



**Politecnico  
di Torino**

Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica

**Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile**

Tesi di Laurea

**Obiettivi di riduzione della CO<sub>2</sub> e risposta al deficit abitativo.  
Congesture sulle agevolazioni PRO.CRE.AR in Argentina**

Relatore  
Prof. Ing. Paolo Piantanida

Candidato  
Gianmarco Vaccarone

Anno Accademico 2022/2023



## Abstract

La crescente domanda abitativa di edilizia sussidiata in alcune zone dell'Argentina ha suscitato lo sviluppo di programmi di credito agevolato e di contributi tecnici volti alla standardizzazione delle opzioni agevolabili.

Tutti questi interventi comportano un aggravio dell'impatto sulla CO<sub>2</sub> del settore edilizio, sia per la produzione del bene, sia durante la vita utile del medesimo poiché fornito di impianti e dotazioni migliori di quelle delle condizioni abitative originarie.

L'esame di una specifica abitazione unifamiliare proposta dal piano PRO.CRE.AR. ha permesso di congetturare alcune soluzioni migliorative che rivestono carattere generale.

---

The growing demand for subsidised housing in some areas of Argentina has prompted the development of subsidised credit programmes and technical contributions aimed at standardising subsidised options.

All of these interventions lead to an increase in the CO<sub>2</sub> impact of the construction sector, both for the production of the asset and during its useful life, as it is equipped with better systems and equipment than the original housing conditions.

The examination of a specific single-family dwelling proposed by the PRO.CRE.AR. plan has made it possible to conjecture a number of improvements of a general nature.



# Sommario

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>CENNI STORICI ED EVOLUZIONE DELL'ABITAZIONE .....</b>	<b>7</b>
2.1	PERIODO PRECOLONIALE.....	7
2.2	PERIODO COLONIALE.....	8
2.3	PERIODO POST-COLONIALE E PRE-LIBERALE.....	9
2.4	PERIODO LIBERALE.....	11
2.5	PERIODO POST-BELICO .....	16
2.6	PERIODO DALLA METÀ DEL '900 AD OGGI .....	18
<b>3</b>	<b>QUADRO CLIMATICO IN ARGENTINA .....</b>	<b>23</b>
3.1	NORMA IRAM 11603 .....	23
3.2	IL CLIMA NELL'ULTIMO SECOLO.....	26
<b>4</b>	<b>ABITAZIONI E GAS A EFFETTO SERRA .....</b>	<b>30</b>
4.1	L'IMPORTANZA DELLA PROGETTAZIONE INTEGRALE.....	30
4.2	I GAS E L'EFFETTO SERRA E LA CO <sub>2</sub> EQUIVALENTE .....	31
4.3	GLI RCPs: SCENARI FUTURI PUBBLICATI DALL'IPCC .....	32
4.4	EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO IN ARGENTINA .....	35
4.5	AGENDA 2030 .....	36
4.6	LE NORME UNI EN ISO 14040:2021 E 15978:2011 .....	38
<b>5</b>	<b>L'ATTUALE FASE EVOLUTIVA DELL'EDILIZIA AGEVOLA IN ARGENTINA .....</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>46</b>
<b>7</b>	<b>CASO STUDIO.....</b>	<b>49</b>
7.1	PRESENTAZIONE EDIFICIO.....	49
7.2	CARATTERISTICHE EDIFICIO .....	50
7.3	SOLUZIONE TECNOLOGICA IN LEGNO .....	50
7.4	SOLUZIONE TECNOLOGICA IN LATERIZIO .....	52
7.5	CONFRONTO DELLE DUE SOLUZIONI TECNOLOGICHE.....	53
7.6	PRESTAZIONI IN ESERCIZIO ATTESE .....	56
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>69</b>
<b>9</b>	<b>BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA .....</b>	<b>70</b>
<b>10</b>	<b>INDICE DELLE FIGURE .....</b>	<b>71</b>
<b>11</b>	<b>INDICE DELLE TABELLE .....</b>	<b>72</b>
<b>12</b>	<b>INDICE DEI GRAFICI .....</b>	<b>73</b>

# 1 Introduzione

Negli ultimi decenni il mondo si è trovato di fronte ad una importante sfida, ovvero mitigare il cambiamento climatico tramite la riduzione delle emissioni di gas serra, in contemporanea si è avuta la necessità di affrontare il problema del deficit abitativo in molte città del mondo. L'Argentina si è trovata coinvolta in queste tematiche, e come risposta alla seconda necessità ha creato un programma di credito nazionale per l'edilizia sovvenzionata, cercando anche di progettare abitazioni con materiali meno impattanti per l'ambiente.

Il presente elaborato parte da un'analisi critica della storia abitativa accennando anche la storia della nazione Argentina. Questo studio ci consente di comprendere come si sia arrivati ad una condizione attuale di carenza abitativa oltre che a spiegarci la cultura abitativa delle persone.

Successivamente si è studiato al clima dello stato sud-americano, sia dal punto di vista normativo, sia andando a comprendere come questo si stia modificando nell'ultimo periodo.

In seguito, si accenna il problema ambientale ed in particolare si analizzano le conseguenze dei gas ad effetto serra sul clima si valutano, inoltre come le organizzazioni mondiali stiano studiando e pianificando le mitigazioni e gli adattamenti per far fronte all'emergenza climatica.

Si passa, infine al caso studio, spiegando in primis in che cosa consiste il programma di credito nazionale, indicando il campo normativo di riferimento. In ultimo si riportano i risultati ottenuti a seguito delle ipotesi considerate e fornite al software di calcolo.

Lo scopo del seguente elaborato è di stimare l'impatto ambientale di una abitazione unifamiliare costruita principalmente in legno. Si è scelto questo materiale in quanto secondo alcune dichiarazioni del programma di credito, si ipotizza che la casa costruita con materiali lignei nel corso della sua vita utile inquinerebbe circa il 30% in meno rispetto ad un'abitazioni costruita con materiali tradizionali, in laterizio.

Un ulteriore punto a favore della casa in legno progettata dal programma di credito argentino è che a fine vita la stessa si può riciclare in maniera agevole rispetto a quanto capita con una simile costruita con calcestruzzo e laterizio. È possibile, inoltre smontare l'abitazione e recuperare alcuni materiali piuttosto che ricostruirla sostituendo soltanto i componenti ammalorati.

Per poter effettuare delle congetture sull'edificio di studio si è analizzato lo stesso sotto due principali aspetti, il primo riguarda l'inquinamento generato dall'involucro opaco nella fase di costruzione, in questo primo punto vengono confrontate due possibili alternative di involucro: quella in legno e quella in laterizio. Il secondo concerne lo studio delle prestazioni in esercizio attese in ambito energetico, andando anche a stimare l'inquinamento generato dai sistemi di climatizzazione scelti.

## 2 Cenni storici ed evoluzione dell'abitazione

In questo primo capitolo si vuole fare un breve cenno alla storia dell'Argentina sin dai suoi primi insediamenti fino ai giorni nostri. È doveroso analizzare contemporaneamente al periodo storico l'evoluzione dell'abitazione e degli insediamenti poiché l'evoluzione delle case è collegata alla trasformazione della società che nei secoli si è trasformata per motivi culturali, sociali, economici ma anche a causa della composizione della popolazione argentina dovuta alle migrazioni.

### 2.1 Periodo precoloniale

Si stima che i primi insediamenti umani sull'attuale territorio argentino risalgano a circa 13000 anni fa nell'estremo sud della Patagonia. Infatti i resti più antichi ritrovati sono collocabili nella attuale provincia di Santa Cruz e si riferiscono al 11000 a.C..<sup>1</sup>

Le prime popolazioni che si insediarono nel continente sudamericano furono indigene, suddivisibili in due gruppi: i cacciatori e raccoglitori, che si stabilirono nel centro sud dell'attuale Argentina ed nell'attuale Cile; ed i contadini situati nel centro nord dell'Argentina, dei quali si hanno tracce nella provincia di Cordoba e successivamente nella Mesopotamia Argentina, ovvero le attuali provincie di Misiones, Corrientes ed Entre Ríos. Si riporta in Figura 1 la suddivisione territoriale di quanto appena descritto.

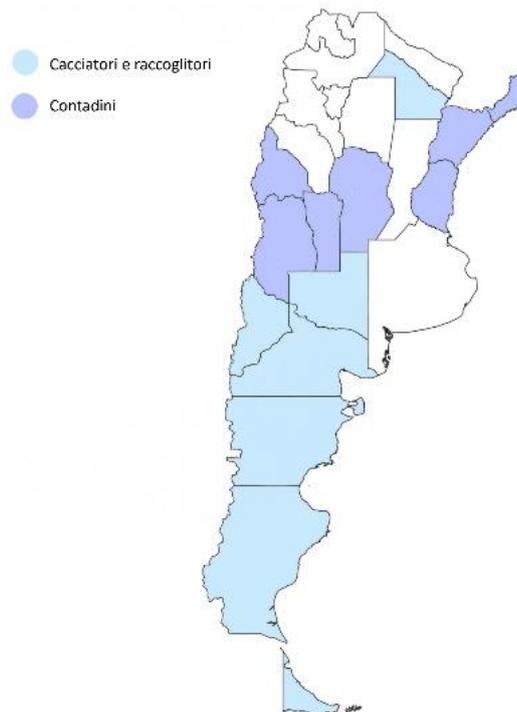


Figura 1: Divisione territoriale primi gruppi indigeni<sup>2</sup>

Fino all'arrivo della colonizzazione europea l'Argentina è stata popolata dalle tipologie indigene sopracitate, queste ultime è possibile suddividerle in altri sottogruppi ulteriori, ma non è lo scopo di questo elaborato quindi non si approfondisce questo aspetto.

<sup>1</sup> (L. L. Miotti, 2015)

<sup>2</sup> [https://worldmapblank.com/it/cartina-muta-argentina/?utm\\_content=cmp-true](https://worldmapblank.com/it/cartina-muta-argentina/?utm_content=cmp-true) [Rielaborata da autore]

## 2.2 Periodo coloniale

I primi popoli europei arrivarono nel "nuovo mondo" all'inizio del XVI secolo grazie agli esploratori Amerigo Vespucci ed in seguito Sebastiano Caboto. Una data importante per lo Stato argentino è il 1516 quando l'esploratore Juan Díaz de Solís esplorò l'attuale stato argentino. Questa data segna l'inizio della dominazione spagnola nell'attuale regione; verso la fine del secolo la Spagna stabilì una colonia nei pressi dell'attuale Buenos Aires.

Gli spagnoli nelle nuove terre crearono città per sfruttare il territorio tramite allevamento, agricoltura e anche dal punto di vista minerario, questo portò ad un ricco commercio che era esclusivo tra Spagna e Argentina. I primi centri urbani del nuovo mondo venivano scelti considerando alcuni aspetti geografici come: la vicinanza alle foreste, e a luoghi dove erano facilmente reperibili materiali da costruzione, la possibilità di avere acqua potabile, la facilità di comunicazione e la possibilità di difesa del territorio. Più tardi vennero scritte delle leggi su come dovessero essere progettate le città. Queste descrivevano un modello urbano più complesso rispetto a quello che si trovava nei primi insediamenti spagnoli: si doveva avere una struttura a griglia; tuttavia, non era precisata una dimensione per il modulo di base; la disposizione della città partiva dalla collocazione della piazza principale attorno alla quale si trovavano la chiesa principale, il comune, la residenza del fondatore e tutti gli edifici ed i terreni di maggior rilevanza. Da questo luogo partivano le strade della città, che dovevano essere larghe nei luoghi freddi e strette in quelli caldi per motivi di soleggiamento.

La società coloniale era divisa in base all'etnia di appartenenza: la "purezza del sangue" spagnolo permetteva di avere un posto in alto nella gerarchia poi al di sotto si trovavano gli aborigeni, i neri e i meticci. La famiglia patriarcale era l'istituzione principale al cui vertice stava il padre e alla base si trovavano i servi indiani, gli schiavi neri e i proletari liberi.

Nei primi anni della colonizzazione spagnola nel nuovo mondo c'era la necessità di appartamenti per uomini soli poiché furono gli esploratori i primi ad insediarsi nel nuovo mondo.

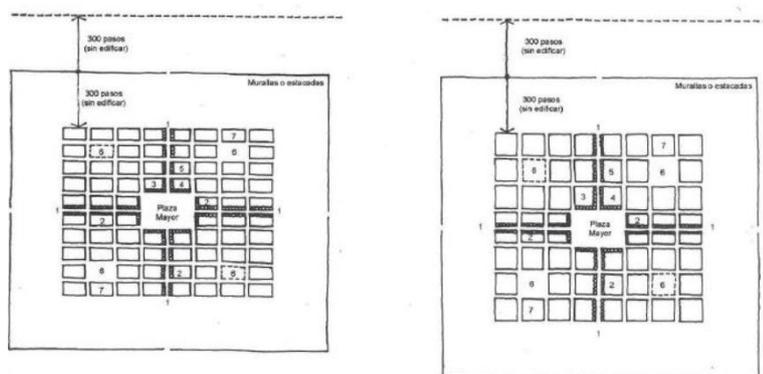


Figura 2: Tipologia di prime città coloniali<sup>3</sup>

A fine secolo c'era necessità di un supporto tecnologico e di comfort per le famiglie, alcune delle abitazioni prendevano spunto unicamente dalla cultura ispanica; altre invece prendevano spunto sia dalla cultura ispanica sia da quella indigena, si crearono infatti abitazioni collocate su diversi livelli aventi anche più spazi adibiti a cortile, i quali potevano avere un utilizzo più pubblico o più privato, quest'ultimo tipo di abitazione descritto venne definita "abitazione coloniale". In entrambi i casi, tuttavia, si hanno case a cortile in quanto il

<sup>3</sup> (V. Terán, 2018)

cortile permetteva di svolgere diverse attività a seconda delle mansioni lavorative svolte della famiglia.

Le città coloniali erano tuttavia luoghi con una scarsa igiene, poche o nessuna infrastrutture e le strade non erano sicure per i pedoni. La mancanza di illuminazione era un altro motivo per il quale si aveva un senso di insicurezza tra gli abitanti.

Nel 1776 la corona spagnola crea il Vicereame del Río de la Plata, entità che riunisce diversi territori dando importanza alla città di Buenos Aires, la quale fino a quel momento non aveva avuto importanza dichiarò capitale del vicereame.

Dal 1784 tutte le case dovevano rispettare una sorta di organizzazione del cortile: il primo era quello principale ed era circondato dalle stanze di famiglia, il secondo era invece circondato da gallerie e chiuso verso il retro dal padiglione della servitù; il terzo, separato dagli altri due dal luogo in cui la servitù viveva, era costituito dal frutteto e dal pozzo d'acqua.

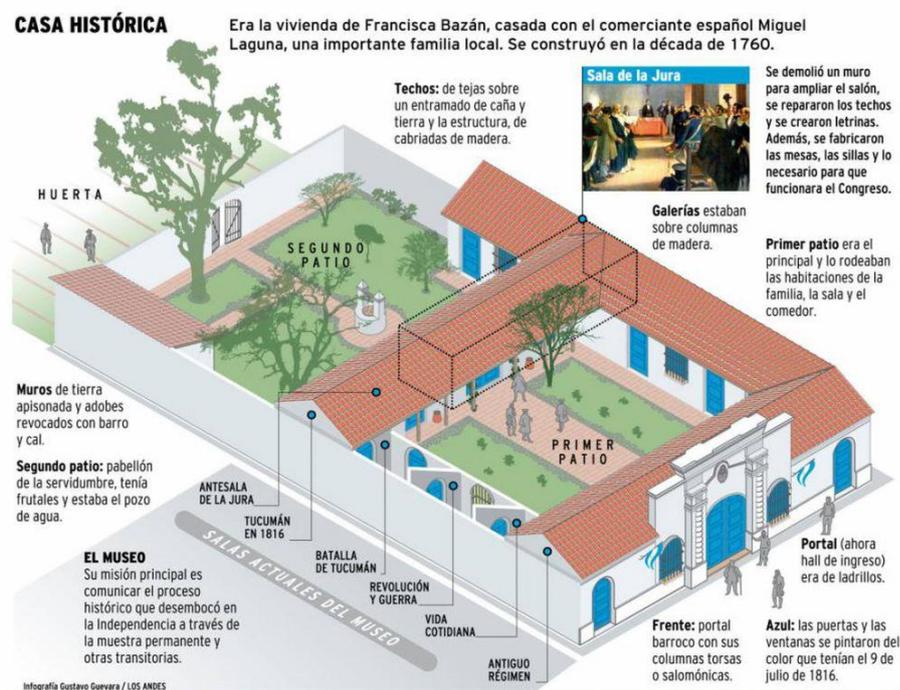


Figura 3: Tipologia di casa del 1760<sup>4</sup>

## 2.3 Periodo post-coloniale e pre-liberale

La Rivoluzione francese e la Guerra e d'indipendenza americana furono ispiratrici delle idee liberali dell'America Latina. La Rivoluzione di maggio del 1810 costituì il primo governo indipendentista nelle Provincie Unite del Río de la Plata.

L'indipendenza dalla Spagna fu dichiarata il 9 luglio 1816 a Tucumán. Dopo aver conquistato l'indipendenza inizio un conflitto interno tra le varie correnti politiche al fine di determinare il futuro della nazione, in questo periodo l'attuale Argentina è suddivisa in provincie autonome. Nel 1853 fu approvata la Costituzione Argentina e si formalizzò uno stato federale, quello che oggi conosciamo come Repubblica Presidenziale Federale Argentina. Successivamente nel 1880 venne dichiarata capitale Buenos Aires.

<sup>4</sup> <https://www.losandes.com.ar/alberto-nicolini-la-imagen-mitica-referida-a-la-independencia-es-la-casa/>

All'epoca della nascita della costituzione alcune parti di territorio argentino erano ancora occupate da indigeni. La conquista di questi territori continuò fino al 1884 quando gli indigeni furono ridotti a poche unità.

Ad inizio secolo Buenos Aires iniziò a pavimentare ed illuminare le strade costruendo anche marciapiedi per consentire maggiore sicurezza ai pedoni. Gli incontri sociali che erano di tradizione si trasformarono in ricevimenti sociali, di conseguenza, gli spazi delle abitazioni e gli arredi andavano modificati. Nasce l'abitazione post-coloniale che divenne più estroversa: lo spazio di ricevimento, la sala da pranzo ed il salotto, viene spostato nella parte anteriore della casa, le finestre si ingrandirono trasformandosi ai piani superiori, in balconi. Il primo ed il secondo cortile divennero luoghi di passaggio ed in alcuni casi il primo cortile venne trasformato in un salone all'inglese ovvero circondato da gallerie con una apertura centrale coperta da un lucernario in vetro decorato. Tale spazio risultava interamente piastrellato con arredamento che consentiva la trasformazione di esso in un soggiorno ma meno formale.



Figura 4: Pianta abitazione pre-liberale<sup>5</sup>

In seguito al boom del commercio ci fu una vera rivoluzione delle case sotto l'aspetto tecnologico, nelle abitazioni delle persone abbienti comparvero i primi impianti di riscaldamento.

Nel periodo coloniale esisteva un numero esiguo di case con più di due piani e tutte queste appartenevano a famiglie molto importanti. Grazie all'uso del ferro con la rivoluzione industriale la città iniziò ad avere un numero sempre maggiore di case su più livelli e il paesaggio urbano iniziò a mutare. L'abitazione pre-liberale prevedeva che l'ingresso rimanesse sempre collegato al salone. Questo era connesso alla scala che consentiva la distribuzione verticale, collegando le stanze più importanti con quelle private. Il primo cortile serviva per scarico e carico delle merci, accoglienza dei fornitori, luogo per le riunioni di famiglia e per le attività quotidiane. Intorno al secondo cortile si trovavano i locali di servizio e dietro di esso si trovava un orto. Queste case appena descritte sono abitate da famiglie liberali, ovvero una nuova concezione di famiglia che non presuppone più l'esistenza di un patriarca.

<sup>5</sup> <http://www.museociudadsalta.info/historia01.html>

## 2.4 Periodo liberale

L'immigrazione iniziò intorno al 1850, con l'eliminazione della legge che non permetteva l'ingresso agli stranieri. Infatti, molte persone alcune qualificate e tante non qualificate partivano dall'Europa. L'afflusso così grande di migranti fu uno dei fattori che portò al rinnovamento del paesaggio culturale e sociale di Buenos Aires, proprio in questo periodo storico il ruolo della donna iniziò ad avere maggiore rilevanza.

Dalle abitazioni pre-liberali è nata una nuova tipologia di abitazione nota con il nome Casas Chorizo. L'immigrazione causò una crescita demografica, la quale creò la necessità di avere più luoghi in cui vivere; questa nuova tipologia di casa nasce appunto dalla divisione longitudinale della casa pre-liberale. Questa abitazione venne utilizzata dalla classe media. Pertanto, i nuovi fabbricati costruiti erano di grandi dimensioni per poter essere suddivise in più abitazioni. In Figura 5 si può osservare un esempio di quanto appena descritto.

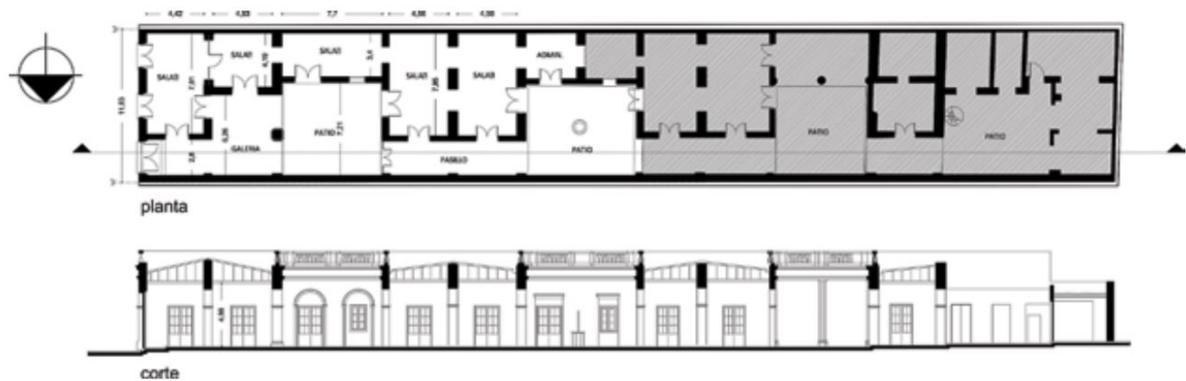


Figura 5: Pianta e prospetto di Casa Padilla<sup>6</sup>

Grazie alla manodopera degli immigrati e grazie agli investimenti del Regno Unito, la moderna nazione argentina prende il via dalla fine del XIX secolo con l'introduzione di moderne tecniche di agricoltura e con l'integrazione di essa nell'economia mondiale.

L'immigrazione avvenne in maniera differente per coloro che avevano un capitale, che consentiva loro di avviare un'attività, e per coloro che venivano invece chiamati immigrati. I primi, definiti "passeggeri stranieri", erano ritenuti di grande importanza per lo sviluppo e il cambiamento del paese e furono loro a introdurre elementi europei nel nuovo mondo. Infatti, introdussero in Argentina una nuova tipologia di edificio: il palazzo e diffusero l'ideologia che la casa dovesse rappresentare il valore economico della famiglia. Alla fine del 1800 erano presenti diverse tipologie abitative che rispecchiavano i diversi livelli economici e sociali: i palazzi, i petit hotel e le case in affitto.

Prima di approfondire le diverse tipologie di abitazione si riportano alcuni cenni storici relativi all'inizio del XX secolo. In questo periodo l'Argentina era in forte crescita economica, ciò nonostante, vi erano notevoli disuguaglianze tra le varie regioni e tra le diverse classi sociali. Nel centenario dell'indipendenza argentina, ci furono diversi disordini causati da una legge che consentiva allo stato di allontanare gli immigrati senza concedere loro un equo processo. Il governo, tramite le forze dell'ordine domò la rivolta a dimostrazione del potere e la grandezza dell'élite argentina.

Le stanze della casa borghese, i Palazzi, erano organizzate in base alla loro funzione: nel seminterrato si trovavano le zone di deposito, gli ambienti destinati ai lavori della servitù ed i

<sup>6</sup>[https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/12708/CONICET\\_Digital\\_Nro.15928.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/12708/CONICET_Digital_Nro.15928.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

locali tecnici; al piano terra si trovava la zona di ricevimento per la vita sociale della famiglia e l'ufficio; al primo piano si trovavano le differenti camere da letto ed infine all'ultimo piano si trovano le stanze per il personale di servizio; il palazzo comprendeva, inoltre, la portineria e la corte d'onore.

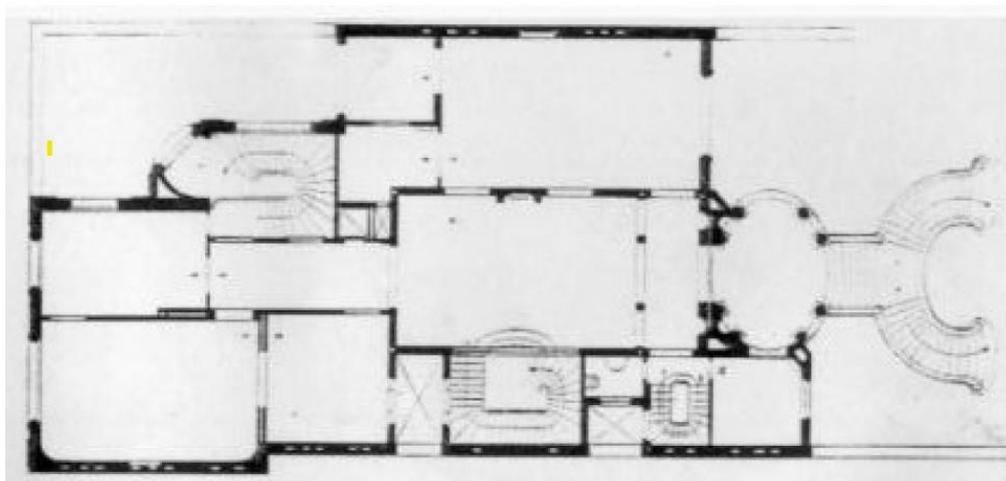


Figura 6: Pianta dei Petit Hotel<sup>7</sup>

I Petit Hotel erano costruiti per persone meno abbienti ed erano un simbolo di ascesa sociale, pur essendo più piccole dei palazzi rispettavano le loro divisione spaziale e funzionale. Queste abitazioni, infatti, sono articolate su quattro piani: il seminterrato per servizi e strutture, il piano terra come luogo di socializzazione; il piano primo è quello privato, e l'ultimo piano o il piano mezzanino era il luogo in cui si trovava l'alloggio della servitù.

Sia i Palazzi, sia i Petit Hotel sono abitazioni monofamiliari, si trovano in entrambe i casi in un contesto urbani. È molto importante sottolineare come i locali tecnici avessero già allora una ottima ventilazione per minimizzare il rischio incendio.

Per quanto riguarda le case in affitto, destinate principalmente agli immigrati, erano realizzate su lotti di terreno irregolari, e vennero chiamate "Conventillos". In questo tipo di abitazioni la suddivisione dei locali e la loro collocazione dipendeva dalla larghezza dei lotti, tuttavia si possono trovare elementi comuni: l'accesso del corridoio, che portava agli appartamenti non recintato; i servizi igienici e la cucina in comune e di dimensioni e numero inferiore a quelle necessari; inoltre, si può osservare in Figura 7 come ogni unità abitativa era una stanza singola nella quale viveva una famiglia intera, solo alcune di esse disponevano di bagno e cucina privata.

Questi appartamenti si ispiravano alle stanze per gli affitti popolari durante il vicereame. Queste tipologie di appartamenti erano gli unici posti in cui le persone meno abbienti potevano vivere ed in principio queste abitazioni nacquero con l'abbandono delle case a corte da parte delle famiglie più abbienti le quali si trasferivano nei palazzi, con tutti i comfort per se, pertanto le case a corte abbandonate divennero luoghi dove stipare gli immigrati in posti ristretti e malsani. I proprietari terrieri videro nei Conventillos da affittare un guadagno e ne vennero costruiti molti. La crisi delle baraccopoli si manifestarono verso la fine dell'Ottocento quando l'aumento degli affitti era superiore rispetto a quello dei salari il che

---

<sup>7</sup> <http://bicentenario.csnat.unt.edu.ar/p/plaza-independencia>

portò a diverse proteste che riguardavano anche le condizioni di vita pessime in quelle abitazioni.

## EL CONVENTILLO

### MIL FAMILIAS EN POCO ESPACIO

En 1785 se construyó el primer conventillo porteño, Los Altos de Escalada. En 1879 se habían multiplicado notablemente: sumaban 1770 con 51.915 inquilinos.

**La casa**  
Esta fue una residencia convertida luego en casa de rentas. Las edificadas como conventillos se hacían con una mínima inversión. El fin era recaudar.

**La vida en el conventillo**  
Sin secretos. Cada uno sabía de la vida de los otros por efectos de una apretada convivencia. La intimidad quedaba reducida a los cuartos: uno por familia.

**Los cuartos**  
Sin espacios privados: sólo una cortina o un biombo para dividir un ambiente. El sentido de solidaridad era vital para poder convivir en armonía.

**El zaguán**  
Permitía regular y vigilar el ingreso en el edificio. Generalmente, con doble puerta: la más sólida daba a la calle; la otra, a un gran patio central.

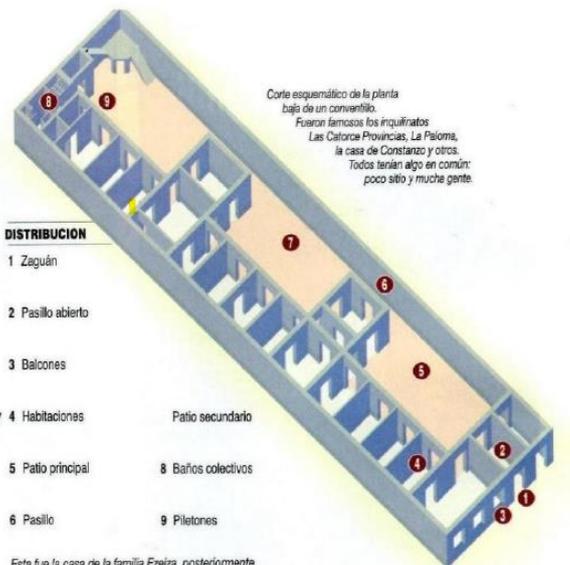
**El patio**  
Silo de reunión general. Un lugar para estar. Cruzado por alambres de tender la ropa y con aromas entremezclados: de comidas, flores y sumideros.

**Las zonas comunes**  
Generalmente, lugar de conflictos: las cocinas en el patio, los piletones para lavar la ropa, el uso de los baños, los lugares para tender ropa.

**Las zonas de observación**  
El zaguán, la azotea, los escasos balcones, la vereda. Dominaban lo que ocurría en la vecindad y daban tema a variados comentarios.

**Los inquilinos**  
De procedencias y nacionalidades variadas: porteños, provincianos, españoles, italianos, portugueses, eslavos y de los países limítrofes.

**Los problemas comunes**  
La falta de espacio, el hacinamiento, la promiscuidad, la ausencia de higiene, de intimidad y el edificio, hecho con materiales de segunda.



Esta fue la casa de la familia Ezkiza, posteriormente un conventillo para 32 familias. En 1981, galería comercial.



Figura 7: Ilustrazione de "El Conventillo"<sup>8</sup>

Alla fine del XIX secolo molti immigrati italiani, in particolar modo genovesi, ma anche greci e turchi arrivarono a Buenos Aires come lavoratori navali. il quartiere della città in cui si stabilirono è quello che oggi risulta essere il museo all'aperto denominato Caminito.



Figura 8: Caminito foto storica<sup>9</sup> ricostruzione odierna<sup>10</sup>

<sup>8</sup> <https://pin.it/bTu15fA>

<sup>9</sup> [https://www.clarin.com/arg/historia-desconocida-caminito-sonrisa-colores-boca-cumple-60-anos\\_0\\_N\\_gSj6CU.html](https://www.clarin.com/arg/historia-desconocida-caminito-sonrisa-colores-boca-cumple-60-anos_0_N_gSj6CU.html)

<sup>10</sup> <https://www.elportalinmobiliario.com.mx/articulos/caminito-barrio-de-la-boca-buenos-aires>

Le case abitate da questi immigrati sono Conventillos che hanno una struttura rivolta verso l'alto per contrastare il rischio legato a eventuali alluvioni. Gli edifici in cui vivevano erano costruiti con materiali di scarto o di basso costo spesso erano costituiti da ferro e legno proveniente da vecchie imbarcazioni, inoltre, le pareti venivano dipinte con scarti di vernice usata nei cantieri navali. Proprio questo portò ad avere un quartiere così irregolare e variopinto. Oggigiorno si può visitare quella che è la ricostruzione del quartiere sopraccitato.<sup>11</sup>

La borghesia emergeva come nuovo ceto dirigente, tuttavia, oltre al progresso portò anche conflitti sociali le trasformazioni avvennero spesso e volentieri solo nei settori dominanti. Buenos Aires iniziò un progresso notevole rispetto al resto della nazione, concesso dal guadagno generato dal porto presente nella città.

Nel XX secolo le città mutavano nuovamente, attorno ad esse si sviluppava la zona industriale e la città stessa si ampliò con la creazione di nuovi quartieri. L'edilizia pubblica creava alloggi per soddisfare la richiesta di abitazioni dalla popolazione in crescita mentre l'edilizia privata era in calo. Lo stato era il primo appaltatore per la costruzione di complessi residenziali nacque così la "città delle masse" con grandi mercati alimentari, ampie strade e stadi.

La società stava cambiando, la vita era più dinamica, la famiglia era diventata di tipo nucleare, costituita unicamente da padre madre e figli, il che cambiava la richiesta dei tipi di abitazioni. Si inizia inoltre a parlare di comfort all'interno dell'abitazione e semplificazione del lavoro domestico a causa dello sviluppo tecnologico portato dalla seconda rivoluzione industriale e come conseguenza alla riduzione del costo dell'elettricità, la casa diventò sempre di più un luogo intimo, le attività ricreative e sociali non si svolgevano più dentro alla casa, ma su piazze e strade. Le nuove case individuali di città erano progettate per avere un maggior contatto con la natura, il motto era "vivere per noi stessi" la casa serviva alla vita di famiglia non più a quella sociale. Le abitazioni moderne possibili erano due: la casa individuale e gli alloggi collettivi.

Le case popolari moderne erano costituite da due stanze, un bagno, una cucina ed un piccolo cortile privato, gli edifici erano generalmente costruiti su terreni a basso costo e su ogni piano erano presenti più abitazioni. La legge sui requisiti minimi di un alloggio popolare consentì di evitare il sovraffollamento e di avere un alloggio che, per quanto piccolo, fosse completo. I modelli di casa collettiva erano concepiti come abitazioni per la classe operaia in quanto riducevano notevolmente il lavoro domestico della donna; infatti, all'interno di questi si potevano trovare: asili, uffici medici ed altri servizi.

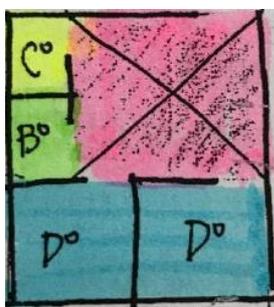


Figura 9: Unità abitativa popolare moderna<sup>12</sup>

<sup>11</sup> <https://www.viaggitraledita.it/le-tinte-del-barrio-il-caminito-di-buenos-aires/#next>

<sup>12</sup> (V. Terán, 2018)

Nelle grandi città le famiglie appartenenti alle classi medie convivevano insieme ad altre famiglie tramite la pratica del subaffitto, nonostante la legge nazionale sulle case economiche era rimasto il problema del sovraffollamento. L'abitazione, tuttavia era diventata una unità minima e standardizzata con i comfort tecnologici necessari.

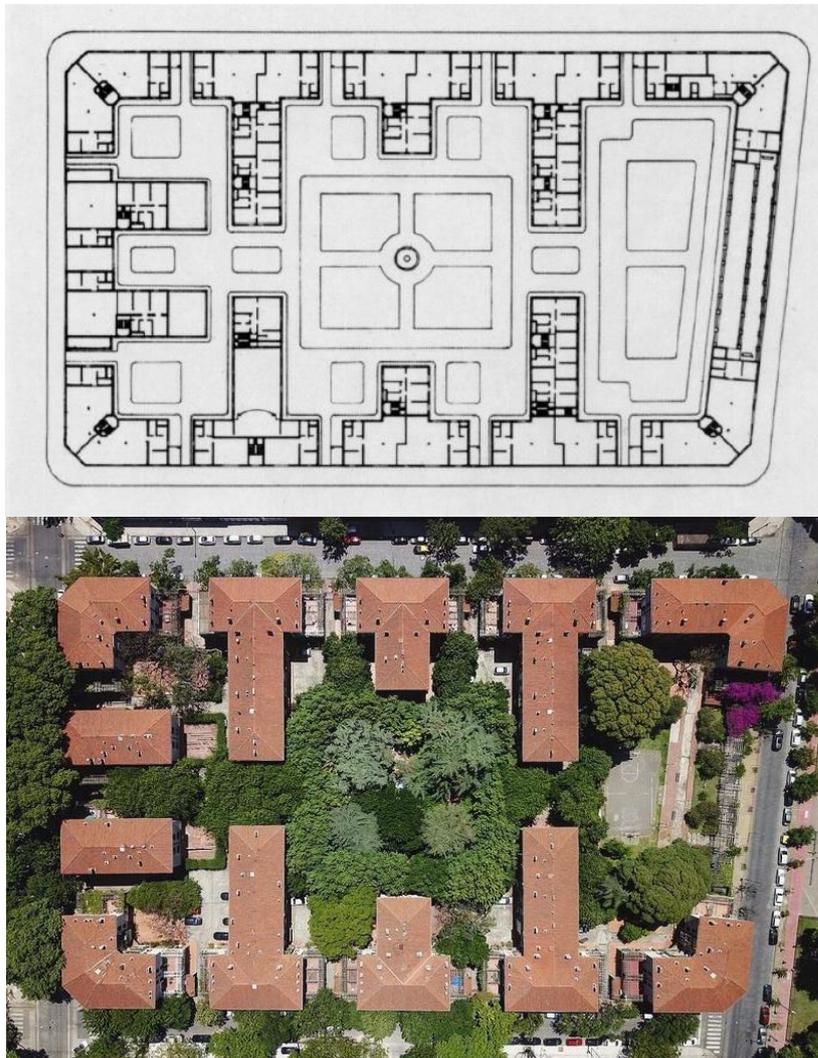


Figura 10: Pianta<sup>13</sup> e ortofoto<sup>14</sup> del Barrio Los Andes

Negli anni Trenta il numero di abitanti aumentò a causa dell'immigrazione e così le condizioni di igiene peggiorarono, gli spazi destinati ad i sevizi vennero pertanto gradualmente trasformati in residenze. La volontà di molti esponenti del al cetto medio era quello di avere la casa di proprietà, ma non era semplice a causa della impossibilità di risparmio per molte famiglie. Come si può osservare in Figura 10 i nuovi edifici in affitto che venivano costruiti in quel periodo disponevano di giardino e spazi all'aperto per consentire una socializzazione tra gli abitanti e per un maggiore confort abitativo.

La borghesia con la crisi che stava subendo nel Ventesimo secolo doveva ridurre le spese, inoltre voleva trasferirsi nelle zone migliori delle città pertanto molte famiglie borghesi si trasferirono per stare in affitto. La causa di questo fu il costo di manutenzione che avevano le

<sup>13</sup> [https://www.aidfadu.com/ver\\_imagen.php?id\\_imagen=20458&volver=/resultados.php&pagina=3](https://www.aidfadu.com/ver_imagen.php?id_imagen=20458&volver=/resultados.php&pagina=3)

<sup>14</sup> <https://i.pinimg.com/736x/f3/ad/80/f3ad8088c86f3db5231dbf6c7f0cff46.jpg>

loro abitazioni precedenti che oramai obsolete, la vita sociale era stata trasferita all'esterne dell'unità abitativa.

Nelle città iniziano ad essere costruiti sempre più grattacieli in quanto essi rispecchiavano le esigenze sociali negli anni successivi alla Prima guerra mondiale e allo sviluppo tecnologico che permise l'utilizzo di nuovi materiali e nuove tecniche per la costruzione e più in generale nuovi strumenti per la vita di tutti i giorni quali ascensori.



Figura 11: Kavanagh Building<sup>15</sup>

Il Kavanagh Building situato a Buenos Aires e inaugurato nel 1936 era in quel periodo l'edificio in cemento armato più alto del Sud America e il primo edificio residenziale ad avere impianti di climatizzazione centralizzati.

Nel 1939, con l'inizio della Seconda guerra mondiale, l'Argentina era governata da un esponente radicale "antipersonalista", ovvero: "chi nega centralità all'essere umano"<sup>16</sup>. Fino al 1942 la politica fu neutrale e di non belligeranza. L'anno successivo ci fu un colpo di stato militare da un gruppo di giovani filofascisti, per questo motivo l'Argentina iniziò ad appoggiare la Germania fornendo ad essa materie prime. Gli aiuti terminarono l'anno successivo quando la nazione alleata iniziò a perdere terreno in Europa.

## 2.5 Periodo post-bellico

Nel 1946 lo stato finanziò nuove unità unifamiliari con diverse tipologie di abitazioni, il più apprezzato si rivelò essere lo chalet californiano, successivamente ribattezzato con il nome di chalet argentino. Non furono progettate solo residenze, ma ci fu anche il progetto di una nuova città chiamata Evita, in onore di Eva Perón, moglie dell'allora presidente della nazione. Questa città consisteva in cinque quartieri pittoreschi con diversi servizi in ciascuno di essi.

Lo chalet argentino era una casa compatta che poteva essere a due piani e che rispettava le misure di un alloggio minimo con soggiorno, sala da pranzo, cucina, un bagno e tre camere da letto. I materiali da costruzione di queste case erano legno, mattoni, calce e cemento.

---

<sup>15</sup> [http://www.arcondebuenosaires.com.ar/edificio\\_kavanagh.htm](http://www.arcondebuenosaires.com.ar/edificio_kavanagh.htm)

<sup>16</sup> <https://dizionari.repubblica.it/Italiano/A/antipersonalista.html>



Figura 12: Foto della città di Evita<sup>17</sup>

Per avere un ampio spettro di conoscenza riguardo la storia delle abitazioni argentine è necessario trattare dell'abitazione progettata in quegli anni progettata da un architetto straniero: Le Corbusier, la villa per ricchi disegnata per il dottor Curutchet. È interessante non solo il pregio architettonico ma è utile per osservare gli spazi progettati dall'architetto. Oltre all'abitazione "principale" e allo studio medico si può osservare in Figura 13 un piccolo spazio dedicato alla domestica. Questo è una testimonianza delle migrazioni per lavoro, infatti anche altre abitazioni per ricchi avevano lo spazio dedicato alla domestica; questo spazio consentiva unicamente ad essa, e non alla sua famiglia, un alloggio vicino al posto di lavoro. Siccome le domestiche arrivavano da città lontane, talvolta queste si spostavano con l'intera famiglia, e dato che all'interno dell'abitazione per ricchi lo spazio per l'intera famiglia non era disponibile, queste erano costrette ad andare ad abitare in case nelle baraccopoli poiché erano di ceto basso e senza disponibilità economica.

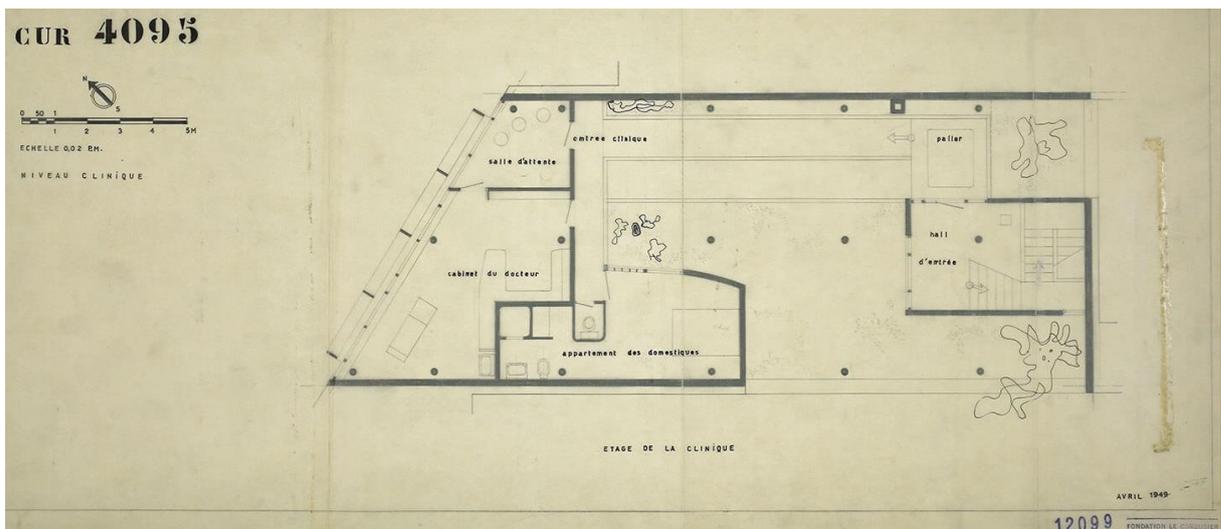


Figura 13: Pianta del progetto di Le Corbusier<sup>18</sup>

<sup>17</sup> <https://www.telam.com.ar/notas/202007/494304-ciudad-evita-eva-peron-barrio-historia-capital-trabajo-produccion.html>

<sup>18</sup> <https://lecorbusier-worldheritage.org/en/maison-du-docteur-curutchet/>

## 2.6 Periodo dalla metà del '900 ad oggi

In questo capitolo si cerca di approfondire le caratteristiche delle abitazioni Argentine dagli anni 1960 ad oggi, con lo scopo di capire il motivo per cui nella nazione è presente un deficit abitativo piuttosto elevato.

In primis è necessario ricordare che negli anni Sessanta e Settanta ci fu una crisi politica, in quanto tutti i governi eletti furono rovesciati da colpi di stato militari. Questo portò una crescita di conflitto sociale e ci furono diverse rivolte interne al paese. All'inizio degli anni Settanta vinse le elezioni il partito Peronista, lo stesso che nel 1946 finanziò le abitazioni per i lavoratori, questo durò solo un anno, causa morte del presidente, gli successe la terza moglie. Nel 1976 il governo fu rovesciato da un nuovo colpo di stato sempre di matrice militare. Questo determinò un governo retto da giunte militari con una forte repressione delle opposizioni violando anche diversi diritti umani, questo durò fino al 1983. Dopo questa data si tornò ad avere un governo democratico che negli anni consolidò la democrazia nella nazione. L'azione dei governi non migliorò i problemi socioeconomici del popolo. Tra il 1970 e l'inizio del nuovo secolo la disoccupazione e la povertà aumentarono esponenzialmente.

La "Rivoluzione argentina", ovvero la costruzione di un'Argentina più moderna portò paradossalmente al fenomeno delle favelas. La rivoluzione aveva portato ad una iniziale trasformazione urbana con la creazione di un nuovo ordine architettonico che rispondeva alle esigenze imprenditoriali e professionali; grandi studi vennero chiamati per progettare complessi abitativi ad alta densità anche in risposta alle politiche abitative rivolte ai poveri. Mentre si cercava di attuare politiche di assistenza sociale a favore dei poveri si verificò una crescita dell'industria e contemporaneamente della povertà urbana il che diede origine alle favelas. Fu così che dalla abitazione rurale scandente si passò alle ville miseria e le politiche di edilizia popolare si trasformarono in politiche di edilizia sociale. I gruppi di popolazione impoveriti erano ormai lasciati al loro stile di vita malsano la povertà era una condizione territoriale.

Gli slum, ovvero le favelas, sono gruppi di case costruite con materiali di scarto su terreni pubblici o privati in diverse zone delle città specialmente nelle zone periferiche che mostrano la dualità della modernizzazione latino-americana. Queste tipologie di occupazioni del suolo sono modi di abitare "incivili, immorali e violenti". Gli abitanti sono considerati pigri, immorali e responsabili della propria povertà. Questi insediamenti abusivi sono nati a causa di un rapido e disarmante indebitamento che ha portato alla crisi di abitazione e in particolare in seguito al fallimento delle fabbriche che avevano creato molta immigrazione per la ricerca di lavoro. I regimi militari autoritari hanno cercato di sradicarle tuttavia queste baraccopoli e queste enormi disuguaglianze sociali esistono tuttora.

I governi militari pensavano che il consolidamento e la crescita delle favelas fosse dovuto al fallimento delle politiche populiste peroniste. Ma come già accennato in precedenza la rivoluzione argentina fu la causa principale, infatti, organizzazioni internazionali (come ONU, OSA e FMI) investirono nella produzione dello stato sudamericano grazie a costi minori, questa grande quantità di fabbriche fu l'effettiva causa della crisi abitativa. Infatti, anche gli stati sviluppati compresero che si era creata una crisi abitativa, ma l'eccessiva povertà e la mancanza di risorse statali portarono a tensioni sociali e a deterioramenti di complessi residenziali il che portò il progetto degli stati sviluppati di creare edifici ad alta densità abitativa al fallimento.

I governi militari argentini tra gli anni 60 e 70 cercarono di trasferire gli abitanti delle baraccopoli altrove cercando di riadattarli socialmente, il governo autoritario sosteneva che: "la situazione

di sottosviluppo, di alta criminalità e di ostacolo al progresso, di certe aree delle città argentine andava eliminato".

I militari usarono il sogno della casa di proprietà come strumento di propaganda, l'idea di architettura della dittatura prendeva spunto dalla architettura moderna ma con diverse influenze e gli architetti erano uno strumento per far valere le idee progettuali delle classi dominanti. Tramite gare d'appalto si aggiudicavano differenti progetti per complessi abitativi ad alta densità, oltre che in alcuni casi venivano progettate abitazioni per ricchi seguendo le avanguardie architettoniche come era già successo alcuni anni prima con la villa Curutchet progettata da Le Corbusier a La Plata.

L'idea dello stato era di evitare le case in affitto per promuovere l'acquisto di case di proprietà tramite la promozione di risparmi, prestiti e crediti ipotecari oltre alla promozione della costruzione di alloggi a prezzi accessibili.

L'edilizia era vista come: promotore economico che permetteva di ampliare le fonti occupazioni dal punto di vista sociale, tuttavia aumentava le natalità. Serviva una politica abitativa che partisse da una organizzazione regionale per poter sviluppare una visione di sviluppo nazionale che permettesse una corretta distribuzione di popolazione. A questo scopo furono istituiti specifici organismi governativi come la Segreteria di Stato per l'Edilizia. E fu istituito un credito ufficiale per la creazione di complessi abitativi ad alta densità per i settori popolari. La rivoluzione argentina incoraggiò un decentramento demografico e produttivo promuovendo nuovi poli all'interno del paese ma questo richiedeva le costruzioni di strade e autostrade per collegare i nuovi poli.

Il governo argentino di quegli anni non è riuscito a sradicare le ville miseria a causa: della lunga durata e i modi eterogenei in cui si sono costruite le politiche governative di eradicazione degli slum; della dimensione distruttiva della violenza statale nei confronti dei quartieri popolari e dei loro capi ed in fine per la storicità dei quartieri popolari che erano riconosciuti dai loro abitanti come un'entità a sé stante dal resto della città.

Il governo non è riuscito nel suo intento anche perché ha anteposto la crescita economica allo sviluppo sociale che sarebbe dovuto partire dall'educazione dei bambini attuando un piano di politica sociale e educativa portando servizi di vario genere per ogni età. C'è stato un tentativo da parte di associazioni di tecnici che tentarono di estirpare le baraccopoli per trasferire persone in abitazioni costruite secondo le volontà degli abitanti delle baraccopoli, tuttavia, queste associazioni ebbero poco seguito anche a causa del fatto che i tecnici vedevano queste idee come utopiche.



Figura 14: Complesso abitativo edilizia agevolata a Buenos Aires<sup>19</sup>

<sup>19</sup> <https://images.app.goo.gl/2F1g3Bf3kiuWbvwo7>

L'ultima dittatura militare voleva creare spazi urbani gradevoli svuotando le città dalle forme "indesiderabili" di abitarla. A Buenos Aires in questo periodo furono espulse dalla città circa 200000 persone e fu fatta una riconfigurazione economica con la liberalizzazione dei mercati il che limitò l'importanza del mercato interno, aumentò la disoccupazione, la deindustrializzazione e il debito estero. Questo tentativo di espulsione forzata e violenta fu la più grossa estirpazione degli slum della storia ma non risolse comunque il problema abitativo in quanto le persone allontanate dalle loro abitazioni, anche se slum, ebbero un peggioramento radicale delle condizioni di vita, a causa del fatto che i costi delle nuove abitazioni erano a carico loro. Le condizioni di lavoro, salute, istruzione e accesso alle risorse peggiorarono. L'estirpazione interessò anche i migranti i quali furono rimandati nei loro paesi forzatamente. Per giustificare questa politica il governo intraprese una campagna di disprezzo di coloro che vivevano negli slum etichettandoli come malviventi e nullafacenti, inoltre, le ville miseria erano descritte come luoghi insalubri. Nello stesso periodo fu fatta una rivalutazione degli immobili e vennero espulsi gli abitanti con minor potere di acquisto il che determinò una segregazione spaziale. Lo sradicamento delle comunità venne fatto attraverso la distruzione delle case.



Figura 15: Fotografia delle macerie delle Baraccopoli<sup>20</sup>

Gli abitanti delle baraccopoli di fronte alla violenza subita dallo stato si organizzarono collettivamente, oltre a riorganizzare la costruzione delle loro abitazioni negoziarono con le autorità le proprietà dei terreni e la possibilità di avere servizi importanti.

La dittatura militare non ha nascosto gli sgomberi delle ville miseria, li ha invece mostrati come un qualcosa di positivo per il quale si doveva utilizzare qualsiasi mezzo in modo da ottenere il risultato sperato. I terreni occupati dalle ville miseria avevano un forte interesse immobiliare per la costruzione di autostrade, piazze, parchi e complessi residenziali ma non era di minore importanza l'estirpazione delle baraccopoli. Anche altre persone, che non erano appartenenti agli slum, ma che si trovavano ad abitare dove era in progetto un'infrastruttura pubblica furono sfrattate con un indennizzo minimo, il quale gli permise di trovare una abitazione periferica, in una pseudo-baraccopoli con pochi o senza servizi quando in precedenza vivevano in una zona centrale con servizi vicino al posto di lavoro. La dittatura militare aveva esasperato la condizione di disuguaglianza sociale nei confronti degli abitanti delle ville miseria che, per quanto potessero organizzarsi non potevano arrivare a creare proteste efficienti contro la dittatura. Questa politica arricchì sempre di più le persone già ricche e impoverì sempre di più quelle povere, la classe lavoratrice, popolare si vide costretta a trasferirsi nelle periferie accusata di essere la causa della loro stessa povertà. Il codice di pianificazione urbana, ovvero una specie di piano regolatore, fece lievitare i prezzi delle

---

<sup>20</sup>[https://papelitos.com.ar/nota/el-plan-de-erradicacion-de-villas-de-la-dictadura?z\\_language=en](https://papelitos.com.ar/nota/el-plan-de-erradicacion-de-villas-de-la-dictadura?z_language=en)

abitazioni cittadine, le quali furono accessibili solamente per classi alte. Le città erano infatti diventate città residenziali e per servizi mentre le industrie venivano collocate all'esterno del perimetro cittadino. È importante sottolineare come le nuove opere pubbliche aumentarono le spese dello stato, facendo crescere sempre più il debito pubblico.



Figura 16: Baracche durante le operazioni di sradicamento<sup>21</sup>

Esisteva un ordine che avrebbe dovuto eradicare le baraccopoli per il quale esistevano alcune regole da rispettare:

- Impedire la costruzione di nuove unità di emergenza o l'espansione di quelle esistenti;
- Demolire qualsiasi unità o non occupata o che non fornisse unità abitativa reale;
- Creare le condizioni affinché le famiglie che vivono negli slum avessero accesso ad un alloggio dignitoso;
- Stimolare il ritorno ai luoghi di origine.

L'ordine con il quale si voleva attuare il piano di sradicamento era: congelamento, scoraggiamento e sradicamento con il quale la città acquisiva l'ordine sociale e edilizio. Dopo aver segnato le baracche da distruggere si cercava di comprendere che reddito avesse la famiglia e se avessero una casa in altri paesi di origine, infine, la famiglia veniva allontanata dal proprio luogo di abitazione tramite lo scoraggiamento. All'interno dello slum veniva vietata qualsiasi tipo di attività e le poche infrastrutture e servizi presenti costruite dagli abitanti dello slum erano state distrutte. Questo portò gli abitati dello slum, controllati dal governo, a tornare nella casa al proprio paese di origine perdendo quel poco che avevano guadagnato trasferendosi, in realtà questi passaggi non erano rispettati, solitamente venivano deportati con violenza; assassinii, sequestri e sparizione erano all'ordine del giorno, le persone tornavano a casa da lavoro e si trovavano le case distrutte. La zona a nord della capitale con accesso a luoghi di lavoro, scuole, ospedali e mezzi di trasporto divenne terreno fertile per i progetti della dittatura.

Nonostante tutti gli sforzi è bene sottolineare che le baraccopoli non furono eliminate.

Attualmente, come appena affermato il fenomeno delle baraccopoli esiste ancora, le condizioni di vita degli abitanti sono peggiorate rispetto al periodo precedente alle dittature militari; infatti, come si può comprendere da quanto detto in precedenza, le dittature hanno

<sup>21</sup> <https://images.app.goo.gl/yB9obkbtpisNsPWh6>

causato questo degrado. Come si può osservare in Figura 17 le ville miseria di oggi versano in condizioni peggiori rispetto a quelle del secolo precedente.

I servizi, quali acquedotto, strade non sono presenti e la qualità dei materiali utilizzati per la costruzione derivano da scarti di demolizione o costruzione di altri fabbricati.



Figura 17: Ville miseria attuali<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> <https://mundovilla.com/avanza-urbanizacion-de-barrios-con-fondos-del-aporte-solidario/>

### 3 Quadro climatico in argentina

#### 3.1 Norma IRAM 11603

In questo paragrafo si vuole esporre quali sono le tipologie di clima presenti in Argentina, per questo ci viene in aiuto la norma IRAM 11603:2012 il cui nome è "Clasificación bioambiental de la República Argentina". Tale norma classifica in sei diverse zone climatiche il territorio argentino.

La prima norma IRAM 11603 è stata promulgata nel 1980, una seconda versione è uscita nel 1996, attualmente è in vigore la norma IRAM la cui versione è stata promulgata nel 2012.

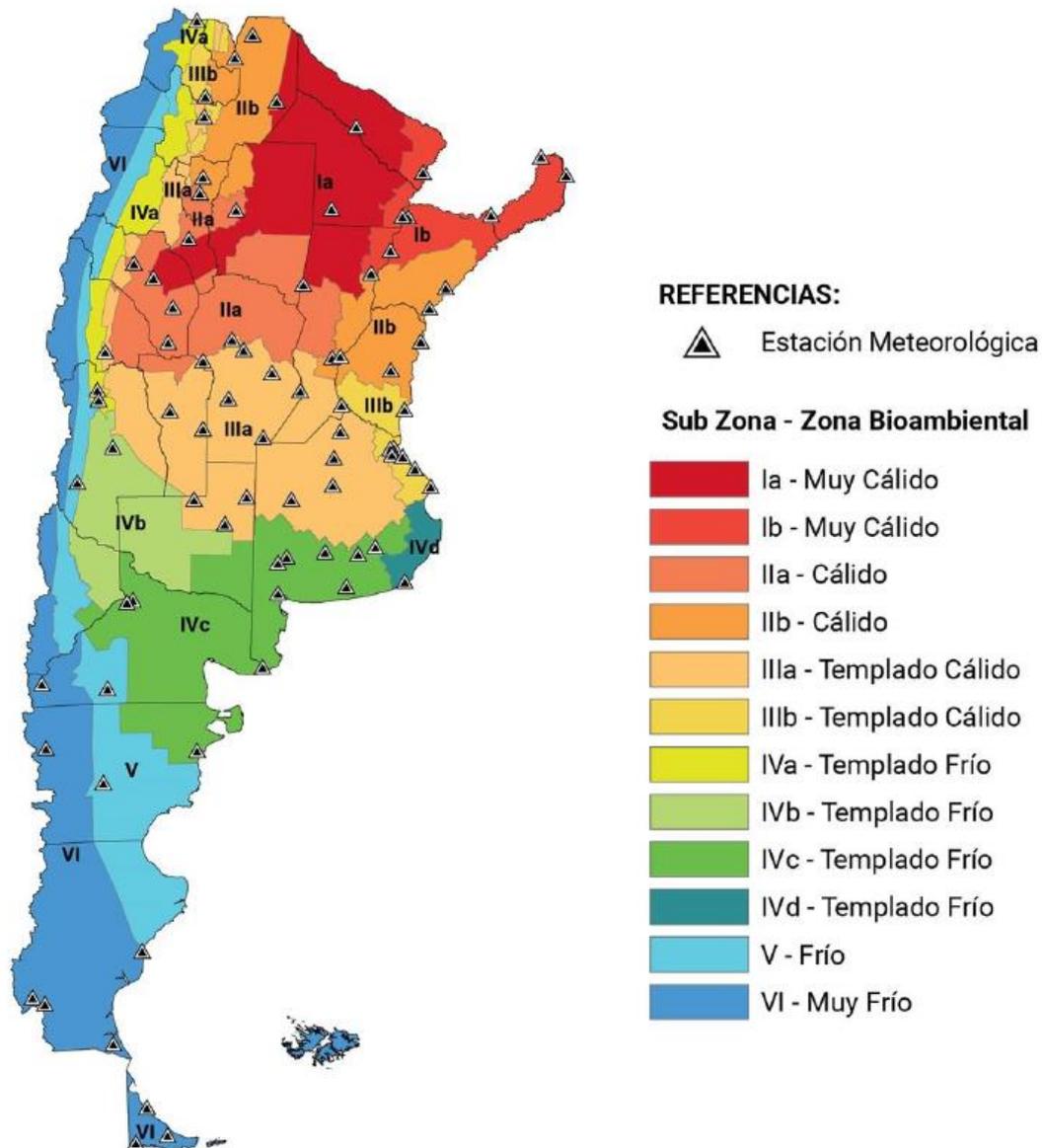


Figura 18: Mappa Bioclimatica dell'Argentina<sup>23</sup>

Come già anticipato la norma suddivide il territorio in sei zone climatiche, questa divisione spiega la norma stessa, tiene conto degli "indici di confort della temperatura effettiva corretta (TEC)", correlato con il "Predicted Mean Value (PMV)" e con "l'indice di Beldin - Hatch(HSI)"

<sup>23</sup> [https://www.enargas.gob.ar/secciones/zona-fria/mapa\\_bioambiental.pdf](https://www.enargas.gob.ar/secciones/zona-fria/mapa_bioambiental.pdf)

per i climi caldi, invece per la valutazione delle zone fredde la classificazione non è stata effettuata tramite gli indici di confort ma, con i gradi giorno per il fabbisogno di riscaldamento.<sup>24</sup>

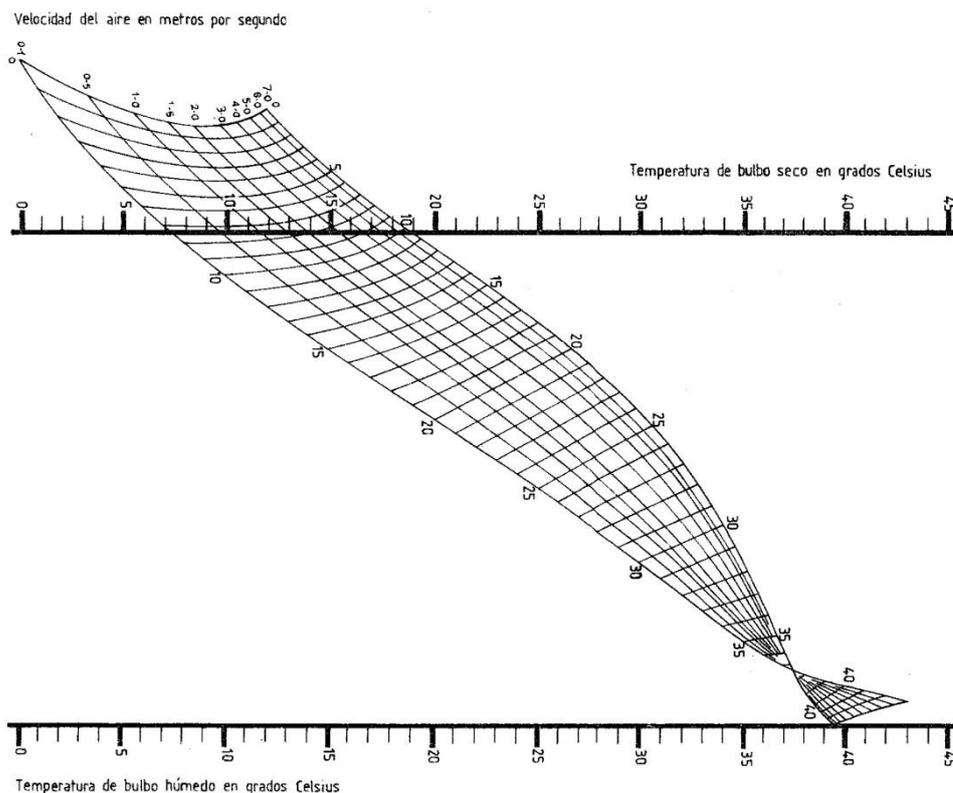


Figura 19: Grafico TEC<sup>25</sup>

In Figura 19 si può osservare il grafico che la norma IRAM 11603:2012 riporta per la correzione di temperatura "TEC". Si può notare quali sono i parametri sono presenti: la temperatura di bulbo secco e la velocità del vento. È importante sottolineare come alla temperatura di circa 37°C non vi è correzione di temperatura, una valida spiegazione è che il nostro corpo è a circa quella temperatura, dunque, anche a diverse velocità del vento non percepiamo una differenza di temperatura dell'aria rispetto al nostro corpo.

Si riportano di sotto le zone climatiche con la classificazione stessa della norma, ogni zona, come visibile in Figura 18, si suddivide in ulteriori sottozone climatiche, i base all'escursione termica.

➤ Zona I "Molto Calda"

Estensione: centro-est del nord del paese;

Estate: temperatura TEC maggiore di 26,3°C, valori massimi di temperatura pari a 34°C e valori medi sempre superiori a 26°C;

Escursione termica massima di 15°C:

- Zona Ia  $\Delta T > 14^\circ\text{C}$ ;
- Zona Ib  $\Delta T < 14^\circ\text{C}$

<sup>24</sup> Norma IRAM 11603:2012 pp.5  
<sup>25</sup> Norma IRAM 11603:2012 pp.32

Inverno: temperatura media mensile maggiore di 12°C nella stagione più fredda.

➤ Zona II "Calda"

Estensione: fascia est-ovest al nord del paese;

Estate: temperatura TEC compresa tra 24,6°C e 26,3°C, valori massimi di temperatura pari a 30°C e valori medi sempre superiori a 24°C;

Escursione termica massima di 16°C:

- Zona IIa  $\Delta T > 14^\circ\text{C}$ ;
- Zona IIb  $\Delta T < 14^\circ\text{C}$

Inverno: temperatura media mensile compresa tra gli 8°C e i 12°C nella stagione più fredda.

➤ Zona III "Temperata calda"

Estensione: centro del paese, intorno al 35° parallelo;

Estate: temperatura TEC compresa tra 22,9°C e 24,6°C, valori massimi di temperatura pari a 30°C e valori medi compresi tra 20°C e 26°C;

Escursione termica:

- Zona IIIa  $\Delta T > 14^\circ\text{C}$ ;
- Zona IIIb  $\Delta T < 14^\circ\text{C}$

Inverno: temperatura media mensile compresa tra gli 8°C e i 12°C nella stagione più fredda. Raramente temperature minime inferiori a 0°C.

➤ Zona IV "Temperata fredda"

Estensione: centro-sud del paese;

Estate: temperatura TEC di 22,9°C, valori massimi di temperatura raramente superiori a 30°C;

Escursione termica tra i 14°C e i 18°C.

- Zona IVa riferita alla zona montana;
- Zona IVb riferita alla zona di massima irradianza;
- Zona IVc riferita alla zona di transizione;
- Zona IVd riferita alla zona marittima;

Inverno: gradi giorno compresi tra 1170°C gg e 1950°C gg, temperatura media mensile compresa tra gli 4°C e i 8°C nella stagione più fredda.

➤ Zona V "Fredda"

Estensione: regione centrale della Patagonia e Fascia nord-sud della Cordigliera;

Estate: temperatura medie minori di 16°C;

Inverno: gradi giorno compresi tra 1950°C gg e 2730°C gg, temperatura media mensile compresa tra gli 0°C e i 4°C nella stagione più fredda.

➤ Zona VI "Molto fredda"

Estensione: Cime alte della Cordigliera delle Ande, estremo sud della Patagonia e la terra del fuoco;

Estate: temperatura medie minori di 12°C;

Inverno: gradi giorno superiori a 2730°C gg, temperatura media mensile inferiore ai 4°C.

Si può fare un breve parallelismo tra le zone termiche argentine e quelle italiane introdotte nel 1993, ovvero: la loro zona I può essere paragonata alla nostra zona A, la loro zona II alla nostra zona B, e via dicendo. Ovviamente le temperature argentine risultano differenti da quelle italiane. L'unica vera discrepanza è che in Italia le zone sono divise in base ai gradi giorno della località; quindi, suddividono il territorio in base alle condizioni invernali; invece, in argentina si ha una doppia distinzione, per i climi caldi prevale la temperatura "TEC", invece nei climi più freddi prevalgono come in Italia i gradi giorno.

### 3.2 Il clima nell'ultimo secolo



Figura 20: Mappa città analizzate<sup>26</sup>

Secondo uno studio condotto dal World Weather Attribution (WWA) e riportato il 27 dicembre 2022 sul sito ufficiale della repubblica Argentina nella pagina dedicata al

---

<sup>26</sup> [https://worldmapblank.com/it/cartina-muta-argentina/?utm\\_content=cmp-true](https://worldmapblank.com/it/cartina-muta-argentina/?utm_content=cmp-true) [Rielaborata da autore]

servizio meteorologico nazionale si afferma che: "I cambiamenti climatici causati dall'uomo hanno reso un evento come l'ondata di caldo registrata nel nostro Paese circa 60 volte più probabile e più calda di 1,4°C"<sup>27</sup>

In più sempre sul sito ufficiale della repubblica argentina nella pagina del ministero dell'ambiente e dello sviluppo sostenibile si dichiara che: "a partire dagli ultimi anni del XIX secolo, la temperatura media della superficie terrestre è aumentata di oltre 0,6°C. Questo aumento è legato al processo di industrializzazione iniziato più di un secolo fa e, in particolare, alla combustione di quantità crescenti di petrolio e carbone, al disboscamento e ad alcuni metodi di sfruttamento agricolo"<sup>28</sup>.

Di seguito si riportano un'analisi di quattro città argentine di cui si va ad analizzare la temperatura media mensile massima e minima nel corso dell'anno e la temperatura della superficie terrestre. I dati sono stati presi dal sito della Nasa e si riferiscono dagli anni 1981 al 2021.<sup>29</sup>

Le quattro città sono state scelte in punti differenti dell'Argentina cercando di analizzare sia climi caldi, sia climi freddi, prendo in considerazione un altro importante elemento quale l'oceano.

Le quattro città scelte sono in ordine da nord a sud:

- Formosa - Clima Ib

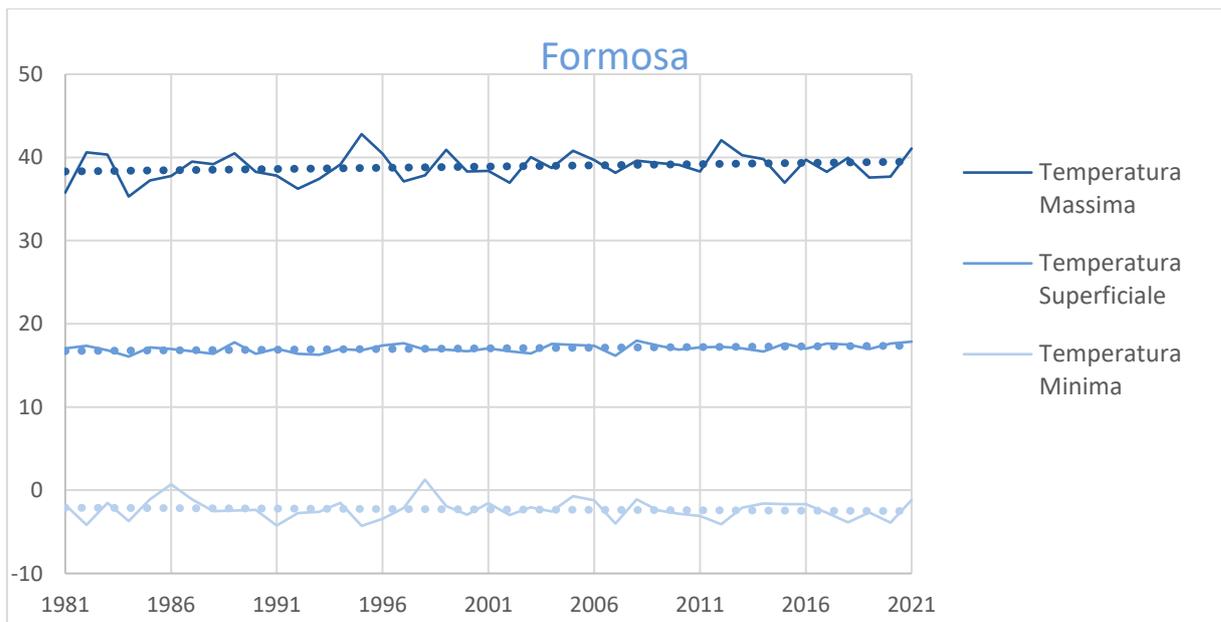


Grafico 1: Dati climatici Formosa

Come si può vedere dal Grafico 1 la temperatura massima in estate ha subito tendenzialmente un aumento nel corso degli ultimi trentanni, indicativamente nei primi anni considerati le temperature più alte registrate erano intorno ai 38 °C, oggi giorno queste temperature superano anche i 40°C, un altro aspetto da considerare e la linea di

<sup>27</sup><https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-cambio-climatico-hizo-que-la-reciente-ola-de-calor-en-argentina-fuera-60-veces-mas>

<sup>28</sup><https://www.argentina.gob.ar/ambiente/cambio-climatico/que-es-el-cambio-climatico>

<sup>29</sup> <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

tendenza interpolante dei valori, come si può notare e una retta che crescente che quindi tende a valori sempre maggiori;

In più se si osserva la temperatura media della superficie terrestre si può osservare che come dichiarato sul sito del ministero dell'ambiente e dello sviluppo sostenibile si ha un lieve aumento di questi valori;

Viceversa osservando la temperatura minima invernale si ha che questa nel corso degli anni stia diminuendo sempre più. Una causa di questo effetto è sicuramente da imputare al cambiamento climatico.

➤ Buenos Aires - Clima IVc

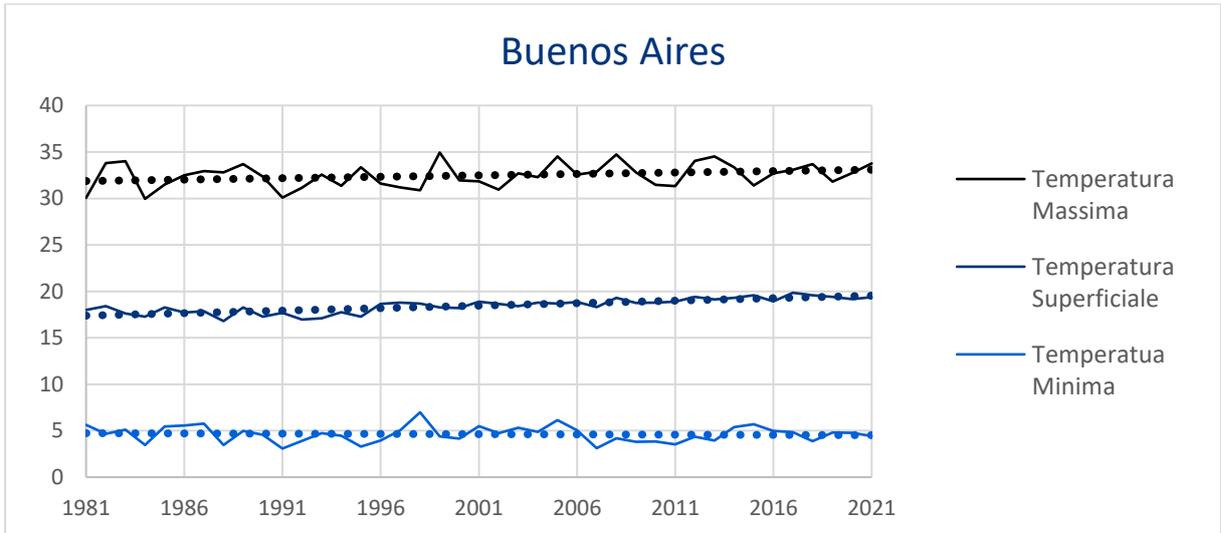


Grafico 2: Dati climatici Buenos Aires

Questa città, che affaccia sul oceano Atlantico, si osserva in maniere più rilevante come sia la temperatura massima estiva sia la temperatura media superficiale nel corso degli ultimi 30 anni abbia subito un repentino aumento dei suoi valori. Se si osserva infatti, la retta che descrive la tendenza del grafico si può osservare come questa risulti essere molto più inclinata rispetto a quella della città di Formosa

➤ Comodoro Rivadavia - Clima V-

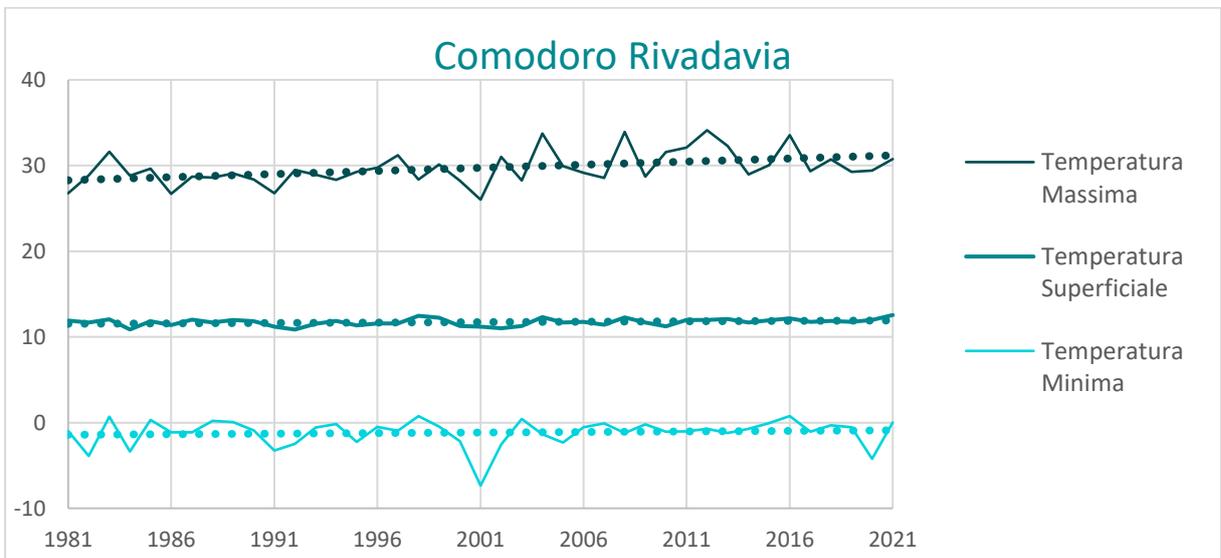


Grafico 3: Dati climatici Comodoro Rivadavia

Comodoro Rivadavia è una città dove il clima è classificato come Clima V, in questo centro urbano si ha un discostamento di temperatura massima estiva rispetto a quanto indicato nella norma IRAM, una plausibile motivazione per questa differenza potrebbe essere il fatto che la città si affaccia sull'oceano e quindi si abbiano temperature diverse rispetto all'entroterra. Inoltre, è verosimile pensare che la norma IRAM sia lievemente approssimativa nell'inserire anche questa città all'interno della zona V

Si può osservare come in questa città le tre temperature riportate in grafico aumentino nel corso degli ultimi trenta anni.

➤ Rio Grande - Clima VI

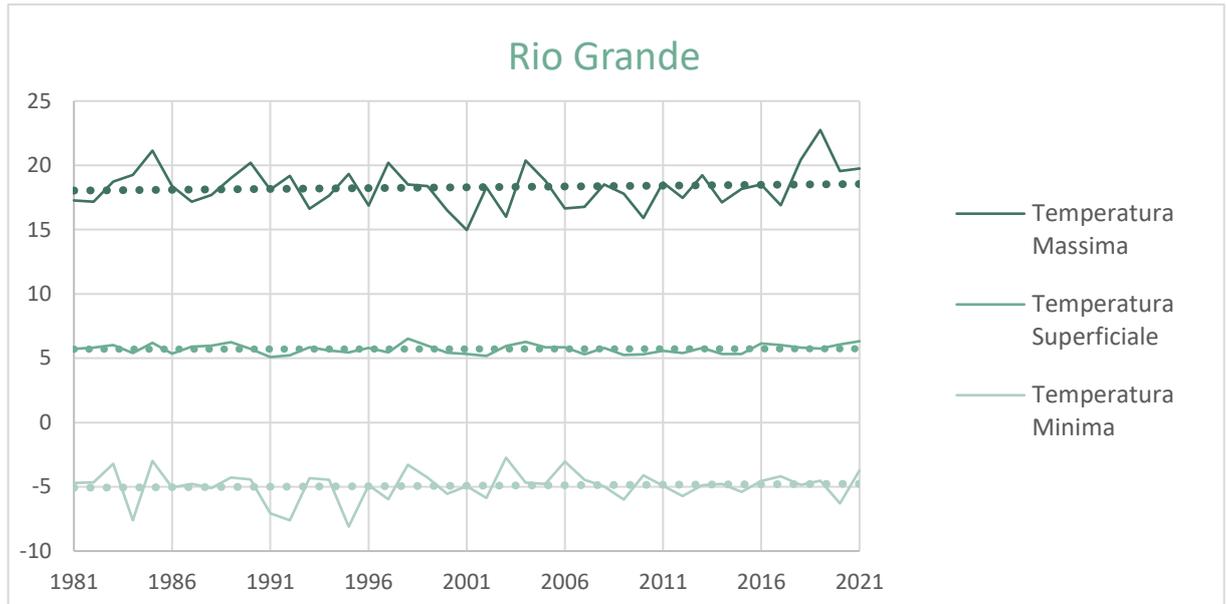


Grafico 4: Dati climatici Rio Grande

In questo grafico si può osservare come negli ultimi anni, dal 2018 in poi, si sono avuti dei valori superiori rispetto a quelli precedenti. Essendo un clima Freddo durante le stagioni invernali si hanno temperature maggiori rispetto al passato, diversamente dagli altri climi sopradescritti la motivazione dell'aumento di temperatura durante l'inverno potrebbe essere dovuta allo scioglimento ghiacciai che si trovano poco più a sud della città.

## 4 Abitazioni e gas a effetto serra

### 4.1 L'importanza della progettazione integrale

Quando si progetta si devono tenere in considerazione diversi aspetti, negli anni infatti la progettazione si è sempre di più trasformata in un concetto che racchiude diversi ambiti. Il concetto del costruire non riguarda solamente l'ambito strutturale, energetico, paesaggistico ed economico ma riguarda anche, la flessibilità degli spazi e quindi la capacità di una abitazione di adattarsi alle differenti esigenze che possono variare negli anni si parla infatti anche di resilienza dell'edificio secondo diversi aspetti non solo distributiva come accennato poco fa ma anche climatica; l'aspetto ecologico è un altro aspetto fondamentale da considerare tenendo sottocchio tutte le fasi del ciclo di vita della struttura.

Si parla più in generale di sostenibilità sotto differenti punti di vista elencati al di sopra e questa sostenibilità la si può ottenere solo nel momento in cui si ha un controllo totale del progetto sotto differenti aspetti tramite anche differenti figure professionali e si entra dunque nell'ambito di una progettazione integrale.

La necessità di considerare anche l'aspetto ecologico all'interno della progettazione deriva dal fatto che, come si può osservare da diversi studi, un terzo dei gas serra emessi derivano dal settore edilizio.

Secondo una ricerca effettuata nel 2005, "In Europa l'energia consumata dagli edifici per il riscaldamento, il raffrescamento, l'illuminazione e le funzioni tecnologiche e di servizio copre circa il 40% dell'energia per usi civili e circa l'86% di quest'ultima proviene da fonti non rinnovabili. In considerazione della rilevante incidenza che questo settore assume, si presenta di particolare importanza la diffusione dell'architettura bioclimatica attraverso l'impiego di idonee tecnologie, materiali ed opportuni criteri di progettazione delle nuove costruzioni e per il recupero energetico di quelle esistenti".<sup>30</sup>

È da tener presente che una svolta ecosostenibile è necessaria in tutti gli ambiti, anche in edilizia, anzi sarebbe stata necessaria già in precedenza. La quantità di gas serra prodotti sta facendo variare il clima che risulta sempre meno vivibile per gli esseri viventi: estati sempre più calde, inverni sempre più rigidi, scioglimento dei ghiacciai e di conseguenza esaurimento delle scorte di acqua dolce, ma non solo, il clima che si sta creando non lo si può più affrontare con le case costruite negli anni passati, sono necessari dei cambiamenti che comprendono, non l'utilizzo di suolo vergine, ma la ricostruzione delle case o la ristrutturazioni di esse cercando di creare un clima all'interno delle abitazioni vivibile possibilmente cercando di sfruttare energie rinnovabili in quanto le altre scorte si stanno esaurendo.

I materiali usati nella produzione edilizia hanno un notevole peso sull'ambiente e inoltre le fasi di produzione e di trasporto di questi materiali e dei componenti da essi derivati implicano un non trascurabile consumo energetico e concorrono al progressivo processo di esaurimento delle risorse non rinnovabili del pianeta. Nella costruzione, pertanto, i materiali hanno un ruolo fondamentale non solo per la stabilità dell'edificio ma anche per ridurre i consumi energetici sia quelli della vita utile dell'edificio che quelli di costruzione e demolizione. I materiali devono essere di qualità durevoli e di facile riciclo è chiaro che durante la vita utile dell'edificio si deve agire anche per la manutenzione dello stesso.

---

<sup>30</sup> (S. Scriboni, 2006)

## 4.2 I gas e l'effetto serra e la CO<sub>2</sub> equivalente

I vari gas presenti nell'atmosfera agiscono in maniera simile ad una serra, intrappolando il calore proveniente dalla radiazione solare e riflettendolo all'interno dell'atmosfera senza concedergli di disperdersi nell'universo. Questo fenomeno spiega l'aumento globale della temperatura della superficie terrestre, provocando così il riscaldamento globale.

L'effetto serra di per sé non risulta essere un problema, in quanto è ciò che consente la vita sulla Terra, ciò che causa complicazioni è l'aumento delle concentrazioni di gas serra che ha come conseguenza un aumento dell'effetto. Le cause più evidenti risultano essere l'aumento delle temperature medie, una modifica dei modelli di precipitazioni atmosferiche, ondate di calore ed una maggiore frequenza di eventi meteorologici estremi.

Le nazioni per contrastare l'effetto sopradescritto hanno siglato diversi accordi, tra cui il Protocollo di Kyoto e l'accordo di Parigi, il cui obiettivo comune è coordinare i vari paesi nella lotta contro i cambiamenti climatici.

I gas serra sono diversi, ed hanno un diverso potenziale, le organizzazioni per poterli confrontare i loro impatti hanno stabilito che debbano essere convertiti in anidride Carbonica equivalente (CO<sub>2eq</sub>) secondo alcuni parametri tabellati.

Secondo le organizzazioni mondiali i gas serra principali risultano essere i sette seguenti:<sup>31</sup>

- Diossido di carbonio
- Metano
- Ossido nitroso
- Idrofluorocarburi
- Perfluorocarburi
- Esafluoruro di zolfo
- Trifluoruro di azoto

Nonostante il protocollo di Kyoto e l'Accordo di Parigi, le emissioni di carbonio sono costantemente aumentate, la principale causa di questo fenomeno risulta essere la crescita economia mondiale. Se si esaminano gli stati dove si sono verificati i maggiori aumenti di produzione di carbonio sono gli stati con un'economia emergente. Osservando le carte tematiche presenti in Figura 21 e Figura 22, si può affermare che nel 2015 la maggior parte di tonnellate di CO<sub>2</sub> è stata prodotta dalla Cina, seguita dall'intero continente nord-americano, India e Giappone. Invece, se si vuole esaminare anche la quantità di CO<sub>2</sub> prodotta in relazione alla popolazione nazionale, si ha che gli stati che producono maggiormente risultano essere quelli del Medio Oriente. Al contrario le regioni con meno emissioni di CO<sub>2</sub> risultano essere gli stati centrali dell'Africa e la Groenlandia.

---

<sup>31</sup><https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/society/20230316STO77629/cambiamento-climatico-gas-a-effetto-serra-che-causano-il-riscaldamento-globale>

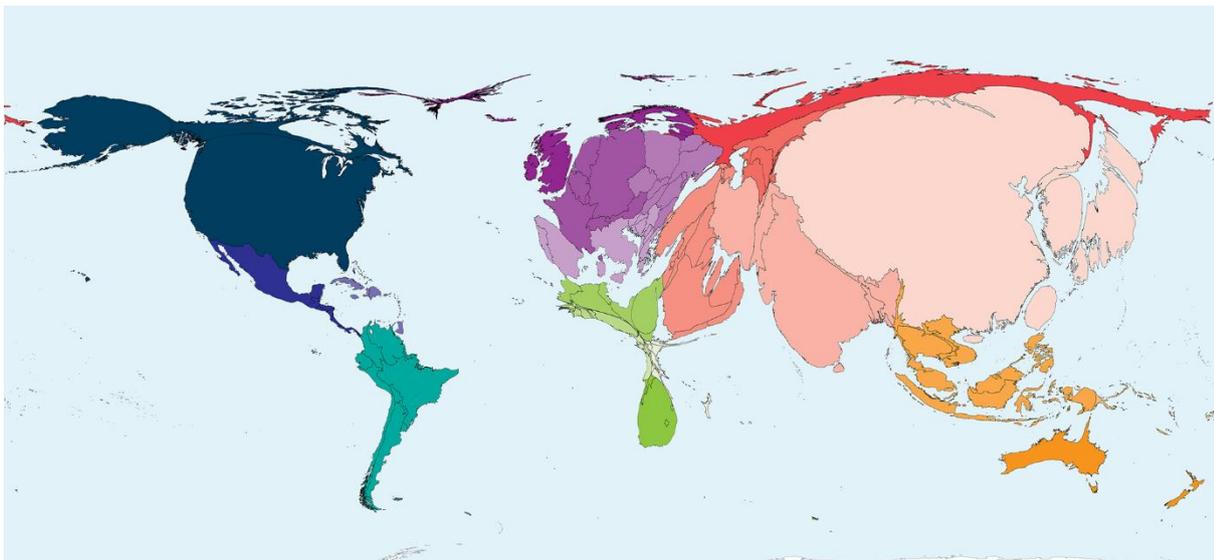


Figura 21 Carta tematica produzione CO2 nel 2015<sup>32</sup>

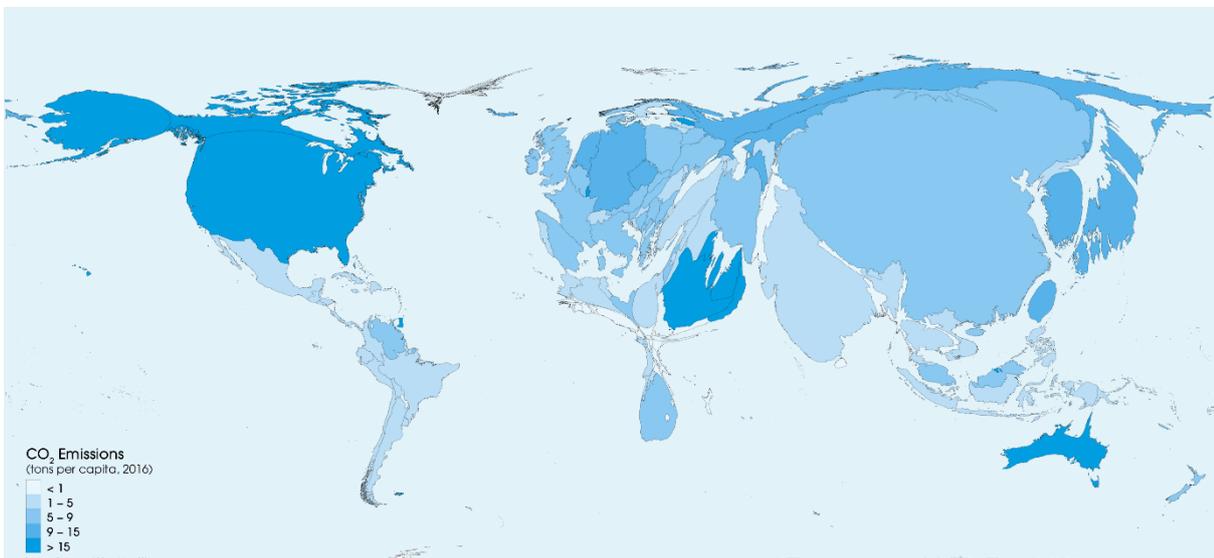


Figura 22: Carta tematica produzione CO2 pro-capite nel 2016<sup>33</sup>

### 4.3 Gli RCPs: Scenari futuri pubblicati dall'IPCC

L'IPCC, ovvero "The Intergovernmental Panel on Climate Change" la cui traduzione italiana risulta essere "Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici" è l'organismo delle nazioni unite preposto alla valutazione della scienza relativa ai cambiamenti climatici.<sup>34</sup>

Nel 2014 ha simulato diversi scenari plausibili di concentrazione di CO<sub>2eq</sub>, in base alle future emissioni di gas serra da parte dell'umanità. Questo studio è noto come RCP, ovvero "Representative Concentration Pathways", in particolare sono stati etichettati quattro RCP in base al valore della "forzante radiativa". Gli RCP scelti sono: RCP2,6; RCP4,5; RCP6,0 e in ultimo RCP8,5. La forzante radiativa sopradescritta è in breve la variazione di flusso radiativo netto atmosferico causato da fenomeni antropogenici.

<sup>32</sup> <https://worldmapper.org/maps/carbon-emissions-2015/>

<sup>33</sup> <https://worldmapper.org/maps/emissions-co2-relative-2016/>

<sup>34</sup> <https://www.ipcc.ch/about/>

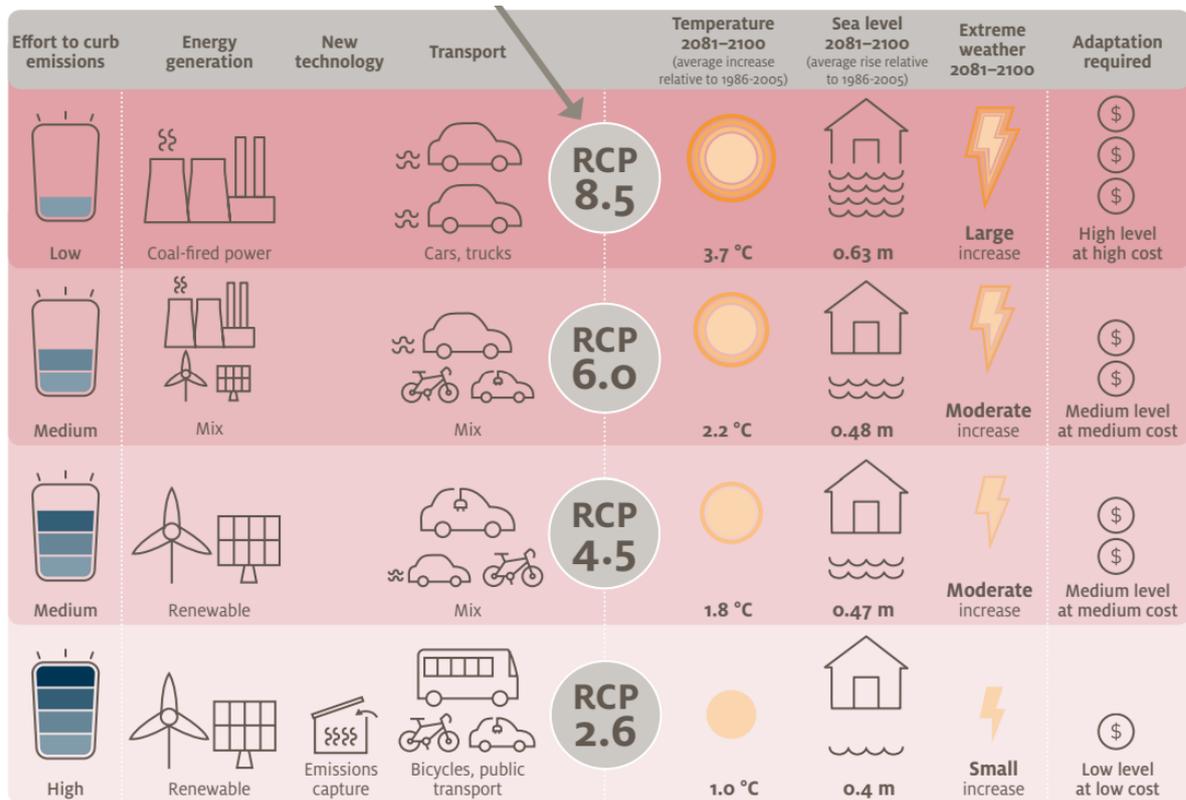


Figura 23: Valutazione RCP<sup>35</sup>

La strategia di mitigazione più aggressiva, ovvero RCP 2.6 è quella in cui le emissioni iniziano a diminuire entro un decennio e saranno nulle entro sessanta anni, con questo profilo a fine secolo si otterranno circa 420 ppm di CO<sub>2</sub>.

Il livello RCP 4.5 indica che entro il 2070 le emissioni di CO<sub>2</sub> scenderanno rispetto alle attuali, e la concentrazione di CO<sub>2</sub> a fine secolo sarà di circa 530 ppm.

Il livello RCP 6.0 indica che le emissioni cresceranno fino a circa il 2080 per poi stabilizzarsi, i valori che si avranno a fine secolo saranno superiori di circa il 25% rispetto al livello RCP 4.5.

Il livello di RCP 8.5 va ad indicare che entro il 2100 le concentrazioni di CO<sub>2</sub> risulteranno triplicate o quadruplicate rispetto al periodo preindustriale (periodo precedente al XIX secolo). La concentrazione a cui si arriverà sarà di circa 920 ppm di CO<sub>2</sub>

In Figura 24 è possibile vedere sull'asse delle ascisse gli anni, e sulle ordinate le emissioni annuali in tonnellate di CO<sub>2</sub>. Invece in Figura 23 è possibile osservare come maggiore sarà la forzante radiativa, maggiore sarà sia l'incremento di temperatura sia il livello dei mari, inoltre sarà sempre più probabile ottenere eventi atmosferici estremi. In aggiunta a quanto detto sopra, un altro aspetto fondamentale è la maggiore probabilità di avere ondate di calore, queste determinano: una conseguente crescita di mortalità ed una maggiore probabilità che si verifichino incendi boschivi con conseguente danneggiamento della flora e della fauna. In ultimo ma non meno importante potrebbe essere una interruzione della fornitura elettrica dovuta alla maggiore richiesta di essa per il fabbisogno di raffrescamento a causa di estati

<sup>35</sup><https://coastadapt.com.au/sites/default/files/infographics/15-117-NCCARFINFOGRAPHICS-01-UPLOADED-WEB%2827Feb%29.pdf>

sempre più calde il che porterebbe nuovamente alla crescita della mortalità in particolar modo per quanto riguarda le persone più deboli: gli anziani, i bambini o le persone malate.

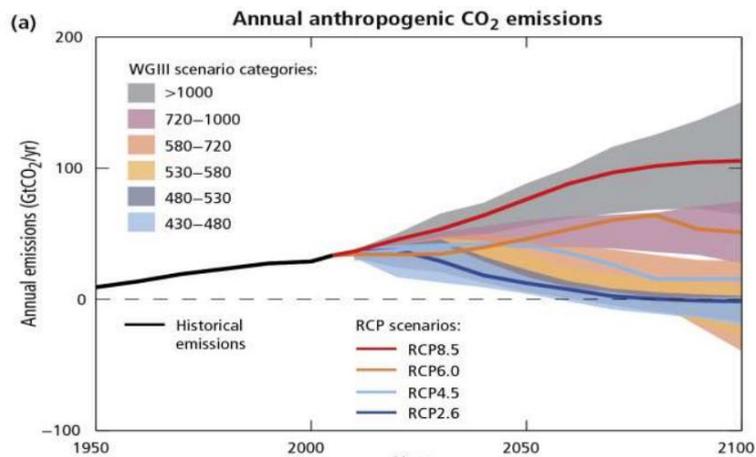


Figura 24: Scenari RCPs<sup>36</sup>

Esistono due principali approcci al cambiamento climatico, il primo riguarda le misure di adattamento ovvero: adattarsi al cambiamento offrendo delle soluzioni energetiche innovative a basso impatto ambientale con lo scopo di ridurre le emissioni di anidride carbonica. Il secondo è la mitigazione, ovvero: la riduzione della produzione dell'anidride carbonica riformando il patrimonio edilizio e tendendo all'energia pulita, ovvero passando alle energie prodotte da fonti rinnovabili.

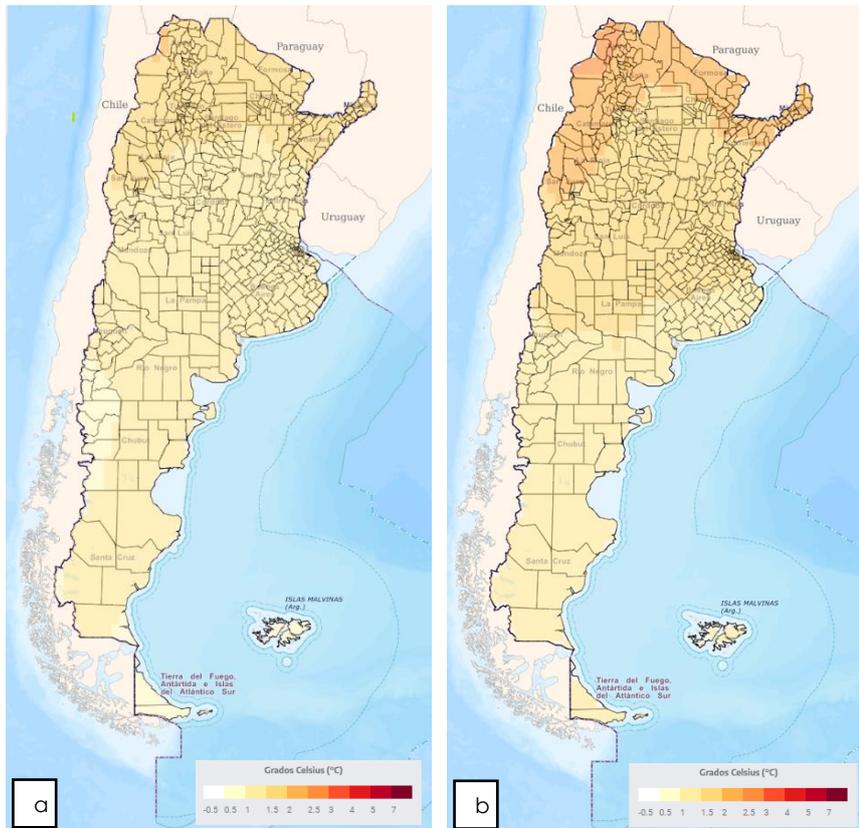


Figura 25: Temperatura minima (immagine a: RCP 4,5; immagine b: RCP 8,5)<sup>37</sup>

<sup>36</sup>IPCC 5<sup>th</sup> assesment report, Synthesis Report, 2014

<sup>37</sup> <https://simarcc.ambiente.gob.ar/mapa-riesgo>

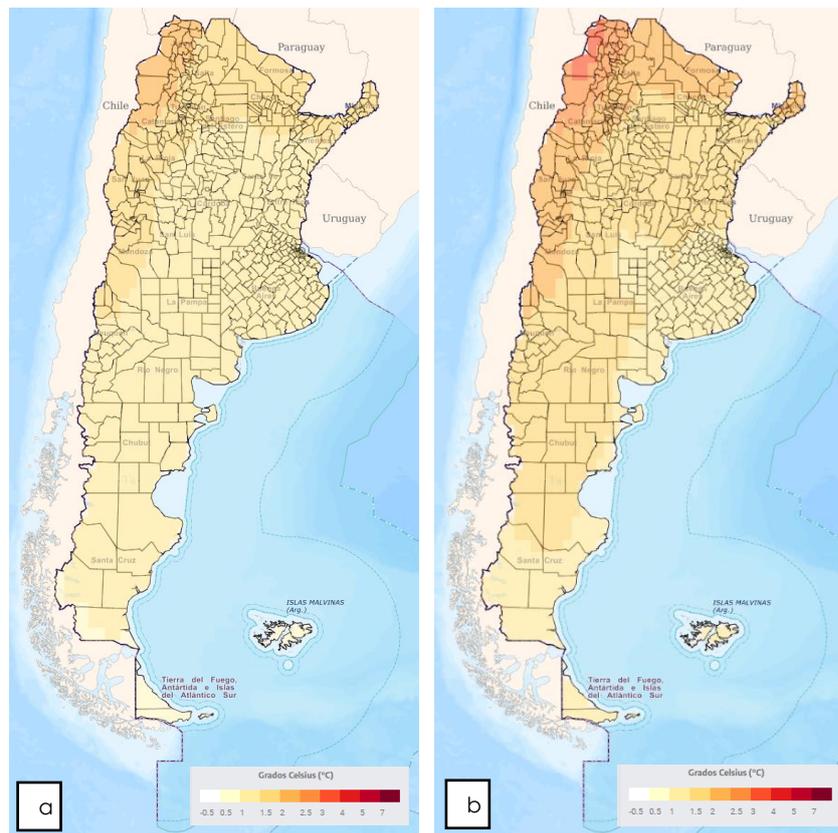


Figura 26: Temperatura massima (immagine a: RCP 4,5; immagine b: RCP 8,5)<sup>38</sup>

In Figura 25 e in Figura 26 sono visibili delle rielaborazioni del ministero dell'ambiente argentino dove si può osservare in base all'RCP le differenze di temperature rispetto alle attuali nell'anno 2050. E ben visibile come in entrambi i casi, sia la temperatura massima, sia la minima aumenteranno. È da sottolineare come nel caso più catastrofico, ovvero RCP8,5 la temperatura in trent'anni potrebbe aumentare anche di 5°C nelle zone più a nord ovvero quelle più vicine all'equatore.

#### 4.4 Effetti del cambiamento climatico in Argentina

In questo capitolo si vuole spiegare quali effetti del cambiamento climatico sono osservabili e quali cause porteranno nel futuro prossimo in Argentina.

Secondo quanto riporta il ministero italiano dell'Ambiente e della sicurezza energetica: "Il Cambiamento Climatico si manifesta in Argentina attraverso ondate di calore che rendono più limitata la disponibilità idrica favorendo la rapida perdita di umidità del suolo e della vegetazione."<sup>39</sup>

In Figura 27 si riporta un'immagine tratta dal ministero dell'Ambiente e dello Sviluppo Sostenibile argentino, quest'immagine deriva da uno studio di un ente pubblico argentino chiamato "terza comunicazione", ente che si occupa di studiare i cambiamenti climatici. Nella figura si può notare come gli effetti che si hanno sono quelli già citati nel capitolo 4.3, ovvero di colore verde si ha la riduzione dei ghiacciai sulla Cordigliera delle Ande e una maggiore frequenza di precipitazioni estreme e inondazione nella zona della capitale. Di colore viola si hanno i fenomeni sia osservati che previsti per il futuro, in particolare si può

<sup>38</sup> <https://simarcc.ambiente.gob.ar/mapa-riesgo>

<sup>39</sup> <https://www.mase.gov.it/pagina/argentina#:~:text=Il%20Cambiamento%20Climatico%20si%20manifesta,del%20suo%20e%20della%20vegetazione.>

osservare un aumento del livello del mare e stress idrico nella zona nord ovest del paese. In più come già indicato nel capitolo 3.2 si ha un aumento generalizzato della temperatura media in tutto il paese. Come ultimo punto nell'immagine si può notare delle zone colorate di arancione che riguardano un evento previsto per il futuro; relativamente alle zone centrali nella fascia ovest si ipotizzano delle crisi idriche, sempre causate dall'aumento generalizzato della temperatura.



Figura 27: Cambiamenti climatici in Argentina<sup>40</sup>

## 4.5 Agenda 2030

L'agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile è un programma sottoscritto dai 193 Paesi membri dell'ONU, in esso sono compresi 17 obiettivi per lo sviluppo sostenibile denominati "Sustainable Development Goals" da cui l'acronimo "SDGs". Gli obiettivi hanno lo scopo di porre fine alla povertà, fermare il cambiamento climatico e combattere le disuguaglianze.

Si riportai in Figura 28 i diciassette obiettivi.



Figura 28:SDGs<sup>41</sup>

<sup>40</sup> <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/cambio-climatico>

<sup>41</sup> <https://unric.org/it/wp-content/uploads/sites/3/2019/11/SDG-presentazione.pdf>

Si è scelto di riportare gli obiettivi definiti dall'ONU poiché è attualmente in essere un protocollo d'intesa tra i ministeri dell'ambiente italiano e argentino. Questa convenzione ha lo scopo di migliorare le condizioni abitative in argentina e pertanto tiene in considerazione alcuni dei 17 SDGs, si riportano di seguito i punti facente parte dell'accordo siglato tra le due nazioni a Sharm El Sheikh nel 2022:<sup>42</sup>

SDG6: Migliorare la gestione delle risorse idriche e proteggere gli ecosistemi legati all'acqua;

SDG7: Promuovere l'accesso all'energia sostenibile, rinnovabile ed efficiente;

SDG12: Favorire l'adozione di modelli di consumo consapevoli;

SDG 13: Rafforzare e coordinare gli sforzi per combattere i cambiamenti climatici globali e affrontarne gli effetti negativi;

SDG14: Promuovere un uso sostenibile degli Oceani dei mari e delle risorse marine;

SDG15: Proteggere, ripristinare e migliorare l'uso sostenibile degli ecosistemi terrestri;

SDG17: Aumentare il sostegno internazionale per lo sviluppo delle capacità nei paesi in via di sviluppo.

Di particolare importanza relativamente a quest'elaborato sono tuttavia altri tre SDG non inseriti nel protocollo d'intesa, ovvero:

SDG 11: Città e comunità sostenibili: si cercato di approfondire come le abitazioni avessero un impatto ambientale, e come fosse possibile migliorarle con soluzioni più efficienti, infatti questo obiettivo mira a ridurre l'inquinamento prodotto dalle città. In aggiunta tenta a rendere città stabili socialmente, senza rischi legati all'ambiente e produttive, tenendo in considerazione che l'urbanizzazione, per quanto sia necessaria, rischia di creare condizioni abitative simili agli slum. Questo obiettivo pone come proposito l'accesso adeguato e sicuro a case e servizi per tutte le persone entro il 2030.



SDG1: Povertà zero: uno degli scopi per cui è nato l'ente di credito PRO.CRE.AR, che vedremo in seguito, è quello di diminuire la povertà progettando e finanziando case in edilizia sussidiata. Circa la metà della popolazione mondiale vive in povertà e non ha abbastanza cibo o acqua pulita, i motivi principali sono, l'esclusione sociale, la mancanza di lavoro, vulnerabilità, disastri, malattie e le tensioni sociali che spesso sfociano in conflitti. Questo obiettivo mira a dimezzare il numero di persone che vivono in condizioni di povertà entro il 2030.



SDG3: Salute e benessere, L'ente di credito cerca di migliorare le condizioni abitative delle persone che vivono in situazioni di miseria. Lo stile di vita delle favelas favorisce proliferazione di malattie, inoltre alcune persone che vivono all'interno di questi quartieri non risultano registrate all'anagrafe, questo non concede loro di accedere alle cure necessarie. Questo SDGs serve, infatti, a cercare una soluzione proprio per queste condizioni. Per quanto riguarda la mortalità infantile e alcune malattie infettive sono già stati impiegati diversi sforzi, ma rimane comunque un'inuguaglianza per quanto



<sup>42</sup><https://www.mase.gov.it/pagina/15-novembre-2022-cop27-firmato-nuovo-protocollo-d-intesa>

concerne la possibilità di accesso alle cure. Non risulta molto costoso riuscire a raggiungere questo obiettivo in quanto per molte malattie sarebbe sufficiente immunizzare tramite vaccini.

## 4.6 Le norme UNI EN ISO 14040:2021 e 15978:2011

In questo capitolo si cerca di spiegare come la normativa, in particolare la UNI EN ISO 14040:2021 e la UNI EN ISO15978:2011 interpretano il Life Cycle Assessment.

Prima di spiegare di che cosa si occupano in modo particolare le norme è bene spiegare in bene che cos'è LCA, ovvero il Life Cycle Assessment.

Per spiegare LCA si può rispondere alla seguente domanda: "Quanto è sostenibile il prodotto o il processo?". Per quanto riguarda gli edifici dobbiamo considerare diversi aspetti: i materiali grezzi ed il processo di produzione dei materiali; il processo di costruzione, la fase di utilizzo, il fine vita dell'edificio; lo smaltimento dei materiali ed il riciclo. La norma UNI EN ISO14040:2021 definisce LCA come: "compilazione e valutazione attraverso tutto il ciclo di vita degli elementi in ingresso e in uscita, nonché i potenziali impatti ambientali di un sistema di prodotto".<sup>43</sup> La LCA è pertanto una metodologia analitica e sistematica che stima l'impatto ambientale che un prodotto o un servizio ha, lungo il suo ciclo di vita.

L'impatto ambientale del prodotto o del servizio è basato su diverse categorie di influenza:

- potenziale di riscaldamento globale ossia impronta dell'anidride carbonica;
- domanda cumulativa di energia;
- uso dell'acqua;
- esaurimento delle risorse;
- acidificazione che causa piogge acide.

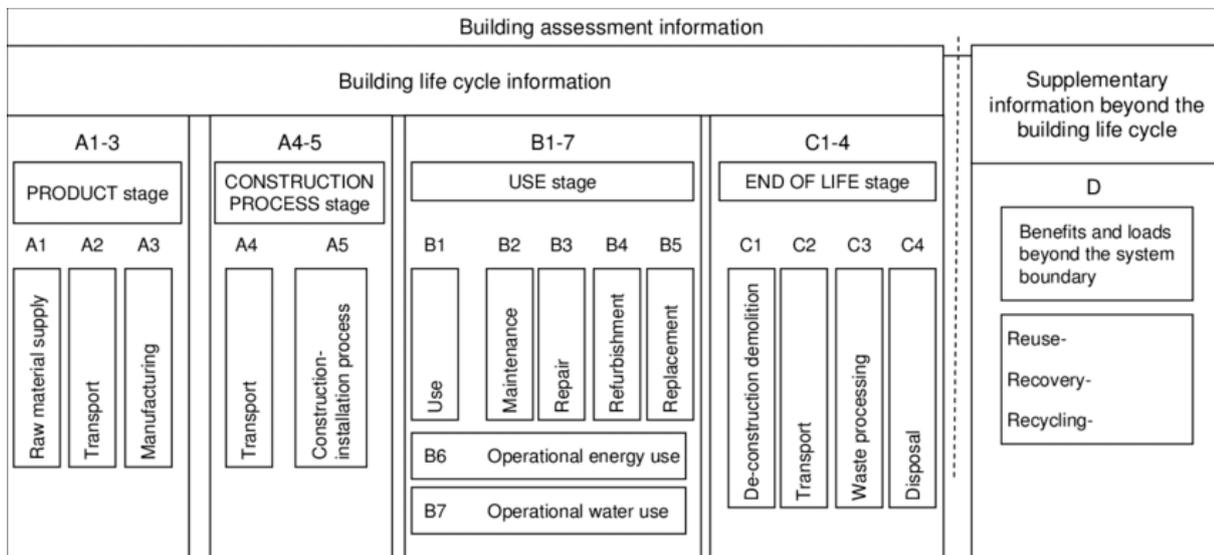


Figura 29: Ciclo di vita dell'edificio secondo EN 15978<sup>44</sup>

Lo standard EN 15978:2011 fornisce: la descrizione dell'oggetto della valutazione; il confine del sistema che si applica a livello dell'edificio, la procedura da utilizzare per l'analisi

<sup>43</sup> UNI EN ISO 14040:2021

<sup>44</sup>UNI EN ISO 15978:2011

dell'inventario; l'elenco degli indicatori e le procedure per il calcolo; i requisiti per la presentazione dei risultati ed i requisiti per i dati necessari per il calcolo;

La stessa normativa suddivide le fasi dell'edificio come visibile in Figura 29.

In questo elaborato si cerca di approfondire, con un maggiore dettaglio la prima fase, ovvero quella che comprende quello che da normativa viene chiamato "Fase di produzione".

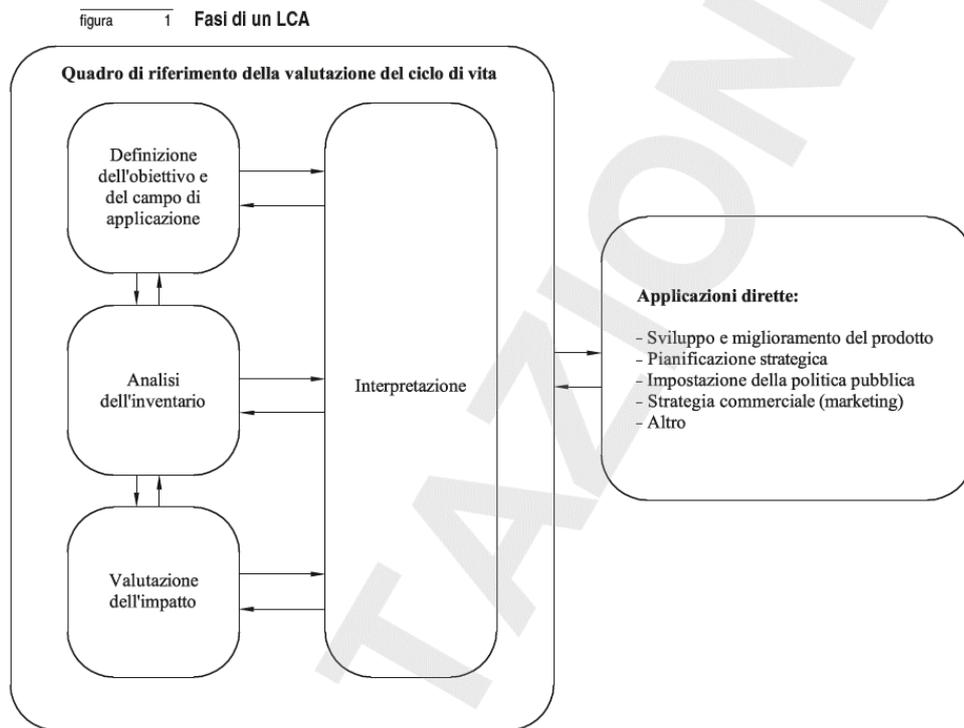


Figura 30:Fasi LCA<sup>45</sup>

Come visibile in Figura 30, estratta dalla norma UNI EN ISO 14040:2021, lo studio della valutazione del ciclo di vita implica la considerazione di diverse fasi:

- definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione dell'analisi;
- analisi di un inventario di input e output di un determinato sistema;
- valutazione del potenziale impatto ambientale correlato con dati di input e output;
- interpretazione dei risultati ottenuti.

<sup>45</sup> UNI EN ISO 14040:2021

## 5 L'attuale fase evolutiva dell'edilizia agevolata in Argentina

Attualmente nello stato Sud-Americano esiste un programma di credito per la costruzione di abitazioni in edilizia sussidiata, il programma di credito è denominato: PRO.CRE.AR.

Il programma PRO.CRE.AR il cui nome ufficiale risulta essere "Programa de Crédito Argentino del Bicentenario para la Vivienda Única Familiar" la cui traduzione in italiano è "Programma di credito del bicentenario argentino per l'edilizia abitativa unifamiliare" è stato presentato nel 2012 dall'allora presidente dell'Argentina Cristina Fernández. Il programma è stato interrotto nel 2018 e successivamente ripreso nel 2020 con il nome "Pro.Cre.Ar II". Il programma sin dalla sua origine ha lo scopo di concedere crediti per la costruzione di alloggi. La linea Procrear II Urban Developments consente di accedere al credito ipotecario per l'acquisto di nuove abitazioni in uno degli immobili promossi e gestiti dallo Stato Nazionale creati all'interno di nuovi quartieri residenziali.

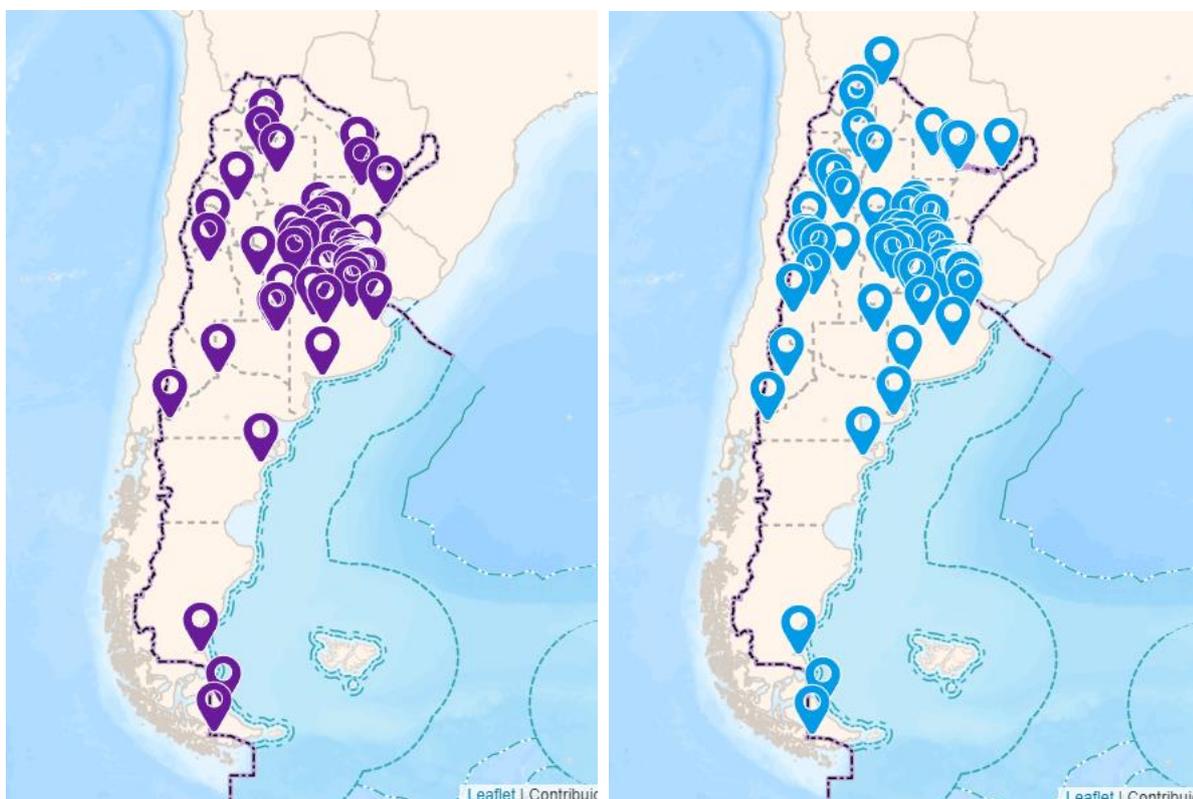


Figura 31: Collocazione dei progetti PRO.CRE.AR. in corso di costruzione (viola) e abitazioni ultimate (azzurre)<sup>46</sup>

Generalmente i terreni utilizzati da PRO.CRE.AR sono lotti appena fuori città che ospitavano solitamente prati verdi o contenevano abitazioni non più utilizzate. I progetti delle abitazioni avvengono su lotti edificabili e devono essere in una posizione adeguata, ovvero devono essere inseriti nel tessuto urbano, in aree di completamento o in aree adiacenti ad aree urbanizzate, con accessi agli spazi pubblici, ai servizi, come ad esempio scuole. Inoltre, devono avere accesso alle infrastrutture di base, come le strade, e le abitazioni devono essere fornite di acqua potabile, elettricità, ed illuminazione pubblica, oltre che i lotti con canali di scolo e servizi di emergenza.

<sup>46</sup> <https://www.argentina.gob.ar/habitat/procrear/mapa-de-desarrollos-urbanisticos>

In Figura 31 si possono osservare in colore azzurro i 73 siti dove le abitazioni risultano già ultimate, in colore viola invece sono indicati i siti dove le abitazioni sono ancora in corso di esecuzione, oltre a questi 144 siti, la pagina web del programma di credito, la stessa da cui sono tratte le figure, dichiara che si è già aggiudicata altri sei siti.<sup>47</sup>

Negli ultimi due anni, ovvero da aprile 2020 ad agosto 2023 la maggior parte dei crediti sono stati liquidati nella provincia di Buenos Aires, circa il 20% del totale, seguito dalle provincie di Cordoba e Santa Fe, ognuna con il 10%. Inoltre, sempre dalla pagina web da cui si sono prese le informazioni appena descritte si può anche leggere che loro dichiarano oltre 30 000 abitazioni progettate e oltre 90 000 posti di lavori forniti per coprire tutto l'iter di costruzione delle abitazioni. Esiste, infine, una lista di oltre 1200 imprese aderenti al programma di credito; queste imprese convenzionate con il programma offrono degli sconti al beneficiario sull'acquisto di materiale e vengono rimborsati dalla banca nazionale che gestisce il credito di PRO.CRE.AR.

Non tutti i cittadini argentini possono aderire a questo programma, essendo un programma di credito esistono delle regole stringenti per filtrare le persone che possono accedere ad esso, in particolare:

- Non aver beneficiato di piani abitativi negli ultimi dieci anni.
- Non avere immobili intestati a proprio nome.
- Avere il documento di identità nazionale valido.
- Avere un'età compresa tra 18 e 64 anni al momento del completamento dell'iscrizione.
- Dimostrare un reddito netto mensile minimo del gruppo familiare convivente. Il reddito minimo necessario per accedere ad una determinata abitazione e può variare a seconda dell'immobile e della tipologia scelta.
- Dimostrare almeno dodici mesi di continuità lavorativa registrata.
- Non avere debiti negli ultimi nove mesi.

Dato che gli iscritti al programma di PRO.CRE.AR sono un numero elevato viene fatta una selezione dei richiedenti, si riportano di seguito diversi grafici di confronto tra iscritti al programma di credito e beneficiari. Questi dati sono delle rielaborazioni di valori forniti dall'ente di credito nel mese di agosto 2023 in cui si vanno a confrontare in numero percentuale gli iscritti, ovvero l'insieme dei richiedenti, che si sono registrati al programma di credito ed i beneficiari, ovvero le persone scelte dal programma di credito a cui è stata assegnato un modello di abitazione.

---

<sup>47</sup>[https://www.argentina.gob.ar/habitat/plan-nacional-de-suelo-urbano/programa-nacional-de-produccion-de-suelo/presentaci%C3%B3n\\_proyectos](https://www.argentina.gob.ar/habitat/plan-nacional-de-suelo-urbano/programa-nacional-de-produccion-de-suelo/presentaci%C3%B3n_proyectos)

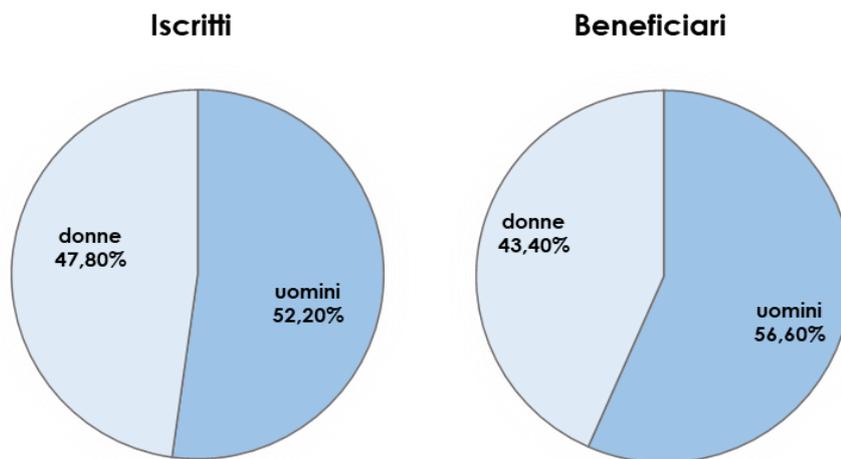


Grafico 5: Iscritti e beneficiari suddivisi in base al genere

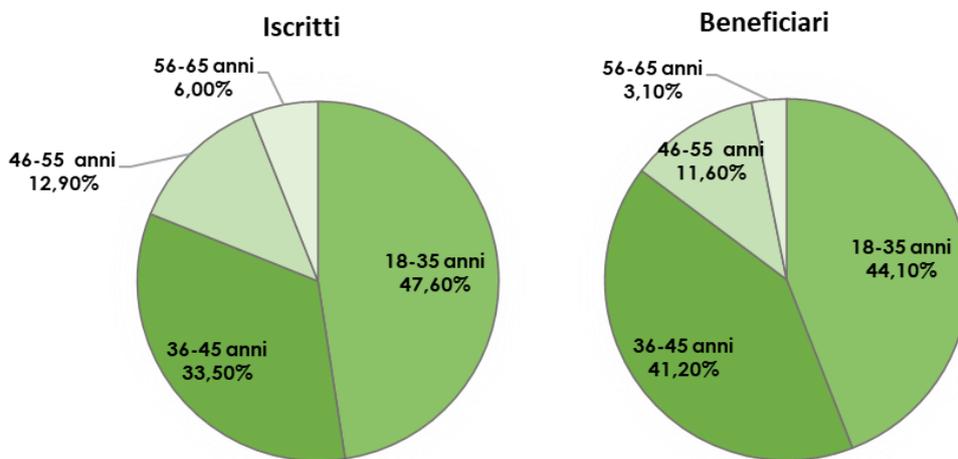


Grafico 6: Iscritti e beneficiari suddivisi per età

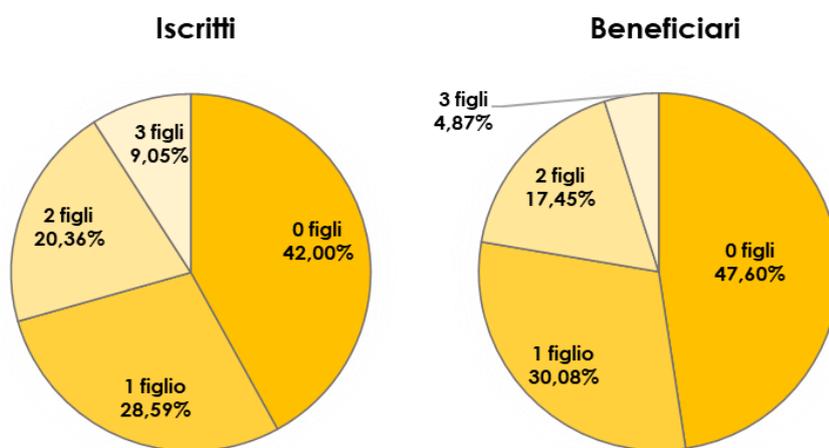


Grafico 7: Iscritti e beneficiari suddivisi per numero di figli

Osservando i dati mostrati dal Grafico 6 e Grafico 7 si può affermare che la filosofia del programma di credito è di dare maggiore opportunità ai giovani che vogliono costruire una famiglia; infatti, come si può vedere in percentuale viene affidato il credito a persone soprattutto senza figli o al massimo con un figlio.

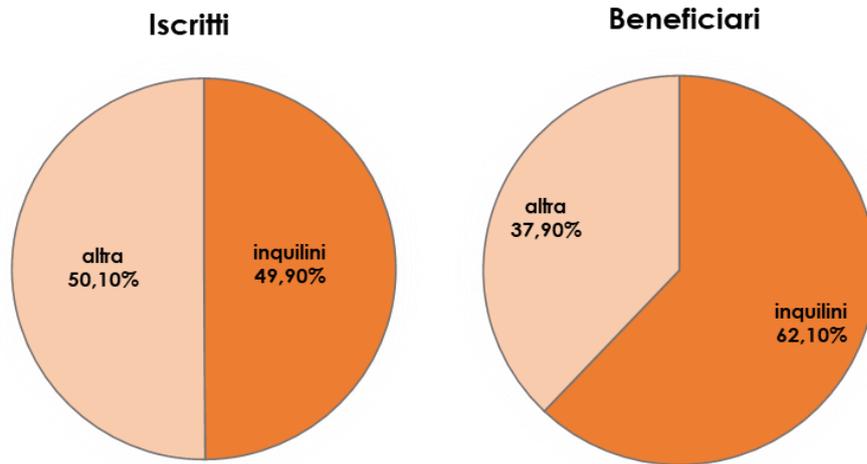


Grafico 8: Iscritti e beneficiari suddivisi per tipo di abitazione precedente

Nel Grafico 8 si può osservare come la maggior parte delle abitazioni del programma di credito vadano a persone che precedentemente avevano un contratto di affitto; quello che dal grafico è definito come "altro" sta a significare persone che hanno dei contratti senza pagamento di canone, per esempio il contratto di comodato d'uso.

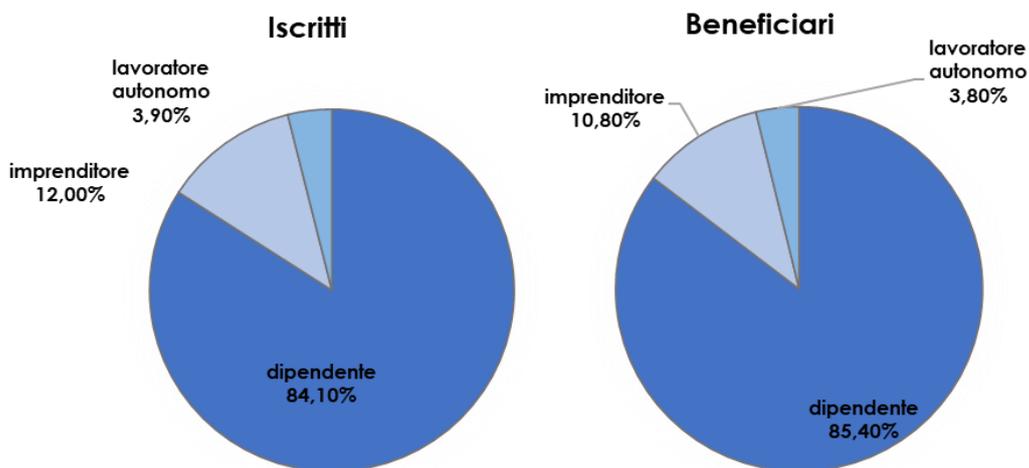


Grafico 9: Iscritti e beneficiari suddivisi in base all'impiego principale

Infine, nel Grafico 9 si può osservare come la quasi totalità di beneficiari abbia un reddito da lavoro dipendente, questo perché PRO.CRE.AR è un programma di credito offerto da una banca con copertura nazionale, e la stessa nazione deve tutelarsi, avere soggetti beneficiari con un lavoro dipendente risulta più sicuro per lo stesso programma di credito. Si riporta nel Grafico 10 un riassunto dei grafici precedenti dove la parte positiva del grafico sta ad indicare quanto maggiore in percentuale le abitazioni vengono assegnate ai beneficiari rispetto ad i richiedenti considerando le diverse categorie osservate nei grafici precedenti.

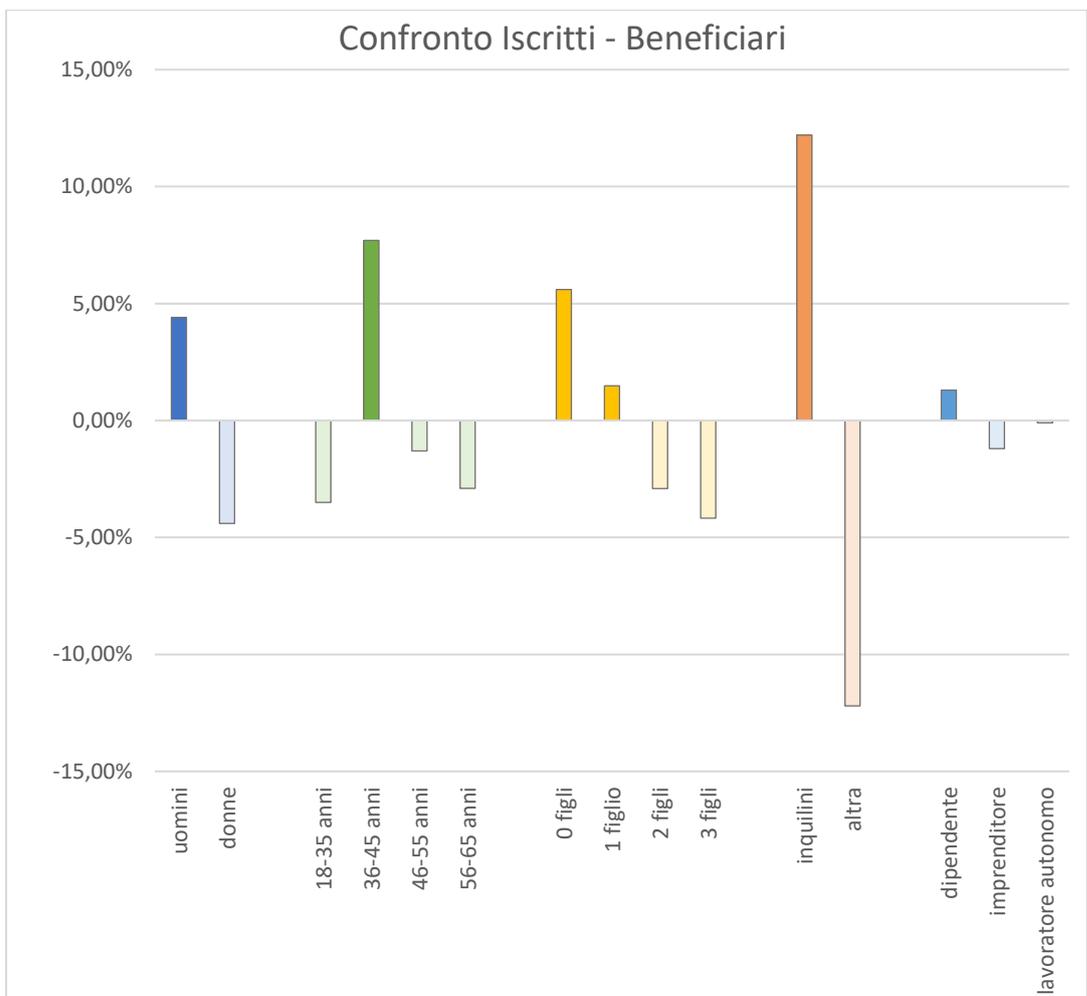


Grafico 10: Confronto Iscritti – Beneficiari

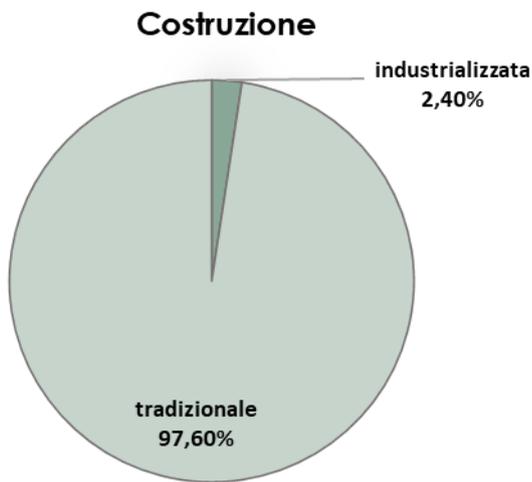


Grafico 11: Confronto tra edilizia industrializzata e tradizionale

Il Grafico 11 mostra il confronto tra le abitazioni costruite con il finanziamento del programma di credito, quasi la totalità delle abitazioni risulta essere fabbricata con materiali tradizionali, ovvero in laterizio e calcestruzzo, costruiti in opera. Soltanto una piccola parte di abitazioni viene costruita con un sistema industrializzato, in questo sistema si hanno le abitazioni prefabbricate in legno, come l'edificio oggetto di studio in quest'elaborato. In ultimo in Grafico 12 si possono osservare le dimensioni delle abitazioni progettate, la maggior parte di esse ha una metratura superiore a 50 m<sup>2</sup>.

### Superficie utile delle abitazioni

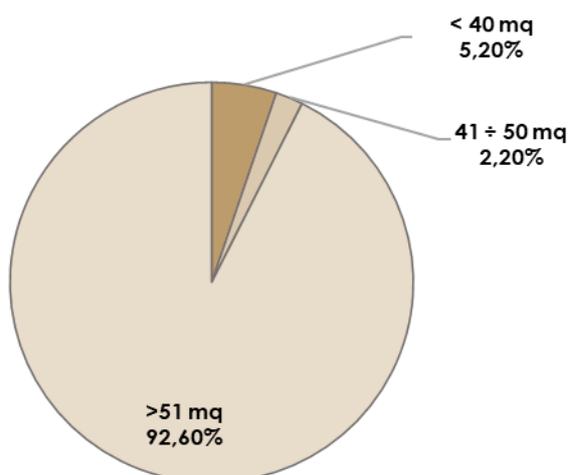


Grafico 12: Metrature di abitazioni costruite dall'ente di credito

## 6 Quadro normativo di riferimento

In questo paragrafo si riportano le leggi principali relative all'argomento oggetto di studio, verranno quindi citate solo le norme utilizzate ai fini poter effettuare lo ricerca. I dati riportati in questo paragrafo derivano da "ESTÁNDARES MÍNIMOS DE CALIDAD PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL" la cui ultima revisione risulta essere del 2019 eseguita dal ministero dell'interno opere pubbliche e abitazioni.

Come primo punto è necessario citare la norma IRAM11605:1996 il cui nome è: "Acondicionamiento térmico de edificios - Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos". Tale norma, come dice il titolo, definisce il valore massimo di trasmittanza termica nelle chiusure opache ad uso residenziale. La presente norma stabilisce innanzitutto tre diversi livelli di comfort:

- livello A: raccomandato;
- livello B: medio;
- livello C: minimo.

Per verificare il livello di comfort è necessario applicare la verifica della condensa superficiale con l'utilizzo di temperature di progetto:

- livello A: 22°C;
- livello B: 20°C;
- livello C: 18°C.

Per verificare le condizioni i comfort invece è necessario valutare che la differenza di temperatura interna di progetto e quella superficiale della chiusura sia inferiore a:

- livello A: 1°C;
- livello B: 2,5°C;
- livello C: 4°C.

Tabla 1 - Valores de  $K_{MAX ADM}$  para condición de invierno \*

en  $W/m^2K$

Temperatura exterior de diseño ( $t_{ed}$ ) [°C]	Nivel A		Nivel B		Nivel C	
	Muros	Techos	Muros	Techos	Muros	Techos
- 15	0,23	0,20	0,60	0,52	1,01	1,00
- 14	0,23	0,20	0,61	0,53	1,04	1,00
- 13	0,24	0,21	0,63	0,55	1,08	1,00
- 12	0,25	0,21	0,65	0,56	1,11	1,00
- 11	0,25	0,22	0,67	0,58	1,15	1,00
- 10	0,26	0,23	0,69	0,60	1,19	1,00
- 9	0,27	0,23	0,72	0,61	1,23	1,00
- 8	0,28	0,24	0,74	0,63	1,28	1,00
- 7	0,29	0,25	0,77	0,65	1,33	1,00
- 6	0,30	0,26	0,80	0,67	1,39	1,00
- 5	0,31	0,27	0,83	0,69	1,45	1,00
- 4	0,32	0,28	0,87	0,72	1,52	1,00
- 3	0,33	0,29	0,91	0,74	1,59	1,00
- 2	0,35	0,30	0,95	0,77	1,67	1,00
- 1	0,36	0,31	0,99	0,80	1,75	1,00
≥ 0	0,38	0,32	1,00	0,83	1,85	1,00

\* Para valores de  $t_{ed}$  intermedios, los valores de  $K_{MAX ADM}$  se obtienen por interpolación lineal.

Figura 32:Trasmittanza termica ammessa in inverno<sup>48</sup>

<sup>48</sup> IRAM 1605:1999

Per quanto riguarda le condizioni invernali relative al caso studio è stato considerato il livello A si riportano in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** i valori di trasmittanza limite per i muri e per il tetto, non esistono tuttavia norme a riguardo della trasmittanza del pavimento. Il caso studio è ubicato nella città di Buenos Aires la quale risulta avere una temperatura di progetto invernale  $T > 0^{\circ}\text{C}$

Il regolamento indica anche valori massimi per la trasmittanza durante il periodo estivo; per quanto riguarda queste grandezze non si è considerato il livello A ma solamente il livello B, in Figura 33 sono visibili i limiti di trasmittanza termica ammessi durante questo periodo.

Per i serramenti la norma IRAM11507-4:2010 stabilisce la trasmittanza termica massima ammissibile come si può osservare in Figura 34. La tipologia di infissi scelta è quella denominata K3.

**Tabla 2 - Valores máximos de transmitancia térmica para condiciones de verano para muros**

en  $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$

Zona Bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,45	1,10	1,80
III y IV	0,50	1,25	2,00

**Tabla 3 - Valores máximos de transmitancia térmica para condiciones de verano en techos**

en  $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$

Zona Bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,18	0,45	0,72
III y IV	0,19	0,48	0,76

Figura 33: Trasmittanza termica ammessa in estate<sup>49</sup>

**Tabla 1 - Categorías de aislación térmica**

Categoría de aislación	Transmitancia térmica, K (en $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ )
K <sub>1</sub>	$K < 1,0$
K <sub>2</sub>	$1,0 \leq K \leq 1,5$
K <sub>3</sub>	$1,5 < K \leq 2,0$
K <sub>4</sub>	$2,0 < K \leq 3,0$
K <sub>5</sub>	$3,0 < K \leq 4,0$
No clasificable	$K > 4,0$

NOTA. Las categorías de clasificación establecidas en la tabla 1, son exigibles en función del desempeño térmico requerido en las condiciones ambientales de uso previstas para la zona climática donde se instale la ventana (IRAM 11603).

Figura 34: Trasmittanza termica serramenti<sup>50</sup>

<sup>49</sup> IRAM 1605:1999

<sup>50</sup> IRAM 1507-4:2010

Dal 2018 è stato introdotto l'obbligo per tutte le case di un sistema solare termico per l'Acqua Calda Sanitaria, il tipo di circolazione del fluido può essere naturale o forzata. Come elemento ausiliario, ad integrazione del solare termico, si può incorporare una resistenza elettrica oppure un boiler a gas o elettrico oppure una caldaia istantanea. La normativa impone minimo 2 m<sup>2</sup> di superficie di pannelli solari.

In Figura 35 si può osservare che l'orientamento migliore per aver maggior irradianza solare si ha a nord.

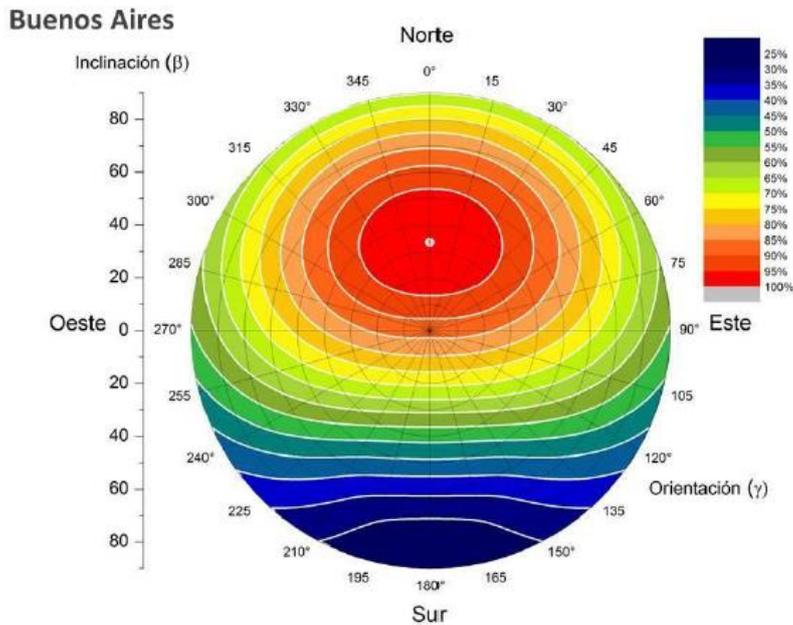


Figura 35: Calcolo del disco di irradiazione solare

Come ultimo punto è importante considerare il fattore di conversione di energia elettrica in energia primaria il quale in Argentina ha un valore pari a 3 e non vi è differenziazione tra energia primaria rinnovabile e non rinnovabile; invece, In Italia il fattore di conversione è pari a 2,43. Questo sta a significare che l'efficienza della rete elettrica Argentina risulta essere peggiore rispetto a quella presente nel nostro Paese.

## 7 Caso studio

### 7.1 Presentazione edificio

L'edificio oggetto di studio è una abitazione unifamiliare in legno finanziata da PRO.CRE.AR, in particolare è il loro primo modello di casa in legno; infatti, il nome di questa tipologia di abitazione è "Maderera", traducibile in italiano con "Legno". L'edificio consiste in un'abitazione di un solo piano con un'estensione di circa 81 m<sup>2</sup>, la casa presenta tre camere da letto, due bagni ed un soggiorno openspace con cucina. Essendo un modello finanziato dall'ente nazionale non esiste un unico luogo dove è stata costruita, dunque per poter condurre un'analisi si è scelto di considerare una città di riferimento per poter eseguire i calcoli e le verifiche necessarie. La città presa in considerazione è stata la capitale della nazione: Buenos Aires; il motivo per cui la scelta è ricaduta sulla capitale è principalmente per il clima di essa, essendo in zona climatica IVc, può essere considerata come zona intermedia, tra i vari climi della nazione. Inoltre la città ha le maggiori tensioni abitative e la domanda di case è molto forte, per di più la periferia di sta espandendo.

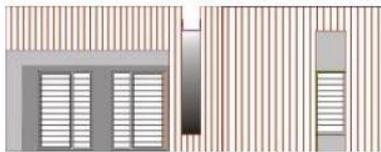
#### MODELO VIVIENDA URBANA\*



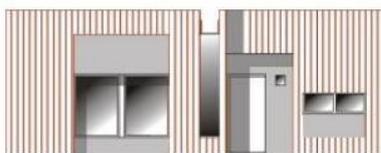
**Vivienda Urbana**  
**Superficie 82 m<sup>2</sup>**  
**Cantidad de dormitorios: 3**  
**Tipo de techo: Inclinado de chapa**

Estar/comedor: 22,50 m<sup>2</sup>  
 Dormitorio principal: 11,70 m<sup>2</sup>  
 Dormitorio 2: 9 m<sup>2</sup>  
 Dormitorio 3: 8 m<sup>2</sup>  
 Baño: 2,8 m<sup>2</sup>  
 Toilete: 2,5 m<sup>2</sup>  
 Cocina: 5 m<sup>2</sup>  
**Precio estimado: \$ 351.000**

VISTA POSTERIOR



VISTA DE ACCESO



\* Los modelos de casa compacta y vivienda urbana se pueden revestir con madera o materiales cementicios. En este caso, adquieren una impronta edilicia urbana donde predomina la imagen de techos planos.



15

Figura 36: Modello Maderera<sup>51</sup>

In Figura 36 si riporta un estratto della presentazione mostrata nel 2015 dell'ente di credito argentino riferito alle diverse tipologie di abitazione.

È importante sottolineare che questa tipologia è stata realizzata dal 2015, quando non era ancora necessario l'uso del solare termico per l'acqua calda sanitaria, questo ci permette di esaminare l'apporto del solare termico obbligatorio oggi rispetto agli anni passati.

<sup>51</sup> <https://es.readkong.com/page/viviendas-de-madera-para-el-plan-procrear-8027608>

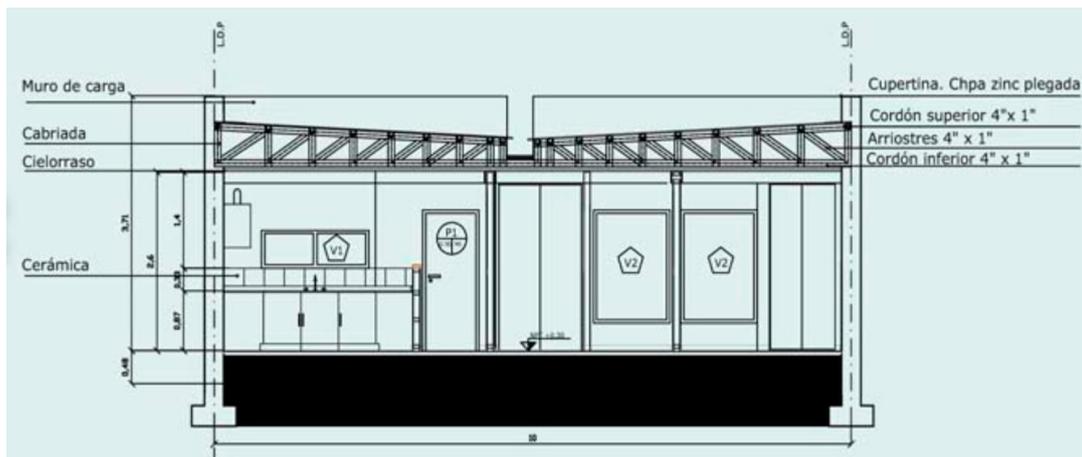


Figura 37: Sezione casa oggetto di studio

## 7.2 Caratteristiche edificio

L'edificio trattato è un quadrilocale unifamiliare di modeste dimensioni. Questa casa in particolare è adatta contenere un massimo di 5 persone.

La casa dispone di un soggiorno con ingresso annesso di 22,5 m<sup>2</sup>, in un angolo aperto sul soggiorno è presente la cucina di 5 m<sup>2</sup> che affaccia sulla sala da pranzo. Sono presenti tre camere da letto, la camera matrimoniale è di 11,7 m<sup>2</sup>, le altre due camere da letto sono di 9 m<sup>2</sup> e 8 m<sup>2</sup> in ultimo sono presenti due bagni ciechi, uno di 2,8 m<sup>2</sup>, con la doccia, e l'altro 2,5 m<sup>2</sup>; entrambi nella zona notte la quale è servita da una breve corridoio di circa 5 m<sup>2</sup>. L'altezza interna è di 2,60 m mentre quella complessiva risulta essere di 3,71 m

Un aspetto che si può osservare dalla Figura è che gli ambienti risultano di dimensioni inferiori rispetto a quanto richiede la normativa italiana. La camera matrimoniale risulta avere una dimensione di circa 2 m<sup>2</sup> in meno rispetto al minimo di una camera doppia italiana, stessa cosa accade per la camera singola dove una delle due camere risulta essere soltanto di 8 m<sup>2</sup> quando in Italia essa deve essere di minimo 9 m<sup>2</sup>. Un ulteriore aspetto importante è l'assenza di una zona filtro tra il locale soggiorno e il bagno, obbligatorio in Italia. L'accesso al bagno di minor dimensioni, infatti risulta avere la porta che affaccia sul corridoio tuttavia manca la seconda porta che separi il corridoio dalla zona giorno.

Non si hanno informazioni a riguardo dell'esterno della abitazione, in quanto questo dipenderà da dove verrà costruita la stessa.

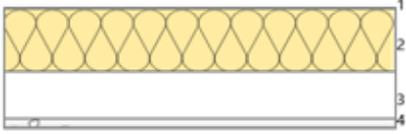
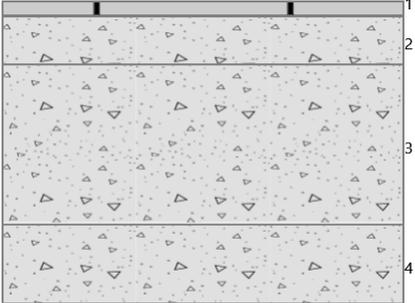
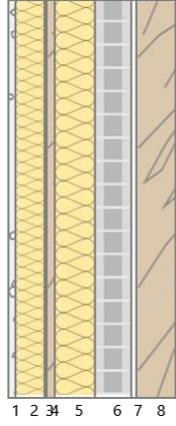
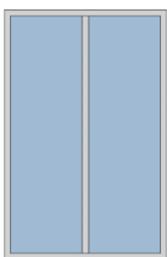
L'abitazione affaccia solamente su due lati, questo perché la presente tipologia di casa è stata progettata per essere replicata a schiera andando dunque ad accostare un'altra abitazione uguale in seguito ad essa.

## 7.3 Soluzione tecnologica in legno

Di seguito si riportano le principali caratteristiche dell'edificio, dal punto di vista involucro opaco e trasparente.

Le stratigrafie sono in parte derivanti dagli articoli trovati riferiti alla casa oggetto di studio, si è cercato di integrare le lacune valutando tecniche costruttive simili utilizzate in Argentina.

Si riportano di seguito le stratigrafie:

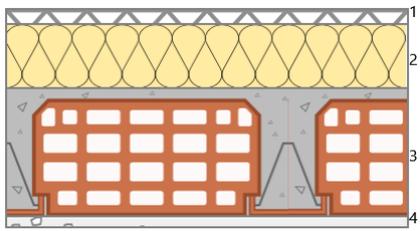
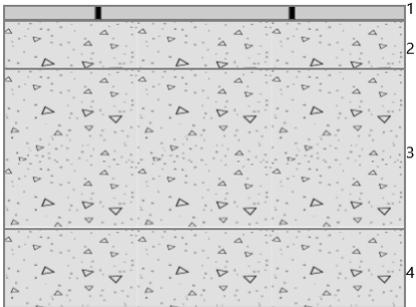
<p>Involucro superiore orizzontale</p>  <p>Trasmittanza termica: 0,337 W/m<sup>2</sup>K Spessore: 154 mm Sfasamento onda termica: -1 h</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N.</th> <th>Descrizione strato</th> <th>s</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>Resistenza superficiale esterna</td> <td>-</td> <td>0,066</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Acciaio inossidabile, austenitico</td> <td>1,00</td> <td>0,000</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Pannello in lana di vetro</td> <td>80,00</td> <td>2,581</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Intercapedine non ventilata</td> <td>60,00</td> <td>0,160</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Cartongesso</td> <td>13,00</td> <td>0,062</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>Resistenza superficiale interna</td> <td>-</td> <td>0,100</td> </tr> </tbody> </table>	N.	Descrizione strato	s	R	-	Resistenza superficiale esterna	-	0,066	1	Acciaio inossidabile, austenitico	1,00	0,000	2	Pannello in lana di vetro	80,00	2,581	3	Intercapedine non ventilata	60,00	0,160	4	Cartongesso	13,00	0,062	-	Resistenza superficiale interna	-	0,100																
N.	Descrizione strato	s	R																																										
-	Resistenza superficiale esterna	-	0,066																																										
1	Acciaio inossidabile, austenitico	1,00	0,000																																										
2	Pannello in lana di vetro	80,00	2,581																																										
3	Intercapedine non ventilata	60,00	0,160																																										
4	Cartongesso	13,00	0,062																																										
-	Resistenza superficiale interna	-	0,100																																										
<p>Involucro orizzontale inferiore</p>  <p>Trasmittanza termica: 1,678 W/m<sup>2</sup>K Spessore: 380 mm Sfasamento onda termica: -11,2 h</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N.</th> <th>Descrizione strato</th> <th>s</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>Resistenza superficiale interna</td> <td>-</td> <td>0,170</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Piastrelle in ceramica</td> <td>20,00</td> <td>0,015</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Sottofondo di cemento magro</td> <td>60,00</td> <td>0,086</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>C.l.s. con massa volumica media</td> <td>200,00</td> <td>0,174</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Sottofondo di cemento magro</td> <td>100,00</td> <td>0,111</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>Resistenza superficiale esterna</td> <td>-</td> <td>0,040</td> </tr> </tbody> </table>	N.	Descrizione strato	s	R	-	Resistenza superficiale interna	-	0,170	1	Piastrelle in ceramica	20,00	0,015	2	Sottofondo di cemento magro	60,00	0,086	3	C.l.s. con massa volumica media	200,00	0,174	4	Sottofondo di cemento magro	100,00	0,111	-	Resistenza superficiale esterna	-	0,040																
N.	Descrizione strato	s	R																																										
-	Resistenza superficiale interna	-	0,170																																										
1	Piastrelle in ceramica	20,00	0,015																																										
2	Sottofondo di cemento magro	60,00	0,086																																										
3	C.l.s. con massa volumica media	200,00	0,174																																										
4	Sottofondo di cemento magro	100,00	0,111																																										
-	Resistenza superficiale esterna	-	0,040																																										
<p>Involucro verticale opaco</p>  <p>Trasmittanza termica: 0,314 W/m<sup>2</sup>K Spessore: 210 mm Sfasamento onda termica: -4,9 h</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N.</th> <th>Descrizione strato</th> <th>s</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>Resistenza superficiale interna</td> <td>-</td> <td>0,130</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Cartongesso</td> <td>10,00</td> <td>0,047</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Polistirene espanso sinterizzato</td> <td>36,00</td> <td>1,029</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Barriera vapore in fogli di polietilene</td> <td>2,00</td> <td>0,004</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Pannelli di trucioli di legno pressati</td> <td>10,00</td> <td>0,083</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Pannello in lana di vetro</td> <td>50,00</td> <td>1,613</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pannello un cls</td> <td>45,00</td> <td>0,150</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Intercapedine fortemente</td> <td>7,00</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Legno di rivestimento</td> <td>50,00</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>Resistenza superficiale esterna</td> <td>-</td> <td>0,040</td> </tr> </tbody> </table>	N.	Descrizione strato	s	R	-	Resistenza superficiale interna	-	0,130	1	Cartongesso	10,00	0,047	2	Polistirene espanso sinterizzato	36,00	1,029	3	Barriera vapore in fogli di polietilene	2,00	0,004	4	Pannelli di trucioli di legno pressati	10,00	0,083	5	Pannello in lana di vetro	50,00	1,613	6	Pannello un cls	45,00	0,150	7	Intercapedine fortemente	7,00	-	8	Legno di rivestimento	50,00	-	-	Resistenza superficiale esterna	-	0,040
N.	Descrizione strato	s	R																																										
-	Resistenza superficiale interna	-	0,130																																										
1	Cartongesso	10,00	0,047																																										
2	Polistirene espanso sinterizzato	36,00	1,029																																										
3	Barriera vapore in fogli di polietilene	2,00	0,004																																										
4	Pannelli di trucioli di legno pressati	10,00	0,083																																										
5	Pannello in lana di vetro	50,00	1,613																																										
6	Pannello un cls	45,00	0,150																																										
7	Intercapedine fortemente	7,00	-																																										
8	Legno di rivestimento	50,00	-																																										
-	Resistenza superficiale esterna	-	0,040																																										
<p>Involucro orizzontale trasparente</p>  <p>Emissività <math>\epsilon</math>: 0,837 Fattore di trasmittanza solare ggl.n: 0,750 Trasmittanza termica <math>U_w</math>: 2,004 W/m<sup>2</sup>K Trasmittanza solo vetro <math>U_g</math>: 1,600 W/m<sup>2</sup>K</p>																																													

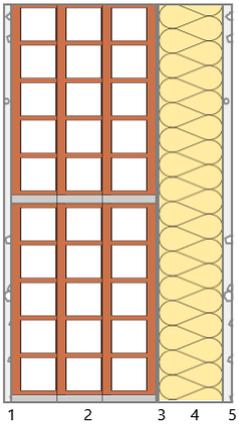
L'inerzia termica di un componente edilizio o lo Sfasamento onda termica di questo è la capacità di ridurre e smorzare l'effetto sul carico termico dell'ambiente da sollecitazioni dinamiche di temperatura dovute all'esterno. Vengono considerate dunque due funzioni: quella di smorzare o diminuire l'impatto termico e quella di sfalsare, ossia ritardare nel tempo, l'effetto della differenza di temperatura. Un'importante caratteristica dei materiali affinché questo controllo possa avvenire è la massa del componente edilizio. Questo requisito tecnologico risulta molto valido nelle zone climatiche dove si ha una alta differenza di temperature tra le ore più calde, nel pomeriggio, e quelle più fredde, di notte. Il numero di ore ottimale per il controllo dell'inerzia termica varia dalle 8 h alle 14 h, cosicché la temperatura esterna venga trasferita all'interno con un ritardo che permette di ottenere una parete interna calda nelle ore notturne e fresca nelle ore diurne. Nella tabella soprastante si può osservare che nell'involucro opaco è stato inserito all'esterno un pannello in calcestruzzo, questa tecnica utilizzata consente di aumentare l'inerzia termica dell'involucro poiché il pannello in calcestruzzo permette di aumentare la massa superficiale del muro stesso che altrimenti avrebbe un valore esiguo. In Argentina è importante trovare un ottimo sfalsamento termico poiché in molte città l'escursione termica tra il giorno e la notte si attesta intorno ai 14°C.

### 7.4 Soluzione tecnologica in laterizio

Per poter fare un'analisi di confronto con l'edificio proposto dall'ente di credito, si è deciso di analizzare lo stesso edificio per geometria e forma, utilizzando però materiali più tradizionali, quali il laterizio e il calcestruzzo.

Si riportano di seguito le varie stratigrafie di quanto considerato:

<p style="text-align: center;"><b>Involucro superiore orizzontale</b></p>  <p>Trasmittanza termica: 0,324 W/m²K Spessore: 275 mm Sfasamento onda termica: -7,4 h</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N.</th> <th>Descrizione strato</th> <th>s</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>Resistenza superficiale esterna</td> <td>-</td> <td>0,040</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Tegola canadese</td> <td>20,00</td> <td>0,087</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Pannello in lana di vetro E100 S G3 sp 80 mm</td> <td>80,00</td> <td>2,581</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Soletta in laterizio spess. 16 - Interasse 50</td> <td>160,00</td> <td>0,262</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Intonaco di gesso e sabbia</td> <td>15,00</td> <td>0,019</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>Resistenza superficiale interna</td> <td>-</td> <td>0,100</td> </tr> </tbody> </table>	N.	Descrizione strato	s	R	-	Resistenza superficiale esterna	-	0,040	1	Tegola canadese	20,00	0,087	2	Pannello in lana di vetro E100 S G3 sp 80 mm	80,00	2,581	3	Soletta in laterizio spess. 16 - Interasse 50	160,00	0,262	4	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,019	-	Resistenza superficiale interna	-	0,100
N.	Descrizione strato	s	R																										
-	Resistenza superficiale esterna	-	0,040																										
1	Tegola canadese	20,00	0,087																										
2	Pannello in lana di vetro E100 S G3 sp 80 mm	80,00	2,581																										
3	Soletta in laterizio spess. 16 - Interasse 50	160,00	0,262																										
4	Intonaco di gesso e sabbia	15,00	0,019																										
-	Resistenza superficiale interna	-	0,100																										
<p style="text-align: center;"><b>Involucro orizzontale inferiore</b></p>  <p>Trasmittanza termica: 1,678 W/m²K Spessore: 380 mm Sfasamento onda termica: -11,2 h</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N.</th> <th>Descrizione strato</th> <th>s</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>Resistenza superficiale interna</td> <td>-</td> <td>0,170</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Piastrelle in ceramica</td> <td>20,00</td> <td>0,015</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Sottofondo di cemento magro</td> <td>60,00</td> <td>0,086</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>C.I.s. con massa volumica media</td> <td>200,00</td> <td>0,174</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Sottofondo di cemento magro</td> <td>100,00</td> <td>0,111</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>Resistenza superficiale esterna</td> <td>-</td> <td>0,040</td> </tr> </tbody> </table>	N.	Descrizione strato	s	R	-	Resistenza superficiale interna	-	0,170	1	Piastrelle in ceramica	20,00	0,015	2	Sottofondo di cemento magro	60,00	0,086	3	C.I.s. con massa volumica media	200,00	0,174	4	Sottofondo di cemento magro	100,00	0,111	-	Resistenza superficiale esterna	-	0,040
N.	Descrizione strato	s	R																										
-	Resistenza superficiale interna	-	0,170																										
1	Piastrelle in ceramica	20,00	0,015																										
2	Sottofondo di cemento magro	60,00	0,086																										
3	C.I.s. con massa volumica media	200,00	0,174																										
4	Sottofondo di cemento magro	100,00	0,111																										
-	Resistenza superficiale esterna	-	0,040																										

Involucro verticale opaco			
			
Trasmittanza termica: 0,305 W/m <sup>2</sup> K Spessore: 285 mm Sfasamento onda termica: -7,8 h			
N.	Descrizione strato	s	R
-	Resistenza superficiale interna	-	0,130
1	Intonaco di gesso e sabbia	10,00	0,013
2	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	180,00	0,500
3	Barriera vapore in fogli di polietilene	2,00	0,004
4	Pannello in lana di vetro E100 S G3 sp 80 mm	80,00	2,581
5	Intonaco di gesso e sabbia	13,00	0,016
-	Resistenza superficiale esterna	-	0,040

In questo paragrafo non si riportano le caratteristiche degli infissi in quanto questi risultano uguali alle precedenti.

Le stratigrafie dell'involucro verticale e dell'involucro orizzontale superiore sono state frutto di un'analisi delle soluzioni tradizionali che si hanno in Argentina, si è cercato, però di non far variare eccessivamente la trasmittanza termica del pacchetto rispetto a quello simile, costruito in legno. Per quanto riguarda l'involucro inferiore si è tenuto lo stesso che si ha nella casa in legno, questo perché nello stato Sud-americano è consuetudine gettare una sorta di platea in calcestruzzo e poi costruirci al di sopra; la normativa argentina, infatti non vincola la trasmittanza di questo elemento.

La maggior parte delle abitazioni costruite da PRO.CRE:AR, risultano essere con materiali tradizionali di questa tipologia, una plausibile motivazione, e che in questa si ha uno sfalsamento termico migliore, che rientra nel range delle 8- 14 h.

## 7.5 Confronto delle due soluzioni tecnologiche

Prima di riportare i dati trovati è necessario fare una precisazione, ovvero, nei modelli analizzati si sono considerate solamente le diversità dal punto di vista involucro, dunque, si sono analizzati le partizioni orizzontali, verticali ed inclinate. Queste sono le uniche strutture che si differenziano nelle due tipologie di edificio. Non vengono perciò analizzate gli arredi le forniture impiantistiche poiché queste caratteristiche non aggiungerebbero nulla al confronto tra i due edifici essendo in quanto identici.

Per poter studiare le quantità di CO<sub>2eq</sub> si sono in primo luogo modellati gli edifici su un software energetico: Edilclima, dal programma si sono estratte le quantità di materiale che costituiscono l'edificio, dopo aver ottenuto gli abachi delle quantità si è utilizzato un software disponibile sul web, chiamato One click LCA, dove inserendo le quantità di materiale da abaco si è ottenute la quantità di CO<sub>2eq</sub> prodotta dallo stesso materiale, è importante sottolineare che il presente studio fa riferimento solamente alla parte che la norma UNI EN ISO 15978:2011 definisce come "fase di produzione" ovvero la fase "A1-3" che comprende l'emissione di CO<sub>2eq</sub> prodotta dall'approvvigionamento di materie prime, il trasporto ed il processo produzione del materiale da costruzione.

Non vengono considerati dunque tutte le altre fasi in quanto possiamo definire che quanto studiato in questo elaborato può essere considerato un progetto "preliminare" perché non si hanno informazioni sufficientemente dettagliate a riguardo della collocazione dell'opera, e dai fornitori più vicini effettivi dei materiali con cui l'ente di credito risulta convenzionato.

<b>Confronto di produzione CO<sub>2</sub> eq tra edificio in legno e quello tradizionale</b>		
<b>Tipologia di materiale</b>	<b>Legno</b>	<b>Laterizio</b>
Cartongesso	670,00	0,00
Isolante	1934,00	1420,00
Laterizio	735,00	3412,50
Legno	1111,00	0,00
Malte cementizie	2413,00	4337,50
Metallo	1560,00	0,00
<b>TOTALE</b>	<b>8423</b>	<b>9169</b>

Tabella 1: Produzione CO<sub>2</sub>eq

In Tabella 1: si sono riportati i valori ottenuti, come si può osservare l'edificio progettato dall'ente di credito, per quanto riguarda l'involucro opaco risulta essere meno inquinante rispetto a quello simile con materiali in laterizio, in quello in laterizio si ha circa un 9% in più di produzione di CO<sub>2</sub>eq.

Confrontando il Grafico 13 e il Grafico 15 si può osservare che le percentuali di incidenza delle varie componenti dell'involucro opaco variano di poco, infatti in questi due grafici si ha soltanto una suddivisione di CO<sub>2</sub>eq rispetto alla tipologia di involucro opaco ma ciò che risulta essere interessante sono il Grafico 14 e Grafico 16 i quali mostrano la suddivisione di produzione di CO<sub>2</sub>eq per materiale, come si può notare la componente maggiore in entrambi i casi è quella relativa alle malte cementizie; tuttavia la percentuale di tale materiale utilizzato nell'edificio in legno risulta essere circa il 50% rispetto all'edificio in laterizio. Infatti le malte cementizie nel caso di edificio in legno hanno un minore in quanto sono presenti altri materiali che producono CO<sub>2</sub>eq.

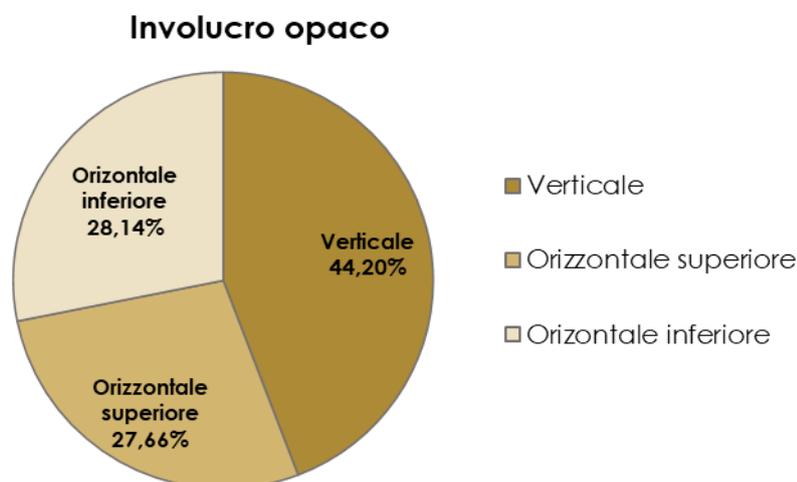


Grafico 13: Suddivisione CO<sub>2</sub>eq involucro opaco edificio in legno

### CO<sub>2</sub> eq per Materiale

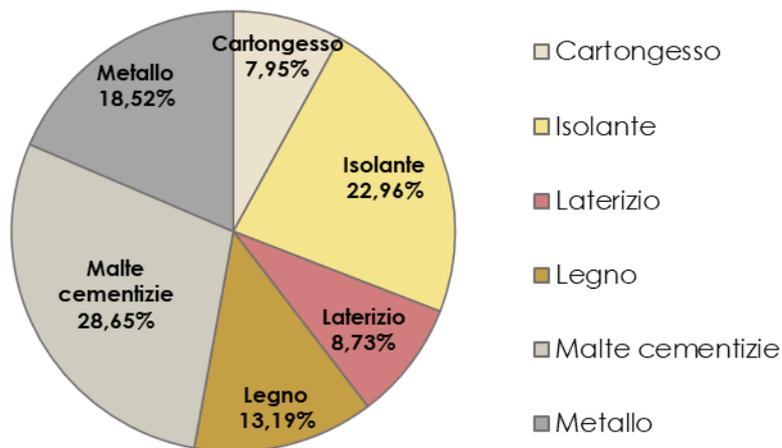


Grafico 14: CO<sub>2eq</sub> edificio in laterizio

### Involucro opaco

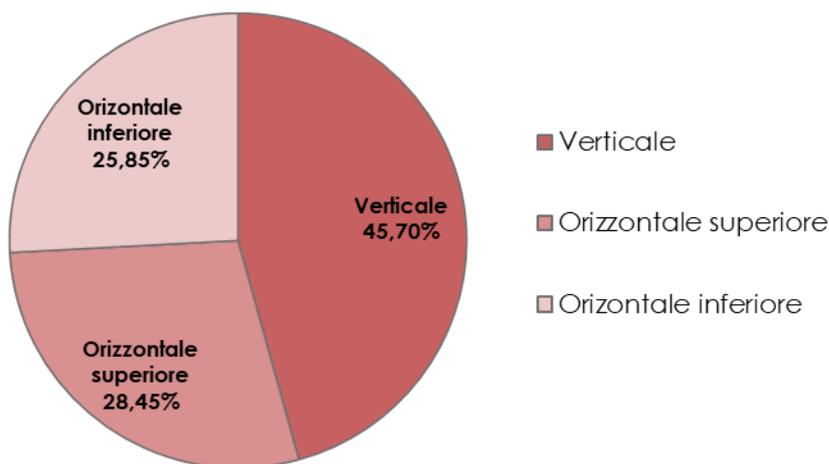


Grafico 15: CO<sub>2eq</sub> prodotta per materiale edificio in legno

### CO<sub>2</sub> eq per Materiale

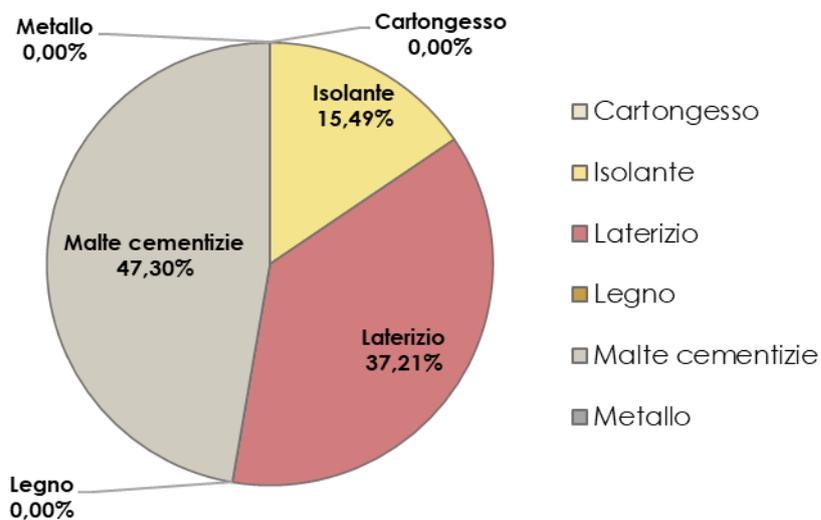


Grafico 16: CO<sub>2eq</sub> per materiale edificio in laterizio

Un altro grafico altrettanto importante è il Grafico 17 il quale confronta la CO<sub>2</sub>eq prodotta dai vari materiali impiegati nella costruzione in legno e quella in laterizi, si può osservare in maniera più evidente la differenza di CO<sub>2</sub>eq che si viene a creare con una costruzione in legno piuttosto che in laterizio. In particolare, si evidenzia come nel caso del laterizio le componenti con impatto superiore rispetto al caso in legno siano il laterizio stesso e la malta cementizia, mentre per quanto riguarda l'edificio in legno si ha una maggiore produzione di inquinanti, rispetto al caso del laterizio, nell'isolante, questo in quanto è necessario utilizzare più materiale per poter ottenere le stesse prestazioni energetiche.

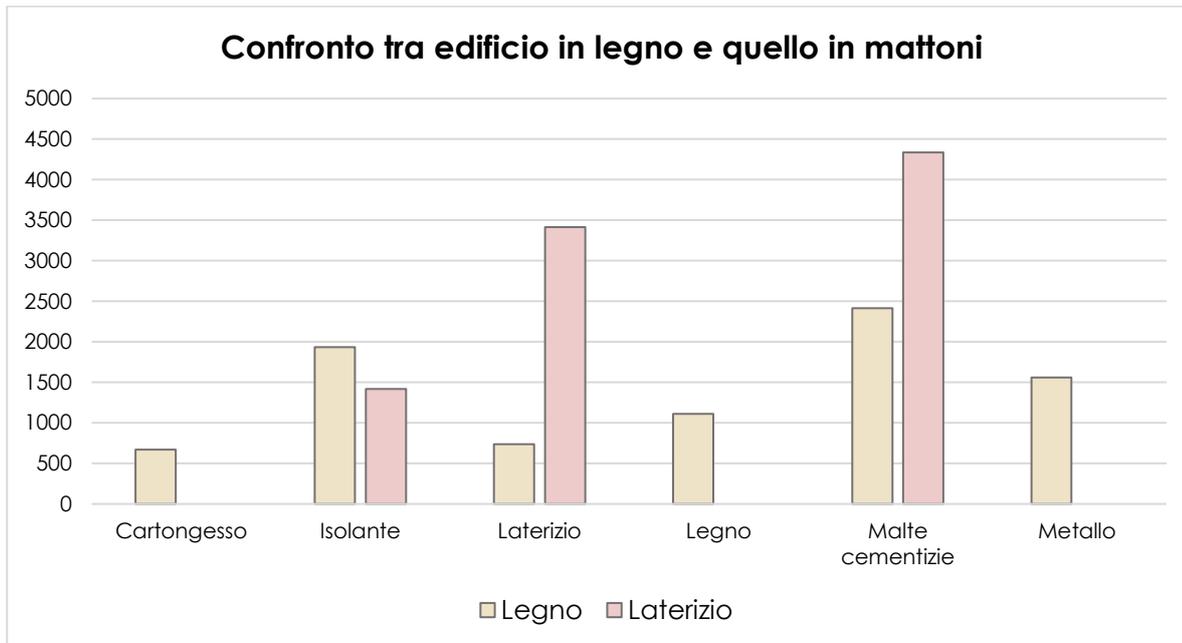


Grafico 17: CO<sub>2</sub>eq confronto tra edificio in legno e tradizionale

## 7.6 Prestazioni in esercizio attese

Prima di poter mostrare i risultati ottenuti è necessario indicare alcuni dati tecnologici al fine di poter replicare l'analisi effettuata.

Fino ad ora per l'edificio in legno si sono ipotizzate le soluzioni tecnologiche dell'involucro. In questo paragrafo si deve fare un cenno agli impianti tecnologici per la climatizzazione, per l'acqua calda sanitaria, ed indicare che tipologie di pannelli solari e fotovoltaici sono stati scelti. Dato che, come già anticipato nel capitolo 7.1, non si hanno dati precisi in merito all'abitazione si sono dovuti ipotizzare degli impianti plausibili.

Per quanto riguarda il sistema di generazione di calore si è optato per una pompa di calore il cui valore commerciale risulta piuttosto basso, rispetto a quelle in commercio, trattasi di pompa di calore aria - aria la cui casa produttrice è cinese, si riportano di seguito le informazioni utili:

- COP: 4
- Potenza utile riscaldamento: 7 kw
- ERR: 3.40
- Potenza utile frigorifera: 8.5

Per quanto riguarda l'Acqua Calda Sanitaria si sono fatte due ipotesi:

- la prima, con un boiler elettrico di 1500W con una resa del 75% in quanto si segue la normativa in vigore nel 2015 quando l'abitazione è stata commercializzata;

- la seconda con pannelli solari per riscaldare l'ACS, in particolare il pannello solare ha superficie lorda di 2,55 m<sup>2</sup> e un accumulo di 200 l. In Tabella 2 quanto ricavato dal software per il pannello

Mese	Ir [kWh/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>w,solare</sub> [kWh]
Gennaio	104,2	52
Febbraio	104,2	54
Marzo	138,5	74
Aprile	162,3	84
Maggio	193,5	99
Giugno	208,0	102
Luglio	185,7	100
Agosto	203,0	105
Settembre	160,7	89
Ottobre	146,3	83
Novembre	110,0	59
Dicembre	90,5	42
<b>TOTALI</b>	<b>1807,1</b>	<b>942</b>

Tabella 2: Resa pannello solare

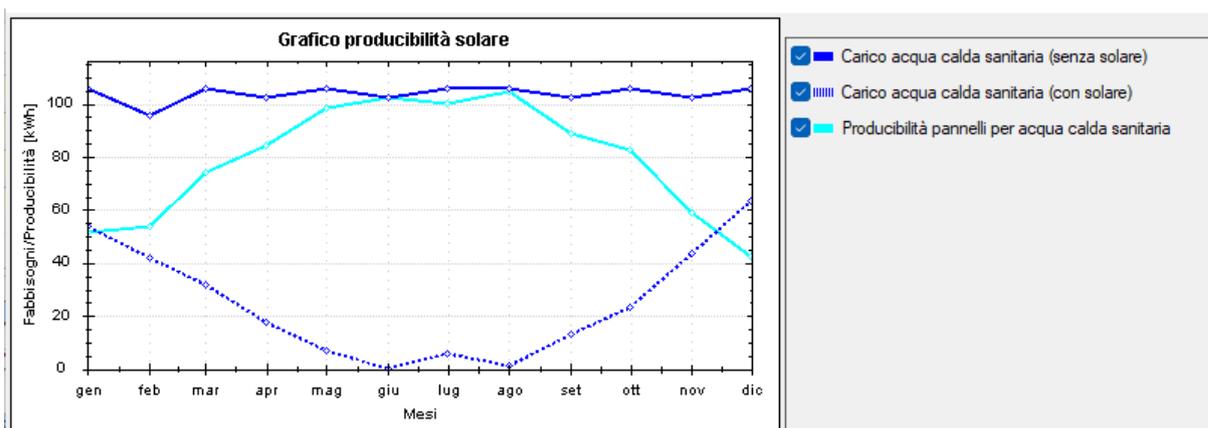


Figura 38: Grafico produttività pannello solare

Inoltre, in entrambi i casi sopracitati, per valutare la quantità di pannelli fotovoltaici da inserire si è considerato un pannello con 205 W<sub>p</sub> per ogni modulo, un'area A<sub>pv</sub> di 1,31 m<sup>2</sup>, un'efficienza nominale di 0,16 e un fattore di efficienza pari a 0,70. Si sono quindi effettuate 5 ipotesi: un'abitazione senza pannelli fotovoltaici, una con 1 kW<sub>p</sub>, una con 2 kW<sub>p</sub>, una con 5 kW<sub>p</sub> e una con 7,5 kW<sub>p</sub>.

Siccome si sta analizzando Buenos Aires, una città argentina, con un software energetico italiano è necessario dichiarare che i dati riportati saranno delle congetture in quanto si sono dovuti estrapolare alcuni dati da inserire nel software. La città analizzata si trova nell'emisfero australe, invece l'Italia risulta essere nell'emisfero boreale, questo comporta in primis un percorso diverso del sole che da est va ad ovest passando per il nord e non per il sud come accade in Italia, in secondo luogo anche le stagioni sono invertite, quando qui in Italia è estate in Argentina sarà inverno e viceversa. È stato necessario, perciò, invertire l'orientamento della casa specchiandola ed è stato necessario traslare di 180 giorni il clima per poter far sì che il software procedesse con i calcoli confrontabili con la realtà.

Per quanto riguarda il periodo invernale si è scelto di indicare come periodo di riscaldamento quello che in Italia appartiene alla zona climatica A quindi nei giorni che vanno dal 1° dicembre al 15 marzo

Prima di poter analizzare i dati ottenuti è necessario riportare i dati inseriti nel programma.

Dati climatici mensili													
Descrizione	u.m.	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Irradiazione solare Nord	[MJ/m <sup>2</sup> ]	3,0	3,4	3,9	4,5	5,4	11,5	5,8	5,3	4,6	4,0	3,4	2,7
Irradiazione solare Nord-Est	[MJ/m <sup>2</sup> ]	3,8	4,7	6,2	8,2	10,7	21,7	10,8	9,8	8,0	5,7	4,4	3,3
Irradiazione solare Est	[MJ/m <sup>2</sup> ]	6,6	8,0	9,6	11,3	12,9	22,8	13,3	13,0	11,7	9,3	8,2	6,4
Irradiazione solare Sud-Est	[MJ/m <sup>2</sup> ]	9,9	10,7	11,3	11,1	11,4	13,3	11,0	12,0	12,4	11,6	11,4	9,3
Irradiazione solare Sud	[MJ/m <sup>2</sup> ]	10,8	11,1	10,9	8,8	7,9	657,0	7,2	8,0	10,8	11,2	11,0	9,3
Irradiazione solare Sud-Ovest	[MJ/m <sup>2</sup> ]	7,7	8,4	9,3	8,6	8,6	8,0	8,6	9,4	9,9	8,8	7,3	6,0
Irradiazione solare Ovest	[MJ/m <sup>2</sup> ]	4,4	5,4	6,6	7,4	8,1	8,1	8,5	8,3	7,8	6,1	4,4	3,5
Irradiazione solare Nord-Ovest	[MJ/m <sup>2</sup> ]	3,0	3,6	4,5	5,4	6,3	6,4	6,6	6,2	5,4	4,4	3,4	2,7
Irradiazione solare Orizz. Diffusa	[MJ/m <sup>2</sup> ]	3,2	4,1	4,9	6,8	7,8	8,6	8,4	7,0	6,1	4,3	3,6	3,3
Irradiazione solare Orizz. Diretta	[MJ/m <sup>2</sup> ]	8,9	9,3	11,2	12,7	14,7	16,4	13,2	16,6	13,2	12,7	9,6	7,2
Temperatura media	[°C]	9,5	10,3	13,4	14,6	18,2	20,0	21,6	21,7	20,2	18,8	13,7	10,0
Pressione del vapore	[Pa]	2607,4	2520,9	1922,6	1787,8	1438,7	1047,2	934,8	864,8	1046,0	1237,2	1744,6	2123,5

Tabella 3: Dati climatici mensili Buenos Aires

I dati inseriti in Tabella 3 derivano da una rielaborazione dell'autore da dati ricavati principalmente dal sito della Nasa, di cui si è già parlato nel capitolo 3.2, e da altre informazioni ottenute su varie fonti.

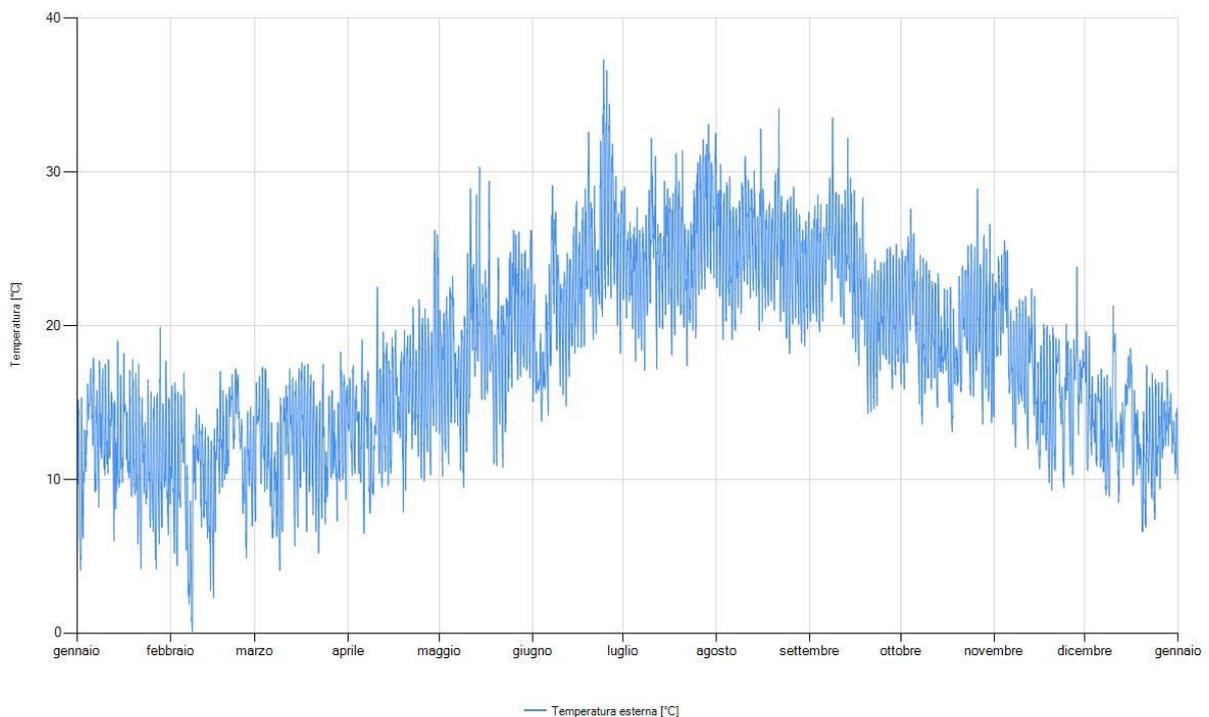


Grafico 18: Temperatura esterna

Nel Grafico 18 si può osservare la temperatura della città di Buenos Aires già con le assunzioni di cui sopra citate, si vuole evidenziare come le temperature del periodo invernale siano intorno ai 10°C e nel periodo estivo intorno ai 27°C con picchi fino a circa 40°C

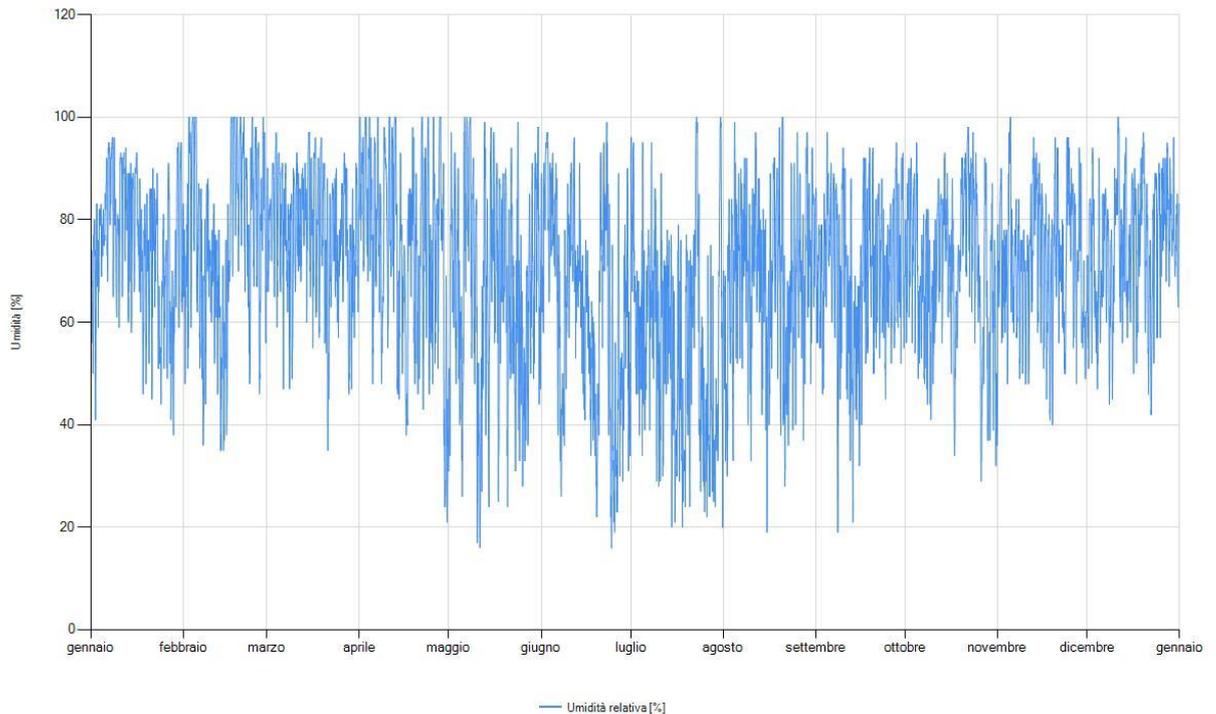


Grafico 19: Umidità relativa esterna

Nel Grafico 19 si riporta l'umidità relativa di Buenos Aires, come si può osservare dall'andamento del grafico l'umidità nell'anno risulta essere piuttosto elevata, con valori medi che si attestano intorno al 80%, con picchi invernali di 100%. Nel periodo estivo si verificano una diminuzione dell'umidità che se confrontiamo con quella presente in Italia risulta essere comunque maggiore.

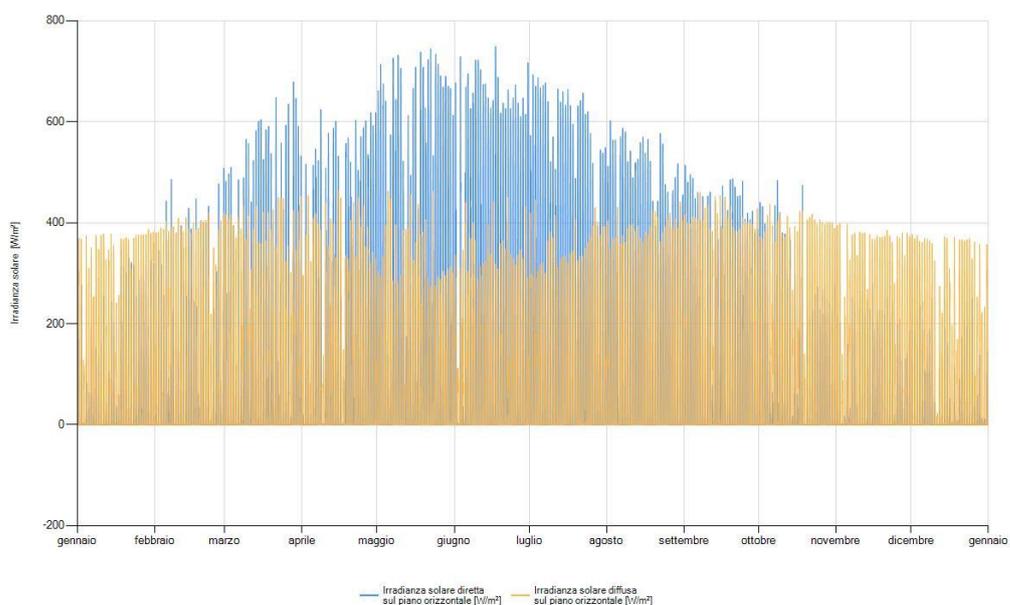


Grafico 20: irradianza diffusa e diretta

Il Grafico 20 mostra l'irradianza solare che non si discosta in maniera importante rispetto a quella del sud Italia.

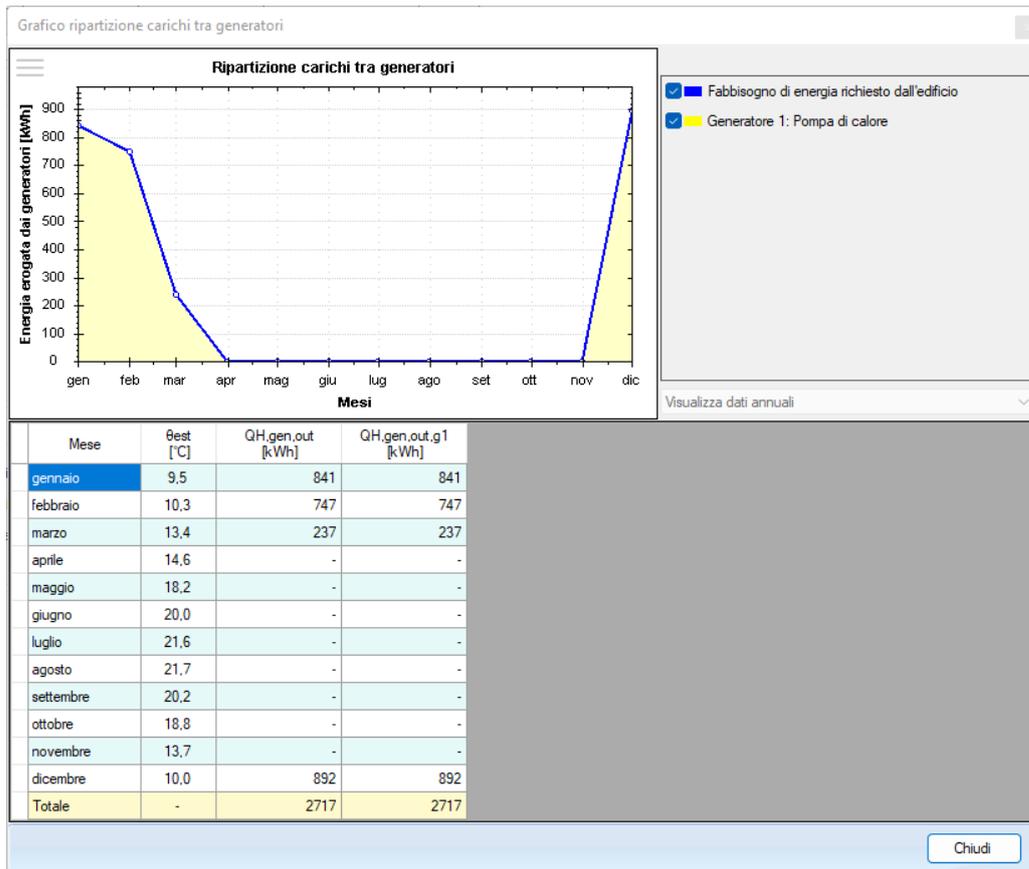


Figura 39: Ripartizione carichi condizioni invernali

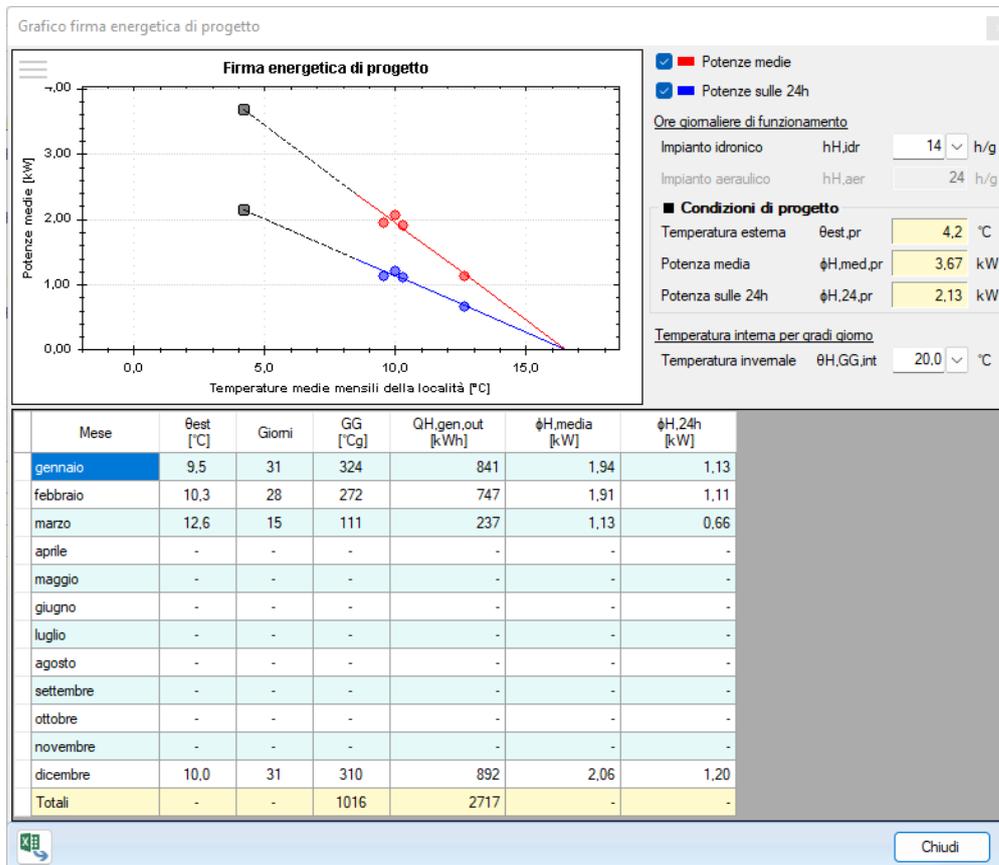


Figura 40: Firma energetica di progetto

Di seguito si riportano i dati del caso studio relativamente alla condizione in cui l'acqua calda sanitaria sia riscaldata solamente da un boiler elettrico.

K W P	Riscaldamento			Raffrescamento			ACS		
	QH,p,nren	QH,p,ren	QH,p,TOT	QC,p,nren	QC,p,ren	QC,p,TOT	QW,p,nren	QW,p,ren	QW,p,TOT
	kWh/ann o	kWh/ann o	kWh/ann o	kWh/ann o	kWh/ann o	kWh/ann o	kWh/ann o	kWh/ann o	kWh/ann o
0	2391	1920	4311	1057	0	1057	4980	0	4980
1	1888	2088	3976	472	195	667	2177	934	3111
2	1385	2256	3641	0	352	352	774	1402	2176
5	192	2654	2846	0	352	352	105	1625	1729
7, 5	0	2717	2717	0	352	352	0	1660	1660

Tabella 4: Fabbisogno previsto senza pannelli solari per ACS

Nel Grafico 21 si può osservare che quasi il 50% del fabbisogno di energia primaria sia destinata al riscaldamento dell'acqua calda sanitaria, la motivazione di questo valore enorme rispetto agli altri è dovuto alla bassa efficienza che il generatore elettrico ha nello scaldare l'acqua. Questo fatto ci fa ragionare del perché dal 2018 anche in Argentina sulle nuove abitazioni è obbligatorio installare un sistema di pannelli solari per produrre acqua calda sanitaria. Infatti, osservando il Grafico 26 che tratta lo stesso edificio ma con pannelli solari per la produzione dell'acqua calda, si può osservare come, innanzitutto la parte di energia primaria non rinnovabile destinata all'ACS diminuisce, inoltre la quota totale destinata all'acqua sanitaria si riduce del 10%. Inserendo i pannelli fotovoltaici, invece è accettabile affermare che con 5 kW<sub>p</sub> si riesca a raggiungere un fabbisogno energetico coperto quasi integralmente da fonti rinnovabili.

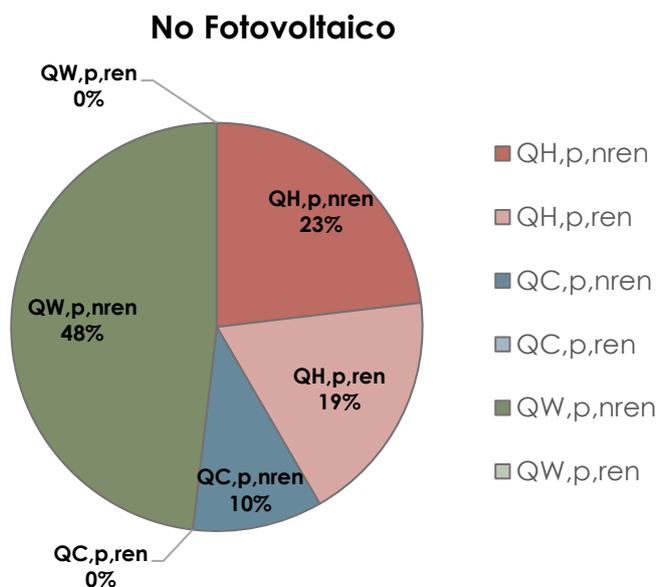


Grafico 21: Fabbisogno previsto senza pannelli solari per ACS 0 kWp

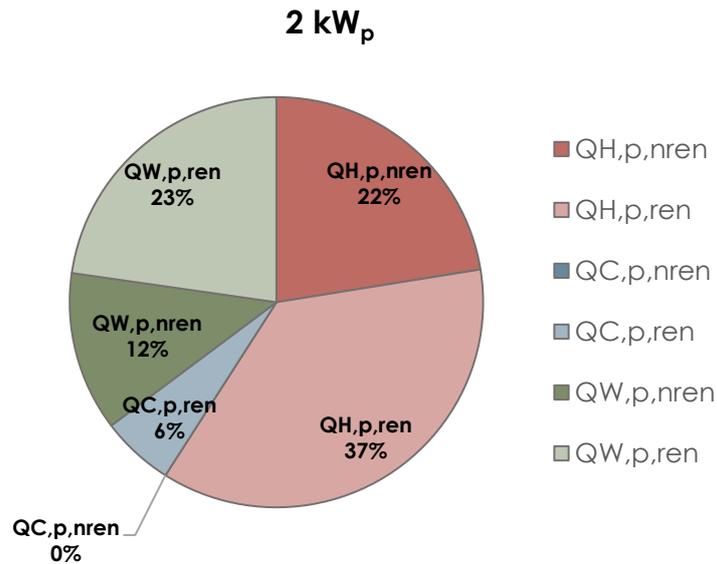


Grafico 22: Fabbisogno previsto senza pannelli solari per ACS 2 kWp

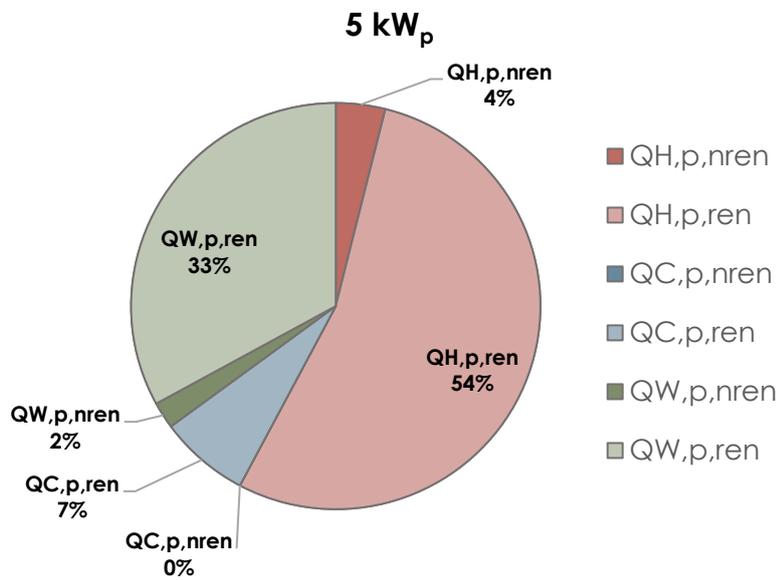


Grafico 23: Fabbisogno previsto senza pannelli solari per ACS 5 kWp

kW <sub>p</sub>	TOT					
	EP <sub>,nren</sub>	EP <sub>,ren</sub>	EP <sub>,TOT</sub>	EP <sub>,nren</sub>	EP <sub>,ren</sub>	EP <sub>,TOT</sub>
	kWh/anno	kWh/anno	kWh/anno	kWh/mq anno	kWh/mq anno	kWh/mq anno
0	8428	1920	10348	117,41	26,75	144,16
1	4537	3217	7754	63,21	44,82	108,03
2	2158	4010	6168	30,07	55,86	85,93
5	297	4630	4927	4,14	64,51	68,65
7,5	0	4729	4729	0,00	65,88	65,88

Tabella 5: Prestazione energetica prevista senza pannelli solari per ACS

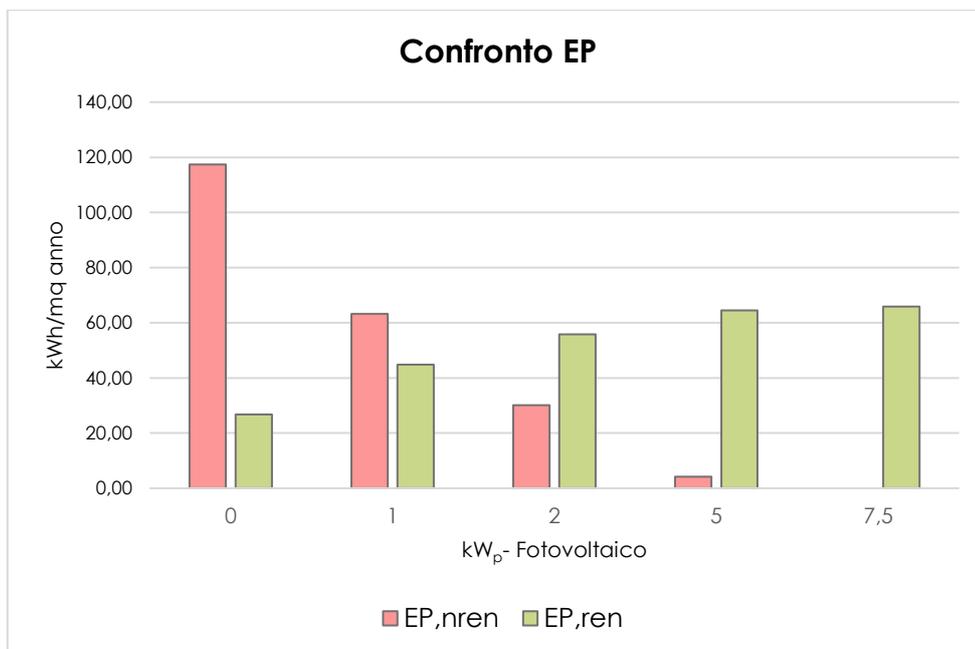


Grafico 24: Prestazione energetica prevista senza pannelli solari per ACS

Come già si intravedeva nei grafici precedenti, e come dichiarato, il Grafico 24 ci dimostra che la casa oggetto di studio raggiunge una piena autonomia con 7,5 kW<sub>p</sub>. Installare però 7,5 kW<sub>p</sub> di pannelli fotovoltaici, ovvero più di 45 m<sup>2</sup>, non risulta una scelta sostenibile dal punto di vista economico; dunque, un buon compromesso risulta essere la soluzione con 5 kW<sub>p</sub>.

È opportuno citare che già installando 1 kW<sub>p</sub> di pannelli fotovoltaici si ha quasi un dimezzamento dell'energia primaria non rinnovabile. Di conseguenza osservando Grafico 25 e la Tabella 6 si ha un dimezzamento della produzione di CO<sub>2 eq</sub>. Ovviamente raddoppiando la potenza totale dei pannelli fotovoltaici si ha sempre un minore guadagno in termini di energia pulita; ad un certo punto però non risulta più conveniente come già indicato in precedenza.

kW <sub>p</sub>	CO <sub>2 eq</sub>			
	Riscaldamento	Raffrescamento	ACS	TOT
	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno
0	367	162	764	1292
1	289	72	334	696
2	212	0	119	331
5	29	0	16	46
7,5	0	0	0	0

Tabella 6: CO<sub>2 eq</sub> prodotta senza pannelli solari per ACS

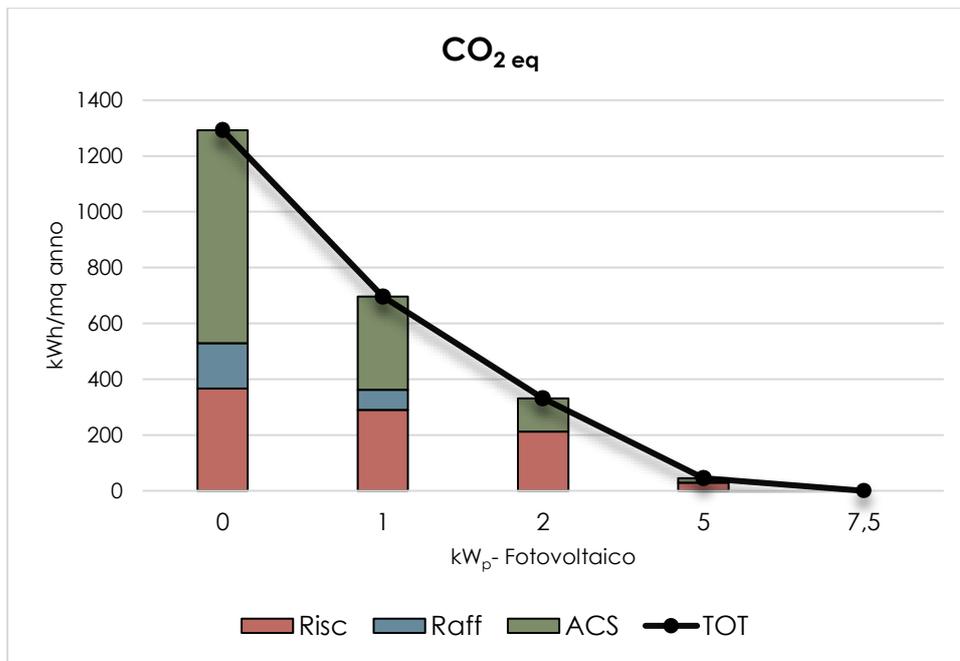


Grafico 25: CO<sub>2</sub> eq prodotta senza pannelli solari per ACS

Di seguito si riportano i dati del caso studio relativamente alla condizione in cui l'acqua calda sanitaria sia riscaldata tramite pannelli solari con l'integrazione di una resistenza elettrica.

kW <sub>p</sub>	Riscaldamento			Raffrescamento			ACS		
	QH <sub>p,nren</sub>	QH <sub>p,ren</sub>	QH <sub>p,TOT</sub>	QC <sub>p,nren</sub>	QC <sub>p,ren</sub>	QC <sub>p,TOT</sub>	QW <sub>p,nren</sub>	QW <sub>p,ren</sub>	QW <sub>p,TOT</sub>
	kWh/anno	kWh/anno	kWh/anno	kWh/anno	kWh/anno	kWh/anno	kWh/anno	kWh/anno	kWh/anno
0	2391	1920	4311	1057	0	1057	1583	942	2525
1	1888	2088	3976	472	195	667	568	338	906
2	1385	2256	3641	0	352	352	392	397	789
5	192	2654	2846	0	352	352	23	519	542
7,5	0	2717	2717	0	352	352	0	527	527

Tabella 7: Fabbisogno previsto con pannelli solari per ACS

Come si vede da il Grafico 26, Grafico 27 e Grafico 28 il fabbisogno energetico risulta prevalentemente coperto da una fonte di energia rinnovabile. Rispetto al caso in cui l'ACS è prodotta solamente con Boiler elettrico, qui si può affermare che già 2 kW<sub>p</sub> per i pannelli solari riducono drasticamente, circa due terzi, l'impatto dell'abitazione sull'ambiente, come visibile in Grafico 30. Come per il caso precedente è ragionevole affermare che nel caso in cui ci fosse la disponibilità per 5 kW<sub>p</sub>, allora quasi integralmente si utilizzerebbe energia pulita, senza incomberne sull'ambiente, producendo solamente 33 kg/anno di CO<sub>2</sub>eq

### Pannelli Solari per ACS - No Fotovoltaico

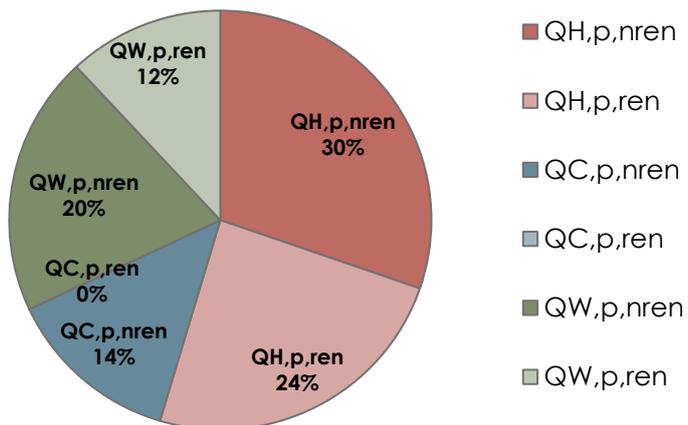


Grafico 26: Fabbisogno previsto con pannelli solari per ACS 0 kWp

### Pannelli Solari per ACS + 2 kW<sub>p</sub>

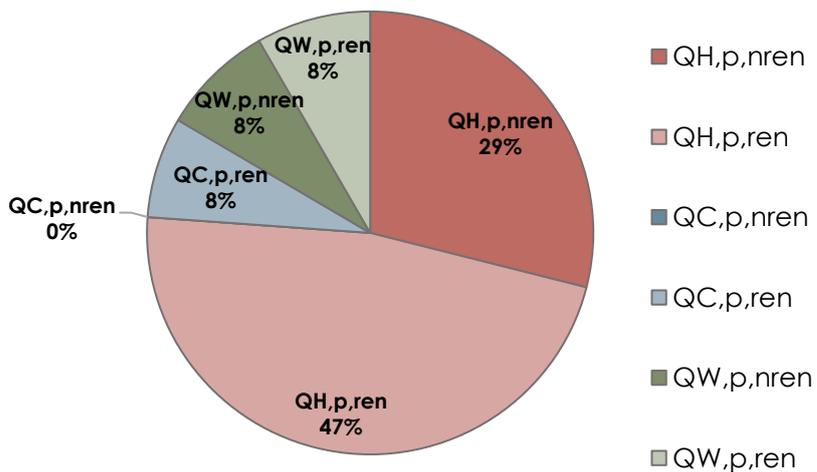


Grafico 27: Fabbisogno previsto con pannelli solari per ACS 2 kWp

### Pannelli Solari per ACS + 5 kW<sub>p</sub>

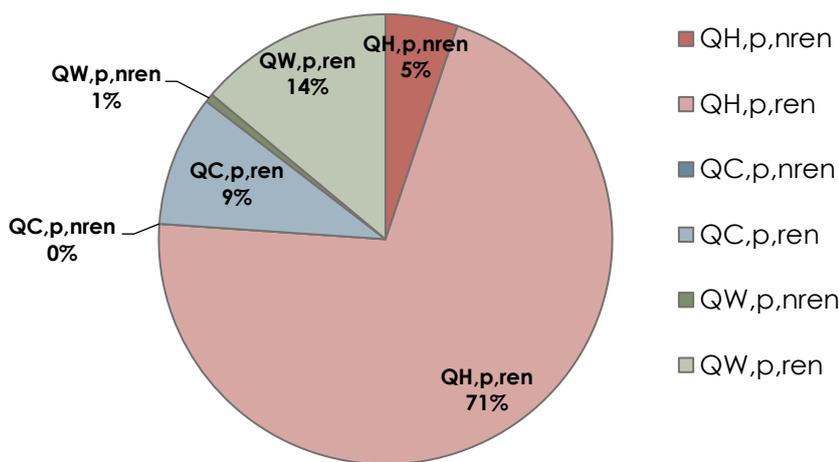


Grafico 28: Fabbisogno previsto con pannelli solari per ACS 5 kW<sub>p</sub>

kW <sub>p</sub>	TOT					
	EP <sub>,nren</sub>	EP <sub>,ren</sub>	EP <sub>,TOT</sub>	EP <sub>,nren</sub>	EP <sub>,ren</sub>	EP <sub>,TOT</sub>
	kWh/anno	kWh/anno	kWh/anno	kWh/mq anno	kWh/mq anno	kWh/mq anno
0	5031	2862	7893	70,09	39,88	109,96
1	2928	2621	5549	40,79	36,52	77,31
2	1777	3005	4782	24,76	41,86	66,61
5	215	3525	3741	3,00	49,11	52,11
7,5	0	3596	3596	0,00	50,10	50,10

Tabella 8: Prestazione energetica prevista con pannelli solari per ACS

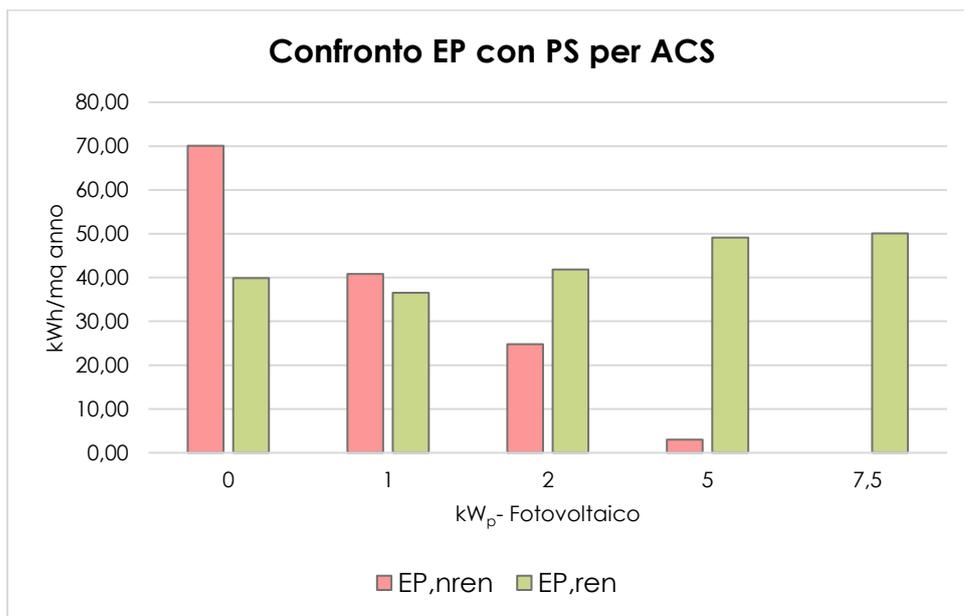
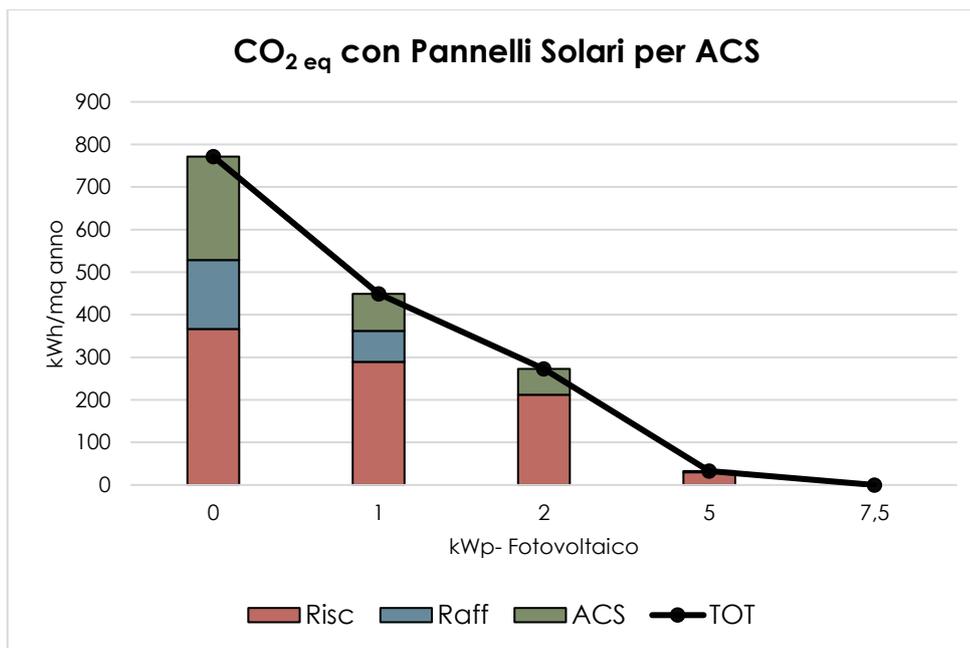


Grafico 29: Prestazione energetica prevista con pannelli solari per ACS

kW <sub>p</sub>	CO <sub>2 eq</sub>			
	Riscaldamento	Raffrescamento	ACS	TOT
	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno
0	367	162	243	771
1	289	72	87	449
2	212	0	60	272
5	29	0	4	33
7,5	0	0	0	0

Tabella 9: CO<sub>2 eq</sub> prodotta con pannelli solari per ACSGrafico 30: CO<sub>2 eq</sub> prodotta con pannelli solari per ACS

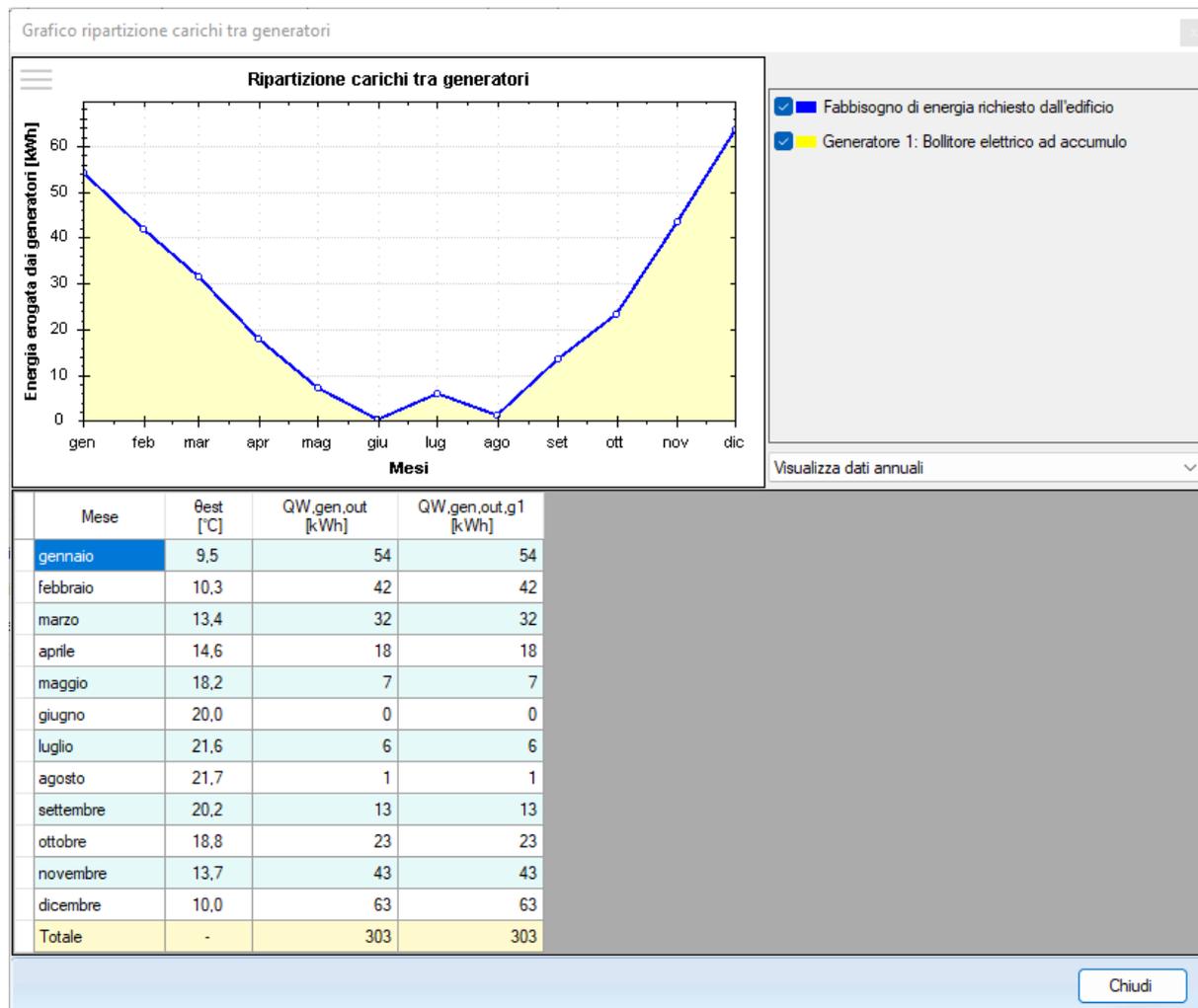


Figura 41: Ripartizione carichi resistenza elettrica per ACS nel sistema con Pannelli solari per ACS

In Figura 41 si può osservare come durante le stagioni estive la resistenza elettrica non interviene nel riscaldare l'acqua calda sanitaria, questa lavora solamente nei mesi invernali, la motivazione a questo è che i pannelli solari nella stagione estiva sono sufficienti a riscaldare l'acqua.

## 8 Conclusioni

Alla fine di questo elaborato si può affermare che la politica messa in atto dal governo argentino rispetto all'edilizia sussidiata risulta efficace anche in confronto a programmi che lo stato ha promosso nell'ultimo secolo. Si possono trovare alcune somiglianze tra il programma PRO.RE.AR e il programma messo in atto nel 1946 dal governo Peronista, con l'esempio della costruzione della città di Evita.

Il vero problema che il programma di credito non è stato totalmente in grado di risolvere riguarda l'impatto delle abitazioni sui gas serra. Ad oggi si hanno ancora dei problemi, in quanto il programma progetta case quasi interamente in laterizio e calcestruzzo, solamente il 3% di queste viene costruita con materiali più sostenibili. Come si è potuto osservare dai calcoli effettuati nel caso studio, la casa maderera, costruita prevalentemente in legno, ha un effettivo impatto ambientale di minore portata. È da tenere presente, inoltre che essendo un programma di credito, le case hanno delle forniture impiantistiche minime, ovvero rispettano la normativa di riferimento senza aggiunte, come ad esempio i pannelli fotovoltaici. La normativa argentina ha già introdotto degli obblighi per la produzione di energia rinnovabile come l'obbligo di inserimento di pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria nel 2018. Se un domani la normativa obbligasse l'inserimento dei pannelli fotovoltaici o altre soluzioni di produzione di energia pulita allora anche le case in edilizia sovvenzionata sarebbero realmente sostenibili, non solo dal punto di vista economico-sociale, ma anche sotto l'aspetto ambientale. È lecito affermare che il passo effettuato nel 2015 con la progettazione della prima casa in legno sia un ottimo punto di partenza, ma ad oggi, otto anni dopo, la costruzione di queste case non risulta riscuotere successo nell'applicazione del programma. Inoltre, se la normativa nazionale non impone metodi sostenibili riguardanti la produzione di energia pulita il programma di credito rimarrà un ottimo esempio dal punto di vista economico-sociale, ma esso contribuirà a causare nuovi problemi che si andranno a ripercuotere sull'Argentina e sul resto del mondo.

È importante riba

dire come la risoluzione del problema abitativo sia di primaria importanza, questo deve avvenire utilizzando, a pari costo, materiali più sostenibili e se possibile adottando sistemi di generazione di energia pulita. L'adozione di nuovi metodi, deve avvenire non solo da parte degli utenti finali, ma devono essere intraprese dall'intera nazione

La sostenibilità, nel suo concetto più generale, sociale, economico, ambientale è un obiettivo globale, che ogni stato con le proprie risorse, e con le organizzazioni mondiali, deve tentare di raggiungere per consentire alle prossime generazioni di abitare in un pianeta vivibile.

## 9 Bibliografia<sup>52</sup>

L. L. Miotti, D. O. (2015). Edenes en el desierto: señales de caminos y lugares en la historia de la colonización de Patagonia argentina. *Antipoda*(23), 161-185.

S. Scriboni, C. Z. (2006). *Progetto di un edificio residenziale a Torino*. Torino: Politecnico di Torino.

V. Terán, R. T. (2018). *Evolución histórica de la vivienda urbana en Argentina*. Tucumán (ARG): Universidad Nacional de Tucumán.

---

<sup>52</sup> Le sitografie sono state riportate a pie pagina come riferimento al corpo del testo. I vari link sono stati visualizzati nei mesi da giugno a settembre 2023.

## Indice delle figure

Figura 1: Divisione territoriale primi gruppi indigeni.....	7
Figura 2: Tipologia di prime città coloniali .....	8
Figura 3: Tipologia di casa del 1760.....	9
Figura 4: Pianta abitazione pre-liberale .....	10
Figura 5: Pianta e prospetto di Casa Padilla .....	11
Figura 6: Pianta dei Petit Hotel .....	12
Figura 7: Illustrazione de "El Conventillo" .....	13
Figura 8: Caminito foto storica ricostruzione odierna .....	13
Figura 9: Unità abitativa popolare moderna .....	14
Figura 10: Pianta e ortofoto del Barrio Los Andes .....	15
Figura 11: Kavanagh Building .....	16
Figura 12: Foto della città di Evita .....	17
Figura 13: Pianta del progetto di Le Corbusier.....	17
Figura 14: Complesso abitativo edilizia agevolata a Buenos Aires .....	19
Figura 15: Fotografia delle macerie delle Baraccopoli .....	20
Figura 16: Baracche durante le operazioni di sradicamento .....	21
Figura 17: Ville miseria attuali.....	22
Figura 18: Mappa Bioclimatica dell' Argentina .....	23
Figura 19: Grafico TEC .....	24
Figura 20: Mappa città analizzate .....	26
Figura 21 Carta tematica produzione CO2 nel 2015 .....	32
Figura 22: Carta tematica produzione CO2 pro-capite nel 2016.....	32
Figura 23: Valutazione RCP .....	33
Figura 24: Scenari RCPs .....	34
Figura 25: Temperatura minima (immagine a: RCP 4,5; immagine b: RCP 8,5) .....	34
Figura 26: Temperatura massima (immagine a: RCP 4,5; immagine b: RCP 8,5) .....	35
Figura 27: Cambiamenti climatici in Argentina.....	36
Figura 28: SDGs .....	36
Figura 29: Ciclo di vita dell'edificio secondo EN 15978 .....	38
Figura 30: Fasi LCA .....	39
Figura 31: Collocazione dei progetti PRO.CRE.AR. in corso di costruzione (viola) e abitazioni ultimate (azzurre) .....	40
Figura 32: Trasmittanza termica ammessa in inverno.....	46
Figura 33: Trasmittanza termica ammessa in estate.....	47
Figura 34: Trasmittanza termica serramenti .....	47
Figura 35: Calcolo del disco di irradiazione solare .....	48
Figura 36: Modello Maderera .....	49
Figura 37: Sezione casa oggetto di studio .....	50
Figura 38: Grafico producibilità pannello solare.....	57
Figura 39: Ripartizione carichi condizioni invernali.....	60
Figura 40: Firma energetica di progetto .....	60
Figura 41: Ripartizione carichi resistenza elettrica per ACS nel sistema con Pannelli solari per ACS .....	68

## 10 Indice delle tabelle

Tabella 1:Produzione CO <sub>2</sub> <sub>eq</sub> .....	54
Tabella 2: Resa pannello solare .....	57
Tabella 3: Dati climatici mensili Buenos Aires .....	58
Tabella 4: Fabbisogno previsto senza pannelli solari per ACS .....	61
Tabella 5: Prestazione energetica prevista senza pannelli solari per ACS .....	62
Tabella 6: CO <sub>2</sub> eq prodotta senza pannelli solari per ACS .....	63
Tabella 7: Fabbisogno previsto con pannelli solari per ACS .....	64
Tabella 8: Prestazione energetica prevista con pannelli solari per ACS .....	66
Tabella 9: CO <sub>2</sub> eq prodotta con pannelli solari per ACS .....	67

## 11 Indice dei grafici

Grafico 1: Dati climatici Formosa.....	27
Grafico 2: Dati climatici Buenos Aires.....	28
Grafico 3: Dati climatici Comodoro Rivadavia.....	28
Grafico 4: Dati climatici Rio Grande .....	29
Grafico 5: Iscritti e beneficiari suddivisi in base al genere .....	42
Grafico 6: Iscritti e beneficiari suddivisi per età.....	42
Grafico 7: Iscritti e beneficiari suddivisi per numero di figli .....	42
Grafico 8: Iscritti e beneficiari suddivisi per tipo di abitazione precedente .....	43
Grafico 9: Iscritti e beneficiari suddivisi in base all'impiego principale .....	43
Grafico 10: Confronto Iscritti – Beneficiari.....	44
Grafico 11: Confronto tra edilizia industrializzata e tradizionale .....	44
Grafico 12: Metrature di abitazioni costruite dall'ente di credito .....	45
Grafico 13: Suddivisione CO <sub>2eq</sub> involucro opaco edificio in legno .....	54
Grafico 14: CO <sub>2eq</sub> edificio in laterizio.....	55
Grafico 15: CO <sub>2eq</sub> prodotta per materiale edificio in legno .....	55
Grafico 16: CO <sub>2eq</sub> per materiale edificio in laterizio .....	55
Grafico 17: CO <sub>2eq</sub> confronto tra edificio in legno e tradizionale.....	56
Grafico 18: Temperatura esterna.....	58
Grafico 19: Umidità relativa esterna.....	59
Grafico 20: irradianza diffusa e diretta.....	59
Grafico 21: Fabbisogno previsto senza pannelli solari per ACS 0 kWp .....	61
Grafico 22: Fabbisogno previsto senza pannelli solari per ACS 2 kWp .....	62
Grafico 23: Fabbisogno previsto senza pannelli solari per ACS 5 kWp .....	62
Grafico 24: Prestazione energetica prevista senza pannelli solari per ACS .....	63
Grafico 25: CO <sub>2eq</sub> prodotta senza pannelli solari per ACS .....	64
Grafico 26: Fabbisogno previsto con pannelli solari per ACS 0 kWp .....	65
Grafico 27: Fabbisogno previsto con pannelli solari per ACS 2 kWp .....	65
Grafico 28: Fabbisogno previsto con pannelli solari per ACS 5 kWp .....	66
Grafico 29: Prestazione energetica prevista con pannelli solari per ACS .....	66
Grafico 30: CO <sub>2eq</sub> prodotta con pannelli solari per ACS .....	67