



Dipartimento di Energia

Politecnico di Torino - Corso di Laurea Magistrale in Architettura Costruzione Città a.a. 2018-2019

Titolo tesi: “Progettazione fisico-tecnica di unità abitative nel contesto di un intervento di housing sociale a São Gonçalo do Amarante (CE), Brasile”

Candidata: Liliana Buso

Relatore: prof. Enrico Fabrizio

Co-Relatori: prof. Marco Filippi, arch. Elisa Sirombo

Paese: Brasile

Oggetto: Riassunto tesi

La tesi si colloca nell’ambito delle ricerche sull’*affordable housing*: vengono approfonditi gli aspetti di qualità ambientale ed energetica di unità di edilizia residenziale sociale nel contesto brasiliano. A partire dall’analisi dei requisiti ambientali ed energetici presenti nella legislazione e nella normativa tecnica locale ed attraverso strumenti di simulazione avanzati, si verifica il rispetto degli stessi per alcune tipologie edilizie e si propongono elementi di ottimizzazione.

Nello specifico, la tesi assume quale caso di studio il progetto denominato *Smart City Laguna* a São Gonçalo do Amarante nel Nord-Est del Brasile, a 55 km da Fortaleza. L’insediamento insiste su un’area di 330 ettari e prevede un mix funzionale di destinazioni d’uso: lotti residenziali (6000 unità abitative), lotti commerciali (920 lotti) e lotti artigianali-industriali (136 lotti).

Il progetto è stato sviluppato da *Planet*, una società con sede in Inghilterra che opera nel mercato immobiliare realizzando interventi di housing sociale di grandi dimensioni in Brasile ed in India e che si avvale del proprio centro di competenza sulle *smart city* con sede a Torino (*Planet Idea*).

La scelta di questo sito di progetto non è casuale, infatti, quest’area è soggetta a forti processi di trasformazione legati in particolar modo alla presenza del porto di Pecém e all’area industriale adiacente. Questi insediamenti vanno quindi a rispondere all’aumento della domanda di nuove abitazioni e, inoltre, vanno ad inserirsi nel *Programa Minha casa, Minha Vida*, uno strumento promosso dal governo per costruire in breve tempo 1 milione di case per le famiglie a basso reddito. Lo studio compiuto in questo testo si sviluppa in due parti e riguarda le caratteristiche fisico-tecniche ed energetiche di tre tipologie abitative in fase di realizzazione: Casa Diana (modello B), Casa Olimpia (modello C) e Casa Daphne (modello D).

In una prima parte vengono richiamate le strategie che il Brasile ha deciso di attuare nella direzione della sostenibilità energetica ed ambientale. In particolare, vengono evidenziate le normative e le leggi vigenti inerenti i nuovi edifici ad uso residenziale.



Dipartimento di Energia

A partire dagli anni '70 sono stati numerosi gli interventi da parte dello Stato per un uso più razionale dell'energia, bisognerà aspettare, però, fino ai primi anni del XXI secolo per avere degli interventi concreti, che coinvolgano in modo particolare il settore delle costruzioni edilizie. In tal senso, la *Lei de Eficiência Energética* del 2001 è stata la più importante perché ha posto un limite massimo ai livelli di energia consumata dagli edifici.

Dopo il 2001, fra le numerose iniziative per la conservazione dell'energia, le più significative sono state la redazione della norma NBR 15220 (2005) e NBR 15775 (2013) e della regolamentazione RTQ-R (2012). Questi documenti coinvolgono tutti il settore residenziale e il loro scopo è quello di garantire alcune prestazioni energetiche ed ambientali. Per poter raggiungere questo obiettivo il Brasile ha deciso di sfruttare il più possibile le condizioni climatiche del sito di progetto, in modo da poter creare così delle strategie che i progettisti potessero seguire per rispondere adeguatamente a ciascuna condizione climatica. A tale scopo sono stati, quindi, introdotti due concetti fondamentali, *zonizzazione e strategie bioclimatiche*, riscontrabili nella NBR 15220-3.

I suddetti documenti non si limitano a questo, forniscono anche alcuni requisiti minimi, quei parametri che influenzano la prestazione termica dell'edificio: requisiti dell'involucro edilizio (prestazioni termiche ed acustiche), dell'illuminazione e della ventilazione naturale e requisiti per la produzione di acqua calda sanitaria. Interessante perché la definizione di questi parametri permette di comprendere quali valori influenzano un determinato consumo energetico e un determinato comfort. La prima parte si è, quindi, conclusa con l'analisi di questi requisiti.

Nella seconda parte di questo elaborato vengono analizzate le tipologie edilizie sviluppate nel progetto *Smart City Laguna*: casa Diana (modello B), casa Olimpia (modello C) e casa Daphne (modello D).

L'analisi di queste unità ha preso avvio dall'osservazione del clima e delle strategie bioclimatiche che vengono consigliate per São Gonçalo do Amarante. In particolare, è stata introdotta la piattaforma *Projeteee*: voluta dal *Ministério do Meio Ambiente* (MMA) è un'importante fonte per comprendere quali possano essere le scelte più opportune per un determinato sito di progetto.

In funzione di queste osservazioni, sono state analizzate le tre tipologie edilizie: verifica della rispondenza normativa ed energetica e verifica della temperatura interna e del comfort.

Per la prima verifica viene introdotto un metodo stazionario, un metodo prescrittivo riscontrabile nella RTQ-R: attraverso dei fogli di calcolo elettronici, *Planilha de cálculo do desempenho da UH*, vengono evidenziate le prestazioni dell'involucro (classe energetica) e alcuni requisiti (requisiti dell'involucro edilizio, dell'illuminazione e della ventilazione naturale). Da questa analisi è emerso che i valori minimi di trasmittanza termica e il fattore di assorbimento solare delle chiusure vengono rispettati, mentre i requisiti di illuminazione e ventilazione naturali in alcuni locali non vengono garantiti.



Invece, per poter verificare la temperatura interna e il comfort e per poter evidenziare delle possibili ottimizzazioni, è stato necessario introdurre un'analisi computazionale, un'analisi di tipo dinamico attraverso il software *DesignBuilder* (*Método de simulação*, in RTQ-R). Grazie a queste simulazioni, è stato possibile verificare sia la rispondenza alla norma NBR 15775-1 ($T_{i,max} \leq T_{e,max}$ – livello prestazionale minimo - M), sia il comfort adattativo (ASHRAE 55 - campo di accettabilità dell'80%). Nel primo caso (verifica della norma NBR 15775-1) la temperatura massima interna è inferiore rispetto la temperatura massima esterna. Invece, per quanto riguarda la verifica del comfort adattativo (ASHRAE 55-2013), è risultato che nel modello B e D le ore annuali di discomfort sono risultate essere pari allo 0 %, ma nella casa C le ore annuali di discomfort sono risultate essere pari al 73 %.

Utile a questo punto è stato comprendere quali contributi causassero i picchi più elevati della temperatura; gli apporti principali sono risultati essere tre: solaio superiore, le chiusure verticali e gli apporti solari attraverso le superfici vetrate.

A partire da questi esiti sono state proposte delle nuove scelte progettuali con l'obiettivo di ridurre le ore annuali di discomfort. Per fare ciò viene utilizzata la piattaforma *Projetee*, la quale consiglia delle strategie per questa zona bioclimatica di riferimento: l'effetto camino, l'inerzia termica con il night cooling e l'ombreggiamento. Per comprendere se queste strategie fossero applicabili ai casi studio in analisi sono state effettuate delle nuove simulazione con *DesignBuilder*.

Tutte e tre queste nuove scelte progettuali hanno comportato un beneficio, anche se in alcuni casi non è stato particolarmente elevato. Per esempio, l'utilizzo della sola strategia dell'ombreggiamento non sembra una strada percorribile, soprattutto per le case B e D, le quali sono già abbastanza schermate. Le scelte progettuali più utili sono state quelle dell'inerzia termica con il night cooling e l'effetto camino, soprattutto per la casa C: la percentuale di discomfort annuale varia rispettivamente dal 73 % al 10 % e al 28 %.

Questi ultimi capitoli di analisi e di ottimizzazioni hanno voluto, quindi, richiamare gli strumenti citati nelle norme e nelle regolamentazioni descritti nei primi capitoli. In particolare grazie a queste analisi si è potuto verificare sia la rispondenza alla normativa nella maggior parte dei casi, sia il vantaggio nell'uso delle strategie bioclimatiche. Tali verifiche non sono state così immediate, nonostante le numerose linee guida dettate dalle norme, dalle regolamentazioni e dalle piattaforme. Infatti, i vincoli dovuti al tipo di intervento erano molteplici: il dover utilizzare le sole strategie passive, il doversi confrontare con un clima di riferimento particolarmente caldo e il dover utilizzare solo tecnologie a basso costo (per rispettare i limiti economici dell'intervento di social housing) sono tutti elementi che hanno reso questa tesi interessante. Nonostante questi limiti, però, si è riuscito a dimostrare che è possibile ottenere delle prestazioni migliori attraverso degli interventi ridotti, interventi che andranno a migliorare le case costruite da adesso in avanti.