL	DESCRIPTION	€/UoM	UoM	Number	Total cost
	Rimozione di corpi scaldanti compreso ogni onere e magistero per chiusura delle tubazioni di adduzione e scarico, rimozione di mensole, trasporto a rifiuto e quanto altro occorre.	13,72 €	cad	416	5.707,52 €
	Radiatori in alluminio ad elementi componibili profondità 80 mm, preverniciati al forno con polveri epossidiche preassemblati mediante nipples in acciaio, emiss. termica con delta Ti 50 °C secondo norme UNI EN 442, dati in opera completi di valvola d'intercettazione e detentore, valvola sfogo aria, attacchi diametro 1", compreso il collegamento alle tubazioni di andata e ritorno dell'impianto; interasse 600 mm; altezza 680 mm; emiss. termica 135 ± 5% W ad elemento; sei elementi.	127,94 €	cad	416	53.223,04 €
	Ripartitore con singolo sensore SIEMECA AMR, con piastrina di montaggio standard.	98,10 €	cad	416	40.809,60 €
	Valvola termostatica costituita da valvola ad angolo per radiatore 3/8, regolatore termostatico, detentore angolo 3/8.	30,80 €	cad	416	12.812,80 €
	Antenna SIEMECA a batteria.	389,00 €	cad	11	4.279,00 €
	Antenna SIEMECA GSM/GPRS a 230 V ac.	1.374,00 €	cad	1	1.374,00 €
	Installazione ripartitore e valvola termostatica e start up.	70,00 €	cad	416	29.120,00 €
	Valvole di sfioro	71,00 €	cad	8	568,00 €
	Autoflow	434,70 €	cad	8	3.477,60 €
	Pompa a velocità variabile	1.500,00 €	cad	2	3.000,00 €
<b>Total</b>					<b>154.371,56 €</b>
<b>Total package/unit</b>					<b>2.412,06 €</b>

### *COSTO DI COSTRUZIONE*

Il pacchetto fa riferimento alla costruzione al grezzo di strutture in X-Lam, i prezzi, comprensivi di manodopera, sono stati calcolati sull'assistant building progettato per il type G8. Una volta moltiplicati i prezzi unitari per le superfici progettate è stato possibile calcolare l'incidenza per metro quadro di costruzione. Anche in questo caso i prezzi fanno riferimento al prezziario regionale dell'Emilia Romagna.

**CAPITOLO 3 – FATTIBILITÀ ECONOMICA DELL'INTERVENTO**

ADDITION					
PACKAGE					
CONSTRUCTION					
RIF. PREZZIARIO EMILIA ROMAGNA					
MODEL	DESCRIPTION	€/UoM	UoM	Number	Total cost
	Cordolo murario di rialzo ad una testa, con funzione di appoggio giuntato per il posizionamento di radice o banchina, costituito da mattoni semipieni doppio UNI (12x12x25 cm), distanziati l'uno dall'altro 75 cm e riempimento a spessore della luce tra essi, successivo alla posa della trave, tramite malta tixotropica	11,90 €	m	100	1.190,00 €
	Guaina bituminosa elastomerica da posarsi a caldo su cordolo in cemento armato o muratura a protezione dall'umidità residua e di risalita dei pannelli costituenti le pareti verticali da installarsi successivamente sul cordolo. E' compreso quanto necessario a stabilire la perfetta orizzontalità della struttura e l'adeguato accoppiamento con la parete in legno	16,00 €	mq	397	6.352,00 €
	Nastro tagliamuro in EPDM accoppiato a due strisce in schiuma PUR, dotato di banda adesiva per l'avvolgimento esterno del bordo inferiore nell'attacco a terra della parete lignea a garanzia di tenuta all'aria e a protezione dall'umidità di risalita, anche su superfici non perfettamente regolari: larghezza 250 mm per pareti esterne	5,83 €	m	100	583,00 €
	Banchina (radice) in legno lamellare di larice ancorata, tramite barre filettate passanti e resina chimica, alla sotto-struttura in cemento armato o mattoni, a costituzione di piano di appoggio orizzontale e a protezione dall'umidità delle sezioni di testa delle lamelle costituenti le pareti verticali compresa ogni lavorazione di taglio, di scanalatura superiore per alloggio della/e striscia/e di pannello multistrato sezione 100x 160 mm	29,25 €	m	100	2.925,00 €
	Pannello di legno multistrato formato da lamelle giuntate di tavole di legno massello di abete rosso, incollate a strati incrociati ortogonali (X-LAM / CLT), successivamente pressati (con pressa meccanica o sottovuoto), tessitura degli strati superficiali (facce esterne) parallela all'asse trasversale del pannello, larghezza 245 ÷ 300 cm e lunghezza fino a 1600 cm; umidità del legno al momento della posa in opera: 12± 2%; tolleranza ± 3% sullo spessore totale e sui singoli strati; classi d'uso 1 e 2 secondo la norma EN 1995-1-1, con tavole di classe di resistenza meccanica pari a C24-S10; qualità della faccia superficiale in classe C (Non a Vista) come definita dalla norma EN 13017-1; colla adesiva delle lamelle priva di formaldeide ai sensi della norma UNI 301. Sono compresi nel prezzo le lavorazioni ordinarie a macchina a Controllo Numerico Computerizzato CNC (tagli, bordi longitudinali con profili standard, bordi trasversali perpendicolari/ad angolo). Sono inoltre inclusi gli oneri per il trasporto e la movimentazione nell'ambito del cantiere, il montaggio a cura di personale specializzato ed ogni altra prestazione spessore totale del pannello pari a 160 mm	124,00 €	mq	480	59.520,00 €
SCS/HYC					

**CAPITOLO 3 – FATTIBILITÀ ECONOMICA DELL'INTERVENTO**

	Sovrapprezzo per taglio del pannello eseguito a macchina CNC per la creazione di ogni tipo di bucatura o risega (finestre, porte, attraversamento di elementi strutturali ed impiantistici, particolari architettonici, etc.): taglio lineare ortogonale	8,00 €	mq	203	1.624,00 €
	Guaina bituminosa autoadesiva con pellicola in HDPE da applicarsi a freddo sulle pareti del basamento in cemento armato o muratura e sulla parete lignea, a garanzia dell'impermeabilizzazione controterra, larghezza 1 m	15,30 €	m	100	1.530,00 €
	Striscia fonoisolante, di spessore 12,5 mm, ad alte prestazioni di abbattimento acustico certificato (-14dB per trasmissione strutturale, -8dB per trasmissione aerea) applicata sulle superfici di connessione tra strutture orizzontali e verticali: larghezza 150 mm	60,20 €	m	100	6.020,00 €
	Pannello di legno multistrato formato da lamelle giuntate di tavole di legno massello di abete rosso, incollate a strati incrociati ortogonali (X-LAM / CLT), successivamente pressati (con pressa meccanica o sottovuoto), tessitura degli strati superficiali (facce esterne) parallela all'asse longitudinale del pannello, larghezza 245 ÷ 300 cm e lunghezza fino a 1600 cm; umidità del legno al momento della posa in opera: 12± 2%; tolleranza ± 3% sullo spessore totale e sui singoli strati; classi d'uso 1 e 2 secondo la norma EN 1995-1-1, con tavole di classe di resistenza meccanica pari a C24-S10; qualità della faccia superficiale in Classe C (Non a Vista) come definita da EN 13017-1; colla adesiva delle lamelle priva di formaldeide ai sensi della norma UNI 301:2006. Sono compresi nel prezzo le lavorazioni ordinarie a macchina a Controllo Numerico Computerizzato CNC (tagli, bordi longitudinali con profili standard, bordi trasversali perpendicolari/ad angolo). Sono inoltre inclusi gli oneri per il trasporto e la movimentazione nell'ambito del cantiere, il montaggio a cura di personale specializzato ed ogni altra prestazione spessore totale del pannello pari a 200 mm	134,52 €	mq	1985	267.022,20 €
				TOTAL	346.766,20 €
	Altre spese necessarie per il montaggio (ferramenta etc)	30%			104.029,86 €
	Ponteggio completo, sistema a telaio, compresi telai, correnti, diagonali, tavolati metallici, tavole fermapiEDE, chiusure di testate, ancoraggi in ragione di uno ogni 22 mq circa e mantovane parasassi installate ogni 14 m di altezza. Valutato a mq di proiezione prospettica di facciata per ogni mese di noleggio	2,66 €	mq	1346	3.580,36 €
				<b>Total</b>	<b>454.376,42 €</b>
				<b>Total €/MQ</b>	<b>232,77 €</b>

**FONDAZIONE A PLATEA CON VESPAIO AREATO**

Nel caso degli assistant buiding è stata prevista una fondazione a platea con vespaio areato (con igloo). Anche in questo caso i prezzi fanno riferimento al prezzario regionale, sono comprensivi di tutte le

lavorazioni come scavi e casserature per la messa in opera. Per calcolare l'incidenza a metro quadro sono stati calcolati sull'assistant building previsto nel caso del type G8.

ADDITION					
PACKAGE					
FOUNDATION					
RIF. PREZZIARIO EMILIA ROMAGNA					
MODEL	DESCRIPTION	€/UoM	UoM	Number	Total cost
SCAVI	Scavo di sbancamento effettuato con mezzi meccanici compresa la rimozione di arbusti e ceppaie e trovanti di dimensione non superiore a 0,25 mc, la profilatura delle pareti, la regolarizzazione del fondo, il carico sugli automezzi ed il trasporto a rinterro o rilevato nell'ambito del cantiere fino ad una distanza massima di 1.500 m in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, terreno vegetale e simili)	4,45 €	mc	270,6	1.204,17 €
CASSERATURA	Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: pannelli di legno	26,99 €	mq	397	10.715,03 €
FONDAZIONE A PLATEA	Prezzo medio compreso di armature	250,00 €	mc	198,5	49.625,00 €
VESPAIO	Vespaio areato realizzato con casseri modulari a perdere in polipropilene riciclato autoportanti, impermeabili, posti in opera a secco su adeguato sottofondo di magrone da conteggiare a parte, compresi il conglomerato cementizio C25/30 (Rck 35 N/mm <sup>2</sup> ) per il riempimento tra i casseri e la sovrastante soletta di almeno 4 cm e l'armatura costituita da rete elettrosaldata diametro 6 mm maglia 200 x 200 mm, esclusi profili angolari, altezza 16 cm	29,64 €	mq	397	11.767,08 €
IMPERMEABILIZZAZIONE	Impermeabilizzazione di platea di fondazione mediante applicazione di pannelli in bentonite di sodio naturale e cartone kraft dello spessore 4,8 mm, escluso il magrone di sottofondo e compreso il sistema di A11056 fissaggio e le sovrapposizioni lungo le linee di sormontomeccanica pari a C24-S10; qualità della faccia superficiale in classe C (Non a Vista) come definita dalla norma EN 13017-1; colla adesiva delle lamelle priva di formaldeide ai sensi della norma UNI 301. Sono compresi nel prezzo le lavorazioni ordinarie a macchina a Controllo Numerico Computerizzato CNC (tagli, bordi longitudinali con profili standard, bordi trasversali perpendicolari/ad angolo). Sono inoltre inclusi gli oneri per il trasporto e la movimentazione nell'ambito del cantiere, il montaggio a cura di personale specializzato ed ogni altra prestazione spessore totale del pannello pari a 160mm	27,40 €	mq	397	10.877,80 €
<b>Total</b>					<b>84.189,08 €</b>
<b>Total €/MQ</b>					<b>212,06 €</b>

## ISOLAMENTO

Come per gli edifici esistenti, le addition saranno provviste di un isolamento a cappotto con pannelli isolanti in lana di legno, chiaramente essendo l'X-Lam un materiale più performante a livello termico rispetto alla muratura degli edifici esistenti, gli spessori necessari saranno più bassi.

ADDITION					
PACKAGE					
INSULATION					
RIF. Listino FiberTherm					
STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI					
MODEL	DESCRIPTION	€/UoM	UoM	Number	Total cost
	Pannello in fibra di legno densità 160 kg/m3   Conduttività termica dichiarata $\lambda$ [W/(m*k)] 0,039   Calore specifico c 2.100 J/kg K spessore 160 mm x2	21,40 €	mq	770	16.478,00 €
STRUTTURE OPACHE VERTICALI					
<b>Total</b>					<b>16.478,00 €</b>
<b>Total €/MQ</b>					<b>8,44 €</b>
MODEL	DESCRIPTION	€/UoM	UoM	Number	Total cost
	Pannello in fibra di legno densità 160 kg/m3   Conduttività termica dichiarata $\lambda$ [W/(m*k)] 0,039   Calore specifico c 2.100 J/kg K spessore 160 mm	21,40 €	mq	972	20.800,80 €
<b>Total</b>					<b>37.278,80 €</b>
<b>Total €/MQ</b>					<b>21,40 €</b>

## COSTO DEI SERRAMENTI

Facendo sempre riferimento al prezziario regionale il costo dei serramenti (infissi in pvc con triplo vetro) è stato calcolato come nel caso della riqualificazione, ma in questo caso non ci sono i costi di rimozione.

ADDITION					
PACKAGE					
WINDOWS					
RIF. PREZZIARIO EMILIA ROMAGNA					
MODEL	DESCRIPTION	€/UoM	UoM	Number	Total cost
	Infissi in pvc di colore bianco, ad alta resilienza, con angoli termosaldati a finitura superficiale liscia, guarnizioni in EPDM, cerniere e meccanismi di chiusura, telaio armato con profilati di acciaio, valori di termotrasmissione secondo il Dlgs 192/2005 e s.m.i., potere fonoisolante pari a 34 dB (ISO 717-1), posti in opera completi di vetricamera 4/12/4 e coprifili, su preesistenti controtelai	220,00 €	m		- €
<b>Total</b>					
<b>Total €/MQ</b>					<b>220,00 €</b>

### *COSTO DELLA STRUTTURA IN ACCIAIO*

Come già spiegato, nel caso delle addizioni on top e facade, per tenere conto dell'adeguamento con la normativa sismica è stata prevista una struttura "a portali" in acciaio che assorba i nuovi carichi.

Per trovare l'incidenza a metro quadro di tale struttura essa è stata progettata sul type G3.1, sono stati computati, quindi, tutti i profili necessari, tali misure sono state poi appositamente moltiplicate per il costo (comprendente la messa in opera) trovato nel prezziario. Si è svolta quindi un'operazione di conversione tra kg, metri lineari e metri quadri di costruzione. In ultima istanza sono state aggiunte le spese per i plinti di fondazione.

## CAPITOLO 3 – FATTIBILITÀ ECONOMICA DELL'INTERVENTO

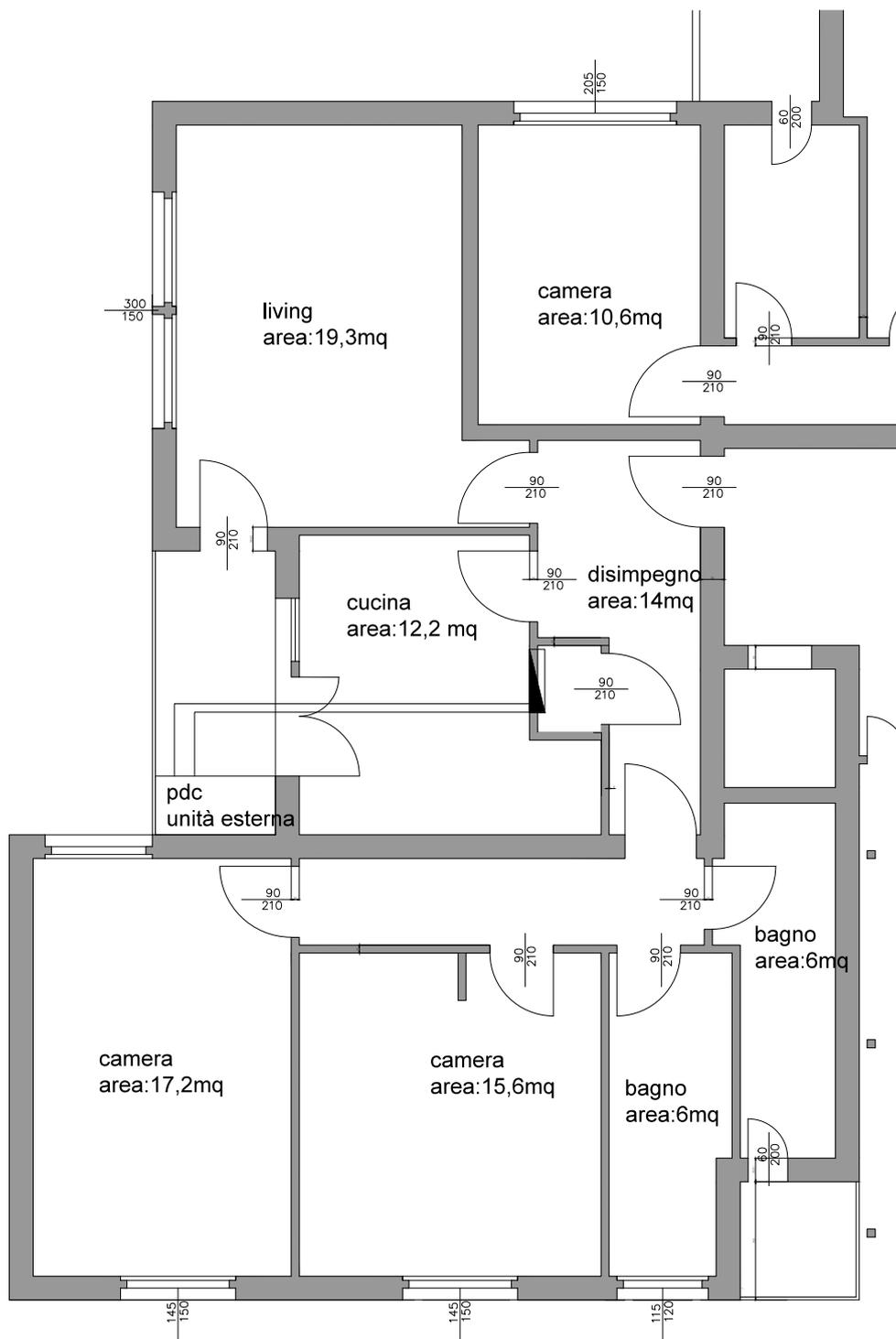
CALCOLO ACCIAIO (stima fatta su via byron 10-22)						
Profilo	Peso (kg/m)	Metri lin. (m)	Peso tot. (kg)	Prezzo (euro)	Costo (euro)	
Colonna HEA 280		76,4	2,8	213,92	3,30 €	705,94 €
Colonna HEA 280		76,4	2,8	213,92	3,30 €	705,94 €
Colonna HEA 280		76,4	2,8	213,92	3,30 €	705,94 €
Colonna HEA 280		76,4	2,8	213,92	3,30 €	705,94 €
Trave IPE 200		22,4	1,5	33,6	3,30 €	110,88 €
Trave IPE 200		22,4	1,5	33,6	3,30 €	110,88 €
Trave IPE 200		22,4	1,5	33,6	3,30 €	110,88 €
Trave IPE 200		22,4	10	224	3,30 €	739,20 €
Trave IPE 200		22,4	10	224	3,30 €	739,20 €
Fune 16mm		0,815	3,2	2,608	3,30 €	8,61 €
Fune 16mm		0,815	3,2	2,608	3,30 €	8,61 €
<b>Totale</b>						<b>4.652,00 €</b>
Aumento 20% (bullonature etc)						4.652,00 €
*prezzo stimato per una campata (14 campate)						
entrambi i lati						9.303,99 €
tutte le campate						130.255,91 €
<b>tot. Piani</b>	numero piani	<b>7</b>				<b>911.791,37 €</b>
<b>costo colonne piano terra</b>	numero colonne	<b>30</b>				<b>21.178,08 €</b>
Costo aggiunta piani abitabili sul tetto						
Piano aggiuntivo	Peso (kg/m)	Metri lin. (m)	Peso tot. (kg)	Prezzo (euro)	Costo (euro)	
Colonna HEA 280		76,4	2,8	213,92	3,30 €	705,94 €
Colonna HEA 280		76,4	2,8	213,92	3,30 €	705,94 €
Colonna HEA 280		76,4	2,8	213,92	3,30 €	705,94 €
Colonna HEA 280		76,4	2,8	213,92	3,30 €	705,94 €
Trave IPE 200		22,4	1,5	33,6	3,30 €	110,88 €
Trave IPE 200		22,4	1,5	33,6	3,30 €	110,88 €
Trave IPE 200		22,4	1,5	33,6	3,30 €	110,88 €
Trave IPE 200		22,4	10	224	3,30 €	739,20 €
Trave IPE 200		22,4	10	224	3,30 €	739,20 €
Fune 16mm		0,815	3,2	2,608	3,30 €	8,61 €
Fune 16mm		0,815	3,2	2,608	3,30 €	8,61 €
<b>Totale</b>						<b>4.652,00 €</b>
Per due piani						4.652,00 €
*prezzo stimato per una campata (14 campate)						
entrambi i lati						9.303,99 €
<b>totale campate</b>						<b>130.255,91 €</b>
Reticolari:						
Profili reticolare Vierendeel						
Corrente IPE 200		22,4	15	336	3,30 €	1.108,80 €
Corrente IPE 200		22,4	15	336	3,30 €	1.108,80 €
Montante doppia L.60x6		4,46	2,8	12,488	3,30 €	82,42 €
Montante doppia L.60x6		4,46	2,8	12,488	3,30 €	82,42 €
Montante doppia L.60x6		4,46	2,8	12,488	3,30 €	82,42 €
Diagonale doppia L.45x5		3,38	4,3	14,534	3,30 €	95,92 €
Diagonale doppia L.45x5		3,38	4,3	14,534	3,30 €	95,92 €
Diagonale doppia L.45x5		3,38	4,3	14,534	3,30 €	95,92 €
Diagonale doppia L.45x5		3,38	4,3	14,534	3,30 €	95,92 €
<b>Totale:</b>						<b>2.848,56 €</b>
Aumento 20% (bullonature, piastre, etc)						2.848,56 €
<b>Numero reticolari</b>		<b>15</b>				<b>42.728,40 €</b>
Strutture di collegamento e controventi						
Profili						
Trave IPE 200		22,4	3,5	78,4	3,30 €	258,72 €
Trave IPE 200		22,4	3,5	78,4	3,30 €	258,72 €
Trave IPE 200		22,4	3	67,2	3,30 €	221,76 €
Trave IPE 200		22,4	7,1	159,04	3,30 €	524,83 €
Trave IPE 200		22,4	7,1	159,04	3,30 €	524,83 €
Trave IPE 200		22,4	7,1	159,04	3,30 €	524,83 €
Trave IPE 200		22,4	7,1	159,04	3,30 €	524,83 €
Fune 16mm		0,815	7,8	6,357	3,30 €	20,98 €
Fune 16mm		0,815	7,8	6,357	3,30 €	20,98 €
Fune 16mm		0,815	7,8	6,357	3,30 €	20,98 €
Fune 16mm		0,815	7,8	6,357	3,30 €	20,98 €
Fune 16mm		0,815	7,8	6,357	3,30 €	20,98 €
Fune 16mm		0,815	7,8	6,357	3,30 €	20,98 €
Fune 16mm		0,815	3,6	2,934	3,30 €	9,68 €
Fune 16mm		0,815	3,6	2,934	3,30 €	9,68 €
Fune 16mm		0,815	3,6	2,934	3,30 €	9,68 €
Fune 16mm		0,815	3,6	2,934	3,30 €	9,68 €
Fune 16mm		0,815	3,6	2,934	3,30 €	9,68 €
Fune 16mm		0,815	3,6	2,934	3,30 €	9,68 €
Fune 16mm		0,815	3,6	2,934	3,30 €	9,68 €
Fune 16mm		0,815	3,6	2,934	3,30 €	9,68 €
Fune 16mm		0,815	3,5	2,8525	3,30 €	9,41 €
Fune 16mm		0,815	3,5	2,8525	3,30 €	9,41 €
Fune 16mm		0,815	3,5	2,8525	3,30 €	9,41 €
Fune 16mm		0,815	3,5	2,8525	3,30 €	9,41 €
Trave IPE 200		22,4	2,8	62,72	3,30 €	206,98 €
Trave IPE 200		22,4	2,8	62,72	3,30 €	206,98 €
<b>Totale</b>						<b>3.493,46 €</b>
Aumento 20% (bullonature, piastre, etc)						3.493,46 €
<b>Numero campate</b>		<b>14</b>				<b>48.908,43 €</b>
<b>costo stimato plinti (mc)</b>		<b>130,00 €</b>				
cabatura di un plinto		2,4				
numero plinti		30				
<b>Totale</b>						<b>9.360,00 €</b>
<b>Totale stimato per l'invariante strutturale:</b>						<b>1.164.222,19 €</b>
Costo stimato a mq						
Metraglia totale						2894
<b>Incidenza a mq</b>						<b>402,29 €</b>

ADDITION					
PACKAGE					
STEEL STRUCTURE					
RIF.PREZZIARIO EMILIA ROMAGNA					
STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI					
ELEMENT	DESCRIPTION	€/UoM	UoM	Number	Total cost
COLONNE E TRAVI	carpenteria metallica di qualsiasi sezione, comprese bullonature, saldature, tiranti, messa in opera	3,43 €	Kg		- €
RETICOLARE	carpenteria metallica di qualsiasi sezione, comprese bullonature, saldature, tiranti, messa in opera per trature composte	3,90 €	Kg		- €
FONDAZIONI	Piinto	130,00 €	MC		
INCIDENZA A MQ	per il calcolo dell'incidenza a mq si rimanda alla parte "computo acciaio" dove è stato preso come esempio di calcolo l'incidenza a mq su una palazzina, questo verrà usato per tutto il comparto poiché la metodologia costruttiva è la medesima	402,29 €	MQ		

### *COSTO DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E VENTILAZIONE MECCANICA (HVAC)*

Come già specificato prima, per le nuove costruzioni si è previsto un sistema impiantistico con pompa di calore e pannelli radianti a pavimento e un sistema di ventilazione meccanica con recupero di calore.

Per raggiungere un risultato che potesse essere utilizzato per tutte le unità, e che fosse verosimile, si è reso necessario fare un progetto di massima su un appartamento tipo, in modo da redigere un computo il più preciso possibile con tutti gli elementi necessari. I prezzi fanno riferimento al listino prezzi della ditta Daikin.



CAPITOLO 3 – FATTIBILITÀ ECONOMICA DELL'INTERVENTO

PACKAGES					
HVAC					
RIF. CATALOGO DAIKIN					
MODEL	DESCRIPTION	€/UoM	UoM	Number	Total cost
<i>heat pump</i>					
HPSU COMPACT 308	Pompa di calore, unità interna e esterna, potenza 4kW, riscaldatore ausiliare 1 kW, accumulo integrato con capienza 300 l	6.863,00 €	cad	1	6.863,00 €
	Sensore esterno remoto	33,00 €	cad	1	33,00 €
	Termostato ambiente wireless	276,00 €	cad	1	276,00 €
	Sensore temperatura a pavimento	23,50 €	cad	1	23,50 €
SCS/HYC	Angolare di attacco per riempimento accumulatore	39,00 €	cad	1	39,00 €
	Filtro defangatore magnetico con isolamento termico e raccordo di drenaggio	159,00 €	cad	1	159,00 €
	Separatore idraulico dotato di 8 connessioni per collegare fino a 3 generatori, più 2 connessioni per l'impianto	597,00 €	cad	1	597,00 €
	Isolamento termico per il separatore idraulico	377,00 €	cad	1	377,00 €
	Mensola supporto a parete per unità esterna con gomma fonoassorbente	118,00 €	cad	1	118,00 €
	Vasca di raccolta acqua di condensa	174,00 €	cad	1	174,00 €
	Riscaldamento ausiliario vasca di raccolta	262,00 €	cad	1	262,00 €
	Messa in funzione obbligatoria	150,00 €	cad	1	150,00 €
<b>Total</b>					<b>9.071,50 €</b>
<i>heating floor system</i>					
	pannelli per posa, con guaina con resistenza termica 2,00 m <sup>2</sup> K/W, altezza massetto+pietra+tubo D17 117 (30)mm	23,08 €	mq		
MONOPEX 17	Tubi riscaldamento D17	1,24 €	mq/ml		
	clip fermatubo	0,17 €	cad		
	fascia perimetrale isolante	0,95 €	mq/ml		
	profilo fughe di dilatazione	5,07 €	mq/ml		
	Massetto				
RMX 6	Collettore a 6 vie 44X40 CM	228,00 €	cad	1	228,00 €
	set raccordi a pressione per collettori per ogni circuito	10,60 €	cad	6	63,60 €
	armadio incasso a muro per collettore	96,00 €	cad	1	96,00 €
	Termostato ambiente a muro	182,00 €	cad	1	182,00 €
	orologio per termostato	85,00 €	cad	1	85,00 €
	Attuatore universale	32,00 €	cad	6	192,00 €
	Prezzi lordi pacchetto impianto+ massetto, altezza complessiva 79 mm (13 m/mq)	39,10 €	mq	100,9	3.945,19 €
	Radiatore a rastrelliera realizzato con tubolari orizzontali in acciaio preverniciato con polveri epossidiche a finire di colore bianco, attacchi diametro 1/2", pressione d'esercizio 8 bar, temperatura massima d'esercizio 95 °C, resa termica con Δ Ti di 50 °C secondo UNI EN 442, in opera compresi valvola, detentore e mensole di fissaggio, altezza 1.400 mm, larghezza 500 mm, resa termica 720 ± 5% W	210,18 €	cad	2	420,36 €
<b>Total</b>					<b>5.212,15 €</b>
<i>Ventilation system</i>					
RER 020I	Deumidificatore per sistemi a pannelli radianti con sistema integrato di ricambio dell'aria e recupero di calore, potenza frigorifera 1300 W, ricambio d'aria 0-130 mc/h, portata d'aria 260 mc/h, potenza deumidificazione 24,5 L/giorno, rendimento recupero calore 90%	4.445,00 €	cad	1	4.445,00 €
	igrostato con comportamento estate/inverno	292,00 €	cad	1	292,00 €
	pannello per installazione incassata	245,00 €	cad	1	245,00 €
	Plenum di mandata aria in lamiera coibentata interna 2xD125 in uscita	139,00 €	cad	1	139,00 €
	cavo schermato per collegamento in remoto del controllore evoluto, lunghezza 20m	124,00 €	cad	1	124,00 €
	Tubo flessibile con rivestimento termoisolante D125, lunghezza 10 m	103,00 €	cad	1	103,00 €
	Plenum di derivazione di ripresa e mandata coibentato 1xD125 a 8x63mm	245,00 €	cad	2	490,00 €
	Plenum di ripresa e mandata a soffitto coibentato 2x63 mm lunghezza 300 mm	84,00 €	cad	6	504,00 €
	Tubo di distribuzione da 63 mm, lunghezza 50 m	168,00 €	cad	1	168,00 €
	Plenum ripresa a soffitto coibentata per valvola di ventilazione da 1x63mm a D125	88,00 €	cad	6	528,00 €
	valvola di ventilazione a getto regolabile	15,30 €	cad	6	91,80 €
	Flangia a muro per immissione ed espulsione aria esterna completa di guarnizione D125	50,00 €	cad	2	100,00 €
	Avviamento impianto	150,00 €	cad	1	150,00 €
<b>Total</b>					<b>7.379,80 €</b>
<b>Total package/unit</b>					<b>21.663,45 €</b>

### IMPIANTO FOTOVOLTAICO E SOLARE TERMICO

Per quanto riguarda questo intervento si è fatto riferimento al prezziario regionale, i prezzi sono poi stati calcolati a metro quadro, ipotizzando di coprire il 75% della copertura con pannelli fotovoltaici e il restante 25% con pannelli solari termici.

ADDITION					
PACKAGE					
RES					
RIF. PREZZIARIO EMILIA ROMAGNA					
	DESCRIPTION	€/UoM	UoM	Number	Total cost
<i>SOLARE</i>					
	pannello piano, bollitore 200 lt, un collettore	3.746,93 €	cad	0	- €
	incidenza a mq	1.498,77 €	mq	99,25	148.753,12 €
<b>Total</b>					<b>148.753,12 €</b>
<i>FOTOVOLTAICO</i>					
	36 celle, peak 55W, dim.130x35x4 cm	394,79 €	mq		
	incidenza a mq	600,00 €	mq	297,75	178.650,00 €
<b>Total</b>					<b>178.650,00 €</b>
<b>Total</b>					<b>327.403,12 €</b>
<b>Total package/mq</b>					<b>824,69 €</b>

### 3.2 CALCOLO DEI COSTI PER I SINGOLI CASI DI STUDIO

Ognuno dei costi parametrici esplicitati nel paragrafo precedente è stato applicato alle misurazioni precedentemente fatte per i singoli casi di studio e i loro vari scenari.

In questo modo è stato possibile avere un quadro dettagliato di come sono distribuiti i costi e di come cambiano in base agli scenari. Il costo di riqualificazione, infatti, varia a seconda del tipo di addition. Basti pensare, ad esempio, come nel caso di addizione di on top esclude la necessita di installazione dell'isolamento a cappotto sulla copertura andando, quindi, a diminuire le spese di ristrutturazione.

Di seguito riportiamo, quindi, i prospetti riassuntivi dei calcoli dei costi per i vari casi di studio.





TYPE G1.3															
PACKAGES	DEEP RENOVATION			TOP			ASIDE			FACADE			ASSISTANT BUILDING		
	€/UoM	Unit of Measure	€ tot	Unit of Measure	SQMv	€ tot	Unit of Measure	SQMv	€ tot	Unit of Measure	SQMv	€ tot	Unit of Measure	SQMv	€ tot
Structure	2,66 €	2449	6.514,34 €	2923	2923	7.775,18 €	2835	2835	7.009,10 €	2655	2655	7.009,10 €			
Coating	148,15 €	2285	441.635,15 €	348	348	390.078,95 €	2385	2385	441.635,15 €	696	696	345.633,95 €			
Replacement Windows	238,64 €	273,6	65.291,90 €	273,6	273,6	65.291,90 €	273,6	273,6	65.291,90 €			98.486,73 €			
Heating system renovation	2.412,00 €	27	65.124,00 €	27	27	65.124,00 €	27	27	65.124,00 €			65.124,00 €			
		Unit		Unit			Unit			Unit			Unit		
	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€ tot	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€ tot	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€ tot	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€ tot	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€ tot
<b>Total</b>		<b>166,35 €</b>	<b>578.565,39 €</b>	<b>151,89 €</b>	<b>3478</b>	<b>528.270,03 €</b>	<b>166,49 €</b>	<b>3478</b>	<b>579.060,15 €</b>	<b>148,43 €</b>	<b>3478</b>	<b>516.253,78 €</b>			
<b>CONSTRUCTION COST FOR THE SCENARIOS</b>															
	€/UoM	Unit of Measure	€ tot	Unit of Measure	SQMv	€ tot	Unit of Measure	SQMv	€ tot	Unit of Measure	SQMv	€ tot	Unit of Measure	SQMv	€ tot
Construction	232,77 €	773	179.931,21 €	405	405	94.271,85 €	661,5	661,5	153.977,36 €						
Steel structure	402,00 €	773	310.746,00 €												
Insulation	121,40 €	348	256.809,56 €	45	45	47.103,20 €	343	343	41.032,20 €	147	147	151.652,88 €			
Windows	230,00 €	369,3	81.246,00 €	369,3	369,3	81.246,00 €	316	316	69.320,00 €						
MEG	284,00 €	367,5	104.370,00 €	367,5	367,5	104.370,00 €									
HVAC	21.663,45 €	6	129.980,70 €	6	6	129.980,70 €									
		Unit		Unit			Unit			Unit			Unit		
	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€ tot	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€ tot	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€ tot	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€ tot	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€ tot
<b>Total</b>		<b>1.375,27 €</b>	<b>1.663.083,47 €</b>	<b>773</b>	<b>405</b>	<b>315.265,05 €</b>	<b>778,43 €</b>	<b>405</b>	<b>315.265,05 €</b>	<b>1.278,22 €</b>	<b>661,5</b>	<b>845.543,24 €</b>			
<b>DEEP RENOVATION AND ADORS CONSTRUCTION COST FOR THE BUILDING</b>															
	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€ tot	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€ tot	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€ tot	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€ tot	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€ tot
<b>Total</b>		<b>374,35 €</b>	<b>1.591.353,50 €</b>	<b>230,32 €</b>	<b>3883</b>	<b>894.325,20 €</b>	<b>328,98 €</b>	<b>4139,5</b>	<b>1.364.797,01 €</b>						

TYPE G1.4															
PACKAGES	DEEP RENOVATION			TOP			ASIDE			FACADE			ASSISTANT BUILDING		
	€/UoM	Unit of Measure	€ tot	Unit of Measure	SCMh	€ tot	Unit of Measure	SCMh	€ tot	Unit of Measure	SCMh	€ tot	Unit of Measure	SCMh	€ tot
Structure	2,06 €	2418	6.432,88 €	2886	2886	7.876,78 €	2886	2886	8.926,64 €	2886	2886	8.926,64 €	2886	2886	8.926,64 €
Coating	148,15 €	2022,2	379.886,23 €	2022,2	2022,2	339.737,58 €	2022,2	2022,2	379.886,23 €	2022,2	2022,2	379.886,23 €	2022,2	2022,2	379.886,23 €
Replacement Windows	238,64 €	391,8	93.499,15 €	391,8	391,8	93.499,15 €	391,8	391,8	93.499,15 €	391,8	391,8	93.499,15 €	391,8	391,8	93.499,15 €
Heating system renovation	2.412,00 €	27	65.124,00 €	27	27	65.124,00 €	27	27	65.124,00 €	27	27	65.124,00 €	27	27	65.124,00 €
		€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)
		173,00 €	3150	544.981,26 €	100,65 €	3150	506.037,49 €	173,15 €	3150	545.436,02 €	146,47 €	3150	455.079,34 €	- €	- €
Total															
CONSTRUCTION COST FOR THE SCENARIOS															
	€/UoM	Unit of Measure	€ tot	Unit of Measure	SCMh	€ tot	Unit of Measure	SCMh	€ tot	Unit of Measure	SCMh	€ tot	Unit of Measure	SCMh	€ tot
Construction	232,77 €	700	162.939,00 €	405	405	94.271,85 €	405	405	131.747,82 €	405	405	131.747,82 €	405	405	131.747,82 €
Steel Structure	402,00 €	700	281.400,00 €	700	700	281.400,00 €	700	700	281.400,00 €	700	700	281.400,00 €	700	700	281.400,00 €
Insulation	121,40 €	271	32.909,40 €	351,4	351,4	42.666,36 €	385,2	385,2	46.788,28 €	444	444	53.856,16 €	696,6	696,6	84.848,84 €
Windows	210,00 €	182,6	38.340,00 €	182,6	182,6	38.340,00 €	316	316	66.921,60 €	360	360	75.600,00 €	600,6	600,6	126.120,00 €
RES	284,00 €	360	102.240,00 €	360	360	102.240,00 €	360	360	102.240,00 €	360	360	102.240,00 €	360	360	102.240,00 €
HVAC	71.663,45 €	6	429.980,70 €	6	6	429.980,70 €	6	6	429.980,70 €	6	6	429.980,70 €	6	6	429.980,70 €
		€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)
		1.131,84 €	700	785,82 €	405	318.258,13 €	1.220,15 €	405	566	695.700,66 €	1.220,15 €	405	566	695.700,66 €	- €
Total															
		€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)
		337,23 €	3850	242,95 €	3555	863.694,15 €	309,68 €	3716	1.150.780,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Total															
DEEP RENOVATION AND ADJOINS CONSTRUCTION COST FOR THE BUILDING															
	€/UoM	Unit of Measure	€ tot	Unit of Measure	SCMh	€ tot	Unit of Measure	SCMh	€ tot	Unit of Measure	SCMh	€ tot	Unit of Measure	SCMh	€ tot
Construction	232,77 €	700	162.939,00 €	405	405	94.271,85 €	405	405	131.747,82 €	405	405	131.747,82 €	405	405	131.747,82 €
Steel Structure	402,00 €	700	281.400,00 €	700	700	281.400,00 €	700	700	281.400,00 €	700	700	281.400,00 €	700	700	281.400,00 €
Insulation	121,40 €	271	32.909,40 €	351,4	351,4	42.666,36 €	385,2	385,2	46.788,28 €	444	444	53.856,16 €	696,6	696,6	84.848,84 €
Windows	210,00 €	182,6	38.340,00 €	182,6	182,6	38.340,00 €	316	316	66.921,60 €	360	360	75.600,00 €	600,6	600,6	126.120,00 €
RES	284,00 €	360	102.240,00 €	360	360	102.240,00 €	360	360	102.240,00 €	360	360	102.240,00 €	360	360	102.240,00 €
HVAC	71.663,45 €	6	429.980,70 €	6	6	429.980,70 €	6	6	429.980,70 €	6	6	429.980,70 €	6	6	429.980,70 €
		€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€/SQM	GROSS AREA (SQM)
		337,23 €	3850	242,95 €	3555	863.694,15 €	309,68 €	3716	1.150.780,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Total															







**TYPE G3.3**

PACKAGES	DEEP RENOVATION				ASIDE				FACADE				ASSISTANT BUILDING				
	€/UoM	Unit of Measure	SCM/b	€ tot	Unit of Measure	SCM/b	€ tot	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	€ tot	€/SQM	GROSS AREA (SQM)	Unit of Measure	SCM/b	€ tot	€/SQM	GROSS AREA (SQM)
Structure	2,69 €	4011	10.689,20 €	13.717,82 €	3137	5082	13.518,12 €			4095	10.892,70 €	SCM/b					
Coating	244,15 €	3290	805.696,90 €	640.506,23 €	3290	3290	805.696,90 €			3290	805.696,90 €	SCM/b					
Replacement Windows	238,64 €	840	200.457,60 €	200.457,60 €	840	840	200.457,60 €			840	200.457,60 €	SCM/b					
Heating system renovation	2.412,00 €	48	115.776,00 €	115.776,00 €	48	48	115.776,00 €			48	115.776,00 €	€/SQM					
<b>Total</b>			<b>1.132.601,82 €</b>	<b>976.507,45 €</b>			<b>1.135.450,68 €</b>				<b>1.132.623,26 €</b>						
<b>CONSTRUCTION COST FOR THE SCENARIOS</b>																	
			142,99 €	976,507,45 €			166,37 €	6829	1.135,450,68 €			165,98 €			1.132,623,26 €		
			2289	2.534.128,03 €			231	489.422,85 €			2289	1.226,48 €			1.872.334,13 €		
Construction	232,77 €	2289	532.810,53 €	532.810,53 €	231	53.769,87 €			1529	355.905,33 €	€/SQM						
Steel structure	402,00 €	1074,2	920.178,00 €	920.178,00 €	39	36,7	1408,00 €			1529	614.658,00 €	€/SQM					
Insulation	121,40 €	1074,2	260.342,30 €	260.342,30 €	39	391,7	52.296,98 €			224	249.112,80 €	€/SQM					
Windows	220,00 €	639,2	440.624,00 €	440.624,00 €	225,4	49.808,00 €			1450	319.000,00 €	€/SQM						
RES	284,00 €	1174,5	333.558,00 €	333.558,00 €	1174,5	333.558,00 €			1174,5	333.558,00 €	€/SQM						
HVAC	21.063,45 €	16	346.615,20 €	346.615,20 €	0	-	-			0	-	€/SQM					
<b>Total</b>			<b>1.307,09 €</b>	<b>2.534.128,03 €</b>			<b>2.118,71 €</b>				<b>489.422,85 €</b>				<b>1.872.334,13 €</b>		
<b>DEEP RENOVATION AND ADDRES CONSTRUCTION COST FOR THE BUILDING</b>																	
			385,02 €	3.510.635,48 €			230,15 €	7060	1.624.873,53 €			359,54 €			3.005.059,39 €		
<b>Total</b>			<b>385,02 €</b>	<b>3.510.635,48 €</b>			<b>230,15 €</b>	<b>7060</b>	<b>1.624.873,53 €</b>			<b>359,54 €</b>			<b>3.005.059,39 €</b>		











Per avere un quadro più chiaro e più immediato si riporta una tabella riassuntiva con tutti gli edifici e gli scenari

	DEEP RENOVATION		TOP		ASIDE		FACADE		ASSISTANT B.	
	RENOV. COST (€/m <sup>2</sup> )	COSTR. COST (€/m <sup>2</sup> )	RENOV. COST (€/m <sup>2</sup> )	COSTR. COST (€/m <sup>2</sup> )	RENOV. COST (€/m <sup>2</sup> )	COSTR. COST (€/m <sup>2</sup> )	RENOV. COST (€/m <sup>2</sup> )	COSTR. COST (€/m <sup>2</sup> )	RENOV. COST (€/m <sup>2</sup> )	COSTR. COST (€/m <sup>2</sup> )
1.1	121,89	/	101,42	1124,96	115,33	2589,73	121,89	1198,58	/	/
1.2	165,68	/	144,64	1137,89	147,81	894,17	140,04	2036,31	/	/
1.3	166,35	/	151,89	1375,27	166,49	778,43	148,43	1278,22	/	/
1.4	173,00	/	160,65	1131,84	173,15	785,82	144,47	1229,15	/	/
2	125,30	/	115,57	1122,28	122,42	1186,71	125,19	1035,73	125,30	768,36
3.1	142,42	/	126,11	1108,53	142,47	1539,57	122,23	1162,32	/	/
3.2	191,47	/	166,23	1166,21	187,04	2237,01	191,51	1275,30	/	/
3.3	165,85	/	142,99	1107,09	166,27	2118,71	165,88	1224,48	/	/
4	216,05	/	199,18	1068,15	216,03	3085,20	172,24	1588,10	/	/
5	150,54	/	134,32	1077,69	146,94	2153,85	161,94	1163,99	/	/
6	164,99	/	143,28	1163,44	161,66	1880,20	174,47	1402,13	/	/
7	162,69	/	147,92	1183,73	162,72	2200,82	108,54	1147,11	/	/
8	213,59	/	168,53	1013,26	221,71	2581,39	213,59	3267,13	213,59	984,51

### 3.3 STIMA DI VENDITA DELLE NUOVE UNITÀ IMMOBILIARI

Come esplicitato nei capitoli precedenti lo scopo di questo studio è dimostrare come, attraverso una riattivazione del mercato immobiliare, si possa abbattere il tempo di ritorno degli investimenti necessari per la riqualificazione energetica e architettonica degli edifici esistenti.

Per dimostrare che questo assunto sia valido, oltre la stima dei costi, è necessaria anche una stima dei rendimenti immobiliari provenienti dalle nuove costruzioni.

Il mercato immobiliare è molto particolare, oltre la qualità e la metratura del fabbricato, un parametro molto importante è rappresentato anche dalla localizzazione geografica. Non si può prescindere da questo dato nel cercare di stimare il valore di una proprietà immobiliare.

La ricerca deve essere, quindi, il puntuale possibile. Per questo motivo i risultati sono stati presi da una fonte ufficiale, la banca dati delle quotazioni immobiliari della Agenzia delle Entrate:

**Provincia:** BOLOGNA  
**Comune:** BOLOGNA  
**Fascia/zona:** Periferica/CORTICELLA  
**Codice di zona:** D22  
**Microzona catastale n.:** 5  
**Tipologia prevalente:** Abitazioni di tipo economico  
**Destinazione:** Residenziale

Tipologia	Stato conservativo	Valore Mercato (C/mq)		Superficie (L/N)	Valori Locazione (C/mq x mese)		Superficie (L/N)
		Min	Max		Min	Max	
Abitazioni civili	Ottimo	2500	2900	L			
Abitazioni civili	NORMALE	1900	2300	L	5	7	L
Abitazioni di tipo economico	NORMALE	1800	2200	L	4,5	6	L
Box	NORMALE	1500	2100	L	4	5,5	L
Posti auto coperti	NORMALE	1200	1800	L			
Posti auto scoperti	NORMALE	600	800	L			
Ville e Villini	Ottimo	2600	3000	L			
Ville e Villini	NORMALE	2100	2500	L			

Come si evince dalla precedente immagine, per abitazioni in ottimo stato (si fa riferimento appunto alle nuove costruzioni a zero energia) il range delle quotazioni immobiliari varia tra i 2500-2900 €/m<sup>2</sup>. Rimanendo cautamente ottimisti, date comunque le eccellenti prestazioni energetiche delle nuove costruzioni, si porrà come quotazione di vendita la cifra di 2800 €/m<sup>2</sup>.

Per avere tuttavia un quadro più completo, vista la recente crisi economica e la successiva, seppur lenta ripresa, le simulazioni di vendita verranno fatte secondo tre scenari diversi, in modo da avere un quadro quanto più esaustivo. Si andranno, infatti, a simulare le vendite secondo:

- L'attuale scenario, con un prezzo di vendita di **2800 €/m<sup>2</sup>**
- Uno scenario pessimistico, simulando un nuovo crollo del mercato immobiliare, con un prezzo di vendita di **2000 €/m<sup>2</sup>**
- Uno scenario ottimistico, simulando un nuovo sviluppo del mercato immobiliare, con un prezzo di vendita di **3300 €/m<sup>2</sup>**

### **3.4 CRITERI SCELTI PER L'ANALISI: PROFITTO ECONOMICO, RISTRUTTURAZIONE ARCHITETTONICA (METRI QUADRI-QUALITÀ) E RISPARMIO ENERGETICO**

Il profitto economico non può, e non deve, essere l'unico criterio di scelta in un progetto di riqualificazione energetica e architettonica.

Il valore di un manufatto edile, infatti non si valuta solo in metri quadri vendibili, ma è un insieme di caratteristiche che, insieme, formano un unicum. Bisogna tenere conto, oltretutto, che nel caso di migliorie negli edifici esistenti, il valore dell'immobile aumenta, e questo rappresenta comunque un beneficio economico anche se non è prettamente un rientro di capitali.

L'ultima specifica, prima di andare ad approfondire i criteri di classificazione degli interventi studiati, è che in questo studio di fattibilità non sono calcolati le detrazioni fiscali e gli incentivi statali per la ristrutturazione. Rimane, quindi, un caso di studio scevro dalle variabili politiche e legislative ma è importante ricordare che, quindi, che per lo scenario attuale, se tali interventi venissero davvero esplicitati, sarebbe migliore e più ottimistico dei risultati del presente studio.

### **3.4.1 ANALISI SUL PROFITTO ECONOMICO**

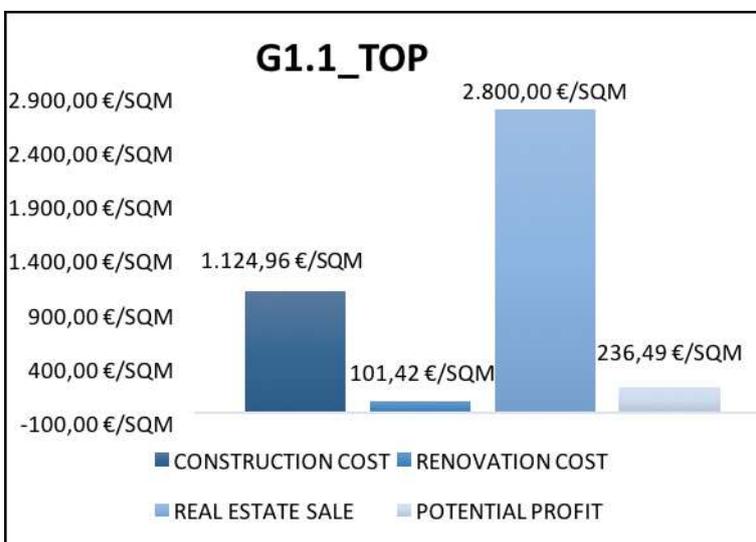
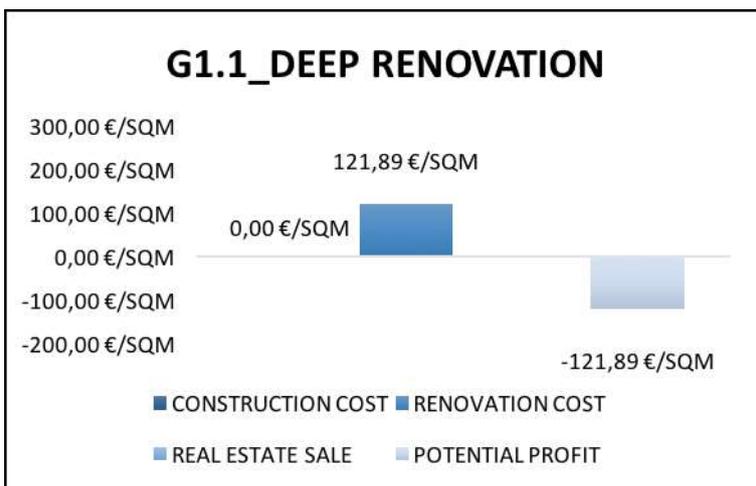
Nel paragrafo 3.3 è stato spiegato come è stato stimato i prezzi di vendita sul mercato delle nuove unità immobiliari. La condizione necessaria, quindi, ad avere profitto economico è giustappunto la creazione di nuove unità. Risulta chiaro quindi che gli scenari migliori siano quelle che danno possibilità di creare nuovi appartamenti.

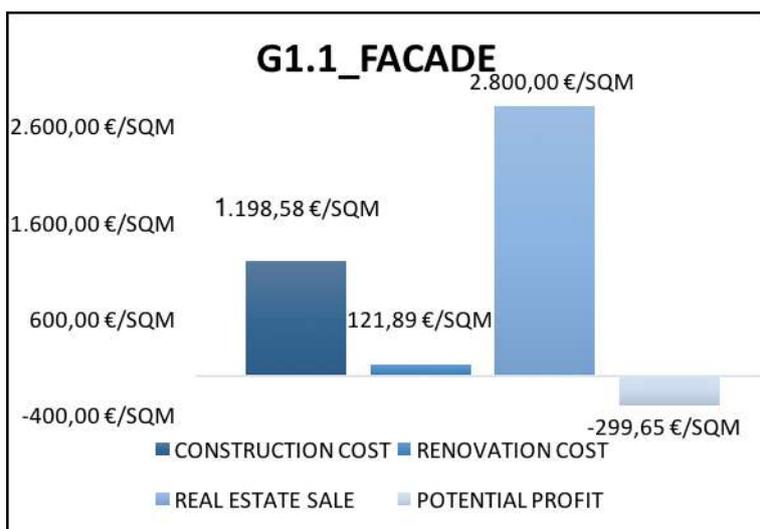
Se per la maggior parte degli edifici l'unica opzione che genera profitto economico è l'addizione on top, in qualche caso risulta possibile creare unità abitative anche con l'addition aside e assistant building.

Per "profitto" o "profit" si intende il guadagno ricavato dalla vendita degli immobili al netto delle spese di costruzione e di riqualificazione. Per ogni edificio sono stati stimati, innanzitutto, i costi di riqualificazione e di costruzione relativi ad ogni scenario, si sono quindi ipotizzati i ricavi delle eventuali vendite, per arrivare al totale dei profitti (in alcuni casi, negativi). Tali cifre sono state calcolate sia a metro quadro che in totale.

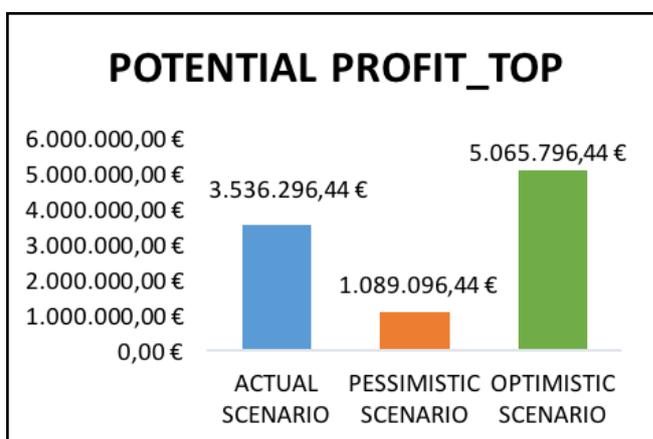
Di seguito verranno riportati dei grafici riguardanti i vari scenari per ogni edificio. In questo modo è possibile individuare, per la soluzione più remunerativa per ogni singolo caso.

TYPE G.1.1

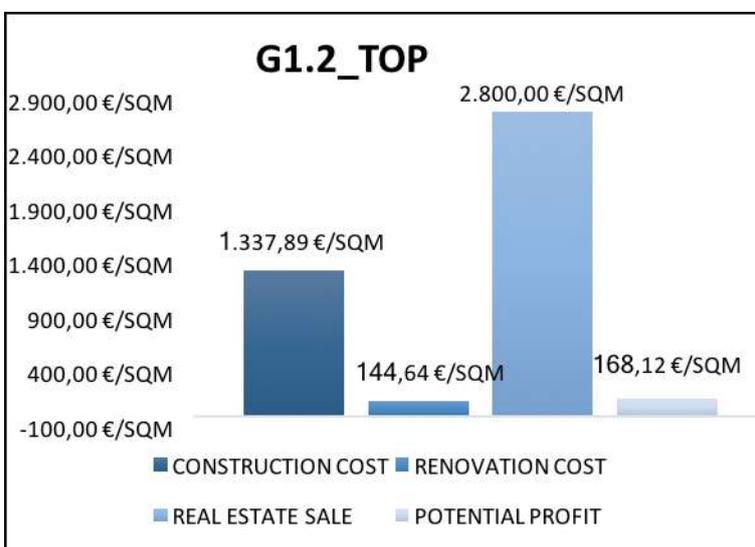


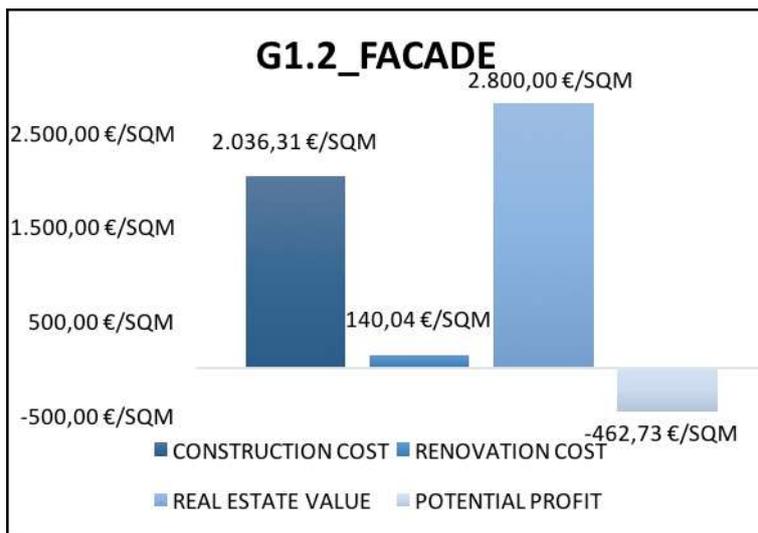


L'addition on top risulta chiaramente l'unica che abbia delle rendite, per questo, dal punto di vista dei profitti economici è la migliore, per questo verrà anche proiettando i guadagni negli scenari attuale, pessimistico e ottimistico

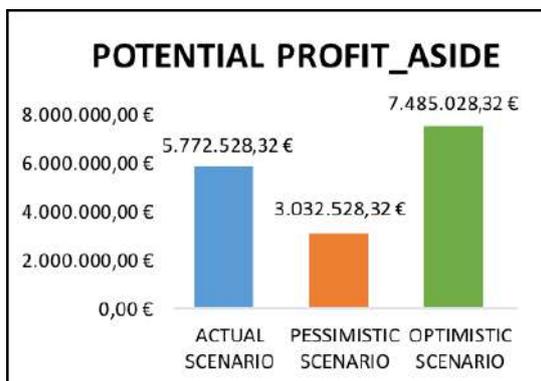


TYPE G.1.2

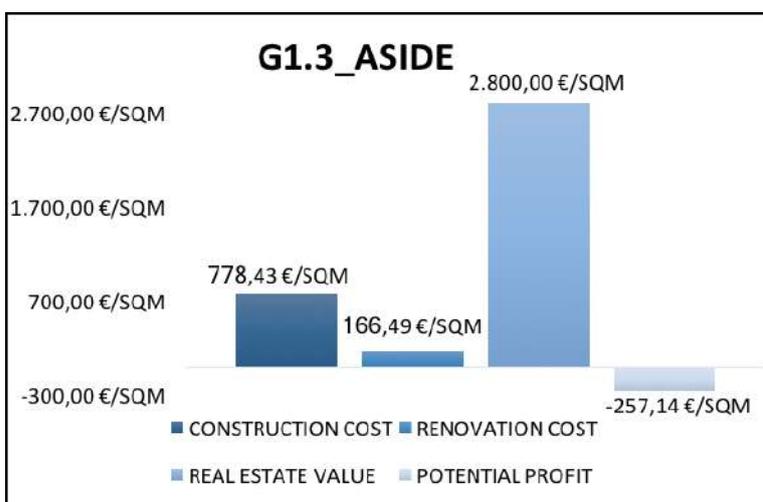
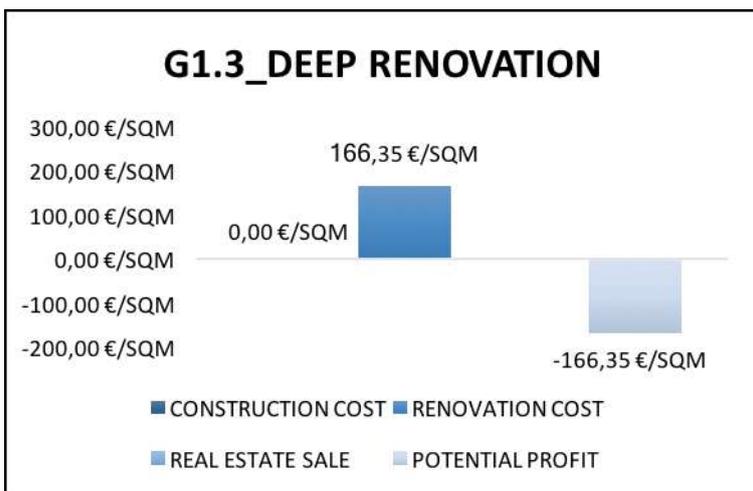


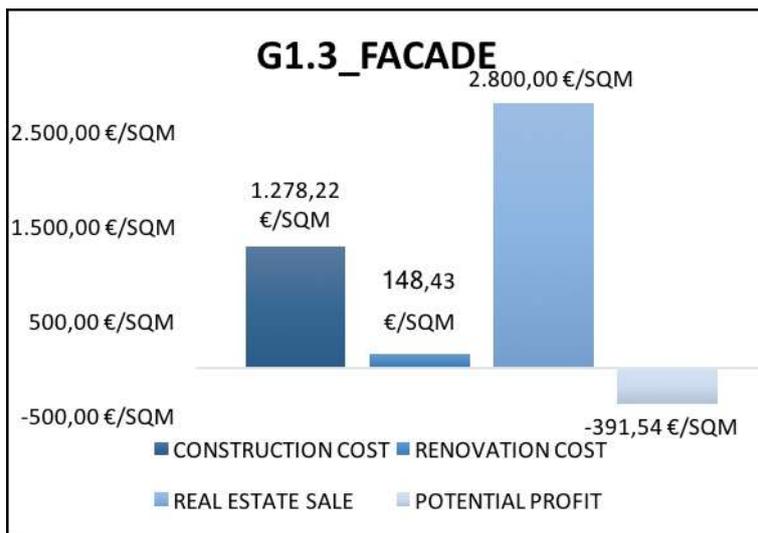


In questo caso l'opzione migliore è l'aside, poiché data l'estensione del lotto è possibile ampliare le due torri esistenti andando a creare 27 nuovi appartamenti per ognuna. Anche per questo scenario sono stati valutate diverse tipologie di mercato.

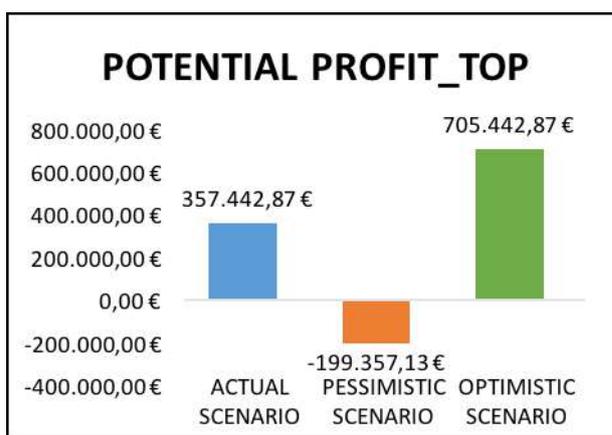


TYPE G.1.3

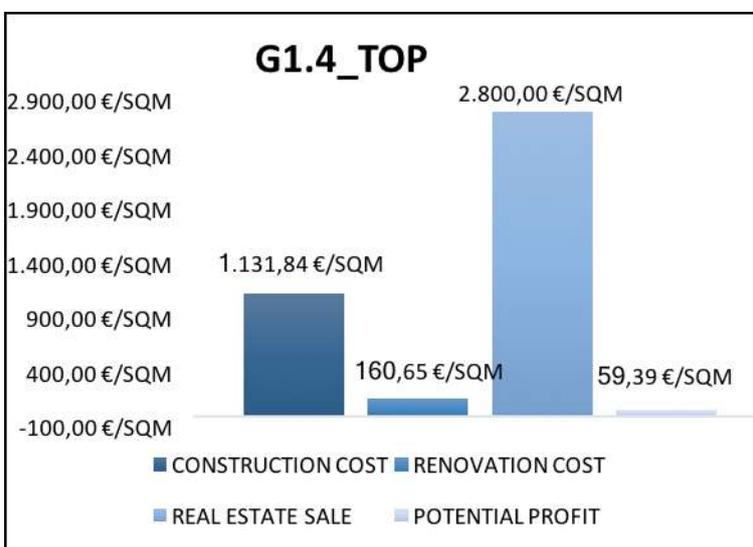




La scelta ricade sull'addition on top, ma come si evince dall'istogramma i profitti sono bassi, infatti nel simulare un mercato in crollo si andrebbe in negativo, nel mercato attuale vi è, invece, ampio margine di guadagno

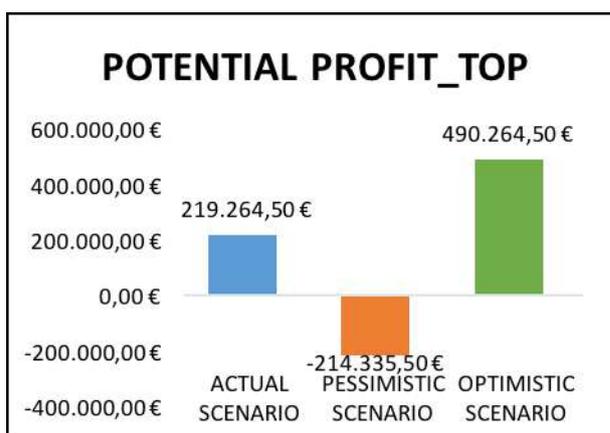


TYPE G.1.4

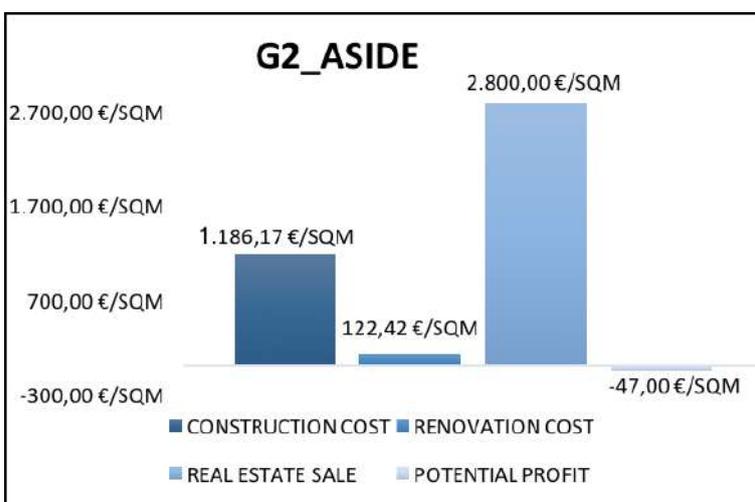
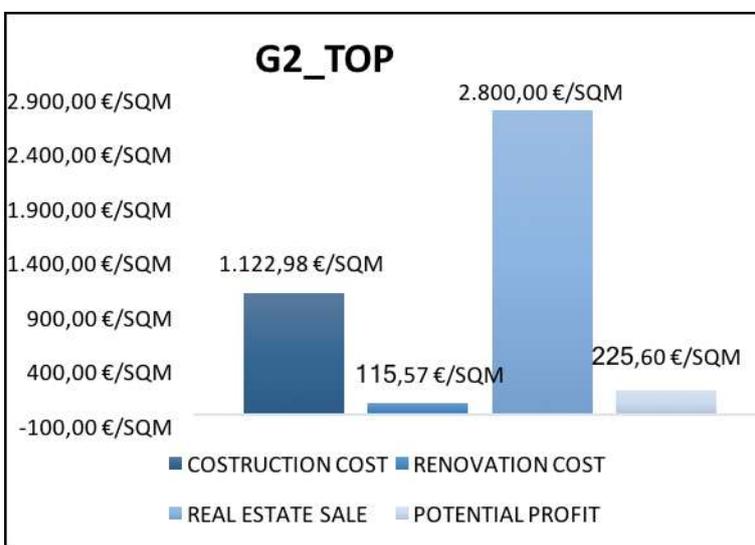
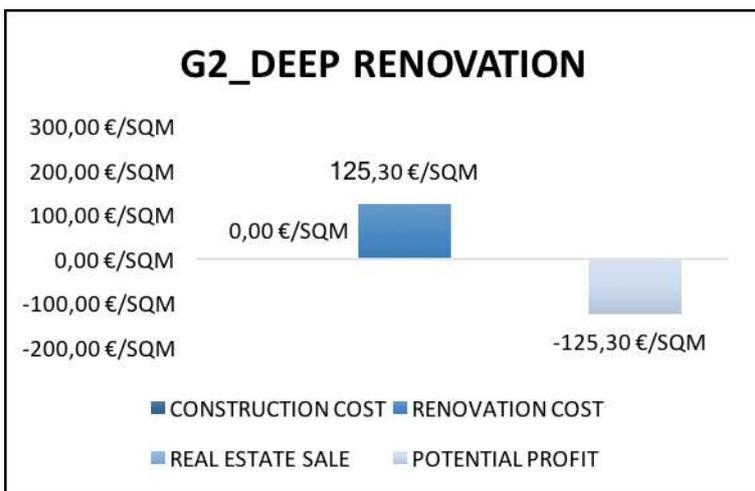


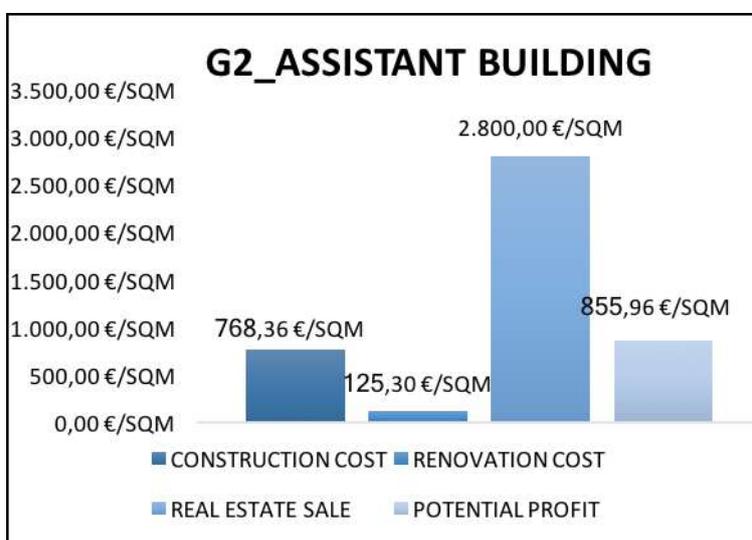
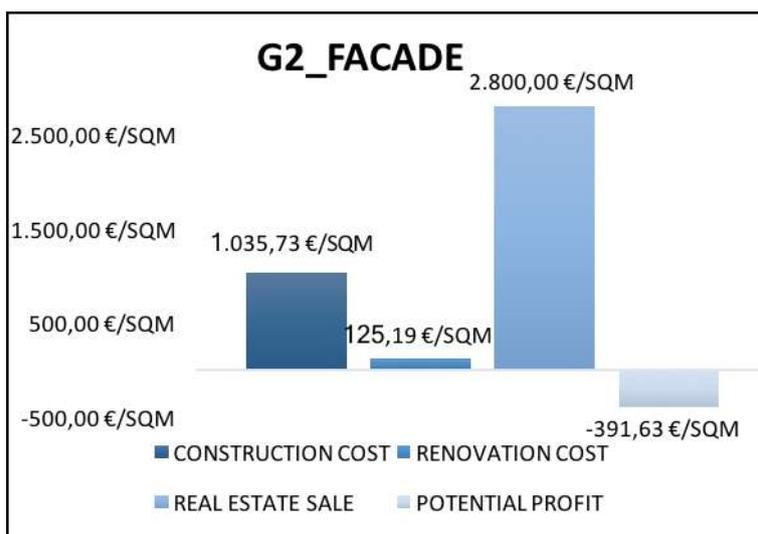


L'opzione migliore è il top. Nel caso di un crollo immobiliare l'investimento sarebbe in perdita. Ma per le quotazioni immobiliari attuali vi è un ampio margine di guadagno

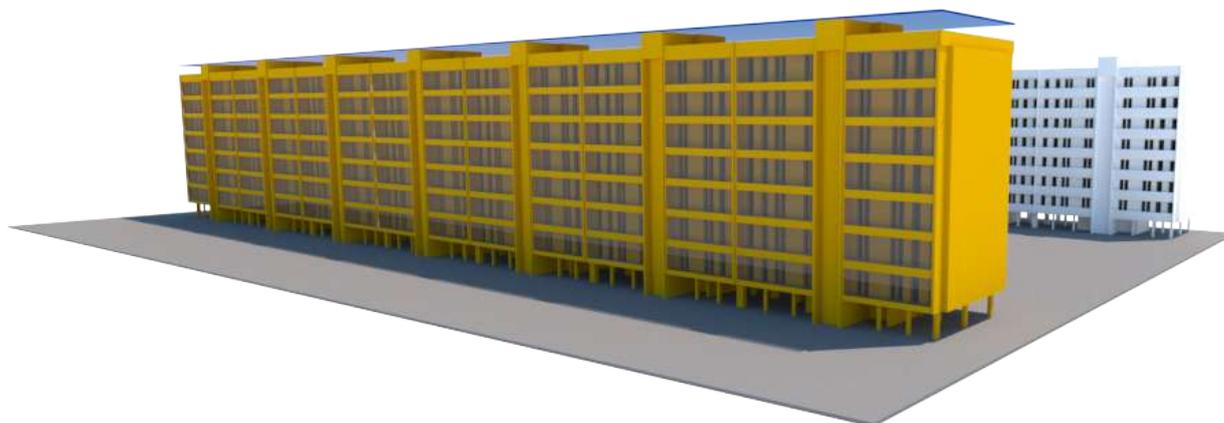
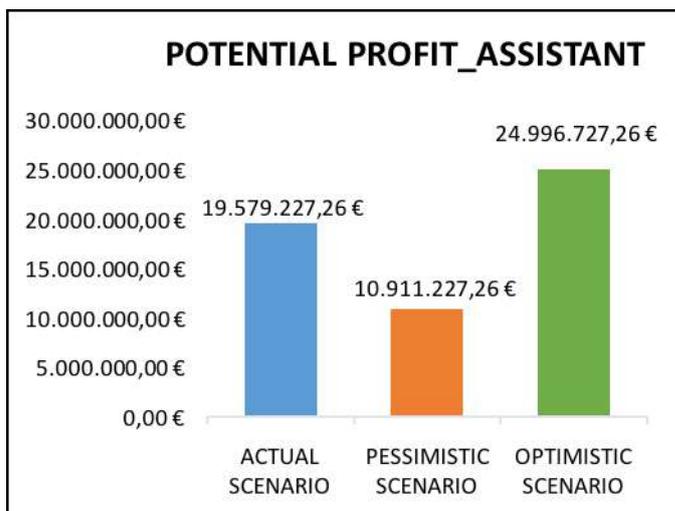


TYPE G.2

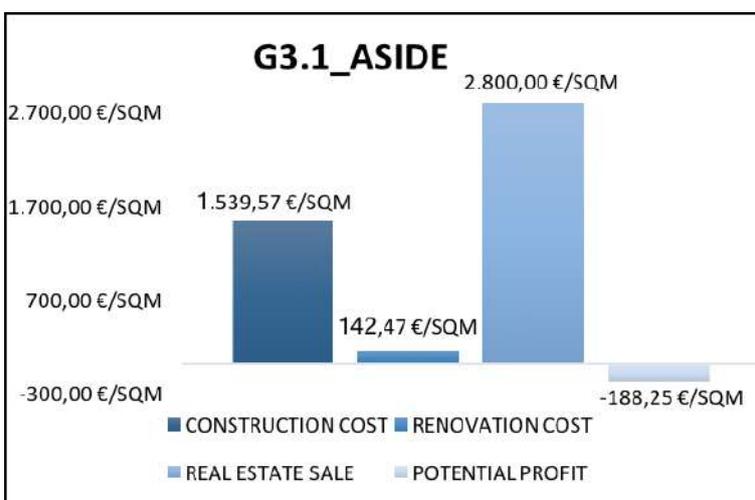
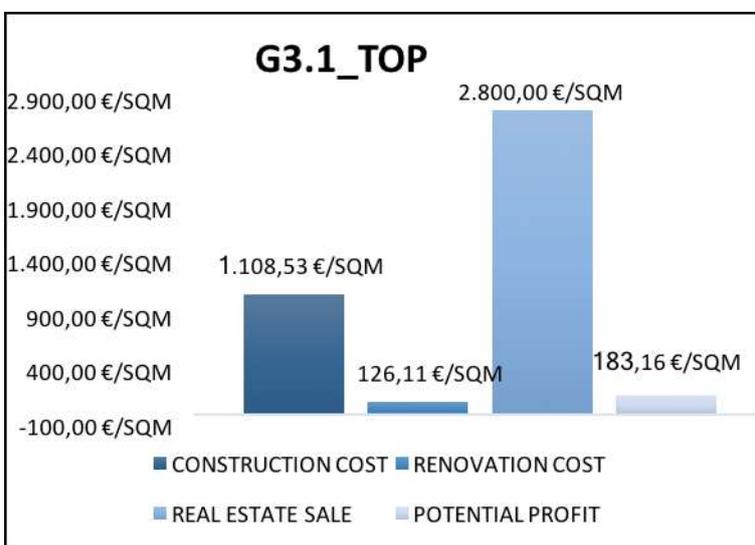
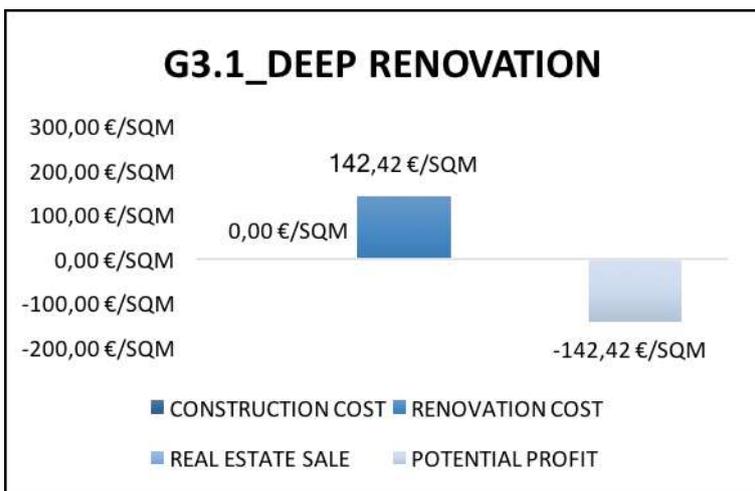


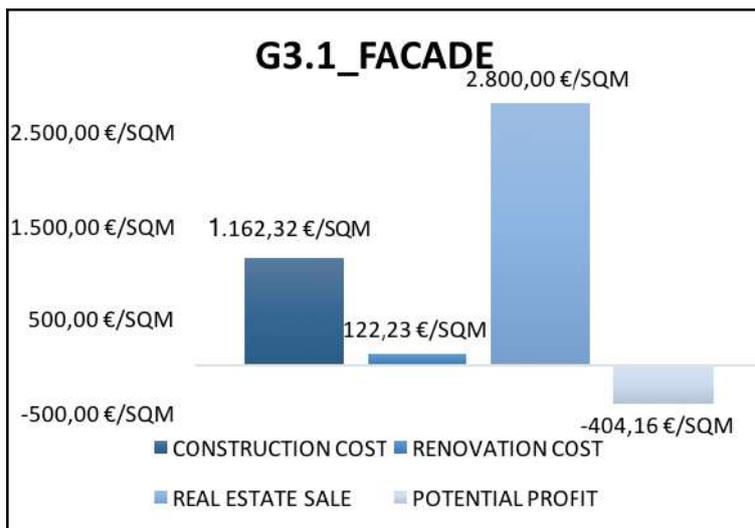


L'opzione migliore è chiaramente la costruzione dell'assistant buiding. Ove possibile infatti, esso è sempre l'opzione che riesce a rendere i maggiori guadagni. Rispetto all'opzione on top, infatti, permette di avere molte più unità abitative poiché non ci sono limitazioni tecniche. Ad ogni modo, architettonicamente l'assistant ripropone esattamente la linea dell'edificio esistente, adottando però le migliorie necessarie per un'ottima prestazione energetica (es. la presenza di serre bioclimatiche). In questo caso ci sono grandi margini di profitto anche nel caso di un crollo del mercato.

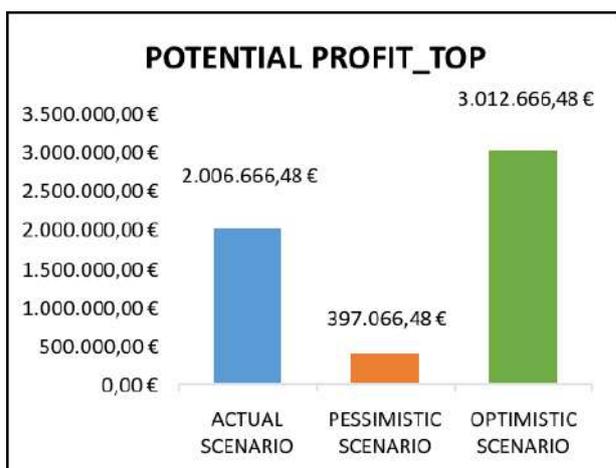


TYPE G.3.1

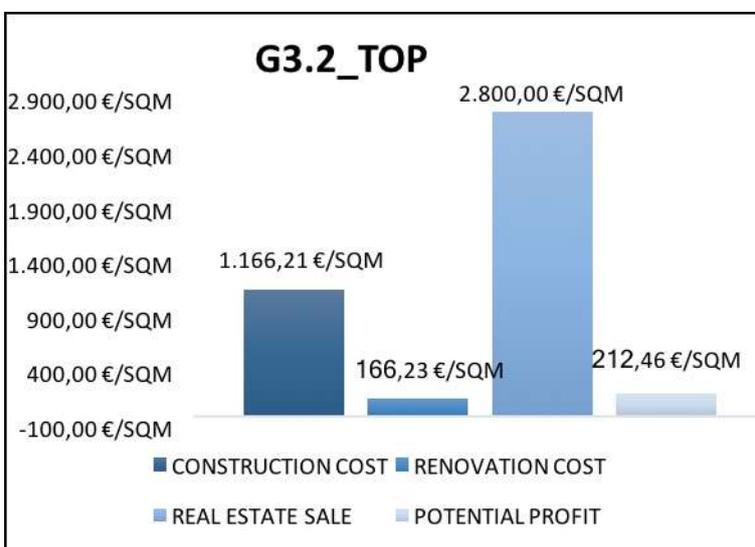
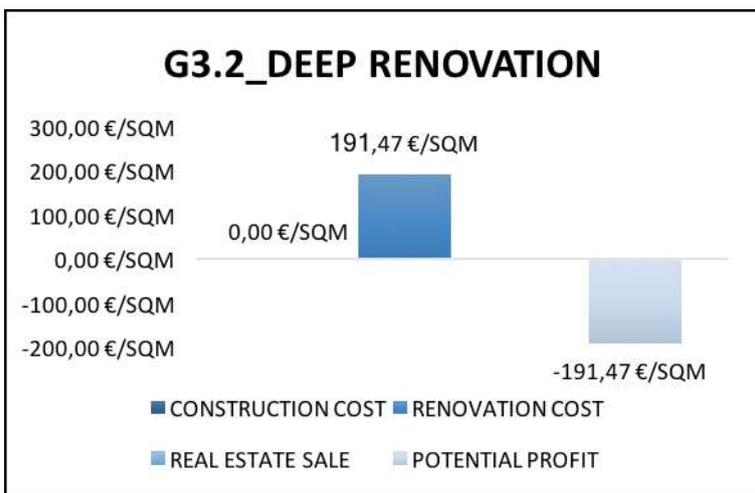




Anche per quanto riguarda il type G3.1 l'unica opzione che possa rendere dei profitti è l'addizione on top, che verrà quindi analizzata nei tre scenari di mercato ipotizzati

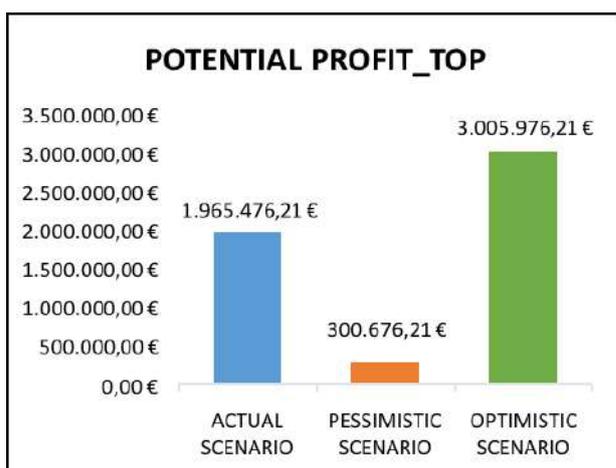


TYPE G.3.2

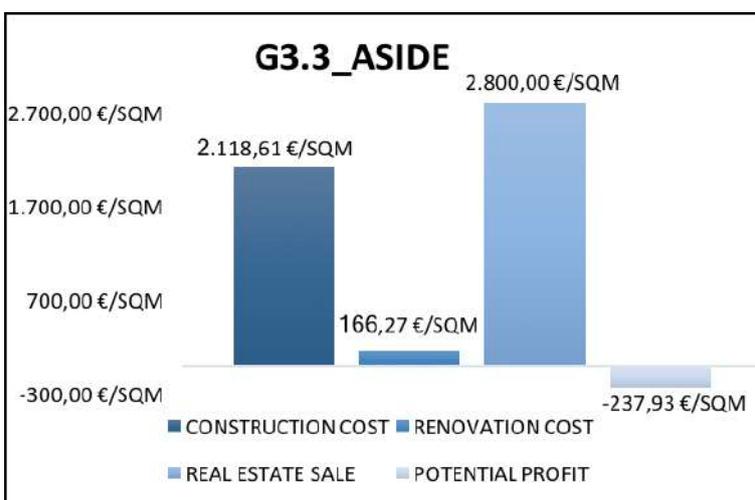
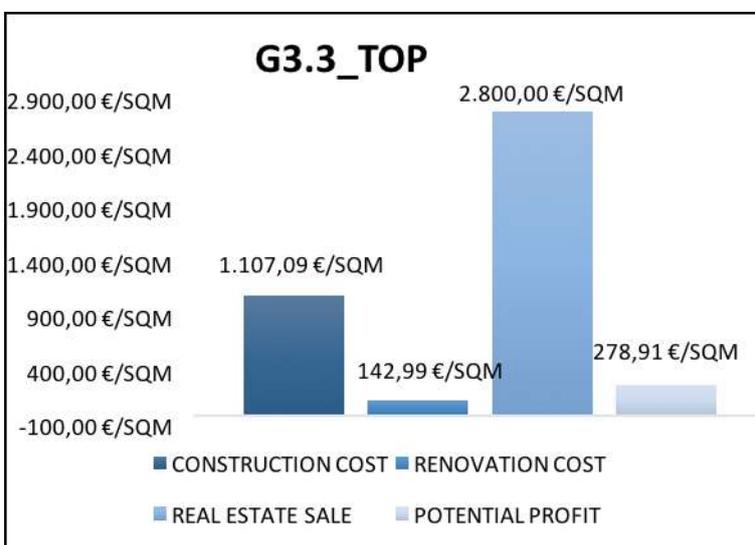
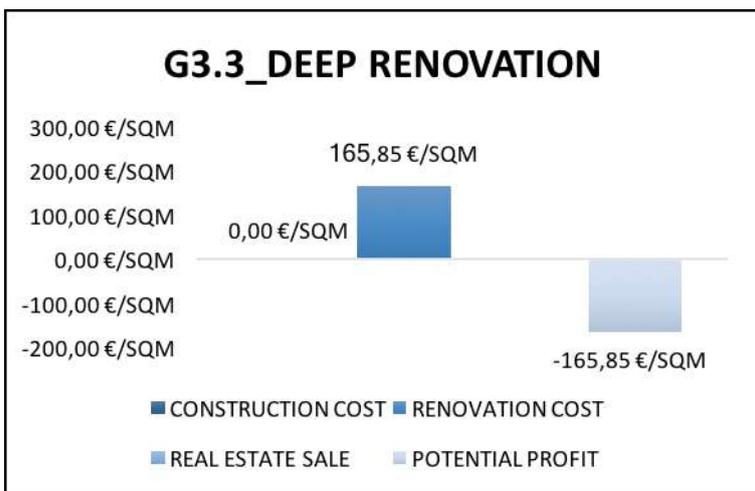


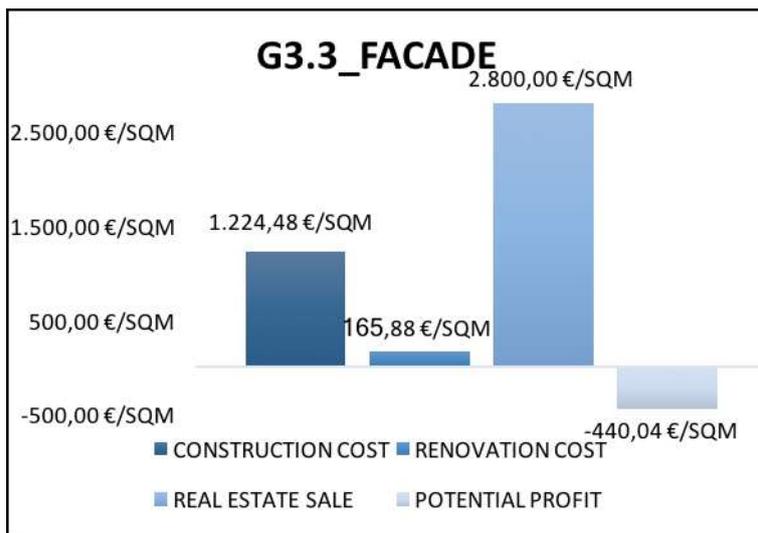


L'unica opzione vendibile sul mercato è l'addition on top. I profitti sono stati valutati nelle tre diverse condizioni di mercato.

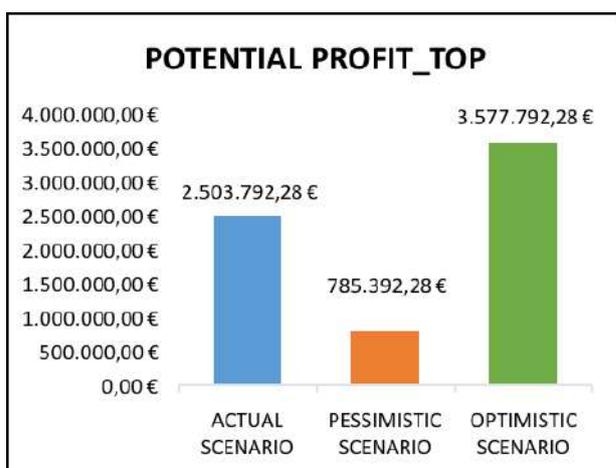


TYPE G.3.3

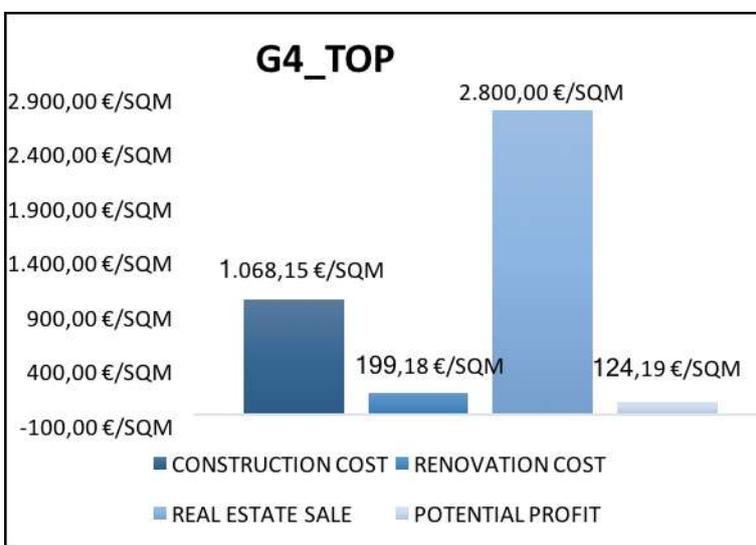


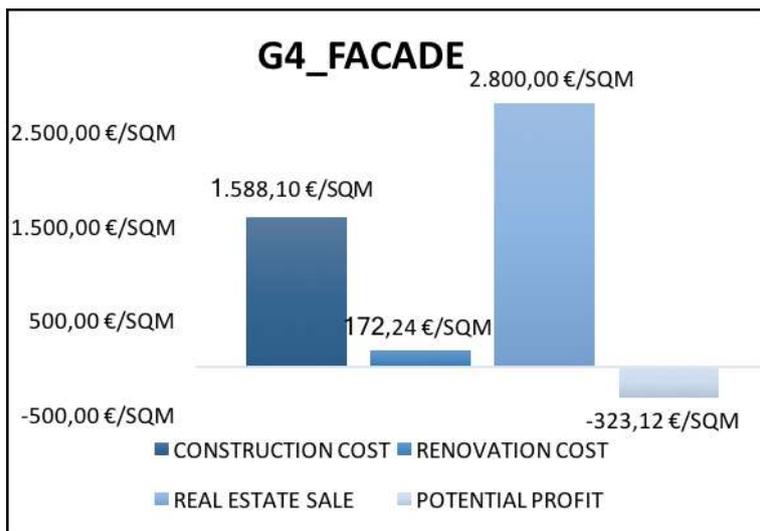


Come nel caso precedente l'unica opzione vendibile sul mercato è l'addition on top. I profitti sono stati valutati nelle tre diverse condizioni di mercato.

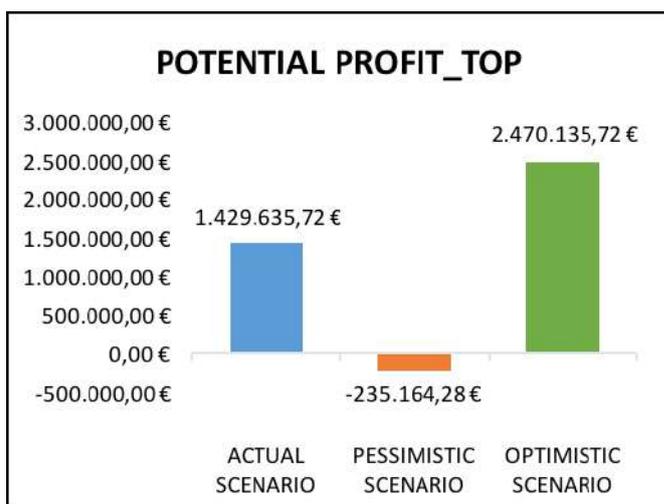


TYPE G.4

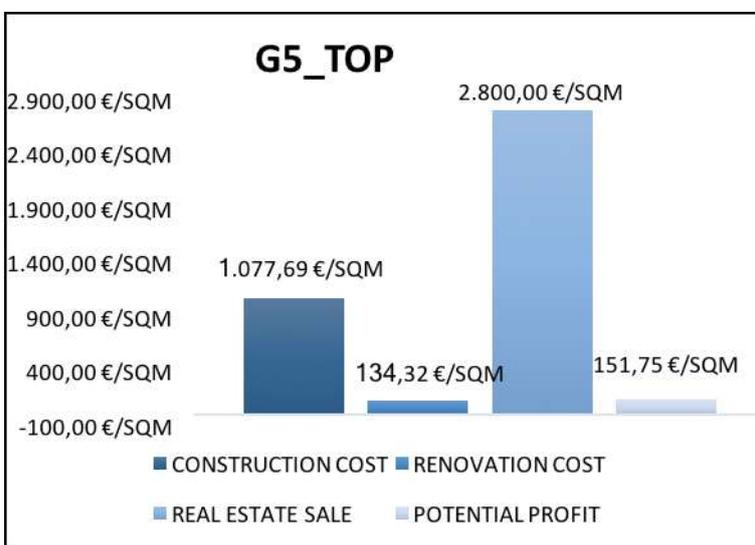
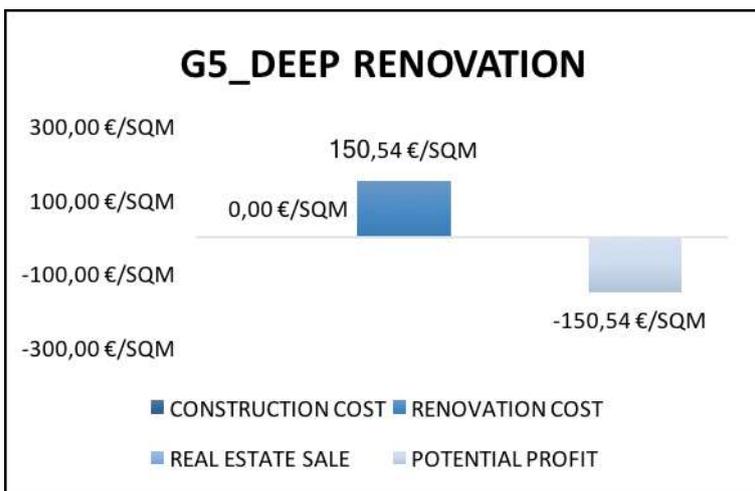




Nuovamente l'unica opzione che possa inserire nuovi appartamenti sul mercato è il top. Come per le altre opzioni essa viene analizzata nei differenti scenari.

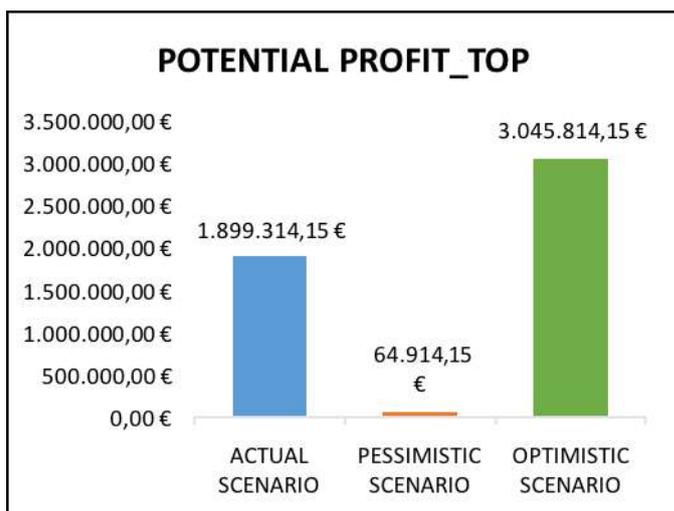


TYPE G.5

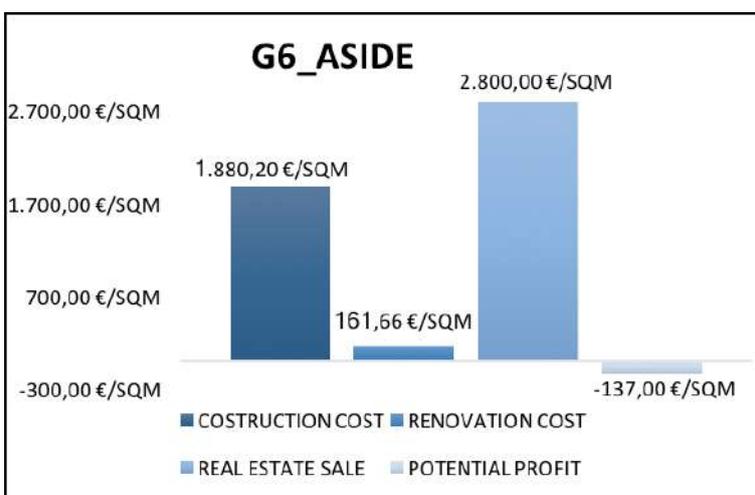
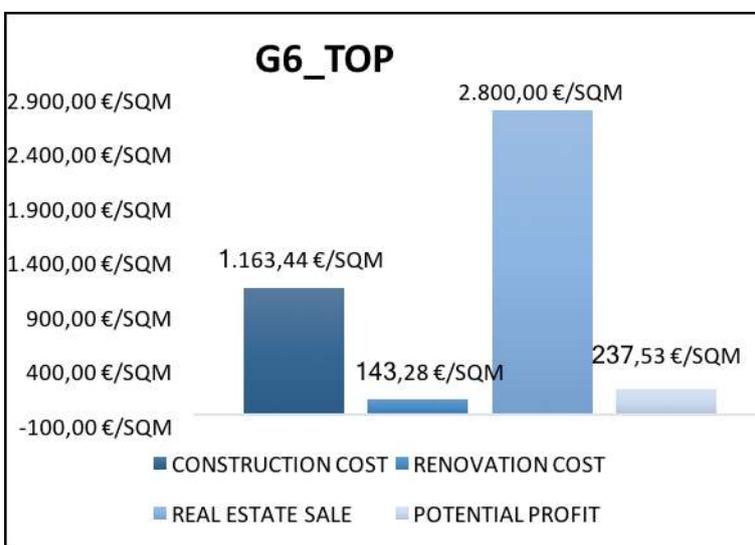
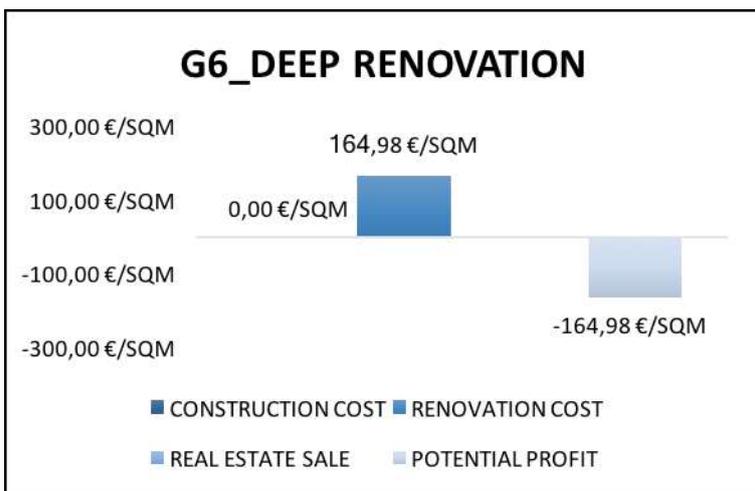


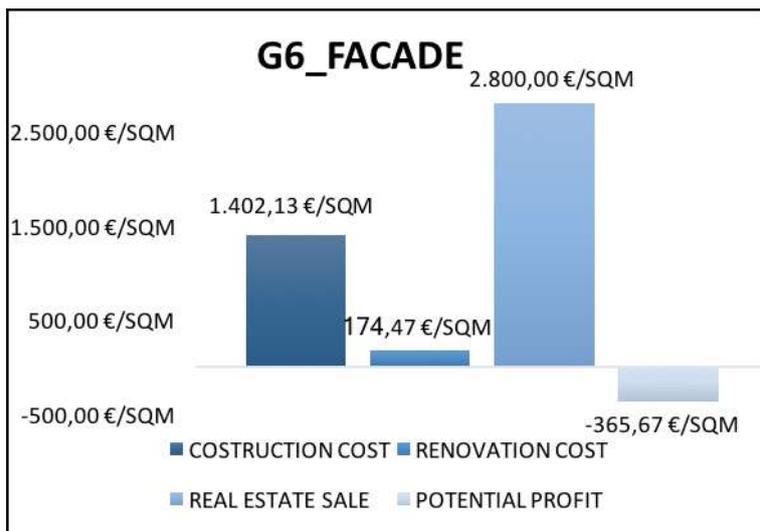


Nuovamente ci troviamo di fronte all'unica possibilità di addition on top per realizzare proventi economici.

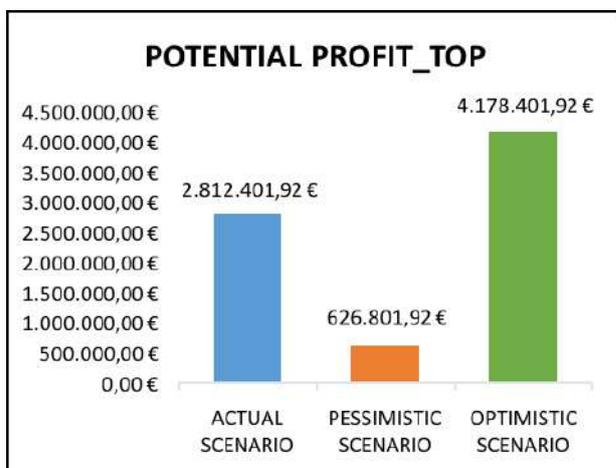


TYPE G.6

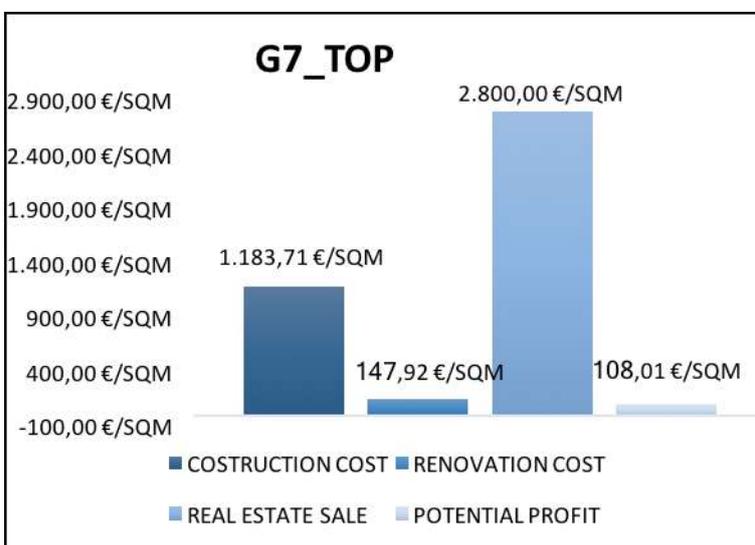
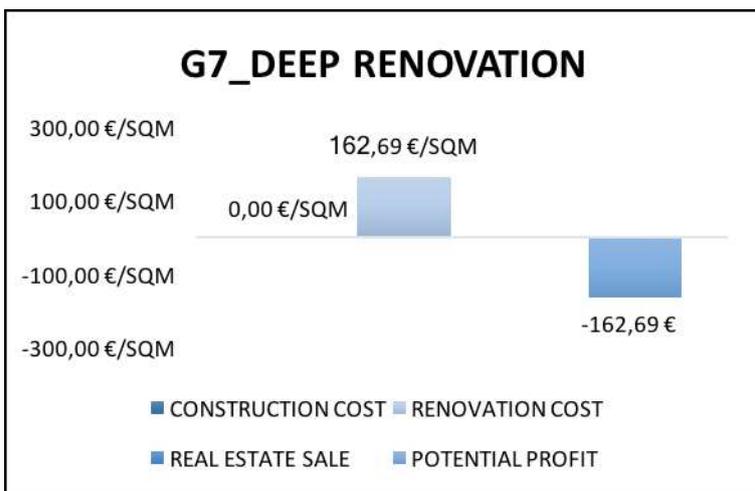


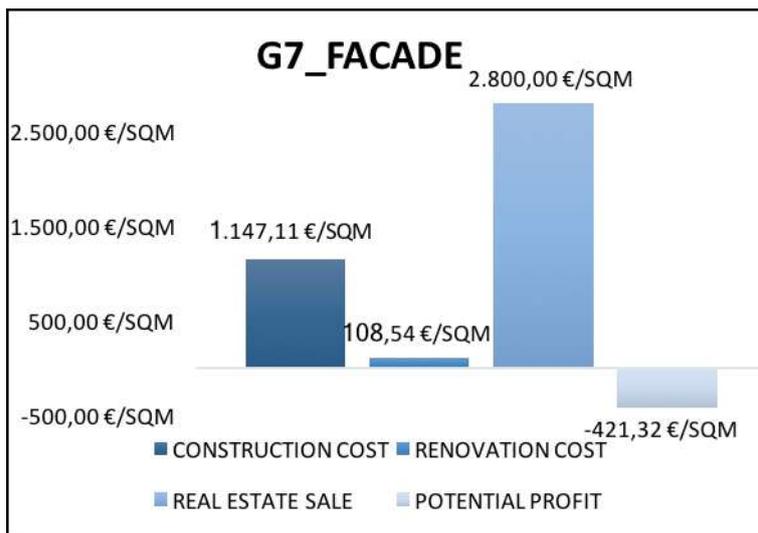


Sebbene sia possibile realizzare nuove unità abitative anche tramite addition aside, come si può vedere dagli istogrammi i costi di costruzione e di riqualificazione superano i guadagni. Per questo motivo quindi l'opzione scelta è quella on top.

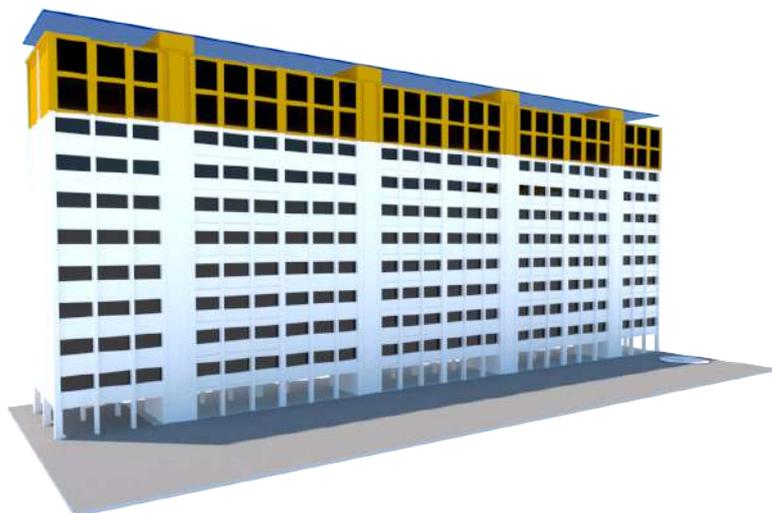
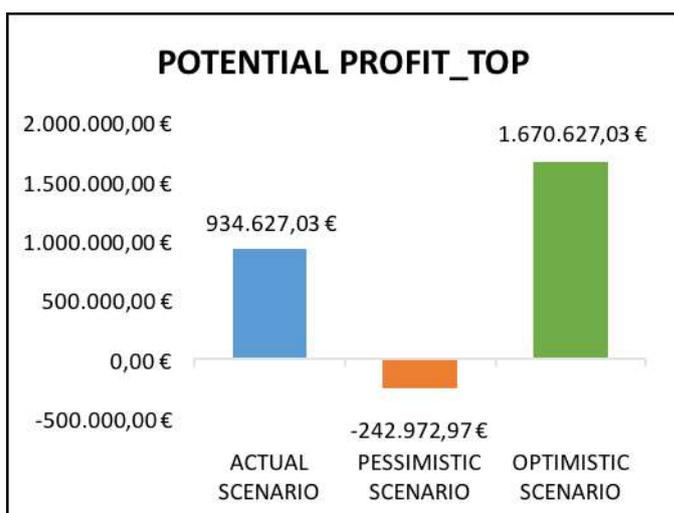


TYPE G.7

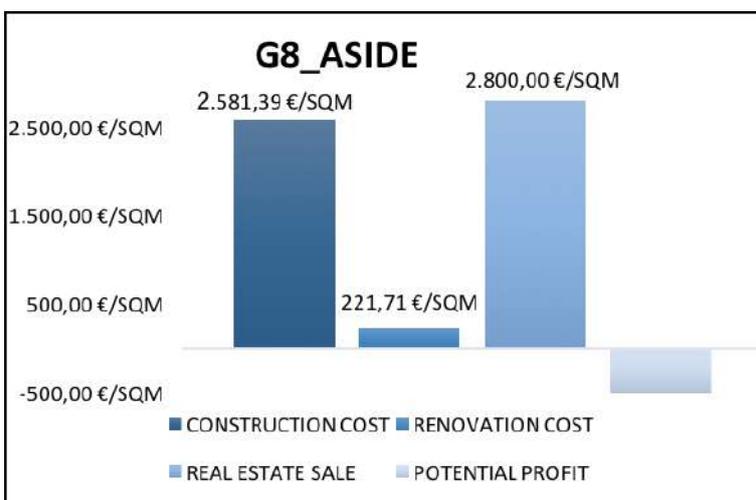
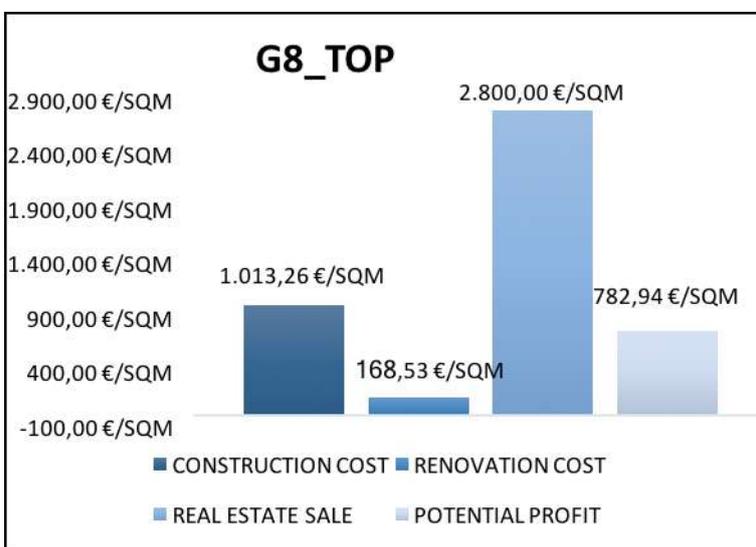
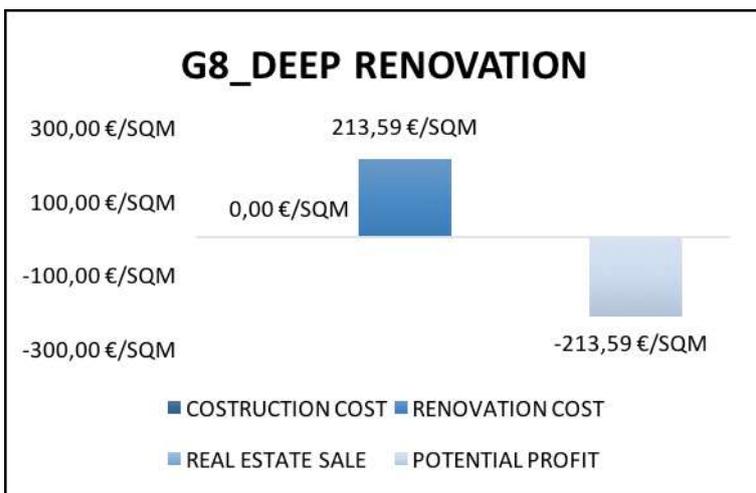




Nuovamente si torna ad analizzare un caso in cui l'unico intervento che immetta nel mercato nuove unità abitative è l'addition on top.

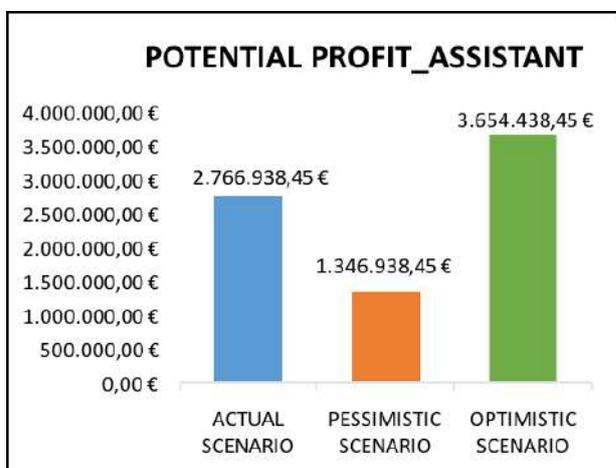


TYPE G.8





Come nel caso del type G2, la possibilità di costruzione di assistant building è la migliore dal punto di vista economico. Nel caso del complesso G8, poi il lotto permette di costruire 8 nuovi edifici che seguano la linea architettonica di quelli esistenti ognuno dei quali ha 12 nuove unità abitative.



### 3.4.2 ANALISI SUI METRI QUADRI DI RIQUALIFICAZIONE ARCHITETTONICA

Come visto nel paragrafo precedente, gli scenari aside e facade non sono mai (tranne per il TYPE G1.2) i migliori dal punto di vista prettamente economico.

Essi però, sono gli interventi che più vanno ad integrarsi con l'edificio esistente andando ad ampliare la metratura delle unità esistenti (*“metri quadri qualità”*). Questi interventi, seguono in principi più volte esposti:

- A **nord**: gli ampliamenti ripropongono lo schema della facciata esistente
- A **est** e a **sud**: le aggiunte sono rappresentate dall'installazione di serre bioclimatiche
- A **ovest**: vengono creati dei nuovi balconi o ampliati quelli esistenti, andando a svolgere anche funzione di ombreggiamento

Oltre a queste aggiunte di *“metri quadri qualità”*, la riqualificazione architettonica riguarda anche gli involucri e i serramenti, perché, come si è specificato le addition prevedono comunque che venga svolto l'intervento di deep renovation. Questo è importante poiché sebbene mediamente gli involucri e le chiusure opache siano in buono stato, in alcuni casi di studio essi necessitano una riqualificazione e migliorie architettoniche.

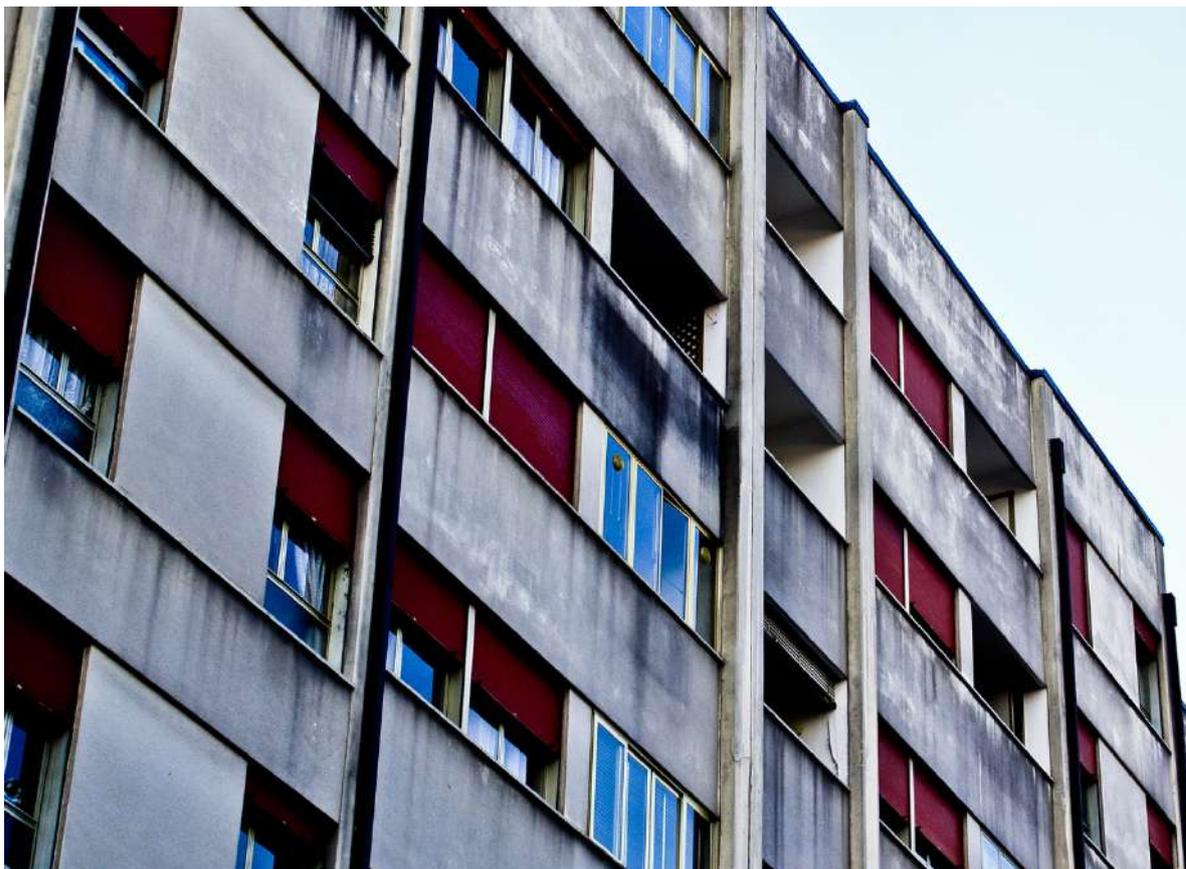


Figura 3.2-Stato di fatto di alcuni involucri

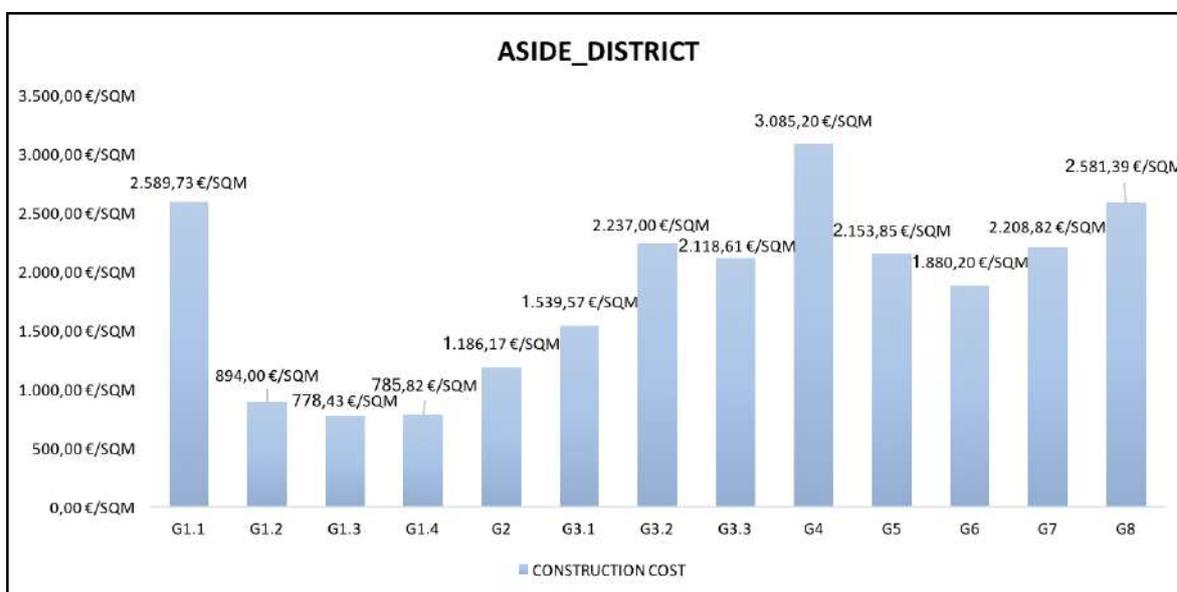
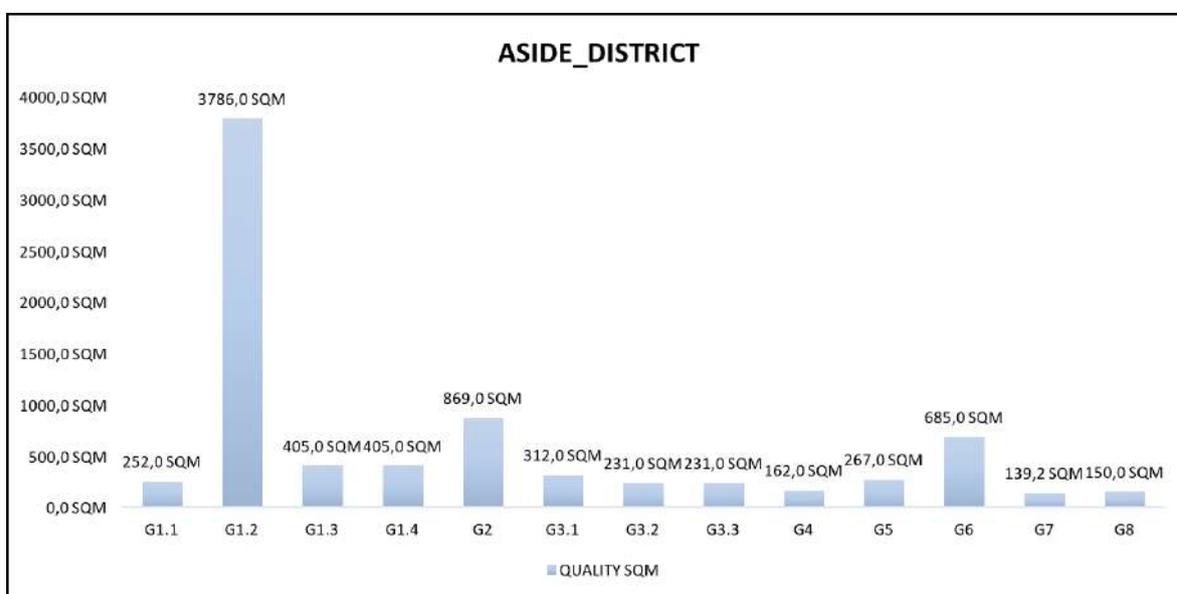


Figura 3.3-Particolare architettonico

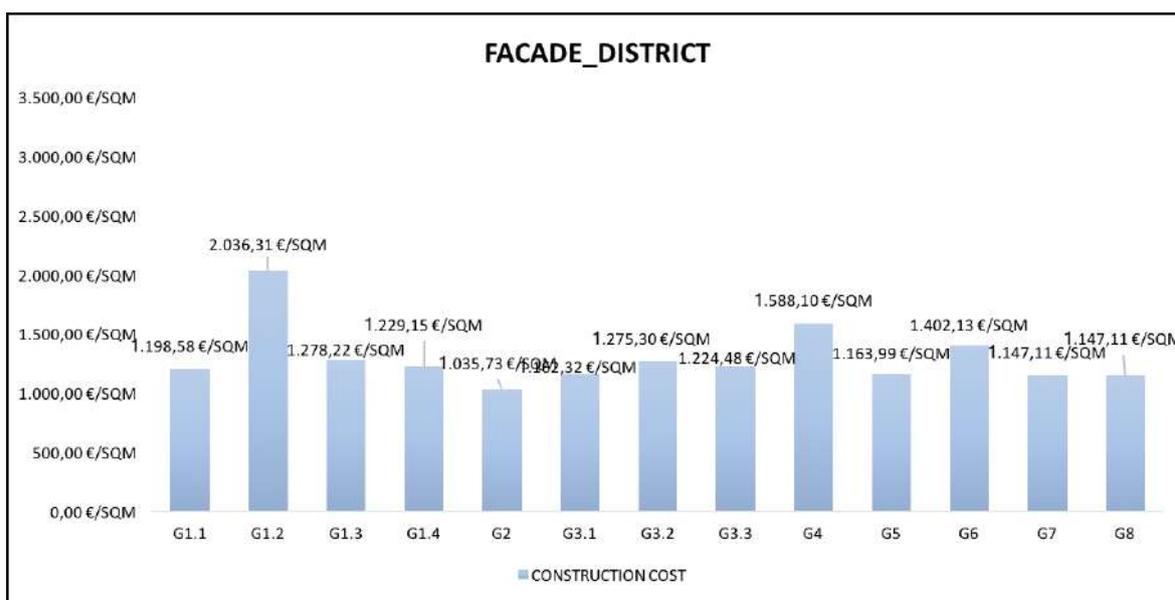
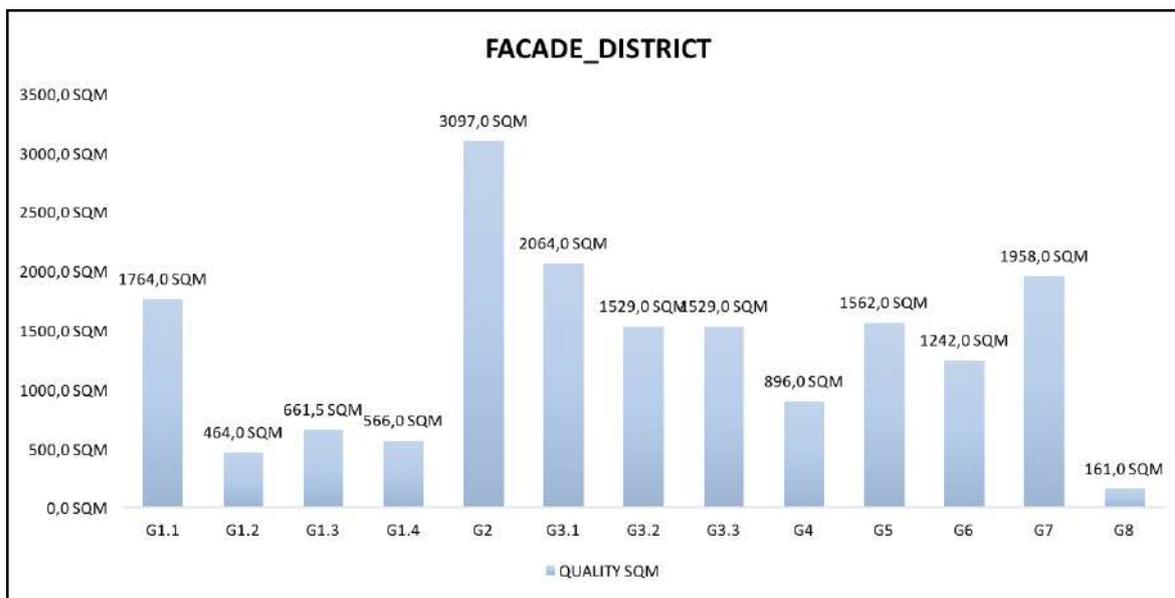
Sulla base di queste ipotesi sono state sviluppati i progetti degli interventi, in modelli da calcolare i costi degli interventi e i metri quadri qualità che è possibile aggiungere.

Una volta calcolate le metrature e i costi sono stati messi a confronto gli scenari “aside” e “facade” in modo da poter individuare gli interventi migliori in base al rapporto tra costo di costruzione e metri quadri qualità aggiunti.

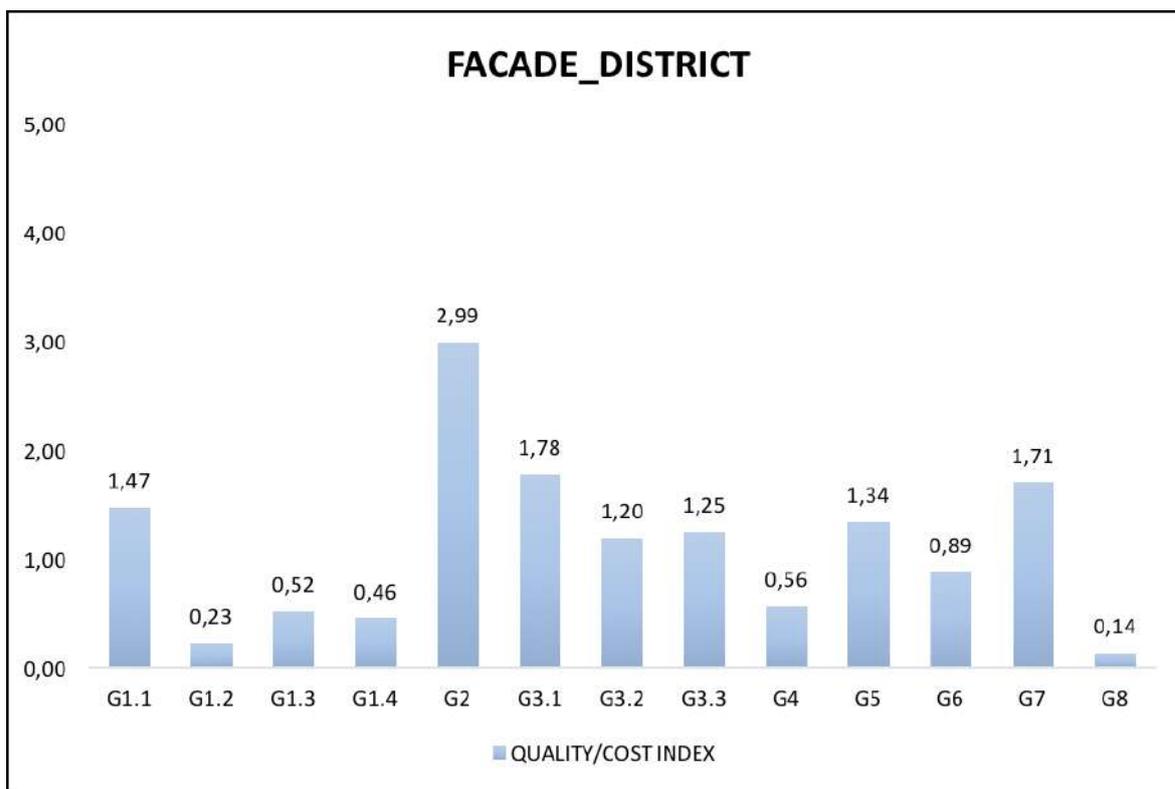
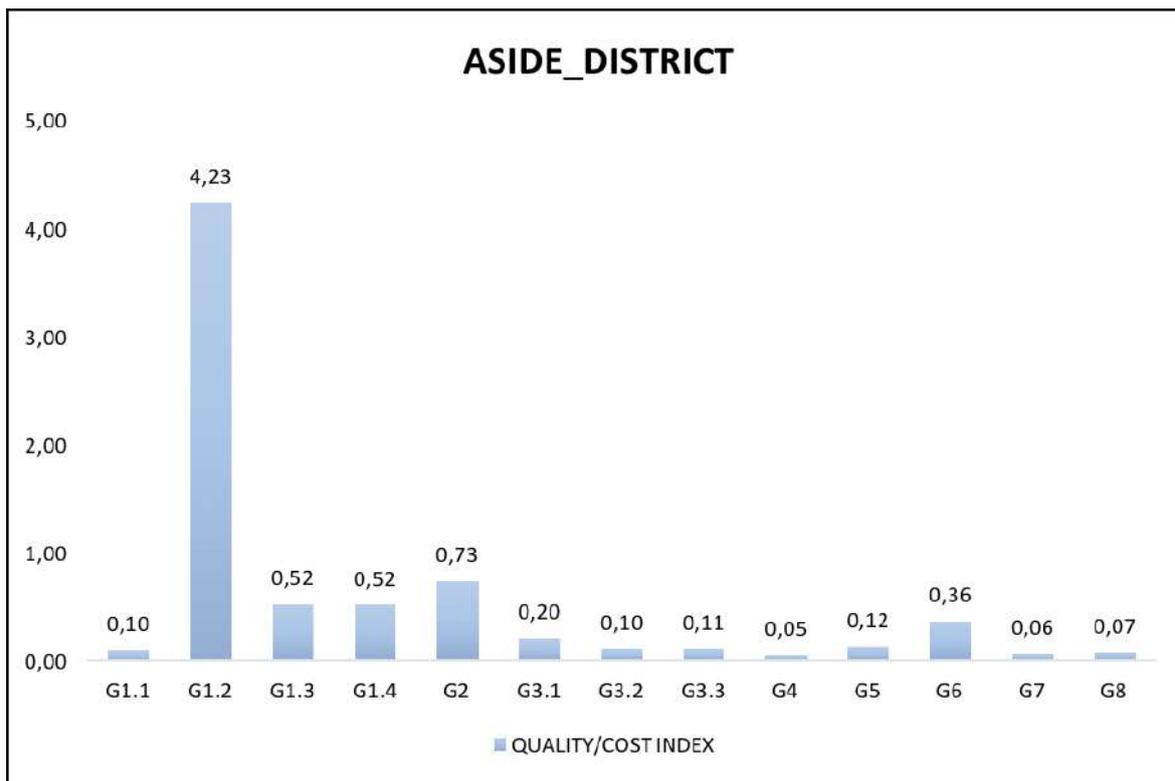
**ASIDE:**



**FACADE:**

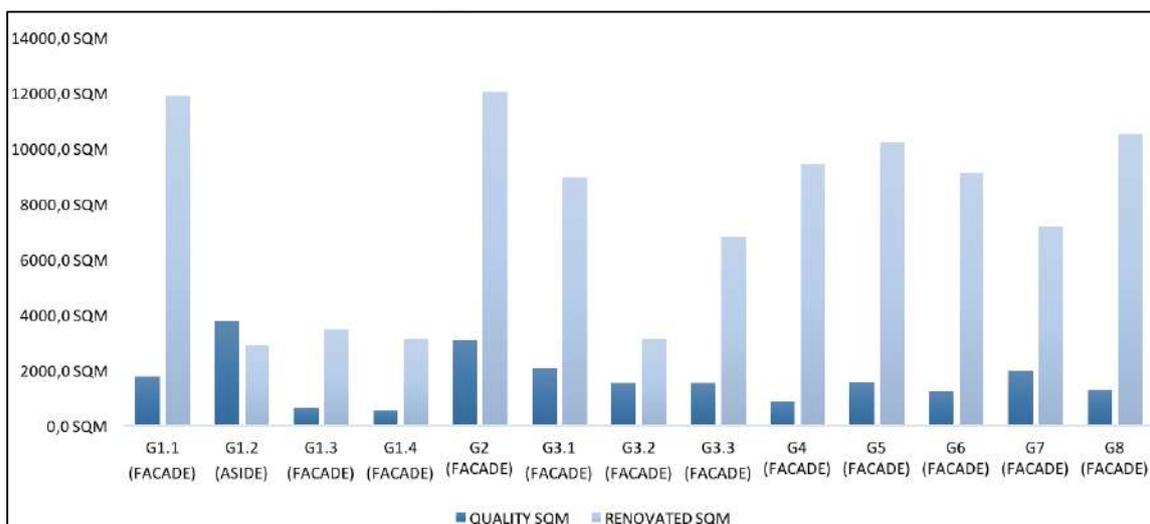


Per rendere più chiaro il quadro si è pensato di creare un indice “metri quadri-qualità/costo di costruzione” in modo che siano più evidenti le soluzioni migliori per ogni edificio:



Risulta ovvio che la scelta ricada sull'intervento con l'indice più alto.

Riassumendo le scelte ottimali abbiamo, quindi:



Risulta cioè sempre preferibile l'intervento "facade" tranne che nel caso G1.2, poiché la forma del lotto permette un'addition aside di metrature elevate.

Vediamo nello specifico l'aspetto che avrebbero gli edifici in base a queste scelte.

### TYPE G1.1



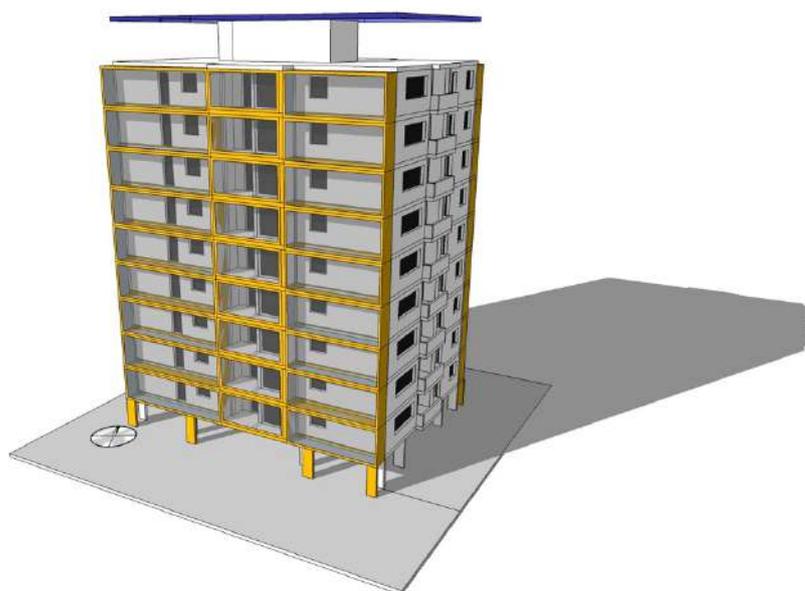
*TYPE G1.2*



*TYPE G1.3*



*TYPE G1.4*



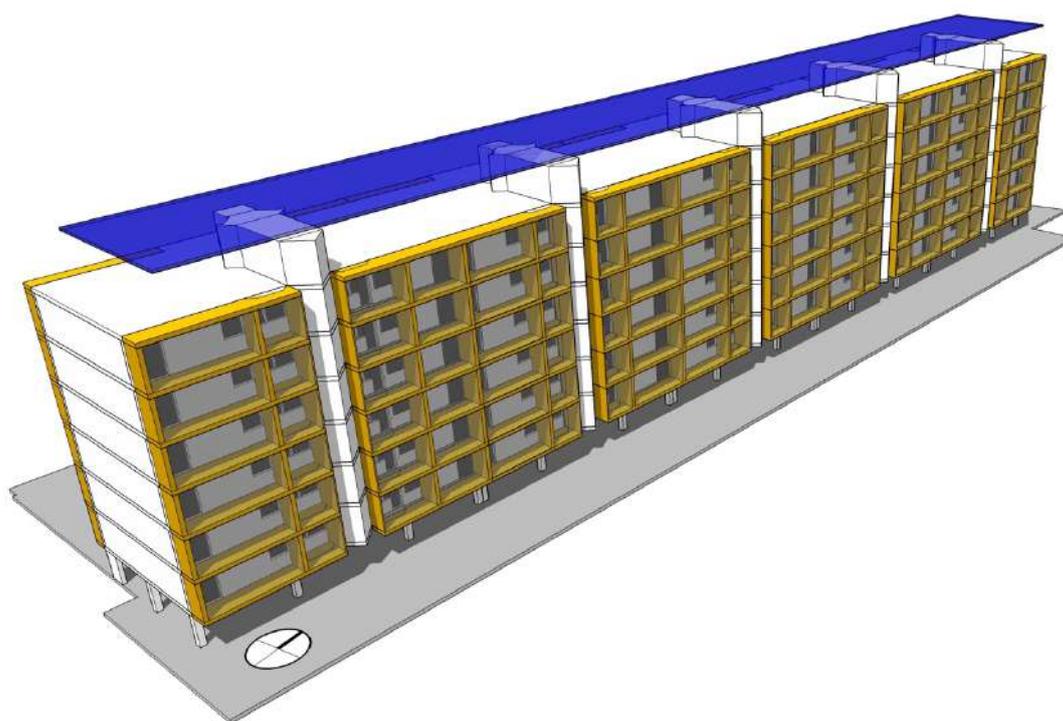
*TYPE G2*



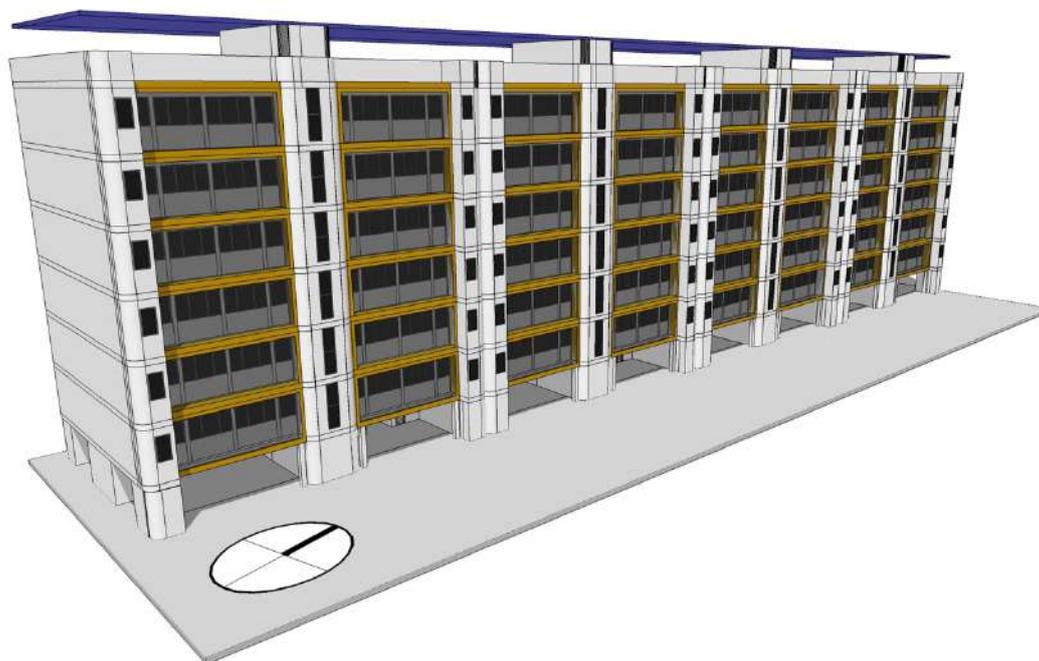
*TYPE G3.1*



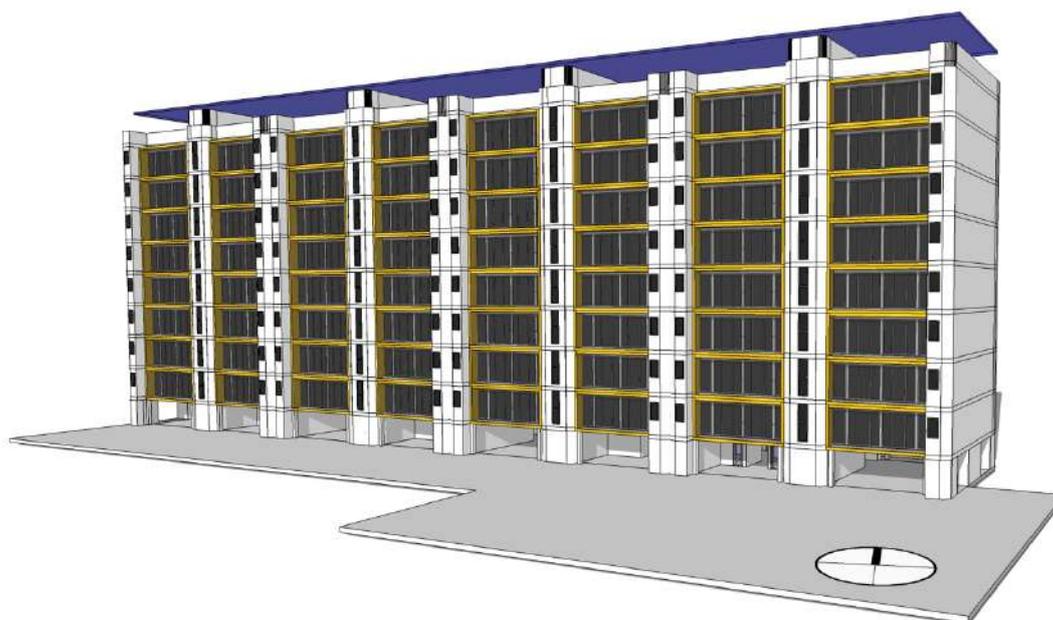
*TYPE G3.2*



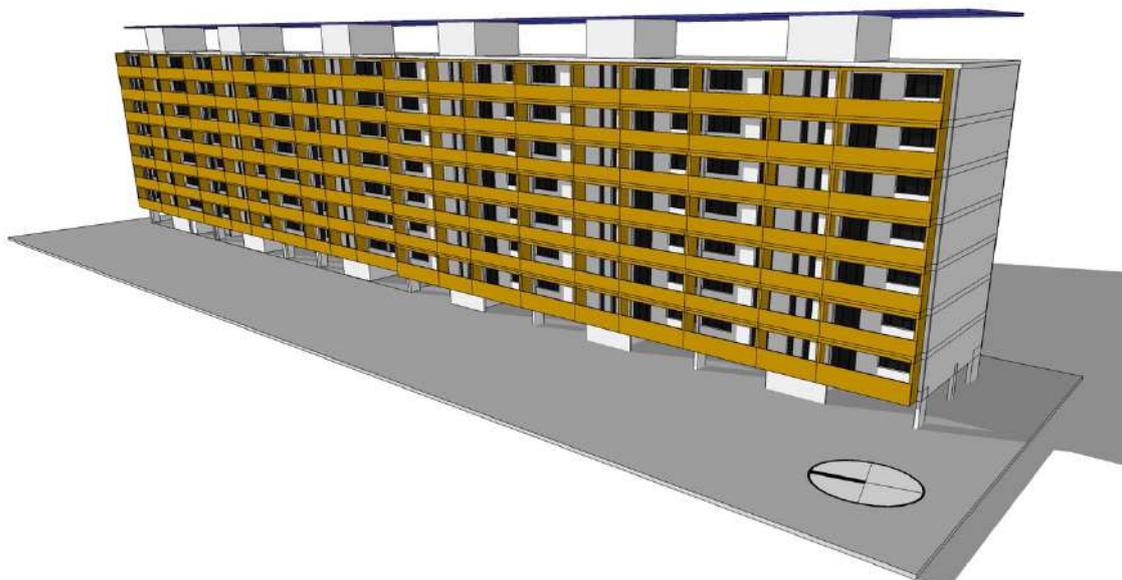
*TYPE G3.3*



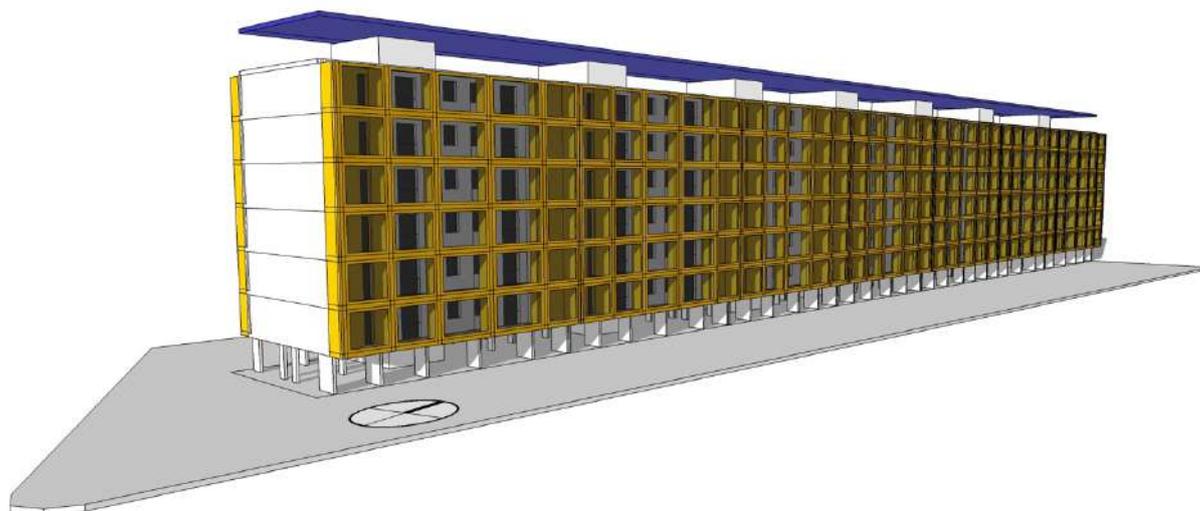
*TYPE G4*



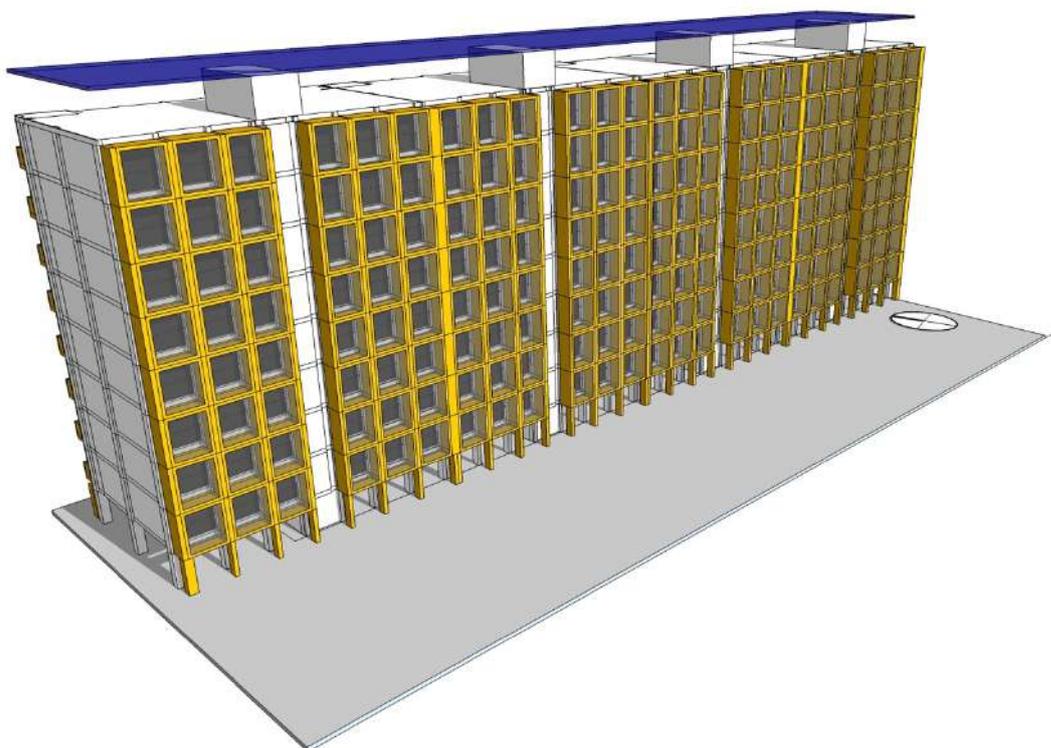
*TYPE G5*



*TYPE G6*



*TYPE G7*



*TYPE G8*



### 3.4.3 ANALISI SULLA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Prima di parlare specificatamente dell'analisi sui parametri energetici, le sigle e le unità di misura che sono inerenti alla riqualificazione energetica.

Il *fabbisogno energetico* **Q**, è la quantità di energia richiesta per soddisfare determinate esigenze che viene espressa in MJ (Mega Joule) o kWh, mentre l' *energia primaria* **EP** è espressa in kWh/m<sup>2</sup> o in kWh/m<sup>3</sup>. Per un impianto di riscaldamento, ad esempio, il *fabbisogno energetico* **Q** rappresenta la quantità di energia che occorre fornire all'edificio per garantire al suo interno la temperatura costante durante tutta la stagione di riscaldamento (che a Bologna inizia il 15 ottobre e termina il 15 aprile). L' energia necessaria per soddisfare questo *fabbisogno* **Q** viene fornita all'edificio dall' impianto di riscaldamento, che per sua natura consuma una quantità di energia maggiore che rappresenta proprio l'**EP** *energia primaria*. Tanto più un edificio è efficiente, tanto più queste due quantità sono simili.

Il calcolo delle prestazioni energetiche invernali e estive di un edificio si sviluppa in diverse fasi, quali:

1. Definizione degli ambienti riscaldati e climatizzati dell'edificio e quelli che non lo sono
2. Identificazione delle zone di calcolo ;
3. Definizione dei dati di ingresso relativi alle condizioni interne e al clima esterno;
4. Calcolo (per ogni mese e per ogni zona dell'edificio) dei fabbisogni netti di energia per il riscaldamento  $Q_{H,nd}$  e per raffrescamento  $Q_{C,nd}$

5. Somma dei risultati.

Specificatamente è necessario calcolare:

- Il fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento;
- il fabbisogno di energia per acqua calda sanitaria;
- il rendimento e il fabbisogno di energia primaria degli impianti di climatizzazione invernale;
- il rendimento e il fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria;
- il rendimento e il fabbisogno di energia primaria degli impianti di climatizzazione estiva.

Per quanto riguarda i dati climatici ambientali, per Bologna abbiamo:

<b>Comune</b>	Bologna
<b>Provincia</b>	BO
<b>Altitudine</b>	54 m
<b>Gradi Giorno</b>	2.259 °C
<b>Giorni di Riscaldamento</b>	183
<b>Zona Climatica</b>	E
<b>Temperatura Esterna di Progetto</b>	-5 °C
<b>Temperatura Interna di Progetto</b>	+20 °C
<b>Latitudine</b>	N 44° 30'
<b>Longitudine</b>	E 11° 21'
<b>Zona del Vento</b>	1
<b>Velocità del Vento</b>	1,6 m/s
<b>Direzione Dominante del Vento</b>	Sud-Ovest
<b>U.R. Interna</b>	65%
<b>Irradianza max Orizzontale</b>	296,3 W/m <sup>2</sup>
<b>Zona Geografica</b>	Italia Settentrionale Cispadana
<b>Conduttività del Terreno</b>	2,0 W/mK
<b>Posizione dell'Edificio</b>	Sito riparato (centro città)

In questo studio le analisi delle prestazioni energetiche sono state formulate attraverso il “SEM” (Simplified Energy Model), uno strumento basato su fogli di calcolo Excel, sviluppato dal team del progetto A.B.R.A.C.A.D.A.B.R.A.

Attraverso l’inserimento dei dati geometrici e climatici, la compilazione delle stratigrafie delle strutture opache e trasparenti, il SEM calcola il fabbisogno energetico della struttura nel periodo invernale (riscaldamento e acqua calda sanitaria) e estivo (climatizzazione e acqua calda sanitaria). La somma di questi dati permette di trovare l’Ep totale dell’edificio.

Essendo specificatamente sviluppato per il progetto ABRA esso implementa anche la funzione di calcolo del fabbisogno energetico dopo l’intervento di Deep Renovation. Per fare questo pone dei target di trasmittanza che devono assumere gli elementi dopo l’intervento, target ripresi anche per le addons.

Deep Renovation DR, intervention, including the following measures:

						TARGET
Existing Building	Area, m <sup>2</sup>	Insulation Material	Conductivity, λ (W/mK)	Thickness, mm	New U (W/m <sup>2</sup> K)	U (W/m <sup>2</sup> K)*
1st External Wall	3958	Insulation: Rock wool (density 38 kg/m <sup>3</sup> )	0,035	100	0,19	0,20
2nd External Wall	0	Insulation: Rock wool (density 23 kg/m <sup>3</sup> )	0,036	0	5,88	
3rd External Wall	0	Insulation: Rock wool (density 38 kg/m <sup>3</sup> )	0,035	0	5,88	
4th External Wall	0	Insulation: Rock wool (density 38 kg/m <sup>3</sup> )	0,035	0	5,88	
1st External Roof	0	Insulation: Rock wool (density 38 kg/m <sup>3</sup> )	0,035	0	7,14	0,12
2nd External Roof	1619	Insulation: Rock wool (density 38 kg/m <sup>3</sup> )	0,035	270	0,11	
1st External Floor	1619	Insulation: Rock wool (density 38 kg/m <sup>3</sup> )	0,035	200	0,14	0,15
2nd External Floor	0,0	Insulation: EPS 200mm (density 30 kg/m <sup>3</sup> )	0,033	0	2,94	
Doors	Area, m <sup>2</sup>	Door Type	Thickness, mm		New U (W/m <sup>2</sup> K)	U (W/m <sup>2</sup> K)*
External Doors	14,0	Plastic frame doors with triple glass pane			1,4	1,6
Windows	Area, m <sup>2</sup>	Window Type (Single, Double, Triple)	Frame Type (PVC, Wood, Metal)	Solar Transmittance, L	New U (W/m <sup>2</sup> K)	U (W/m <sup>2</sup> K)*
1st Window type	984,2	Triple glazed filled with argon (Low-emissivity coating)	PVC		0,7	1,1
2nd Window type	580,2	Triple glazed filled with argon (Low-emissivity coating)	PVC		0,7	1,1
3rd Window type	0,0	Triple glazed filled with argon	PVC	0,70	0,9	1,1
4th Window type	0,0	Triple glazed filled with argon	PVC	0,70	0,9	1,1
5th Window type	0,0	Triple glazed filled with argon	PVC	0,70	0,9	1,1
6th Window type	0,0	Triple glazed filled with argon	PVC	0,70	0,9	1,1
7th Window type	0,0	Triple glazed filled with argon	PVC	0,70	0,9	1,1
8th Window type	0,0	Triple glazed filled with argon	PVC	0,70	0,9	1,1
9th Window type	0,0	Triple glazed filled with argon	PVC	0,70	0,9	1,1
10th Window type	0,0	Triple glazed filled with argon	PVC	0,70	0,9	1,1
Mechanical ventilation installation	Air infiltration h <sup>-1</sup>	Air exchange rate after renovation h <sup>-1</sup>		Heat recovery with efficiency		
	0,2	0,7		70%		
Lighting system and electrical device energy efficiency measure in common use areas						
Domestic Hot Water system reconstruction, insulation						
Heating System reconstruction, pipeline insulation						

Figura 3.4-Target per la deep renovation

# CAPITOLO 3 – FATTIBILITÀ ECONOMICA DELL'INTERVENTO

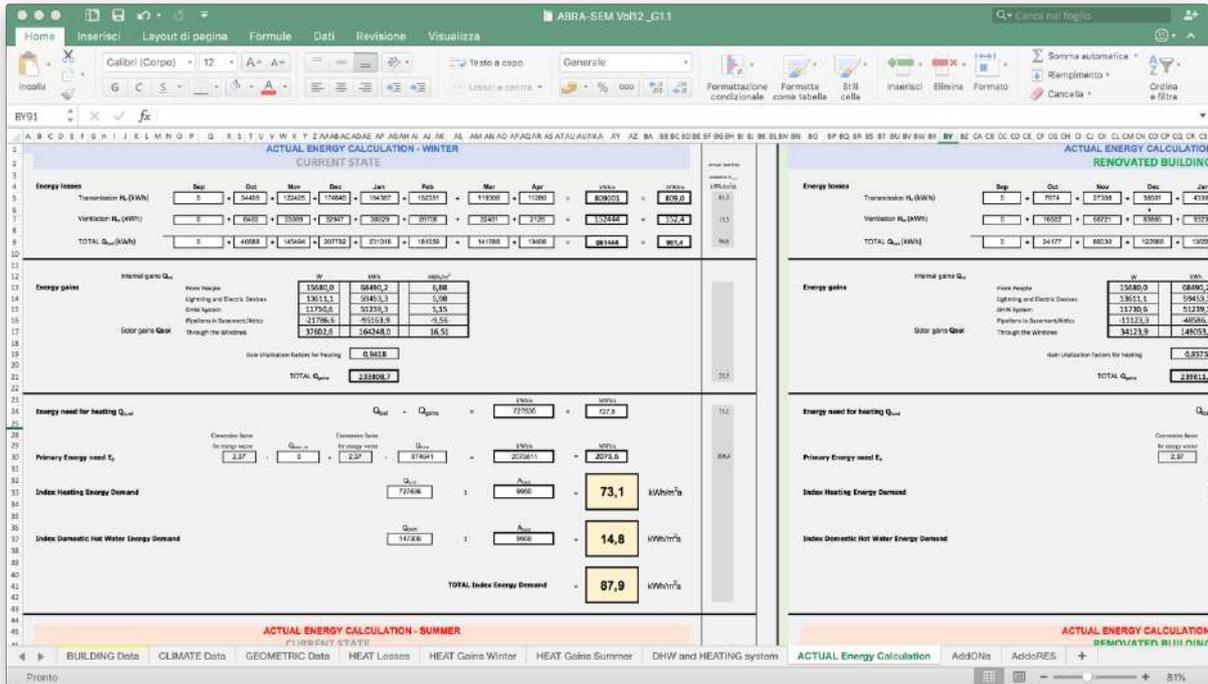


Figura 3.5-Schermata SEM Ep regime invernale

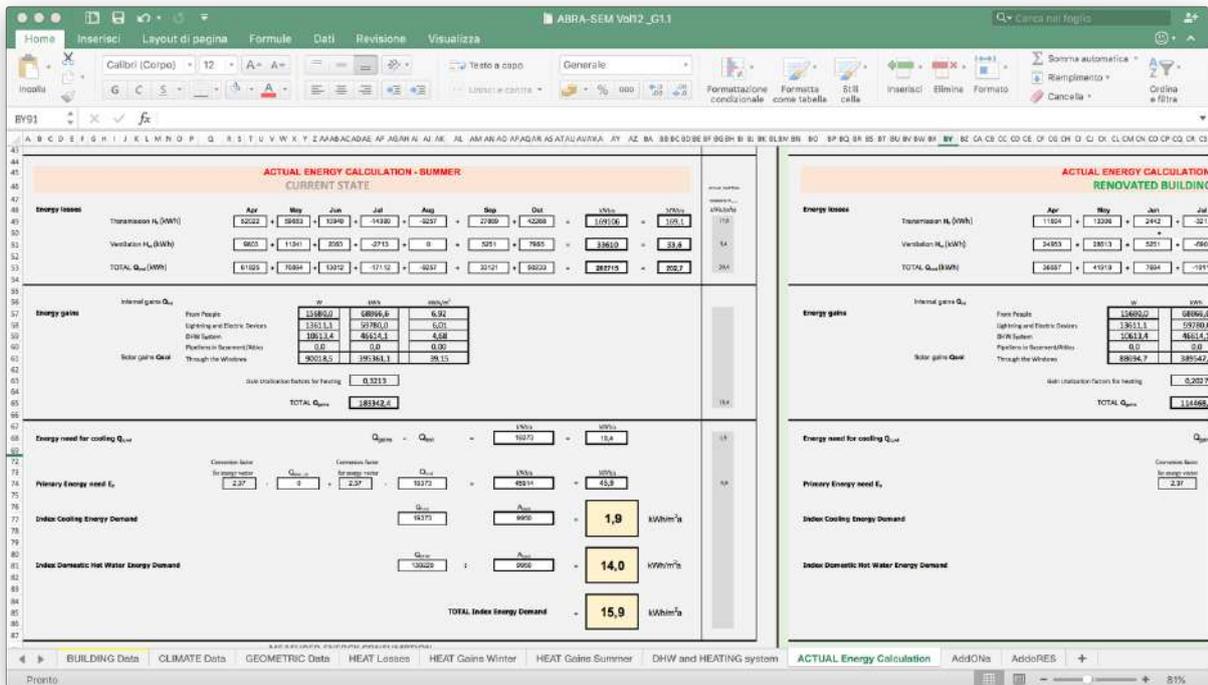


Figura 3.6-Schermata SEM Ep regime estivo

Il calcolo dell'Ep totale sarà dato quindi da:

$$E_{p_{tot}} = E_{p_h} + E_{p_{acs,tot}} + E_{p_c}$$

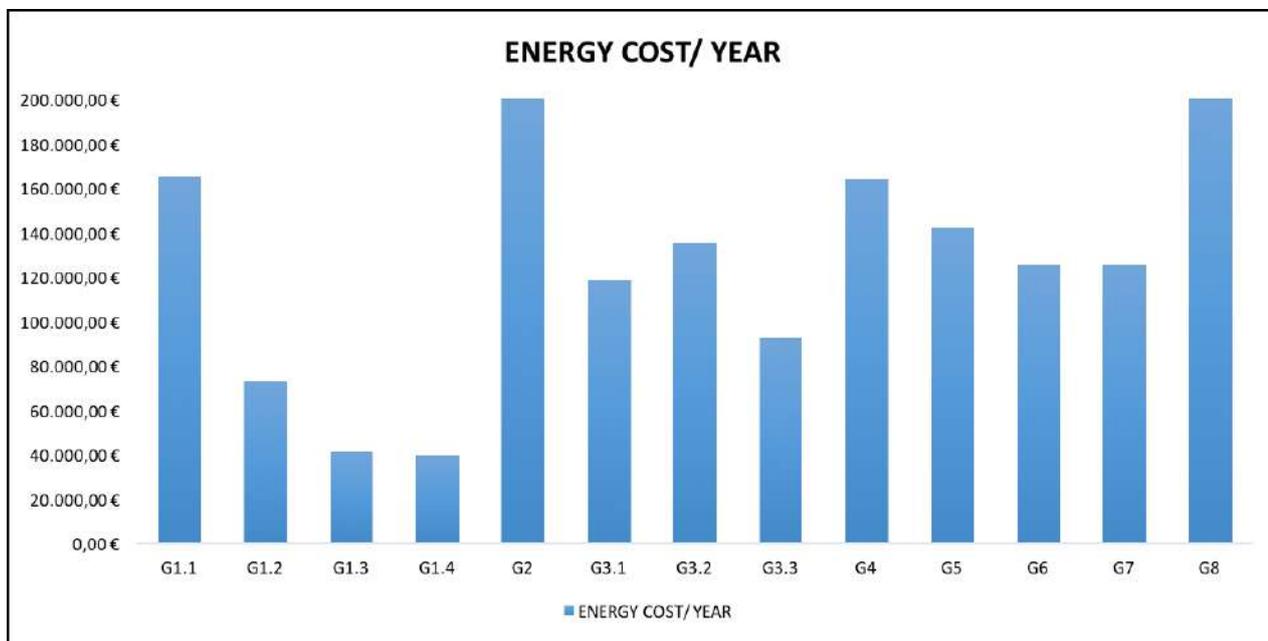
Con  $E_{p_h}$  Energia primaria necessaria per il riscaldamento invernale,  $E_{p_{acs,tot}}$  Energia primaria totale necessaria per la produzione di acqua calda sanitaria,  $E_{p_c}$  Energia primaria necessaria per il raffrescamento estivo.

L'Ep totale è fornito in kWh/m<sup>2</sup>a, questo vuol dire che per avere la spesa necessaria totale annua questo valore deve essere moltiplicato per i metri quadri totali del fabbricato e per il costo unitario del kWh che in Italia al momento è di circa 0,16 €.

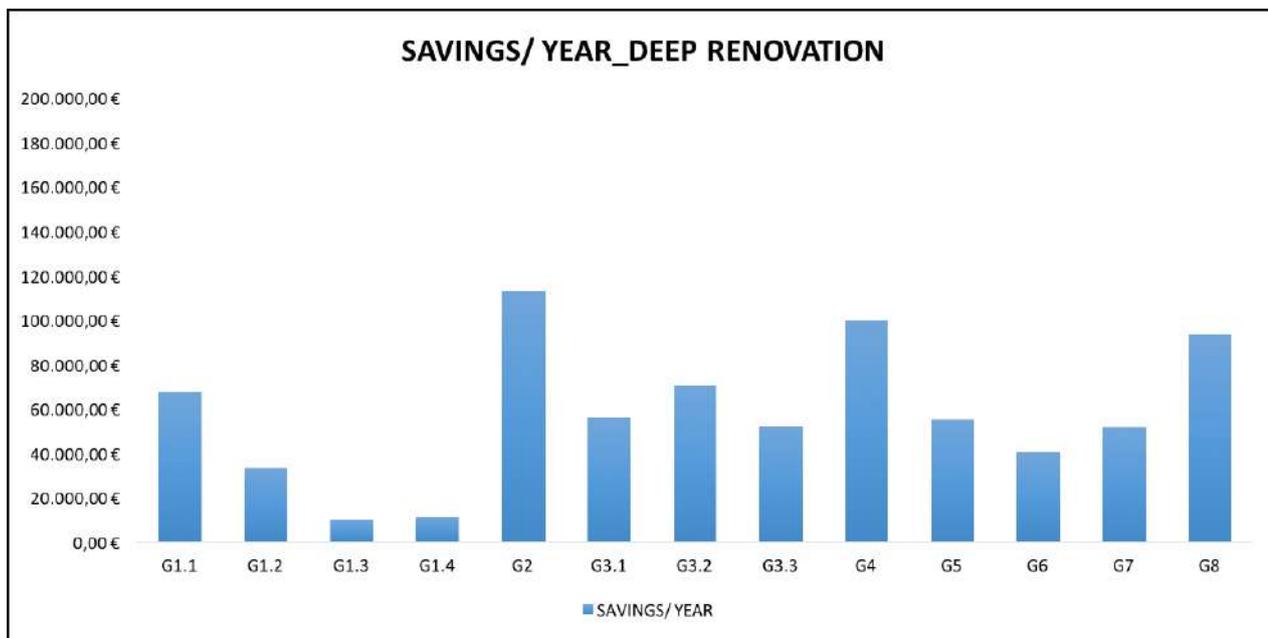
Avendo tutti questi dati quindi, è stato possibile calcolare la spesa annuale per ogni edificio del comparto e per ogni unità abitativa. Sono stati calcolati quindi, i risparmi in termini monetari dovuti alla deep renovation per ogni caso di studio. Chiaramente essendo l'assumption di questo lavoro la possibilità di riuscire a portare ad energia zero gli edifici finanziando l'intervento attraverso le addition, queste ultime (in ogni loro forma) rappresentano la scelta migliore per quanto riguarda il risparmio energetico.

I grafici che seguono riportano i costi dovuti al consumo energetico attuale e i risparmi raggiunti grazie alla deep renovation, mentre per le addition, ovviamente il risparmio va a coincidere con la spesa attuale (edificio a zero energia).

COSTI DOVUTI AL CONSUMO ENERGETICO ATTUALE



RISPARMI CONSEGUENTI ALL'INTERVENTO DI DEEP RENOVATION



### **3.5 DAL SINGOLO EDIFICIO ALLA SCALA DI COMPARTO: LA SCELTA DEGLI SCENARI E DELLE COMBINAZIONI OTTIMALI**

In questo paragrafo verranno descritte come le soluzioni adottate vanno a ripartirsi su tutto il comparto.

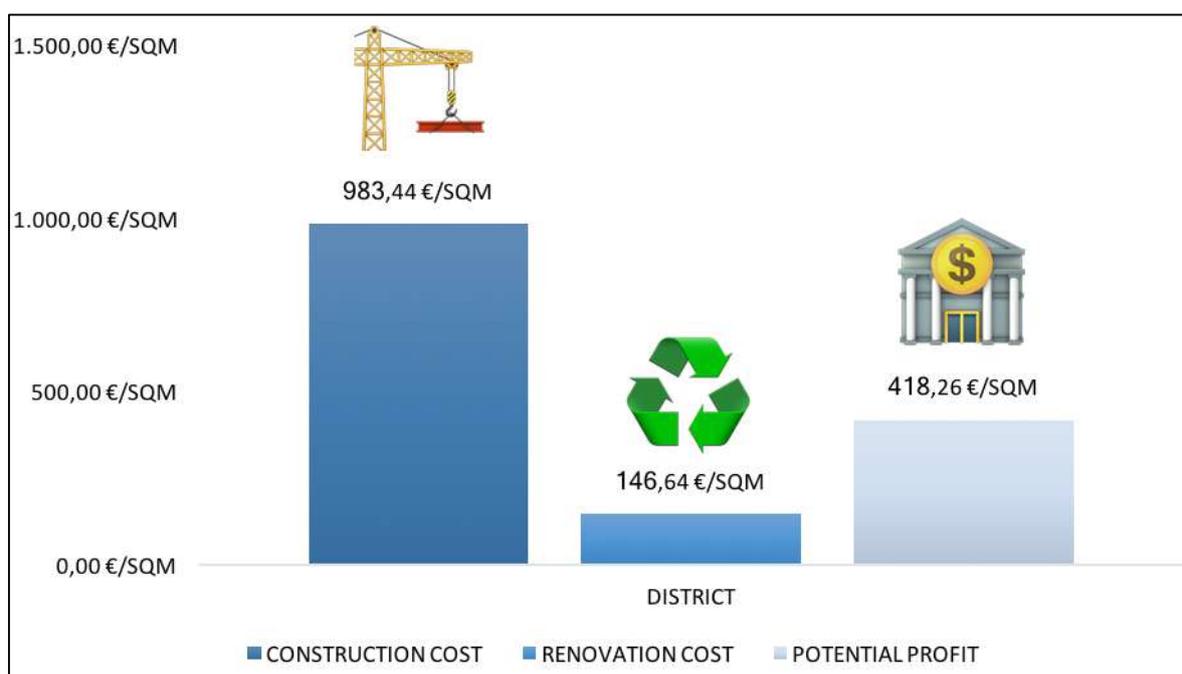
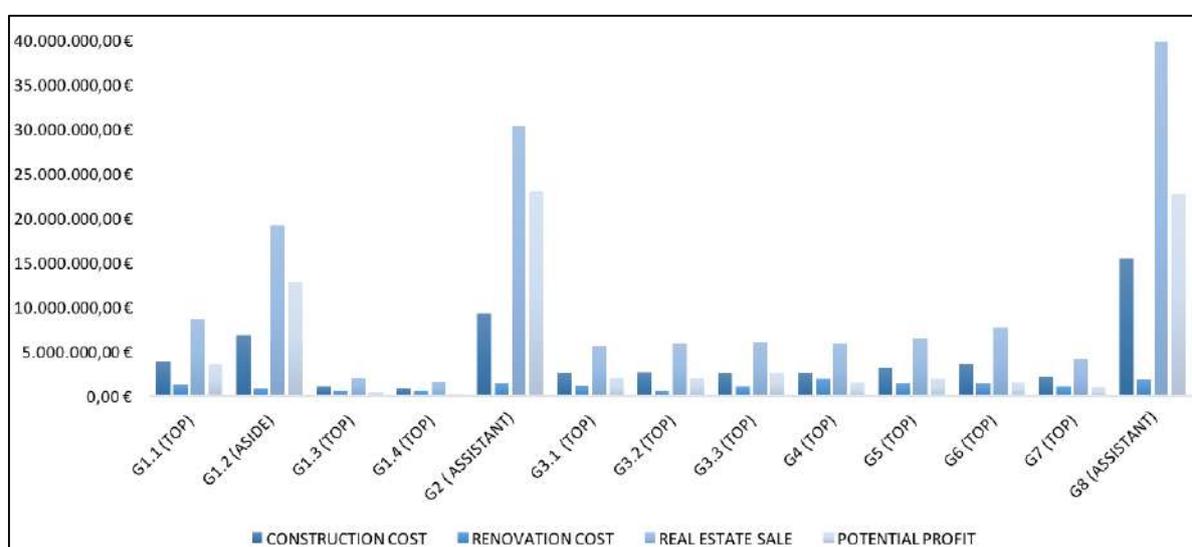
Come nel caso dei singoli edifici le analisi verranno condotte secondo tre parametri: profitto economico, metri quadri qualità, risparmio energetico. Saranno innanzitutto prese in considerazione gli scenari formati dalle singole opzioni ottimali trovate precedentemente per ogni edificio, successivamente verranno studiati diversi scenari e combinazioni ove i costi e i guadagni sono ripartiti su tutto il comparto.

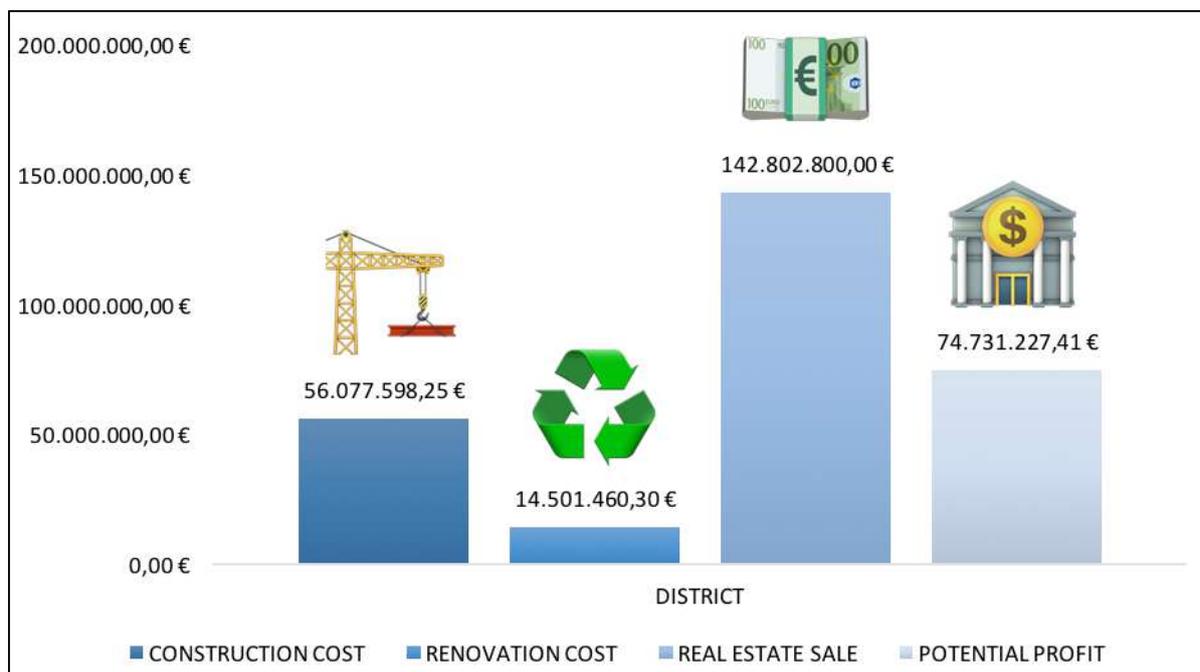
Si precisa che quando si parla di “scenario” si intende un intervento che prevede solo un addition per ogni edificio, mentre nella “combinazione” si prevede la possibilità di avere due o più addition.

### 3.5.1 SCELTA DEGLI SCENARI E DELLE COMBINAZIONI MIGLIORI PER MASSIMIZZARE IL PROFITTO ECONOMICO

Il primo scenario è composto dalle soluzioni ottimali adottate per massimizzare i profitti economici in ogni singolo caso di studio. In questo caso però i costi e i guadagni sono calcolati sulla metratura totale del comparto.

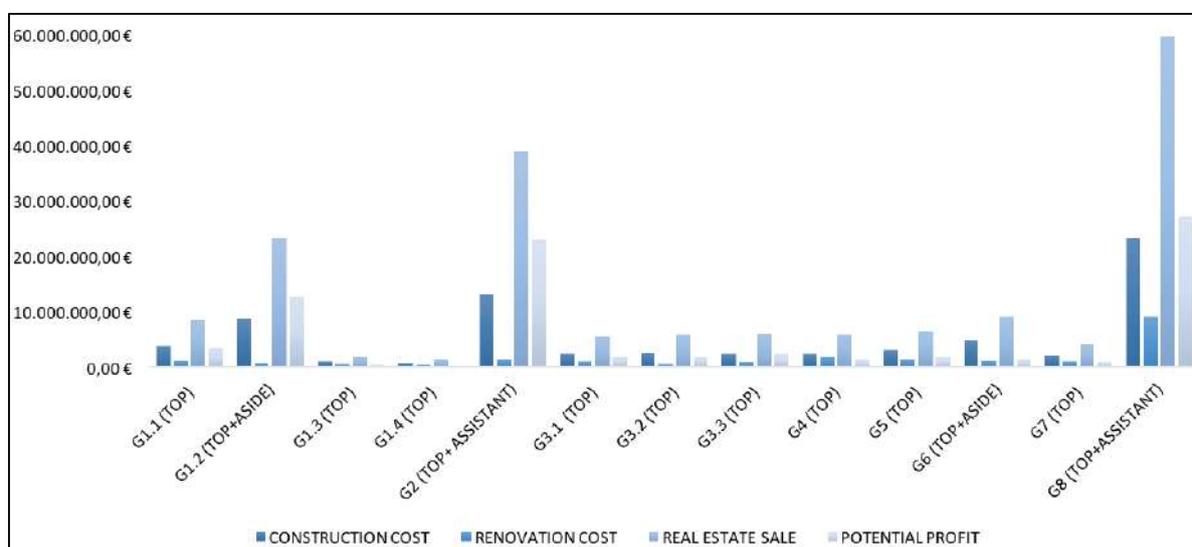
#### SCENARIO 1-interventi più redditizi per ogni edificio

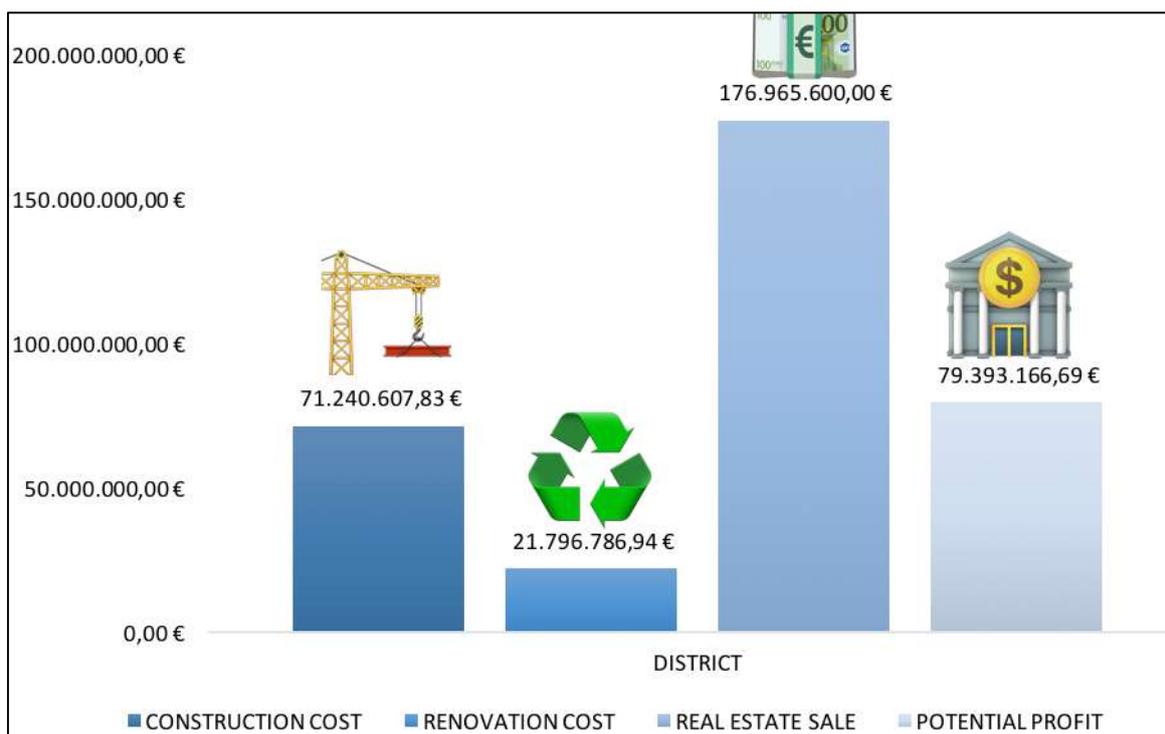
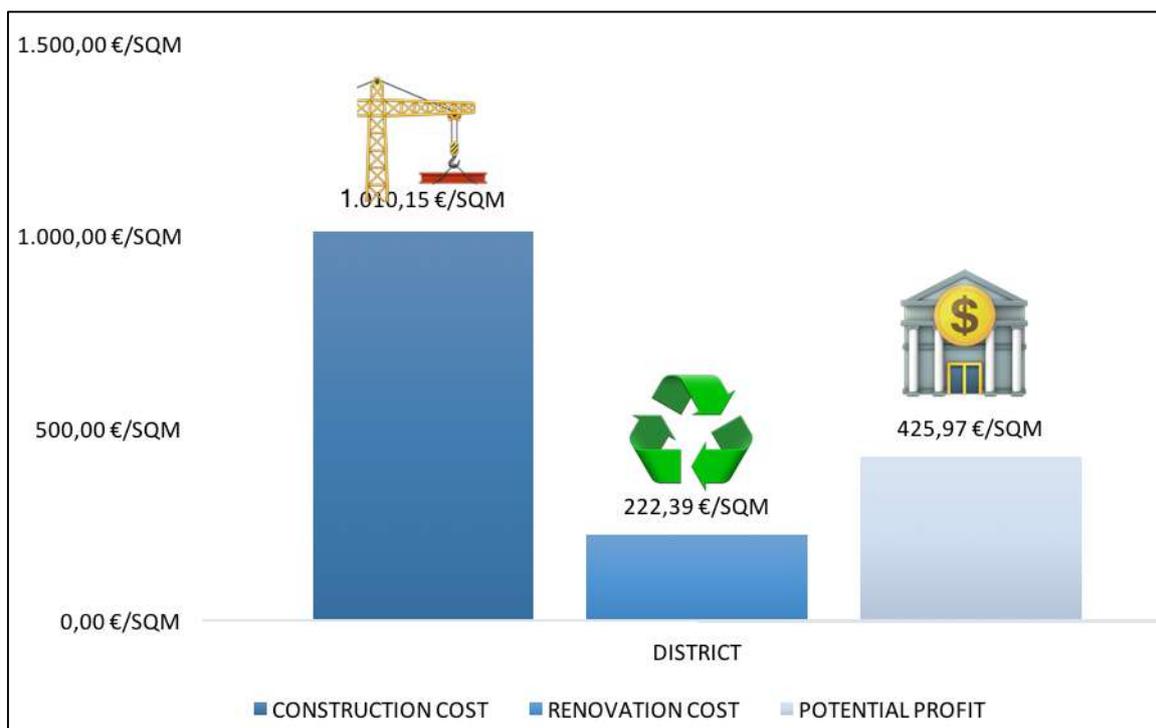




Riassumendo, questo scenario, a fronte di una spesa totale di 70.579.058,55€ si ha un profitto di 74.731.227,41€, risultando quindi un ottimo intervento, che però non è il migliore se si pensa di combinare tutte opzioni vendibili sul mercato, questo verrà visto nella seguente COMBINATION 1.

*COMBINATION 1- combinazione degli interventi più redditizi per il comparto*

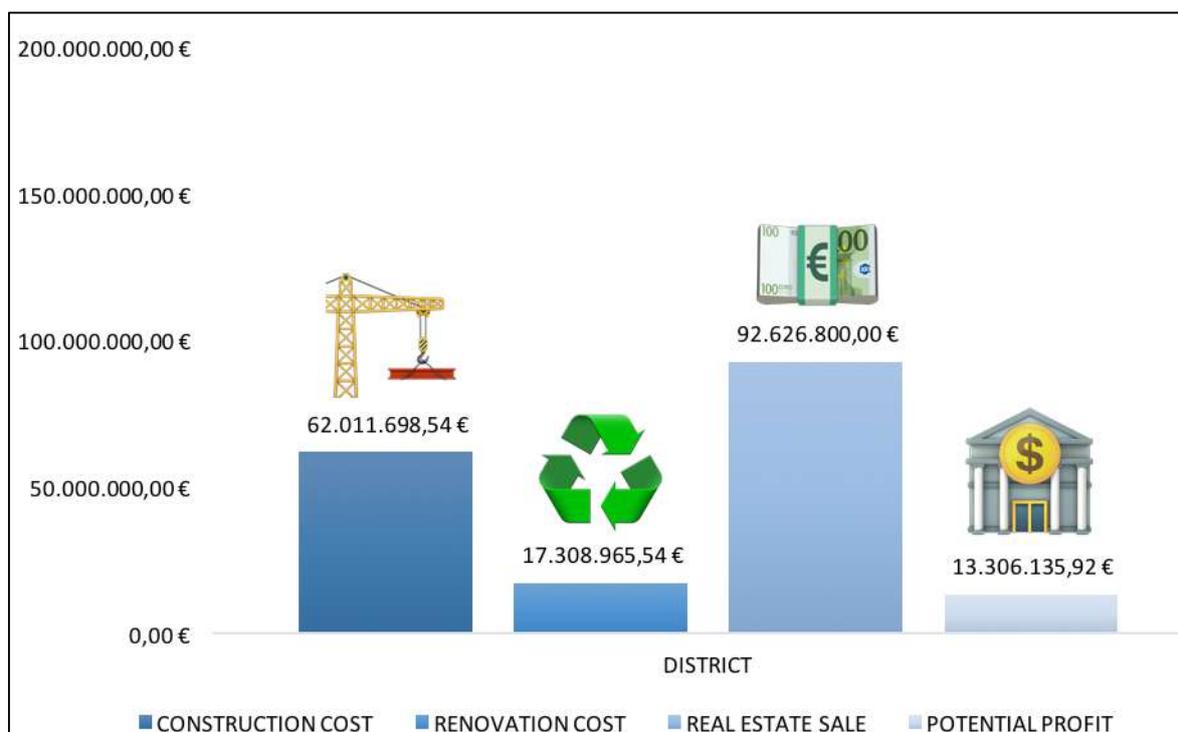
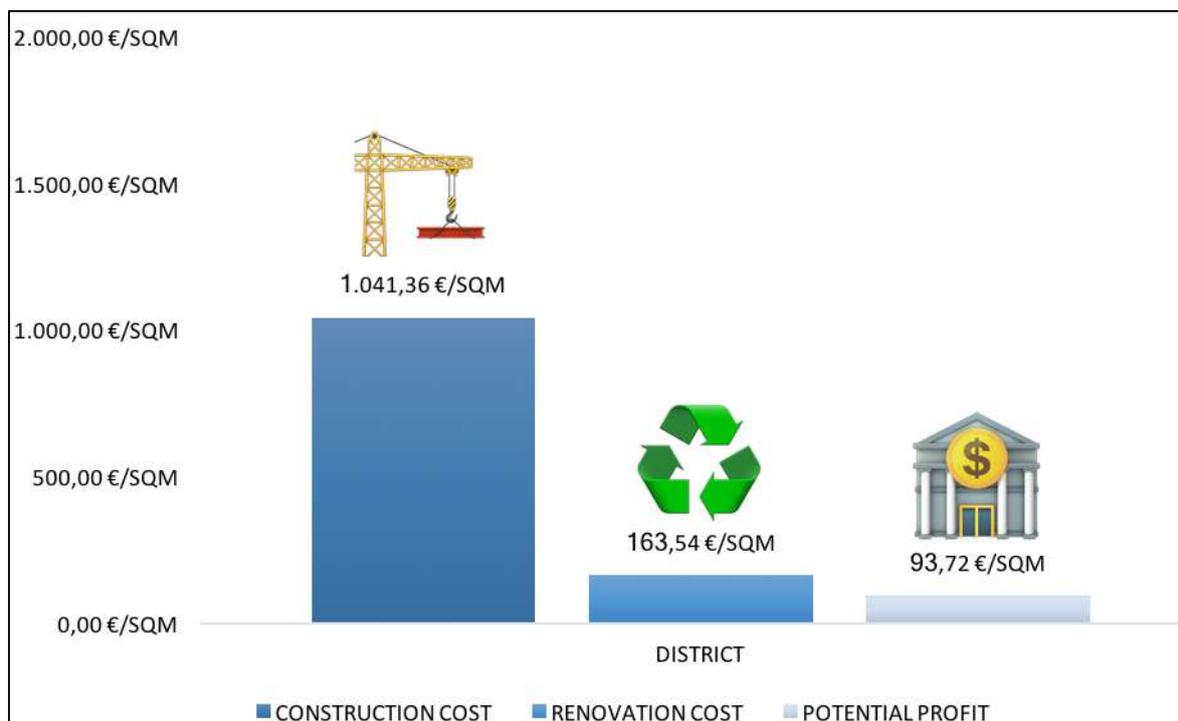




Nonostante i costi più alti, andando a costruire tutte le nuove unità possibili il profitto aumenta arrivando a quasi 80.000.000 €.

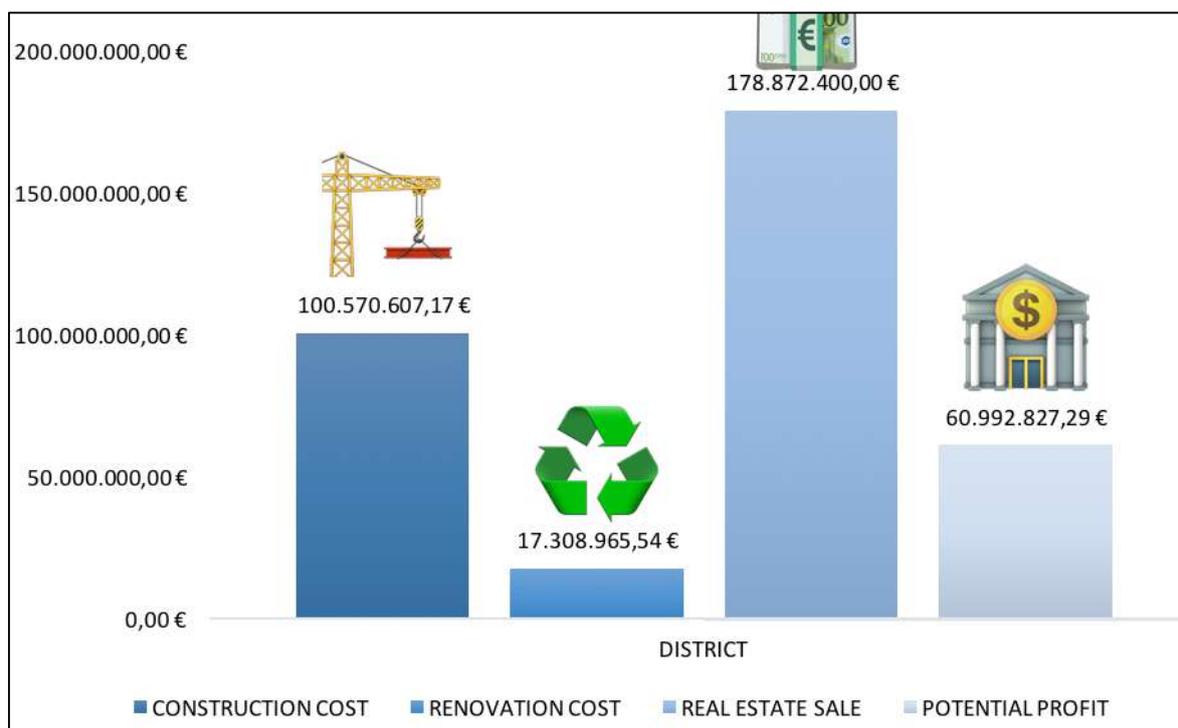
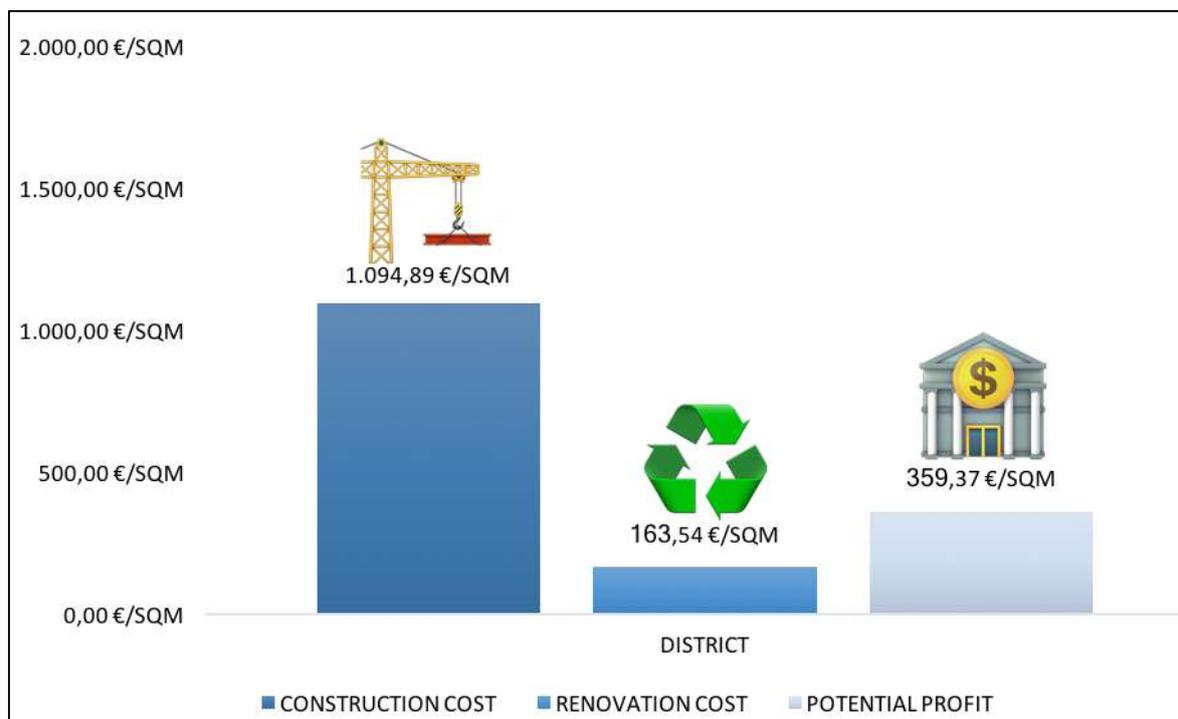
Dati margini così ampi, sono state valutate altre combinazioni, per avere un quadro completo dal punto di vista economico.

*COMBINATION 2- ASIDE, FACADE, ASSISTANT*



La Combination 2 tiene conto di possibili problemi nell'eventuale costruzione delle addizioni on top. Si può vedere come, andando a spalmare i costi su tutto il comparto, si riesca comunque ad ottenere un utile, seppur basso.

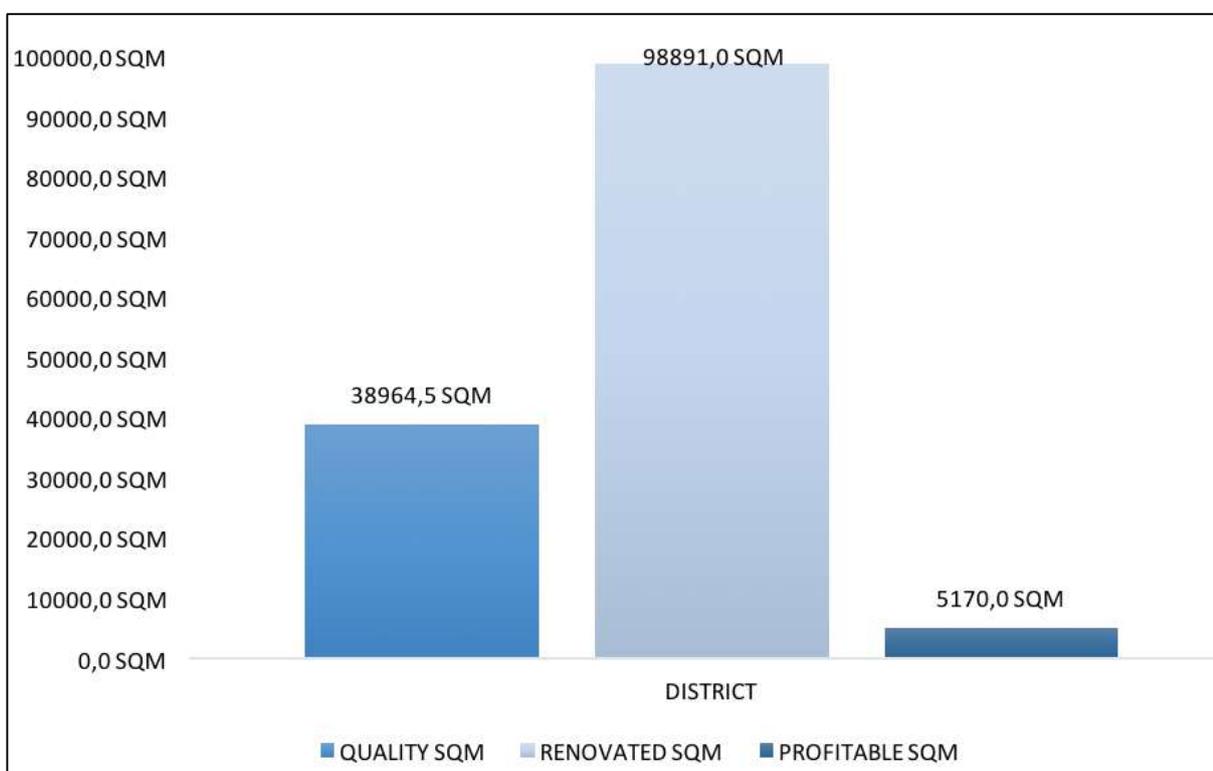
COMBINATION 3- ALL ADDITION

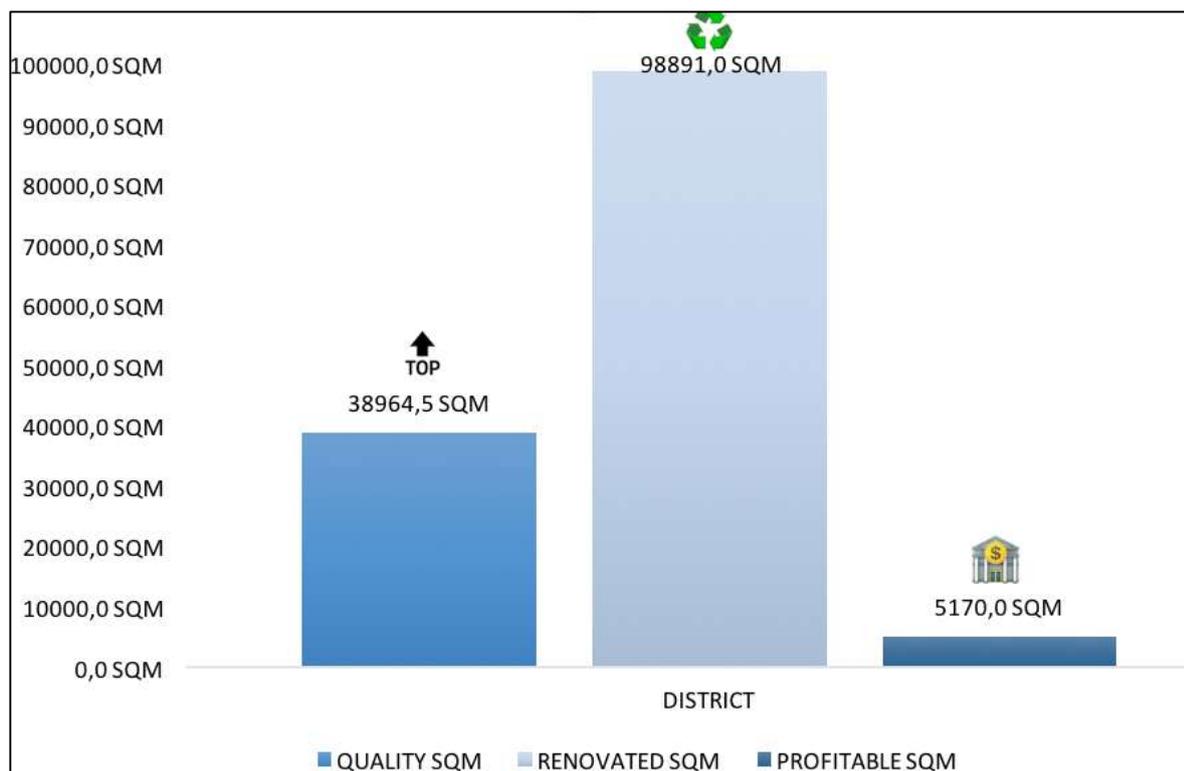


La Combination 3 simula la costruzione di tutte le addition su ogni edificio, dagli istogrammi si può vedere come ridistribuendo i costi e i ricavi su tutto il comparto il profitto economico ammonta a circa 61.000.000€, rappresentando, quindi, un ottimo investimento.

### 3.5.2 SCELTA DEGLI SCENARI E DELLE COMBINAZIONI MIGLIORI PER MASSIMIZZARE LA RIQUALIFICAZIONE ARCHITETTONICA

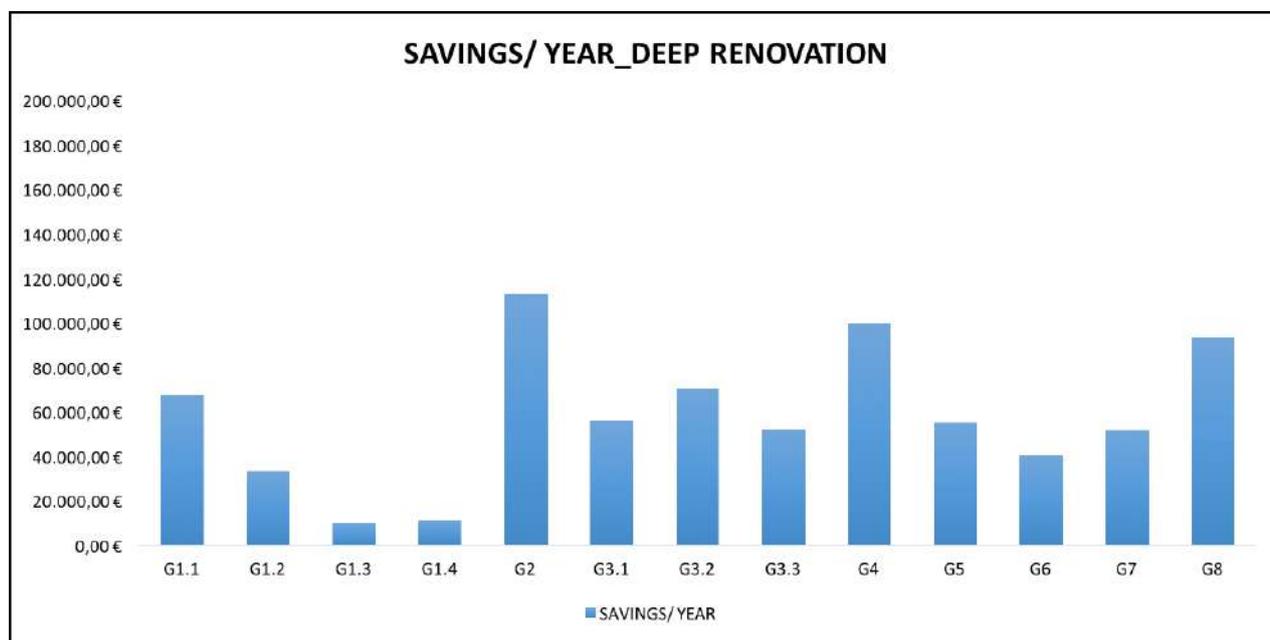
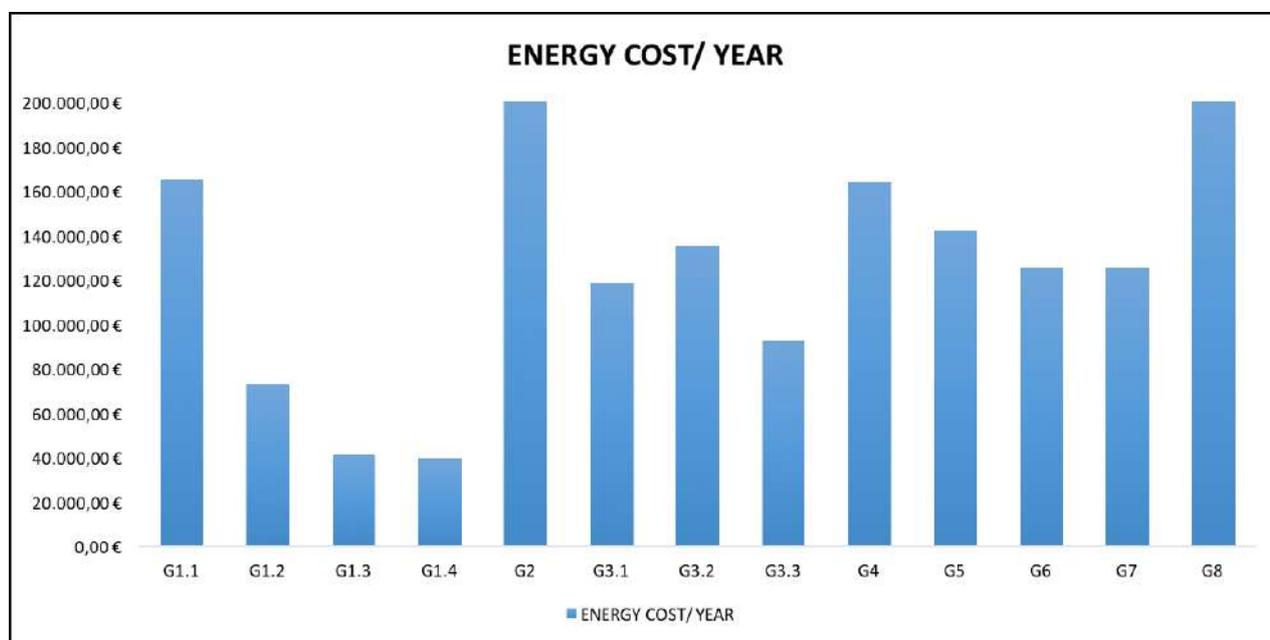
Le differenze tra l'analisi che riguardano la riqualificazione architettonica, con l'aggiunta di metri quadri qualità per quanto riguarda la scala di edificio e di comparto non sono molte. Le scelte ottimali rimangono infatti le stesse, cambia l'incidenza a m<sup>2</sup> che può essere calcolato su tutto il comparto. Occorre specificare che nel caso delle torri e degli edifici puntiformi, comunque, la scelta ottimale è quella di costruire sia le addition aside sia le facade.





### 3.5.3 SCELTA DEGLI SCENARI E DELLE COMBINAZIONI MIGLIORI PER MASSIMIZZARE LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Come precedentemente detto, le addition permettono di portare gli edifici a zero energia, questo vuol dire che indipendentemente dal tipo scelto, ogni addition è meglio della semplice deep renovation poiché permettono di raggiungere il massimo risparmio. Chiaramente, quindi, la scelta dell'intervento ottimale deve essere messo in relazione con le analisi a livello economico e di metratura di riqualificazione architettonica.



## **CAPITOLO 4**

### **CALCOLO DEL PAYBACK TIME E SCELTA DELL'INTERVENTO OTTIMALE**

#### **4.1 CALCOLO DEL PAYBACK TIME, FORMULE E PRINCIPI**

Con “payback time” si intende il tempo di ritorno degli investimenti spesi per gli interventi. Vuol dire, cioè in quanto tempo, le vendite e le somme risparmiate tramite le riqualificazioni energetiche si rientra dei costi sostenuti.

In questo capitolo verranno esposti i calcoli dei tempi di ritorno degli investimenti necessari per realizzare gli interventi discussi nei capitoli precedenti. Come per l'individuazione degli scenari e delle combinazioni ottimali per i diversi criteri, verranno innanzitutto calcolati i payback time degli interventi ottimali, sulla base di questi risultati verrà individuata la soluzione ottimale e verrà calcolato in quanto tempo i costi per essa sostenuti verranno ammortati.

In ultima istanza verrà calcolato tale tempo di ritorno considerando il comparto come un'unica area di intervento.

La formula matematica usata per questo calcolo è quindi:

$$PBT = \frac{\text{Investimento iniziale}}{\text{Risparmio Annuale}}$$

In questo particolare caso, avendo diversi scenari si deve precisare che:

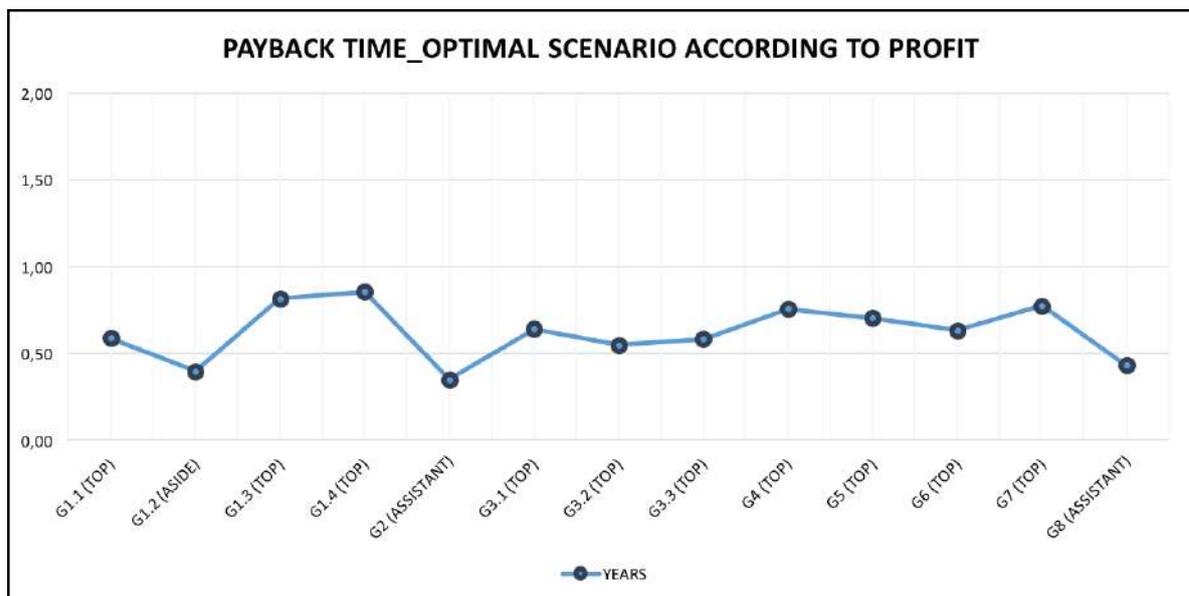
- Nei casi di riqualificazione, ove non si costruiscano nuove unità abitative l'investimento iniziale è composto dalla somma del costo di riqualificazione, il costo di costruzione delle addition e il costo per l'installazione dei pannelli fotovoltaici e solari. In questo caso il risparmio annuale è dato solo dalle cifre risparmiate grazie alla riduzione dei consumi
- Nei casi in cui vengano aggiunte nuove unità abitative ai costi sopracitati vanno aggiunti quelli per l'installazione degli impianti, e nei casi di assistant building anche i costi per la fondazione a platea e i costi di accantieramento. Questo aumento, viene ripagato però, da un aumento dal risparmio annuale, poiché esso viene incrementato dai ricavi delle vendite di tali unità immobiliari.

#### 4.1 CALCOLO DEL PAYBACK TIME DEGLI INTERVENTI OTTIMALI PER IL PROFITTO ECONOMICO

Lo studio condotto nei capitoli precedenti ha portato alla scelta di uno scenario che massimizza i profitti economici sia nei singoli edifici sia per il comparto. In questo capitolo si procederà al calcolo del tempo di ritorno degli investimenti necessari attraverso le formule precedentemente descritte.

PAYBACKTIME PROFIT SCENARIO 1			
	COST	SALE	PBT (YEARS)
G1.1 (TOP)	5.028.903,56 €	8.565.200,00 €	0,6
G1.2 (ASIDE)	7.616.379,84 €	19.180.000,00 €	0,4
G1.3 (TOP)	1.591.357,13 €	1.948.800,00 €	0,8
G1.4 (TOP)	1.298.335,50 €	1.517.600,00 €	0,9
G2 (ASSISTANT)	10.641.633,27 €	30.338.000,00 €	0,4
G3.1 (TOP)	3.606.600,92 €	5.633.600,00 €	0,6
G3.2 (TOP)	3.193.079,19 €	5.826.800,00 €	0,5
G3.3 (TOP)	3.510.607,72 €	6.014.400,00 €	0,6
G4 (TOP)	4.397.164,28 €	5.826.800,00 €	0,8
G5 (TOP)	4.521.085,85 €	6.420.400,00 €	0,7
G6 (TOP)	4.837.198,08 €	7.649.600,00 €	0,6
G7 (TOP)	3.186.972,97 €	4.121.600,00 €	0,8
G8 (ASSISTANT)	2.143.717,53 €	4.970.000,00 €	0,4

Schematizzando i risultati della tabella si ha:



Come si può vedere in tutti i casi si rientra dei costi in meno di un anno, addirittura nei casi dove c'è l'aggiunta di un numero considerevole di unità abitative (G1.2, G2, G8), il payback time è minore di 6 mesi.

Da questo possiamo evincere che gli interventi come l'addition on top, l'assistant building, e l'aside (nel caso in cui essa permetta la costruzione di nuove unità) rendano possibile rientrare dei costi in pochi mesi. Chiaramente non sarà un rientro di capitali immediato dato il tempo naturale delle vendite immobiliari, ma queste unità rappresentano comunque un patrimonio immobiliare. Esse infatti possono essere destinate sia alla locazione sia alla vendita.

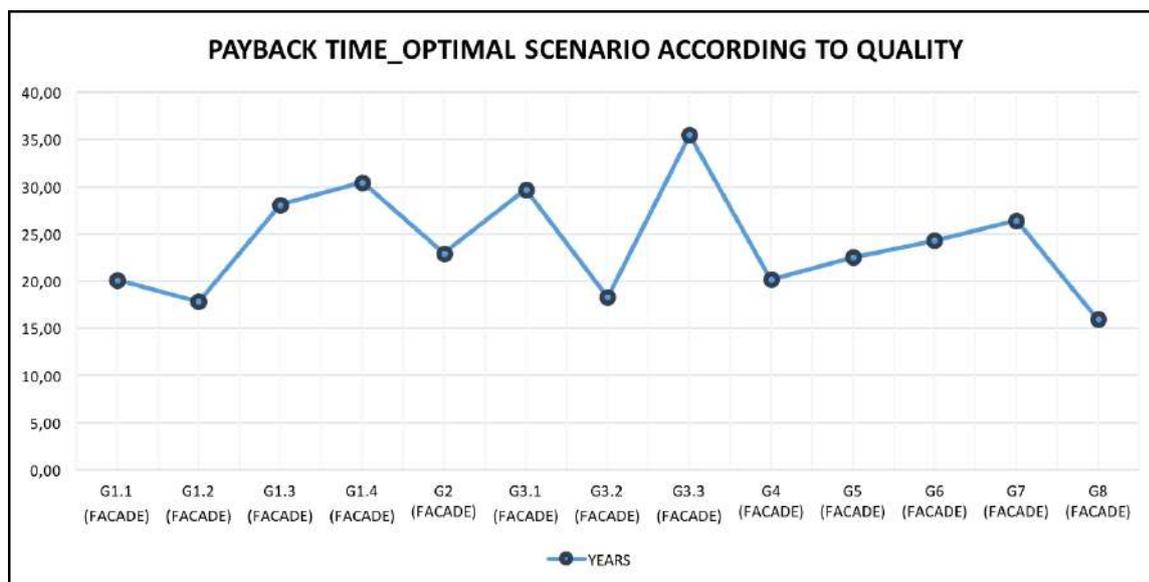
Inoltre occorre precisare che in questo come nei seguenti calcoli non sono state considerate le detrazioni fiscali a cui attualmente è possibile beneficiare in Italia.

## 4.2 CALCOLO DEL PAYBACK TIME DEGLI INTERVENTI OTTIMALI PER LA RIQUALIFICAZIONE ARCHITETTONICA

Come già espresso nel capitolo dedicato, l'analisi economica della riqualificazione architettonica non può prescindere dal risparmio energetico che essa comporta.

In termini di payback time (come si vedrà nella tabella e nel grafico seguenti) è uno scenario svantaggioso in termini monetari perché la scelta è ricaduta sull'intervento sulla facade perché è quella che permette di aggiungere più metri quadri qualità ma non di superficie vendibile. Essa è però quella che permette di aggiungere a tutte le unità abitative la maggiore quantità di metri quadri qualità. Anche se bisogna specificare che nelle torri e nel complesso G8 gli appartamenti hanno tutti due lati esposti, quindi una ristrutturazione completa deve prevedere sia l'aside che la facade.

PAYBACKTIME QUALITY SCENARIO 1			
	COST	SAVINGS	PBT (YEARS)
G1.1 (FACADE)	3.320.584,60 €	165.249,60 €	20,1
G1.2 (FACADE)	1.300.412,76 €	73.054,85 €	17,8
G1.3 (FACADE)	1.373.815,95 €	48.901,68 €	28,1
G1.4 (FACADE)	1.201.746,40 €	39.481,34 €	30,4
G2 (FACADE)	4.599.003,04 €	200.484,67 €	22,9
G3.1 (FACADE)	3.526.956,32 €	118.755,97 €	29,7
G3.2 (FACADE)	2.473.558,20 €	135.302,40 €	18,3
G3.3 (FACADE)	3.301.404,18 €	93.012,48 €	35,5
G4 (FACADE)	3.301.404,18 €	163.778,56 €	20,2
G5 (FACADE)	3.191.305,74 €	141.882,40 €	22,5
G6 (FACADE)	3.046.439,70 €	125.408,30 €	24,3
G7 (FACADE)	3.308.254,90 €	125.181,50 €	26,4
G8 (FACADE)	3.253.109,76 €	204.119,04 €	15,9



Questo scenario è chiaramente poco allettante, i tempi di ritorno sono molto alti anche se gli edifici vengono portati a zero energia, ma come si vedrà in seguito è possibile finanziare la riqualificazione architettonica e quindi gli interventi sulla facade attraverso la combinazione con altre addition.

### **4.3 CALCOLO DEL PAYBACK TIME DEGLI INTERVENTI OTTIMALI PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA**

Come già specificato, nell'ambito della riqualificazione energetica degli edifici, ci sono fondamentalmente due tipi di intervento:

1. Deep Renovation: esso prevede la sostituzione degli infissi, dei corpi scaldanti e l'isolamento delle chiusure opache
2. Adore: esso prevede, oltre, ciò che incluso nella deep renovation, l'installazione di pannelli fotovoltaici e solari termici che permettono di portare l'edificio a zero energia.

Quando si parla di “zero energia” non si intende che essi diventeranno energeticamente indipendenti (infatti tali edifici verranno ancora riscaldati grazie alla centrale esistente), ma si parla di un bilancio economico che diventa uguale a zero.

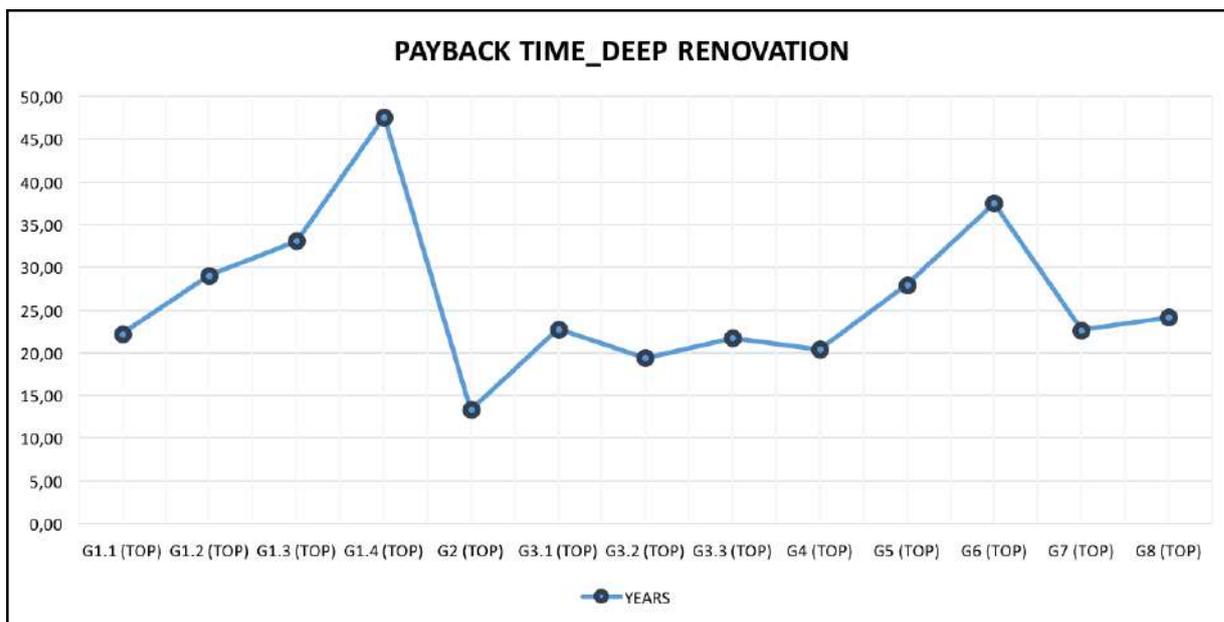
Per quanto riguarda il calcolo del payback time, nel caso di deep renovation esso considera i risparmi annuali dovuti al calo dell'EP. Una volta stimato il costo della richiesta energetica attuale e quello della richiesta post riqualificazione è stato possibile ricavare il risparmio annuale.

Le cifre in questione sono state calcolate in base al costo unitario del kWh attuale, che le istituzioni che si occupano della distribuzione di energia hanno fissato a circa 0,16€. Esso è stato poi moltiplicato per l'EP calcolato e per i metri quadri dell'edificio, raggiungendo quindi un valore misurabile in €/anno.

## CAPITOLO 4 – CALCOLO DEL PAYBACK TIME E SCELTA DELL'INTERVENTO OTTIMALE

PAYBACKTIME (DEEP RENOVATION)			
	COST	SAVINGS	PBT (YEARS)
G1.1	1.499.738,19 €	67.500,80 €	22,2
G1.2	485.120,60 €	16.699,33 €	29,1
G1.3	578.565,39 €	17.481,76 €	33,1
G1.4	544.941,26 €	11.448,86 €	47,6
G2	1.508.506,44 €	113.104,67 €	13,3
G3.1	1.273.848,52 €	55.956,58 €	22,8
G3.2	1.372.822,72 €	70.758,14 €	19,4
G3.3	1.132.601,82 €	52.124,16 €	21,7
G4	2.037.570,28 €	100.024,32 €	20,4
G5	1.538.938,00 €	55.025,70 €	28,0
G6	1.502.653,89 €	40.076,40 €	37,5
G7	1.168.278,73 €	51.600,26 €	22,6
G8	281.295,43 €	11.658,62 €	24,1

Schematizzando la tabella si ha:



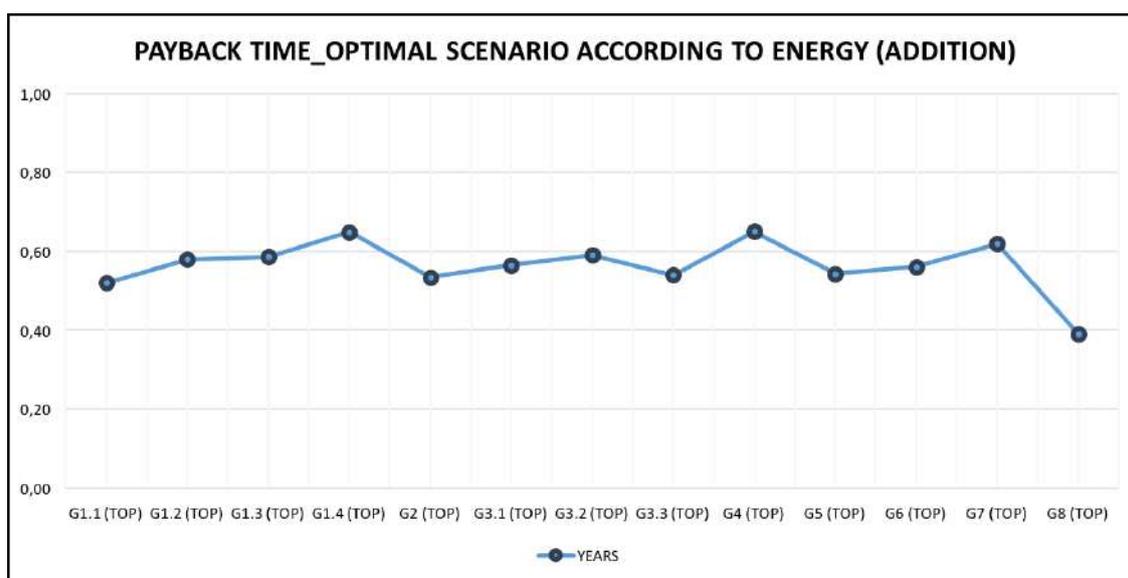
Da questo grafico si può evincere che:

- Nel caso della sola deep renovation i tempi di rientro sono, in alcuni casi, molto alti. Considerando anche l'età dei fabbricati, gli interventi che hanno payback time superiore a 30 anni non possono neanche essere considerati
- Anche nei casi in cui si rimane al di sotto dei 30 anni gli interventi rimangono davvero poco appetibili

Se invece si prevede l'aggiunta di un Adores si ha:

PAYBACKTIME (ADDITION)	COST	SAVINGS+SALE	PBT (YEARS)
G1.1 (TOP)	5.028.959,50 €	9.679.649,60 €	0,5
G1.2 (TOP)	1.316.743,98 €	2.271.054,85 €	0,6
G1.3 (TOP)	1.316.743,98 €	2.246.901,68 €	0,6
G1.4 (TOP)	1.298.328,00 €	1.999.481,34 €	0,6
G2 (TOP)	5.252.029,48 €	9.832.484,67 €	0,5
G3.1 (TOP)	3.606.609,70 €	6.379.555,97 €	0,6
G3.2 (TOP)	3.861.295,98 €	6.544.502,40 €	0,6
G3.3 (TOP)	3.510.635,48 €	6.502.212,48 €	0,5
G4 (TOP)	4.397.114,49 €	6.766.178,56 €	0,6
G5 (TOP)	4.521.106,33 €	8.320.682,40 €	0,5
G6 (TOP)	4.837.228,99 €	8.626.208,30 €	0,6
G7 (TOP)	3.187.004,20 €	5.151.181,50 €	0,6
G8 (TOP)	2.040.766,14 €	5.230.119,04 €	0,4

I tempi di ritorno sono notevolmente ridotti, come possiamo vedere nel seguente grafico:



Possiamo dedurre che:

- I tempi di ritorno sono notevolmente ridotti, stando mediamente sui 6-7 mesi
- Inoltre si può osservare come le riduzioni maggiori si hanno proprio nei casi peggiori basti pensare che nel caso del type G1 si passa da 13,3 a 0,5 anni, mentre nel caso del G1.4 si riduce da 47,6 a 0,5 anni (riduzioni rispettivamente del 96% e 99%)

Tale riduzione è dovuta al fatto che l'addition scelta è quella "on top" poiché essa permette di ridurre i costi di riqualificazione (poiché non viene isolato il tetto) ma ha anche il pregio di creare nuove unità abitative, la cui vendita permette di abbassare il tempo di rientro degli investimenti.

Nei tre paragrafi precedenti si è calcolato il tempo di ritorno degli investimenti iniziali degli scenari e delle combinazioni ottimali secondo i tre criteri enunciati. Questa però è un'analisi limitata, è necessario che le tre caratteristiche che si vogliono massimizzare siano considerate in maniera sinergica, per migliorare in toto la qualità degli edifici presi in esame. Nei due paragrafi successivi si cambierà, quindi, metodo e si andranno a prendere in considerazione le combinazioni ottimali sotto ogni punto di vista sia a scala dell'edificio sia a scala di comparto, in modo da individuare l'*optimum*, quell'insieme di interventi che permettono di raggiungere il risultato migliore su tutti i casi di studio.

#### **4.4 INTERPOLAZIONE DEI RISULTATI PRECEDENTI A SCALA ARCHITETTONICA E DI COMPARTO**

Andando a confrontare i risultati avuti dalle singole analisi, si può individuare la combinazione ottimale sia per il singolo edificio che per il comparto.

Volendo fare delle considerazioni generali possiamo evincere che:

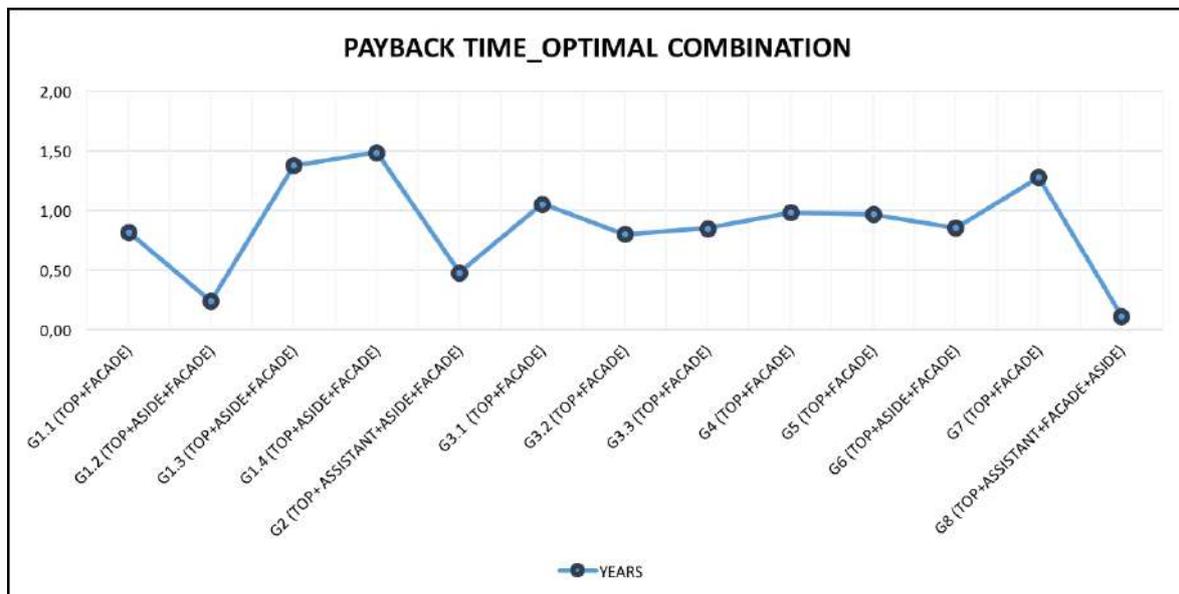
- Per l'analisi sul profitto economico, lo scenario migliore è quello che prevede la creazione del maggior numero di unità abitative. Per quasi tutti gli edifici l'unica opzione possibile è il top, mentre per il type G1.2 è l'aside e per il G2 e il G8 è l'assistant. Questo non vuol dire che in questi ci si debba per forza limitare alla costruzione di un'unica additon, si possono anche creare combinazioni come "top+assistan" in modo da massimizzare i profitti
- L'analisi sulla riqualificazione architettonica "promuove" la facade come migliore scelta, quella, cioè che permette di aggiungere più metri quadri qualità alle unità esistenti
- L'analisi sulla riqualificazione energetica dimostra come, sebbene i costi crescano, la costruzione di una delle addition che permette di arrivare a zero energia (sempre in termini di bilancio) riesca a far crollare i tempi di ritorno degli investimenti, soprattutto se si sceglie di costruire il "top", poiché esso permette non solo di avere nuove unità abitative da immettere su mercato, ma riesce anche a far diminuire il costo della deep renovation (poiché non vi è necessità di isolare il tetto)

## 4.5 SCELTA DELL'INTERVENTO MIGLIORE PER IL COMPARTO, PAYBACK TIME E CONSIDERAZIONI

In base alle considerazioni esposte nel paragrafo precedente si è proceduto ad individuare le combinazioni migliori per ogni singolo edificio e a calcolare i rispettivi payback time

PAYBACKTIME OPTIMAL COMBINATION			
	COST	SAVINGS+SALE	PBT (YEARS)
G1.1 (TOP+FACADE)	7.143.261,26 €	8.730.449,60 €	0,8
G1.2 (TOP+ASIDE+FACADE)	5.646.921,28 €	23.436.254,85 €	0,2
G1.3 (TOP+ASIDE+FACADE)	2.752.161,79 €	1.997.701,68 €	1,4
G1.4 (TOP+ASIDE+FACADE)	2.312.287,34 €	1.557.081,34 €	1,5
G2 (TOP+ ASSISTANT+ASIDE+FACADE)	18.741.170,89 €	39.207.284,67 €	0,5
G3.1 (TOP+FACADE)	6.005.633,18 €	5.689.556,58 €	1,1
G3.2 (TOP+FACADE)	4.781.894,79 €	5.962.102,40 €	0,8
G3.3 (TOP+FACADE)	5.202.869,61 €	6.107.412,48 €	0,9
G4 (TOP+FACADE)	5.820.053,41 €	5.926.824,32 €	1,0
G5 (TOP+FACADE)	6.339.263,15 €	6.562.282,40 €	1,0
G6 (TOP+ASIDE+FACADE)	7.866.615,24 €	9.217.008,30 €	0,9
G7 (TOP+FACADE)	5.433.045,18 €	4.246.781,50 €	1,3
G8 (TOP+ASSISTANT+FACADE+ASIDE)	6.794.890,72 €	59.722.068,99 €	0,1

Per avere un'idea più immediata di come varia il tempo di ritorno è stato creato il seguente grafico:



Possiamo quindi concludere che, nel caso peggiore il tempo di ritorno è di 18 mesi, che è più che accettabile per interventi così invasivi.

Di seguito verranno riportate immagini che permettano di avere chiara visivamente come cambiano gli edifici con queste combinazioni di intervento

*TYPE G1.1*



*TYPE G1.2*



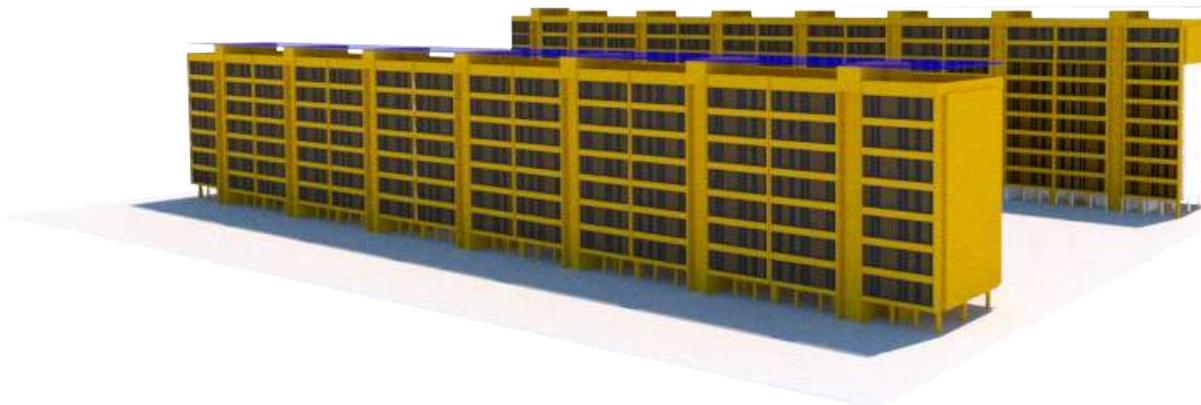
*TYPE G1.3*



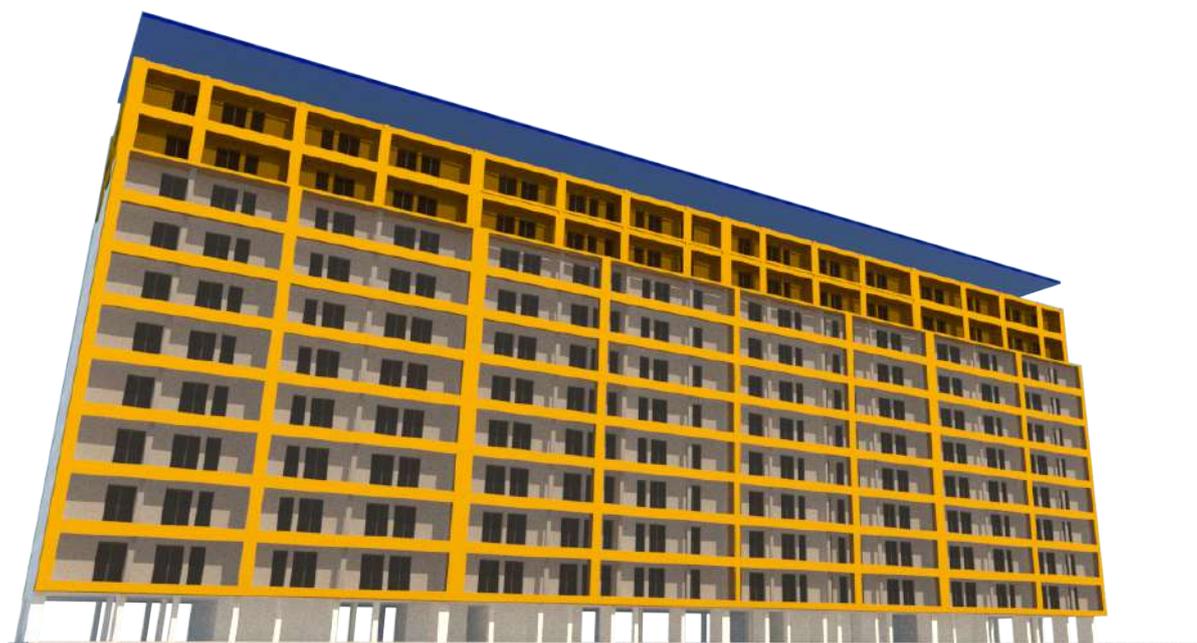
*TYPE G1.4*



*TYPE G2*



*TYPE G3.1*



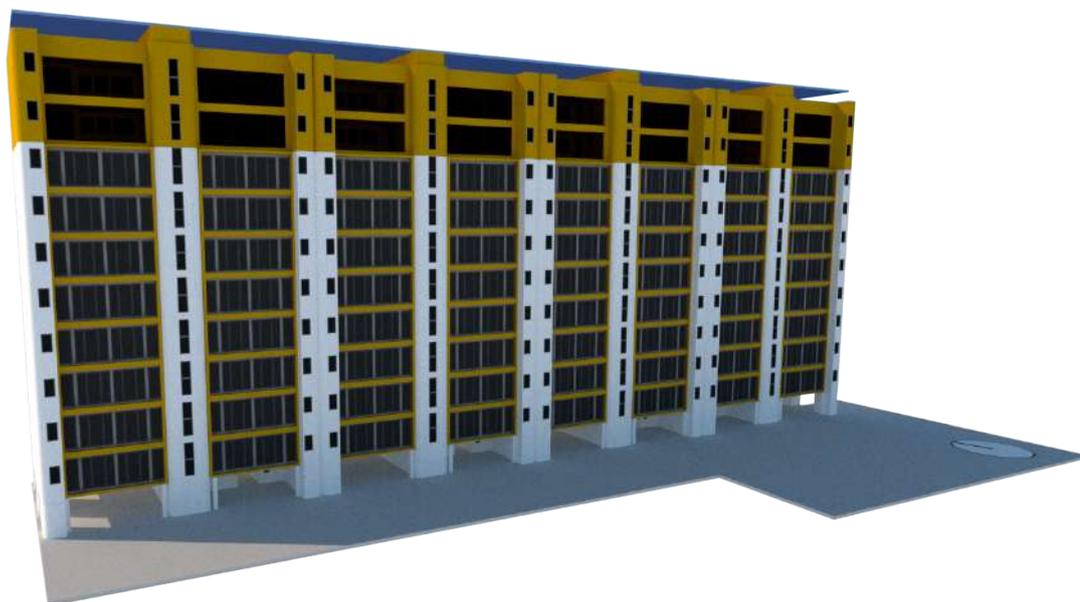
*TYPE G3.2*



*TYPE G3.3*



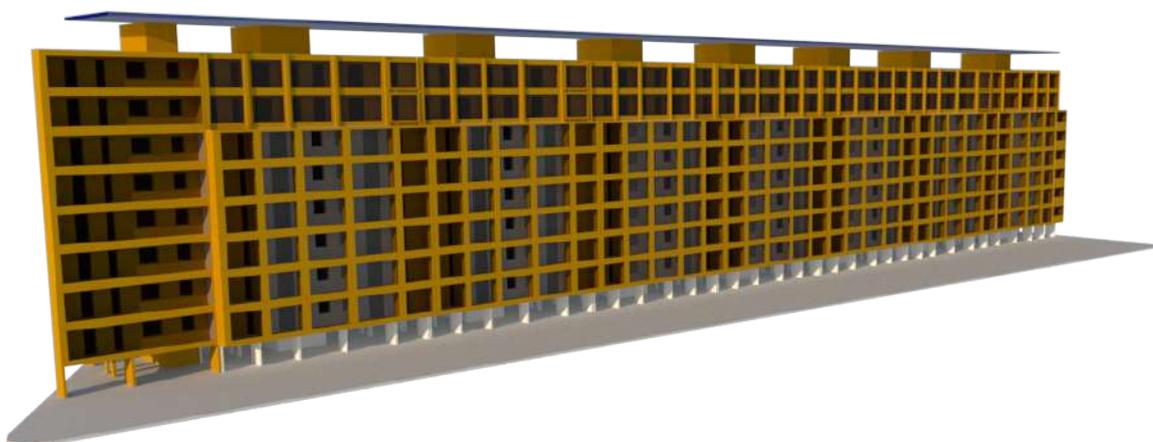
*TYPE G4*



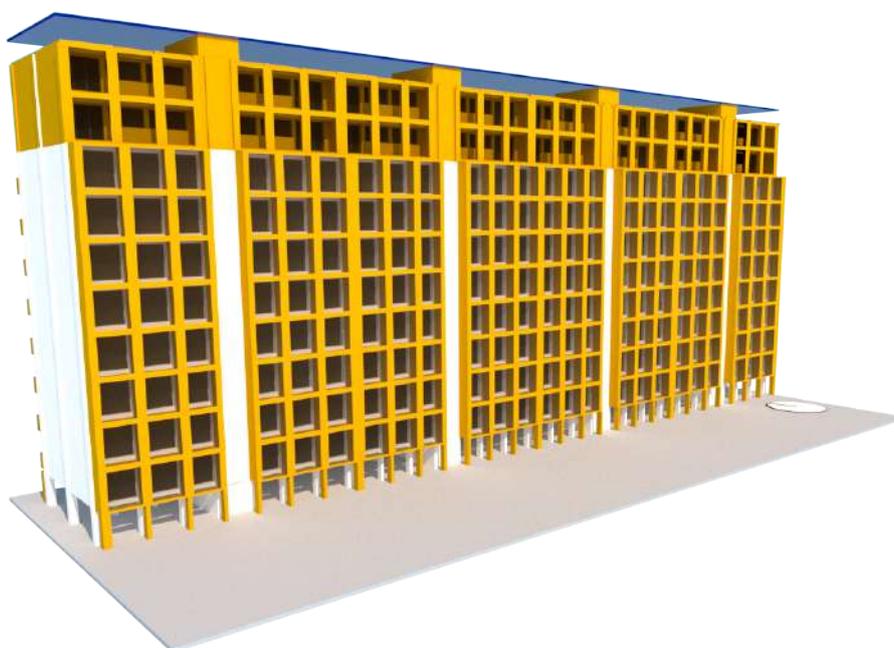
*TYPE G5*



*TYPE G6*



*TYPE G7*



*TYPE G8*



*COMPOUND*



Un'ultima ma importantissima opzione da valutare è quella di andare a considerare il comparto come un'unica entità, come se tutti gli edifici collaborassero tra loro. I costi e i benefici, sono quindi ripartiti tra tutti i casi di studio.

Viene calcolato il nuovo payback time di questo macro-intervento:

<b>PAYBACK TIME AT COMPOUND SCALE</b>	
INTERVENTION COST	84.840.067,84 €
ENERGY SAVINGS+ SALES	123.677.801,60 €
PAYBACK TIME (YEAR)	<b>0,7</b>
PAYBACK TIME (MONTHS)	<b>8</b>

Andando a considerare tutto il comparto come un unico caso di studio, in appena otto mesi è possibile rientrare di ingente investimento che permette di

- portare a zero energia ben 21 edifici esistenti
- riqualificarli architettonicamente
- costruire 259 nuove unità abitative con prestazioni energetiche eccellenti.

Questo risultato dimostra come un metodo sviluppato e studiato a scala architettonica possa essere trasposto a scala urbana, riuscendo a giungere ad ottimi risultati. Attraverso una politica lungimirante, non relegando l'intervento ad un solo edificio è quindi possibile riqualificare interi comparti con tempi di rientro ottimali. Basti pensare alle differenze che ci possono essere tra un edificio il cui lotto permette la costruzione

di un assistant e uno dove questa scelta è preclusa per rendersi conto che se i benefici degli assistant building vengono ridivisi ne giova tutto il comparto. Questa deduzione apre anche la possibilità di nuove opportunità, come ad esempio la delocalizzazione degli assistant building, o la creazione in una parte del comparto di nuovi gruppi di edifici.

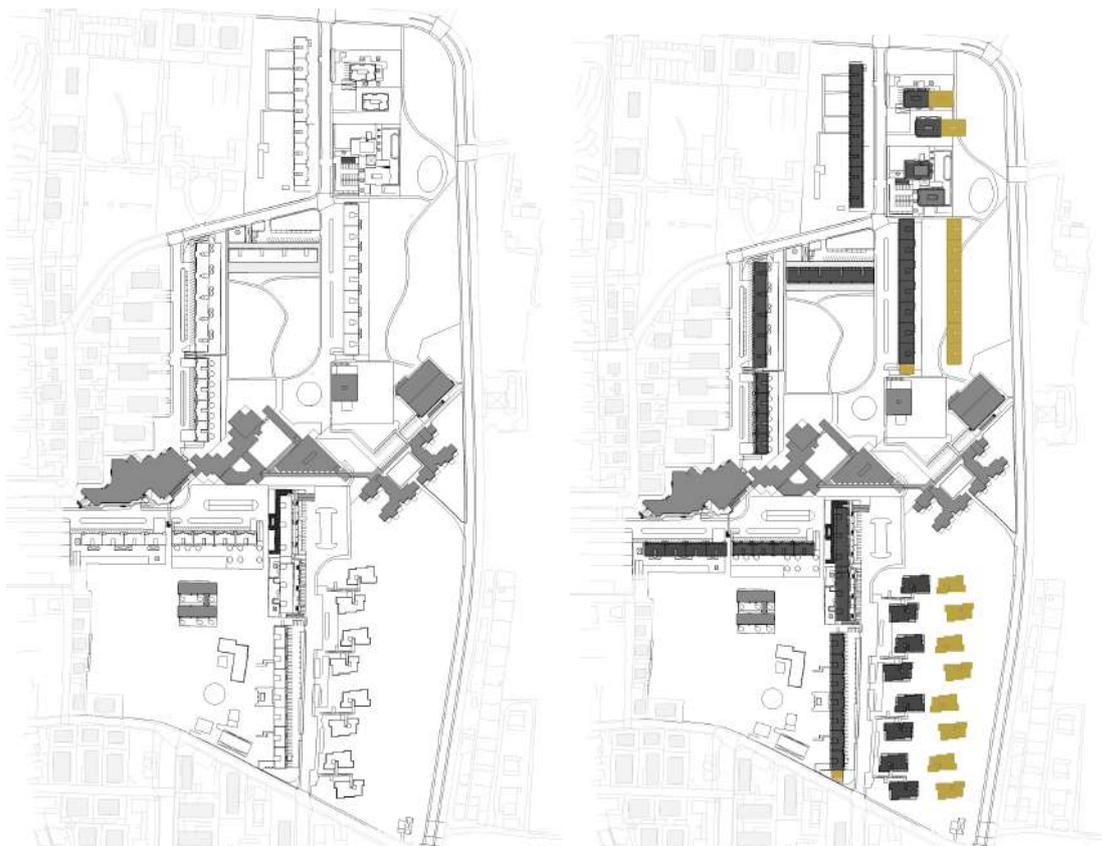
Bisogna però non sottovalutare l'impatto edilizio dell'intervento, è chiaro che andando a costruire nuovi edifici si va a perdere della superficie permeabile. L'impermeabilizzazione del suolo infatti comporta numerosi rischi ambientali, poiché si va a sottrarre al terreno la naturale capacità di stoccaggio dell'acqua andando a rompere il ciclo naturale di quest'ultima. Per questo motivo si sono andate ad analizzare le possibili soluzioni per tamponare queste perdite: la creazioni di tetti verdi e l'uso di pavimentazioni drenanti per i nuovi parcheggi e aree pavimentate. Si è andato a calcolare la percentuale di superficie permeabile recuperata considerando i tetti verdi come superficie semipermeabile, mentre per le pavimentazioni drenanti attraverso accurate scelte si può arrivare ad una capacità drenante del 100%.



*tetto verde*



*pavimentazione drenante*



Nelle planimetrie che indicano il pre e il post intervento sono evidenziate in giallo le superfici impermeabilizzate aggiunte. Possiamo vedere quantificate le metrature nelle tabelle seguenti:

CURRENT STATE		COMBINATION	
Permeable Area	104784,27 m <sup>2</sup>	Permeable Area	86418,2 m <sup>2</sup>
Impermeable Area	110768,51 m <sup>2</sup>	Impermeable Area	129134 m <sup>2</sup>
Index	0,95	Index	0,67

Come si può vedere l'indice di permeabilità cala drasticamente, per questo motivo sono stati calcolati gli indici di permeabilità che si avrebbero andando ad utilizzare le soluzioni sopra descritte.

1.PERMEABLE FLOORING	
Permeable Area	96318,2 m <sup>2</sup>
Impermeable Area	119234 m <sup>2</sup>
Index	0,81
Restored	85%

Nel caso dell'utilizzo di pavimentazioni drenanti si andrebbe a ridurre la superficie impermeabile oltre ad aumentare quella permeabile, con un indice di permeabilità di 0,81 andando quindi

a recuperare circa l'85% della superficie persa.

2. GARDEN ROOF	
Permeable Area	104784,27 m <sup>2</sup>
Impermeable Area	129234 m <sup>2</sup>
Index	0,75
Restored	79%

Nel caso dei tetti verdi invece, andiamo ad aumentare la superficie permeabile di una quantità maggiore rispetto al caso precedente ma non si va a diminuire quella impermeabile a

terra, quindi l'indice di permeabilità risulta di 0,75, andando a recuperare il 79% della superficie permeabile persa.

3. P.F.+G.R.	
Permeable Area	106097,55 m <sup>2</sup>
Impermeable Area	119234 m <sup>2</sup>
Index	0,89
Restored	94%

Se invece si combinano i due sistemi, si arriva ad un indice di 0,89, rendendo possibile il recupero del 94% dell'area permeabile persa dopo l'intervento.

Per constatare l'attuabilità di queste opzioni si è fatto un calcolo di massima dei costi ipotizzando dei pacchetti base e quindi un costo di 40 €/m<sup>2</sup> per i tetti verdi e di 20 €/m<sup>2</sup> per la pavimentazione drenante.

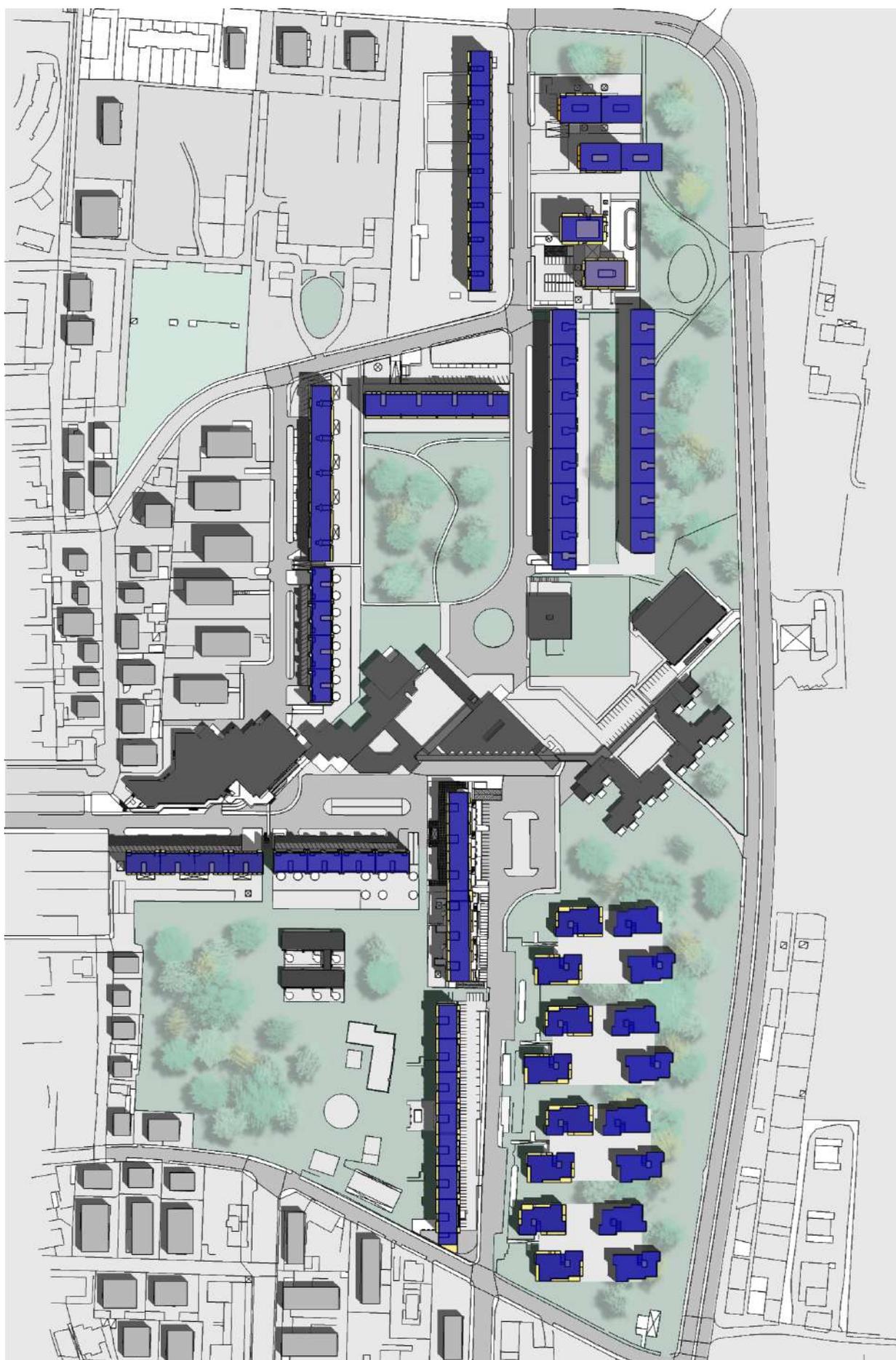
Abbiamo quindi:

<b>COST</b>	
OPTION 1	198.000,00 €
OPTION 2	582.348,00 €
OPTION 3	780.348,00 €

In tutti e tre i casi i costi sono minimi rispetto al margine di guadagno calcolato, si può quindi procedere con l'opzione tre in modo da minimizzare l'impatto edilizio sul comparto.

In conclusione vengono mostrati dei planivolumetrici che mostrano come cambia il comparto dopo l'intervento. Esso infatti passa da un totale di 21 edifici a un totale di 29, oltre l'aggiunta di quattro nuovi corpi di fabbrica e delle addizioni "On Top" che permettono di passare da 868 appartamenti a 1129, creando quindi, 261 nuove unità abitative da immettere nel mercato immobiliare.





## CONCLUSIONI

Il lavoro di tesi presentato ha come scopo lo studio della fattibilità tecnico-economica della riqualificazione architettonica ed energetica del quartiere P.E.E.P. di Corticella, nella periferia di Bologna.

Il progetto è stato condotto secondo le linee guida del team di A.B.R.A.C.A.D.A.B.R.A. che fa parte del progetto europeo Horizon 2020. Lo scopo è dimostrare come, attraverso una riattivazione del mercato immobiliare (resa possibile dalla costruzione di addizioni volumetriche e nuovi edifici), si possa andare a ridurre drasticamente il tempo di ritorno degli investimenti necessari alla riqualificazione energetica di edifici esistenti. Nel caso particolare trattato, però, si è compiuto un ulteriore passo, cercando di capire se tali strategie formulate su scala architettonica potessero essere trasposte anche a scala urbana. Non ci si è, quindi, limitati a studiare i singoli edifici, ma si è ampliata la ricerca a tutto il comparto, considerandolo come un unico caso di studio.

Innanzitutto l'intervento è stato inquadrato nel panorama normativo europeo, nazionale e regionale focalizzandosi sulle nuove norme che riguardano il risparmio energetico in edilizia.

La progettazione dell'intervento ha seguito, per così dire, delle regole schematiche. Gli interventi possibili individuati sono di sei tipi: Deep Renovation, Addition on top, Ground Saturation, Addition on Facade, Addition on Aside, Assistant Building. Tutti gli interventi a parte la Deep Renovation permettono di far arrivare ad un bilancio di spese energetiche nullo. Questo risultato si ottiene andando ad aggiungere

alla riqualificazione energetica dell'involucro un sistema di pannelli solari e fotovoltaici, per questo motivo le Addition possono essere anche chiamate AdoRES. Per quello che riguarda il comparto in questione è stata scartata a priori l'opzione "ground saturation" poiché le altezze nette dei piani terra sono inferiori ai limiti previsti per legge.

Nei casi delle addition si è sviluppato un metodo che riuscisse, attraverso la riqualificazione architettonica, ad apportare anche benefici dal punto di vista energetico. Per questo motivo negli interventi a sud e ad est si è prevista l'installazione di serre bioclimatiche, a ovest l'aggiunta di balconi che fungessero da ombreggiamento, mentre a nord ci si è limitati a riproporre lo schema della facciata esistente.

Il primo passo verso un'analisi economica accurata è stata quello di creare dei modelli 3D che corrispondessero agli edifici oggetto di studio in modo da riuscire a computare tutti gli elementi necessari sia alla stima dei costi che alla stima delle caratteristiche ambientali. Questo processo è stato ripetuto anche per tutte le addition possibili per ogni edificio studiato. Il comparto in tutto consta di 22 edifici divisi in 13 tipologie di caso di studio, ognuna identificata con una propria sigla.

Una volta progettate e computate anche le addition, si è reso necessario scegliere la tipologia costruttiva e i pacchetti necessari sia alla riqualificazione energetica sia alle nuove costruzioni in modo da stimarne i costi. Il costo di riqualificazione, quindi, comprende: isolamento con cappotto esterno delle chiusure opache, sostituzione degli infissi, sostituzione dei radiatori; il costo di costruzione, invece, comprende i costi strutturali e di finitura, quelli di fondazione, del sistema fotovoltaico e di accantieramento. Per quanto riguarda i materiali, la scelta è ricaduta

sull'x-lam per le nuove costruzioni e sulla lana di legno per l'isolamento, in modo da avere alti livelli prestazionali e facilità di messa in opera.

Grazie a queste ricerche e misurazioni, è stato possibile ricavare un prospetto dettagliato dei costi e delle metrature di ogni edificio e per tutte le opzioni di intervento su di esso, riuscendo a stimare per ogni scenario di intervento i corrispondenti costi di riqualificazione e di costruzione.

Ognuno degli edifici è stato sottoposto ad analisi energetica, così da avere una stima dei consumi e dei costi che essi producono. L'analisi è poi proseguita calcolando il risparmio in termini monetari e di consumi dovuti alla sola deep renovation e all'intervento con add-on che, si ricorda, permette di avere un bilancio relativo ai consumi nullo.

Terminata la fase di analisi e stima si è proceduto con il processo di determinazione dell'intervento migliore in scala architettonica per ogni caso di studio e infine in termini di comparto. Per condurre questa indagine sono stati individuati tre criteri di valutazione:

- Il profitto economico generato
- L'aggiunta dei cosiddetti "metri quadri qualità", cioè le volumetrie aggiunte alle unità esistenti che permettono la riqualificazione architettonica ed energetica
- Il risparmio energetico derivante dall'intervento

In prima fase si è cercato di individuare per ogni edificio, lo scenario che andasse a massimizzare ognuna di queste tre esigenze.

Per quanto riguarda il profitto economico, si è ipotizzata una cifra di vendita corrispondente a quelle riportate dall'osservatorio immobiliare delle agenzie delle entrate, riuscendo così ad avere un guadagno netto sulle unità immobiliari che fosse verosimile. Ovviamente la scelta è

ricaduta sul “TOP”, ove esso era l’unico scenario che rendesse possibile la creazione di nuove unità abitative, sull’ “ASSISTANT” nei due casi in cui la grandezza del lotto permetteva la costruzione di nuovi edifici e, solo in un caso, sull’ “ASIDE” poiché esso riusciva ad avere più unità abitative rispetto al “TOP”.

Lo studio condotto sui metri quadri qualità è diverso, poiché esso non produce profitti derivanti dalle vendite, ma risparmi dovuti alla riqualificazione energetica. Chiaramente si è scelto lo scenario che fosse in grado di fornire ampliamenti sulle unità esistenti considerevoli, che è l’addition “FACADE”, anche se bisogna precisare che in alcuni casi, date le peculiarità degli edifici, essa equivale all’ “ASIDE” ed è quindi, necessario optare per entrambe.

Date le premesse precedentemente esposte, si può dedurre che, per quanto riguarda l’analisi sul risparmio energetico, qualsiasi addition è consigliata rispetto alla sola deep renovation. Ad ogni modo la scelta è ricaduta sullo scenario “TOP” poiché esso permette la costruzione di nuove abitazioni, e altresì abbassa il costo della riqualificazione poiché non è più necessario l’intervento di isolamento sul tetto.

Per interpolare i risultati derivati dagli studi fatti sui singoli edifici, si è proceduto con il calcolo del tempo di ritorno (payback time) degli investimenti necessari, ossia è stato calcolato dopo quanto tempo questi interventi generano flussi di cassa.

In termini di tempo di ritorno le opzioni che massimizzano il profitto economico danno risultati migliori, la scelta però non può limitarsi a quegli scenari poiché andrebbe in secondo piano la riqualificazione architettonica, per questo motivo si sono andate a scegliere, per ogni

edificio sottoposto ad analisi, le combinazioni di scenari che riuscissero a portare maggior beneficio sotto tutti gli aspetti considerati.

Questa soluzione ha portato ad avere in tutti i singoli casi tempi di ritorno minori ai 18 mesi, rendendo quindi appetibile un intervento di tali proporzioni.

Ai fini della ricerca, però, si è arrivati a un risultato ancora più importante. Se infatti si considera tutto il comparto come un unico caso di studio, andando a ripartire i costi e i profitti sulla sua totalità, considerandolo come un unicum e non come un insieme di singoli edifici, lo stesso intervento, con le medesime combinazioni ha un tempo di ritorno di circa 8 mesi. Questo è un ottimo spunto di riflessione, dimostrando che andando a intervenire su grande scala c'è la possibilità di ridurre ulteriormente il tempo di rientro degli investimenti. Si è riusciti, quindi a dimostrare come un modello di intervento concepito e sviluppato a scala architettonica possa essere applicato anche a scala urbana, ma soprattutto che in quest'ultimo caso i tempi di ritorno sono anche più ridotti.

In ultima istanza si vuole puntare il focus sugli stakeholders e i possibili investitori. L'obiettivo di questa tesi non è tanto quello di rendere appetibile al proprietario immobiliare quest'intervento, benchè sia un'opzione possibile attraverso dei finanziamenti a basso tasso d'interesse, ma ai grandi investitori. All'amministrazione pubblica prima di tutto, che potrebbe sfruttare questa possibilità per istituire una serie di piani di finanziamenti avendo come rientro economico la proprietà delle nuove costruzioni, oppure sfruttare la possibilità di rendere questo piano

d'azione ciclico andando a reinvestire i profitti in nuove soluzioni di riqualificazione. Tuttavia i destinatari più verosimili sono soggetti come le ESCO che, associandosi con imprese di costruzione, si farebbero carico degli investimenti iniziali (sollevando i proprietari da ogni onere economico) venendo ripagate attraverso i proventi delle vendite e dai risparmi in bolletta per il periodo necessario a rientro dei capitali (compreso chiaramente il margine di guadagno)

Come ultima specifica si vuole far notare che in questo studio non sono state considerate le detrazioni fiscali previste per gli interventi di ristrutturazione, esse andrebbero a ridurre ulteriormente i tempi di rientro.

## BIBLIOGRAFIA

A.B.R.A.C.A.D.A.B.R.A. project, <http://www.abracadabra-project.eu/>

Horizon 2020, <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>

Decreto interministeriale 26 giugno 2015 – Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.

Agenzia delle entrate- banca dati osservatorio immobiliare

Elenco regionale dei prezzi delle opere pubbliche della regione Emilia-Romagna

Listino prezzi Daikin, [www.daikin.it](http://www.daikin.it)

Listino prezzi Fibertherm

Provvedimenti sull'efficienza energetica, ENEA,  
<http://www.acs.enea.it/provvedimenti/>

Delibera di Giunta regionale n. 967 del 20 luglio 2015 "Approvazione dell'Atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici", Regione Emilia Romagna

Tesi di laurea di Paola Giordano, *Diagnosi e Riqualificazione energetica del day-hospital sito a Corticella, Bologna*, Facoltà di Ingegneria di Bologna (dipartimento D.I.N.)

Salomoni, C. (1983) *Lo spazio del cittadino. L'esperienza dei centri civici a Bologna*, Venezia, Marsilio.

Tesi di laurea di Brandimarti ,, Facoltà di Ingegneria di Bologna (dipartimento D.I.E.N.C.A.).

Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings

Direttiva Europea 2002/91 *Energy Performance Building Directive*, CE