



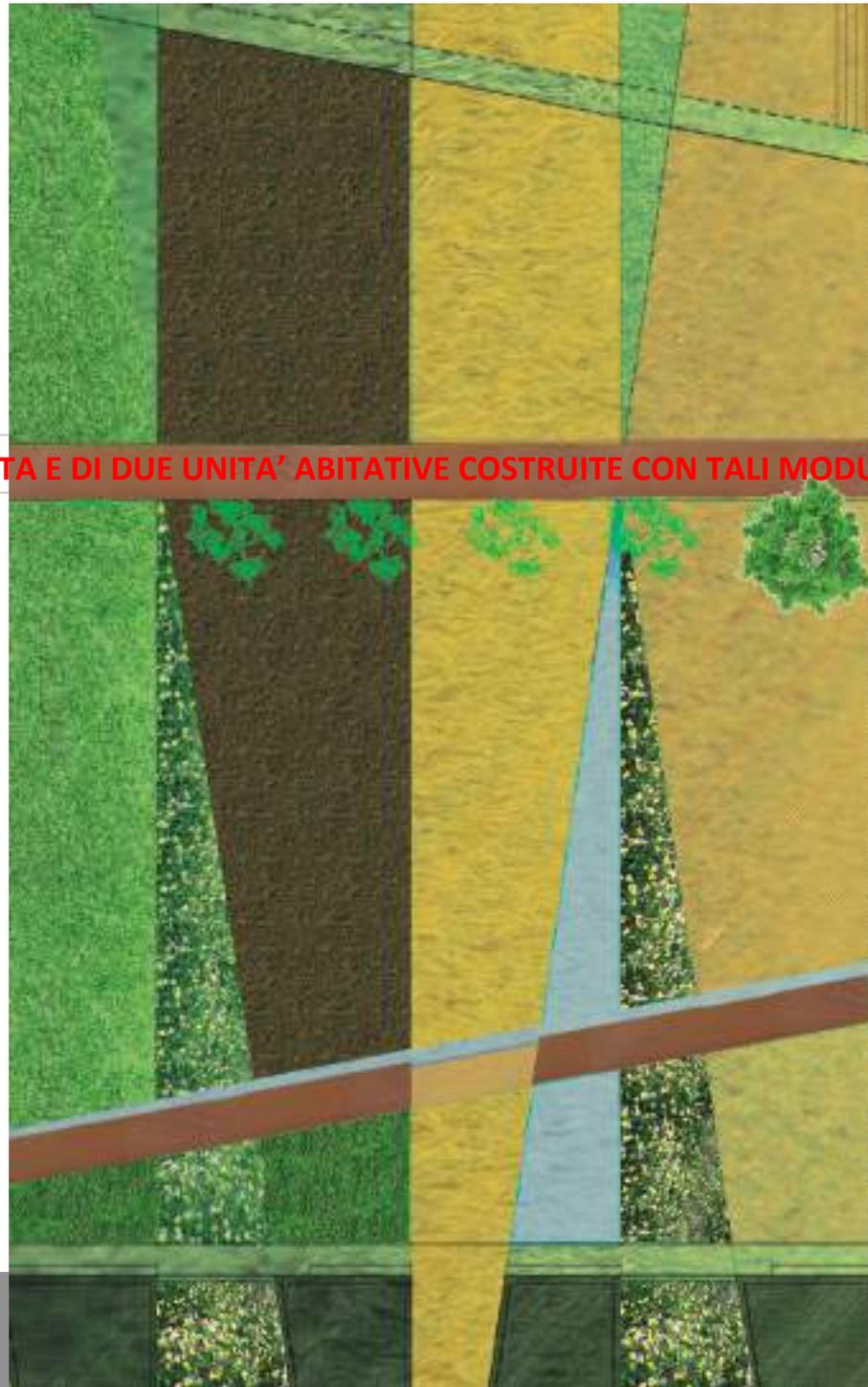
Dipartimento di Scienze e Metodi
dell'Ingegneria

DISMI
20



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA
Centro Interdipartimentale IM & TICH

LCA DI UNA PARETE CON MODULI DI PAGLIA PRESSATA E DI DUE UNITA' ABITATIVE COSTRUITE CON TALI MODULI



fondazione
cariplo



FONDAZIONE
DI COMUNITA'
DI MODENA

Arch. Micol Centorrino, Ing. Paolo Neri,
Prof. Anna Maria Ferrari

I gruppi di lavoro

Coordinatore: Gaetano Giunta

Processo TSR:

Monica Musolino (Dip. Scienze Umane e Sociali – UniME, FdC Messina), Filippo Alessandro (Dip. Scienze Umane e Sociali – UniME), Noemi Palella, (Dip. Scienze Umane e Sociali – UniME), Cristina Porretti (Dip. Scienze Umane e Sociali – UniME), Sergio Scarfi (Dip. Scienze Umane e Sociali – UniME)

Risparmio energetico:

Gaetano Giunta (FdC Messina), Elio Azzolina (Ecos-Med, Messina), équipe tecnico commerciale di Beghelli s.r.l. coordinata da Ilenio Mordenti e Graziano Beghelli, Sara D'Aulerio (SEFEA, Padova-Bruxelles), Antonio Pracanica (FdC Messina), Fabio Salvato (SEFEA, Padova-Bruxelles), Tommaso Marino (FdC Messina).

Fotovoltaico di terza generazione:

Giuseppe Calogero (CNR-IPCF), Gaetano Di Marco (CNR-IPCF)

Auditing e scelta dei materiali costruttivi:

Aurora Recupero (DICIEAMA – UniME), Eleonora Cannatà (DICIEAMA – UniME), Giuseppe Intersimone (Ecos-Med, Messina), Giuppi Sindoni (Ecos-Med, Messina)

Sistemi di monitoraggio intelligenti e condivisione energetica:

Santi Smedile (Fondazione Horcynus Orca, Messina), Dario Bruneo (DICIEAMA – UniME), Francesco Longo (DICIEAMA – UniME), Giovanni Merlino (DICIEAMA – UniME), Antonio Puliafito (DICIEAMA – UniME), Nicola Bombaci (Dip. Matematica e informatica – UniME), Andrea Giunta (Dip. Matematica e informatica – UniME)

Valutazione d'impatto e mainstreaming:

Antonino Barbalace (DUSP-MIT, Boston), Gaetano Giunta (FdC Messina)

Progettazione Architettonica:

Giuppi Sindoni (Ecos-Med, Messina), Giuseppe Intersimone (Ecos-Med, Messina), Eleonora Cannatà (DICIEAMA – UniME), Aurora Recupero (DICIEAMA – UniME)

Progettazione Impianti:

Santi Smedile (Fondazione Horcynus Orca, Messina)

Strutture:

Francesco Giacobbe, Santino Giaconia

Life Cycle Assessment:

Micol Centorrino (Ecos-Med, Messina), Anna Maria Ferrari (DISMI, UniMO-RE), Paolo Neri (DISMI, UniMO-RE)

Certificazione edilizia e marchio Bioarchitettura di Qualità:

Equipe della sezione INBAR di Messina, coordinata da Anna Carulli e Italo Strani.

Trasferimento tecnologico:

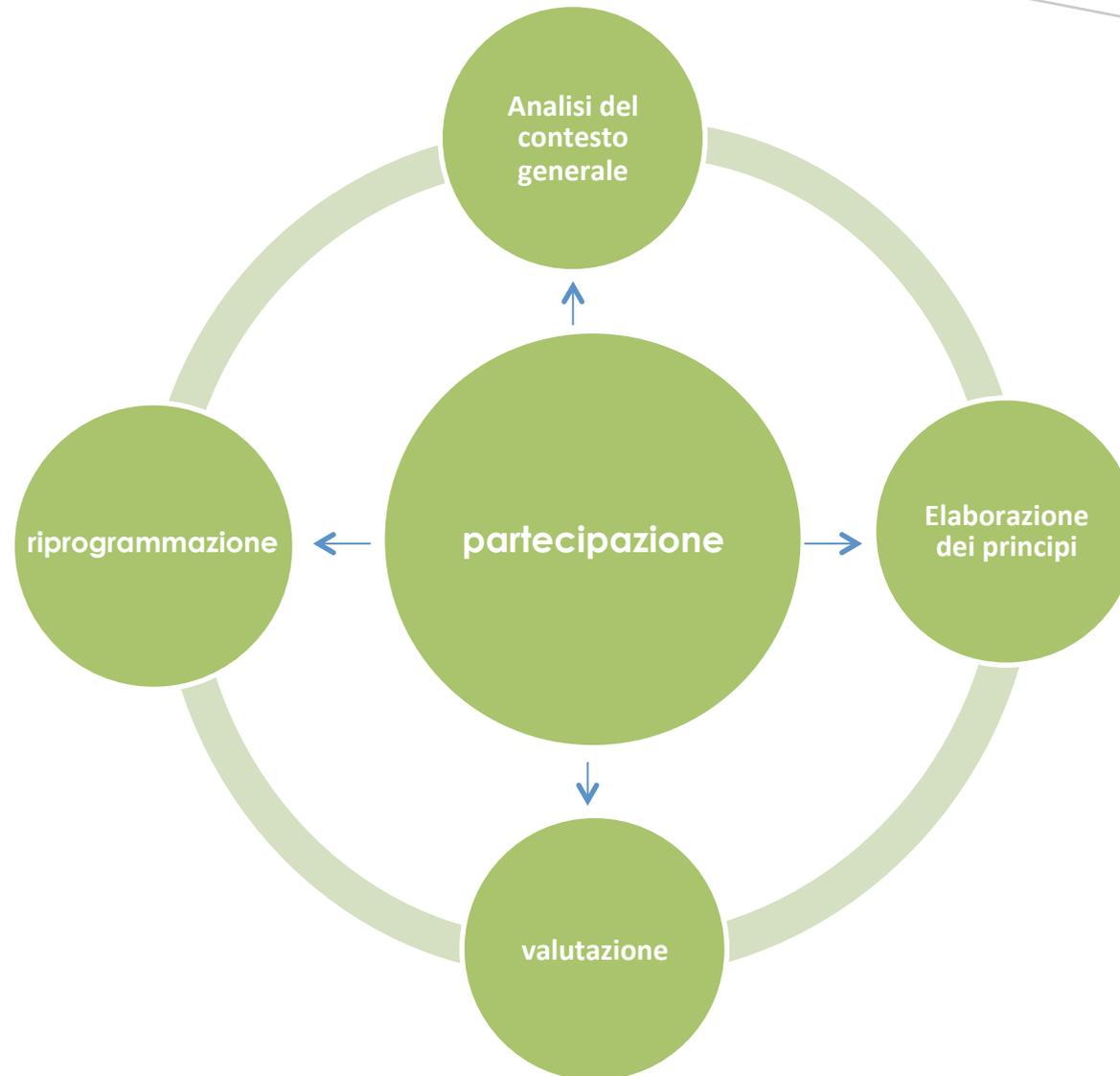
Salvatore Politi (Ecos-Med, Messina)

Referenti Istituzionali del Progetto:

Sergio De Cola, Assessore all'Urbanistica del Comune di Messina
Achille D'Arrigo, Responsabile Tecnico dello IACP Messina
Silvana Mondello, Capo di Gabinetto del Sindaco di Messina
Grazia Marullo, responsabile per il Comune di Messina del progetto
Maria Canale, Dipartimento politiche per la casa.

Democrazia partecipativa

Il processo TSR®



Il processo TSR®

Baraccopoli, frammentazione e confinamento urbano



-  Baracche
-  Casette popolari
-  Casette Rione Ferrovieri e Casette via La Farina
-  Palazzi Rione Ferrovieri



Il processo TSR®

I principi

Cura del territorio/Bellezza Il valore più atteso e rilevato è quello della cura, sia in termini di manutenzione e preservazione delle strutture e delle risorse presenti sul territorio considerato, che in termini di valorizzazione possibile.	73%
Socialità Si esprime nel desiderio di costruire stabilmente relazioni sul territorio e spazi di condivisione organica e creativa, prevalentemente per le fasce d'età scolari e più anziane.	46%
Possibilità di vivere il territorio Il valore è rappresentato dall'idea di rendere sistematicamente accessibile il territorio, nelle sua ricchezza di strutture e servizi, oltre che di avviare percorsi di sostenibilità ambientale e sociale degli stessi.	29%
Giustizia sociale Tale valore/desiderio è espressione di un orientamento alla risoluzione delle disparità socio-economiche percepite e rilevate sul territorio.	24%
Sicurezza Il desiderio di rendere il territorio più sicuro, sia sotto il profilo strutturale che sotto il profilo del controllo sociale e criminale. Tale valore incrementa spazialmente mano a mano che ci si avvicina all'area del progetto.	23%
Bellezza del paesaggio Il valore rilevato si declina nell'orientamento a restituire ad alcune zone dell'area considerata una maggiore dignità spaziale e una connotazione paesaggistica, in particolare restituendo alle zone più vicine il rapporto con il mare.	23%
Visione organica della città Il valore della sistemicità riguarda l'idea e il desiderio di apportare una visione e un complesso di interventi che tenga conto della complessità e dell'insieme delle criticità e delle qualità del territorio.	10%

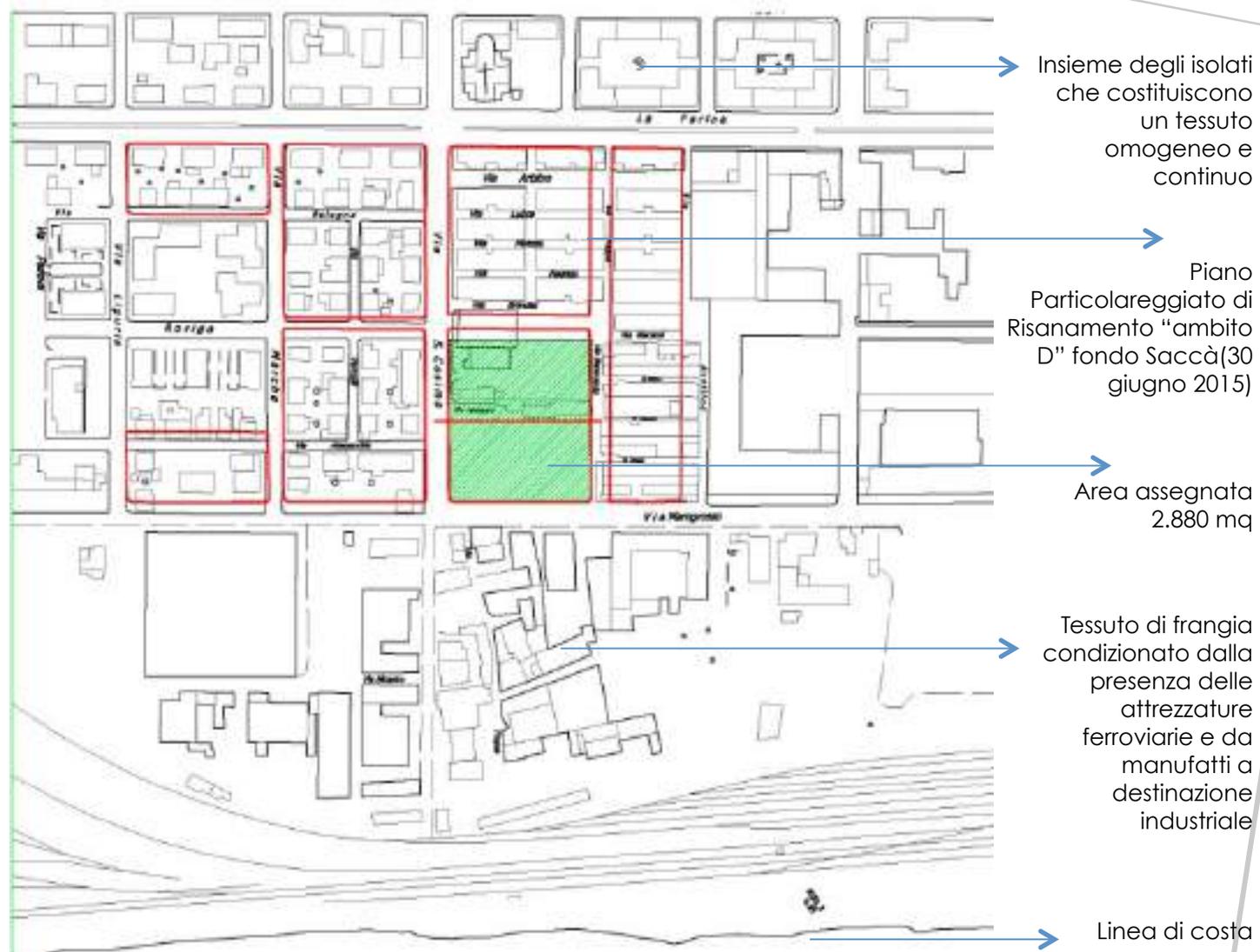
Il progetto: *Capa-city* (Bando nazionale per le periferie)

Messina rasa al suolo (terremoto 1908) venne ricostruita (P.R. Borzi) con nuovi caratteri urbani (isolati a scacchiera) e nuove direttrici di sviluppo (assi ortogonali: fiumare e linea di costa). Nella zona sud della città la rete ferroviaria parallela alla costa attraversa l'area industriale e diventa una barriera, negando alla città stessa il naturale contatto con il mare.



La forma insediativa principale è l'isolato, misura del territorio: semplice e ripetitiva.

Il progetto architettonico

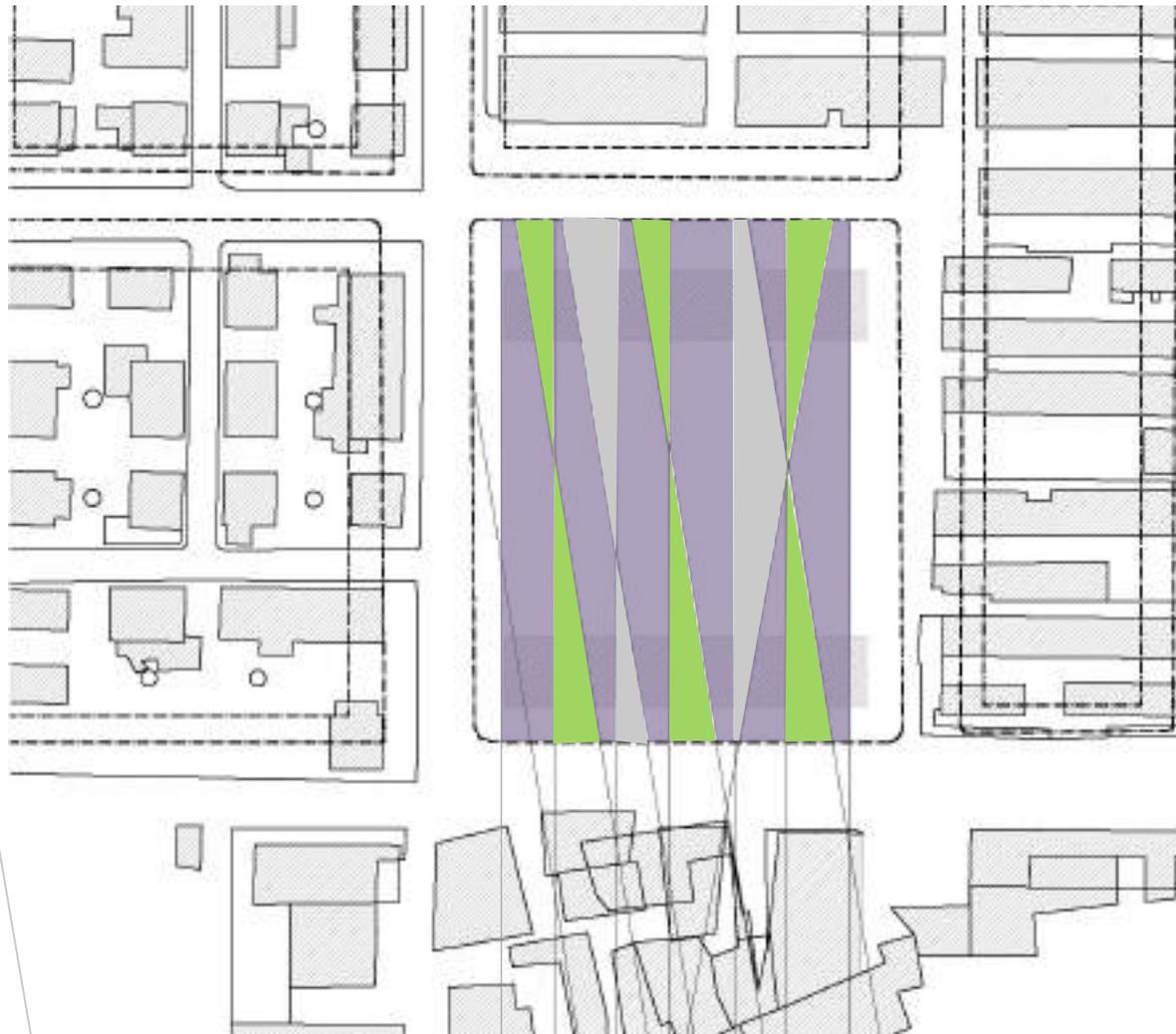


Il progetto architettonico



La griglia è messa a confronto con una situazione geografica, orografica, di differenze, di punti disturbo

Il progetto architettonico

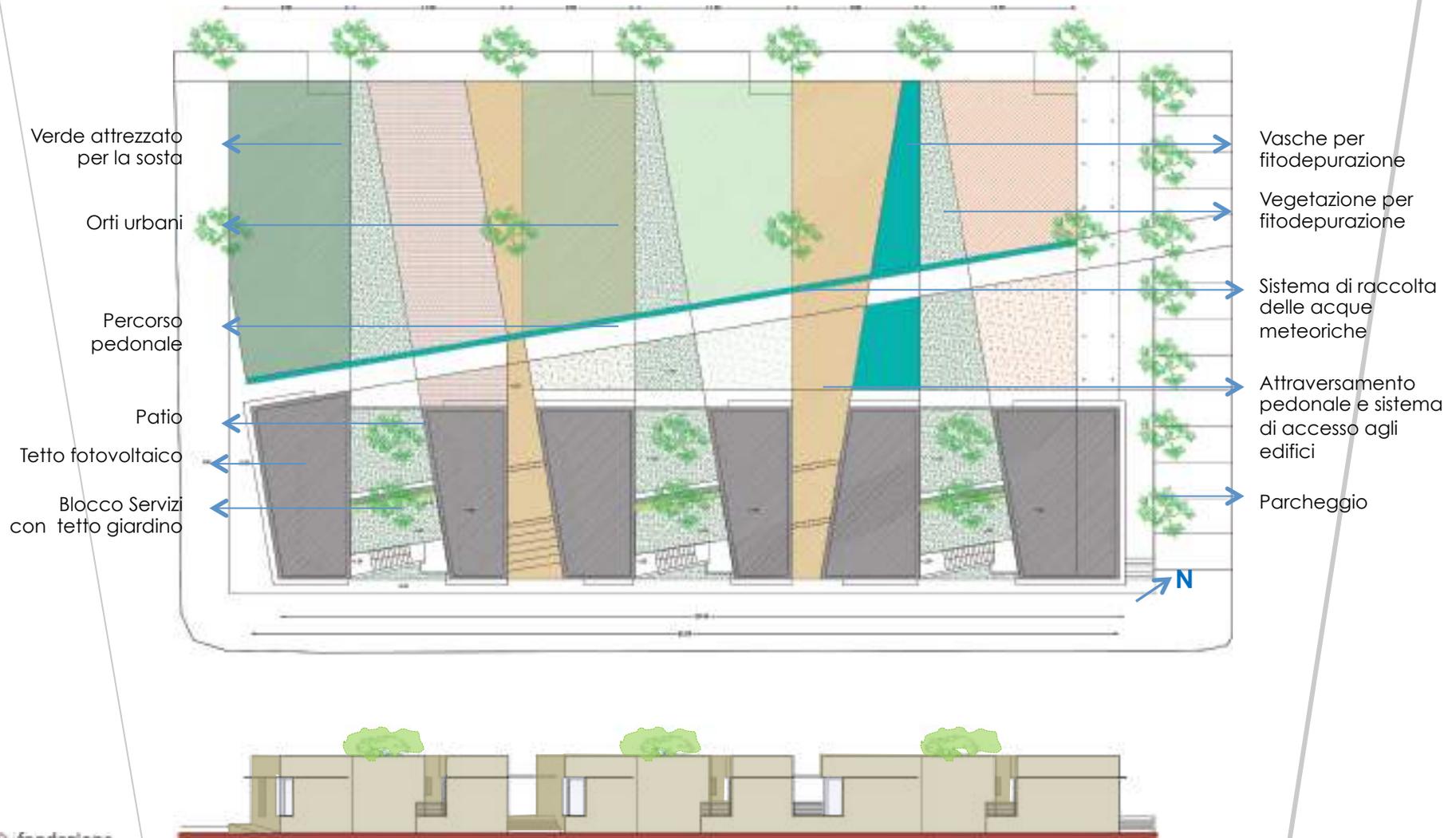


Si sovrappongono più griglie:
- quella costruita in rapporto all'ordito stradale
- quella originata come riverbero di quest'ultimo dalla linea di costa

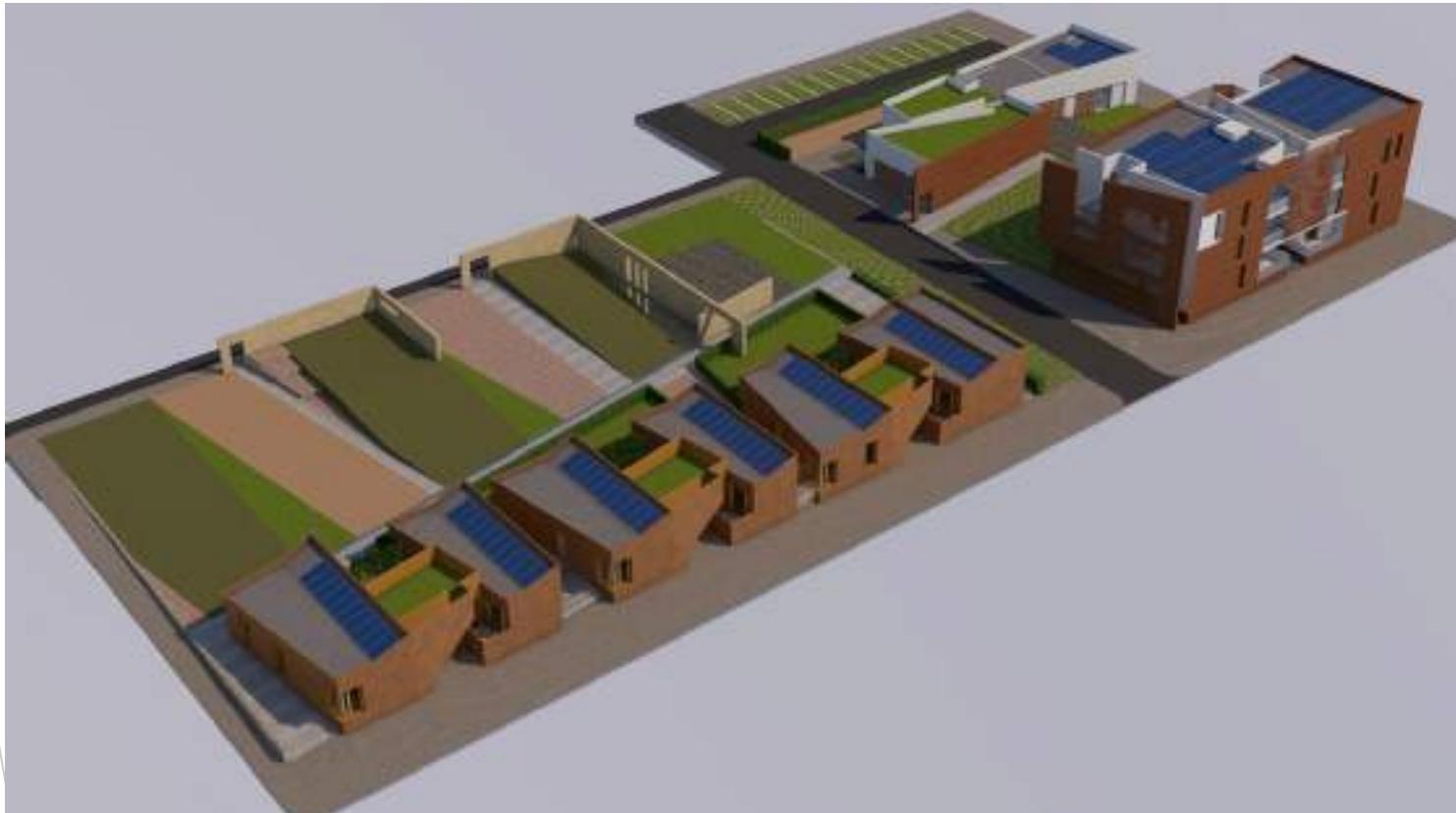
Questa geometria diventa un parametro per modulare spazi aperti e volumi.

I volumi residenziali diventano una "soglia" tra la città e il parco svuotandosi e articolando una combinazione di differenti tipologie residenziali, si dotano di spazi aperti, percorsi, terrazze, patii e giardini privati

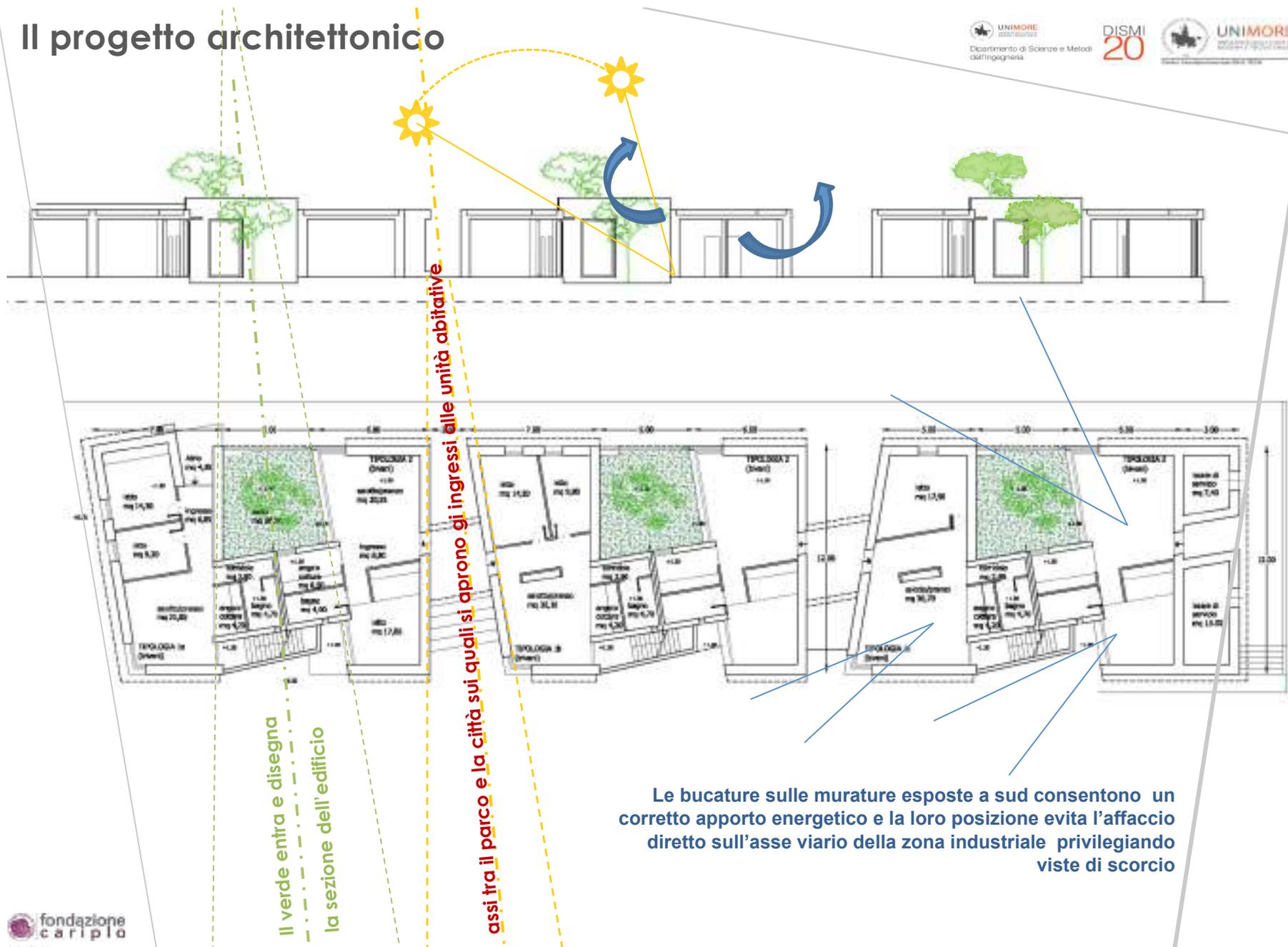
Il progetto architettonico



Il progetto architettonico

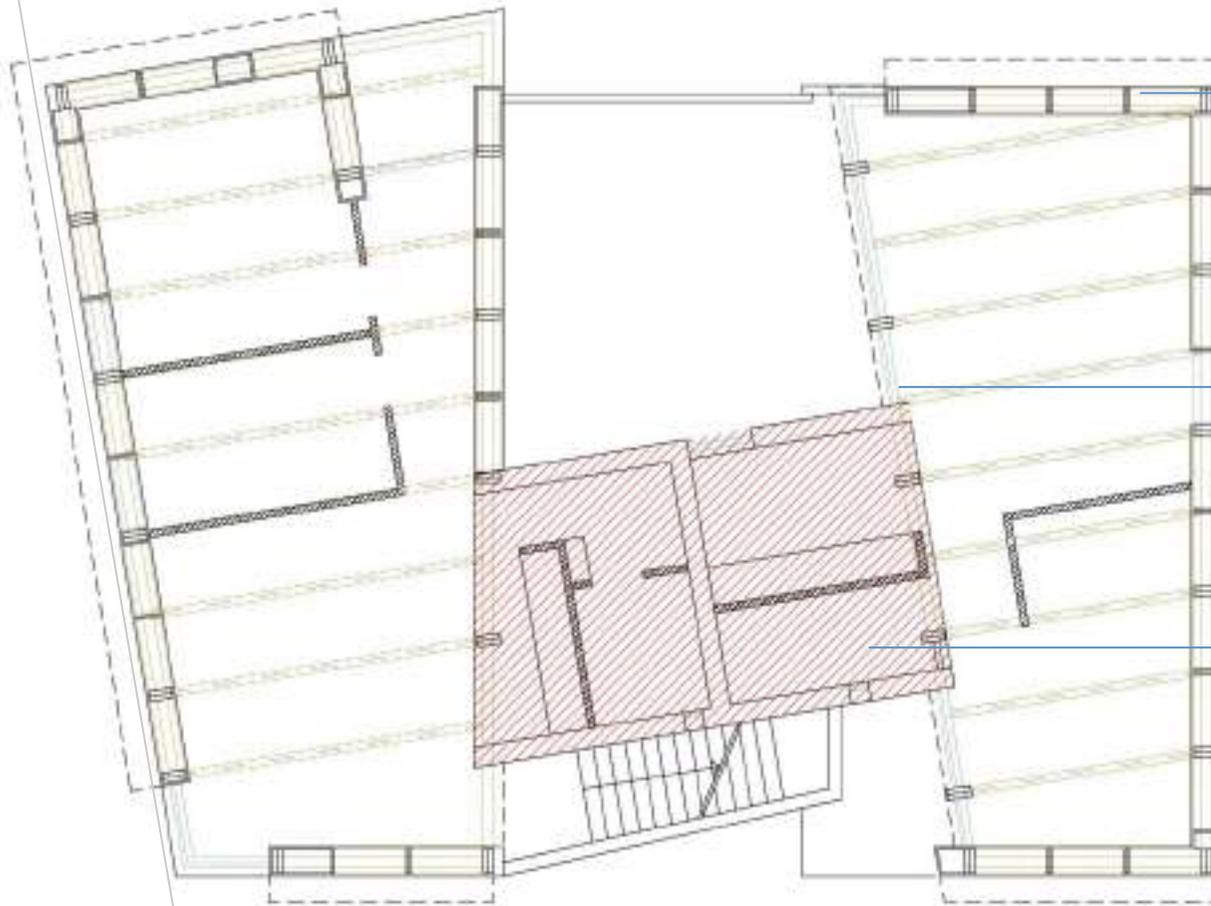


Il progetto architettonico



LCA DI UNA PARETE CON MODULI DI PAGLIA PRESSATA E DI DUE UNITA ABITATIVE COSTRUITE CON TALI MODULI

Il progetto architettonico



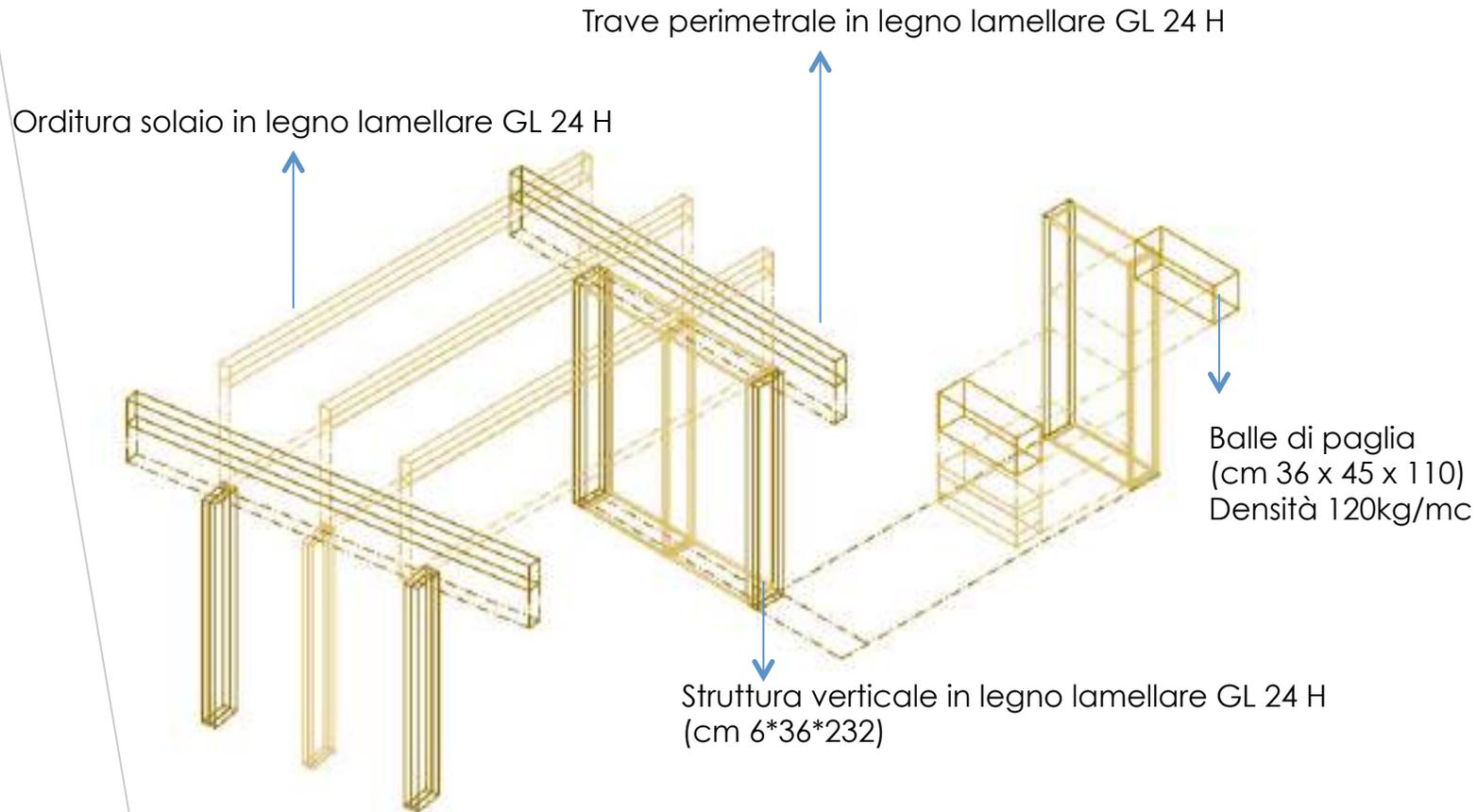
Muri perimetrali in pannelli modulari con struttura in legno e paglia.
Il volume rimane chiuso all'esterno prediligendo le aperture a sud e gli affacci verso il parco

Parete vetrata opportunamente schermata, esposta a sud per garantire un corretto apporto energetico.
Consente un rapporto diretto con il patio

Volume dei servizi: blocco centrale che accorpa i bagni e gli angoli cottura delle due unità abitative e accoglie sulla copertura un giardino pensile in continuità del sistema del verde: parco/patio/tetto giardino

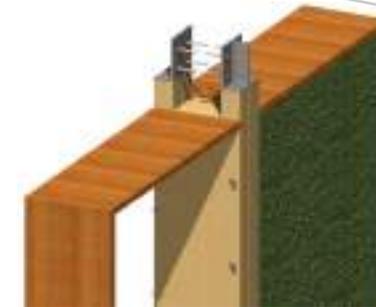
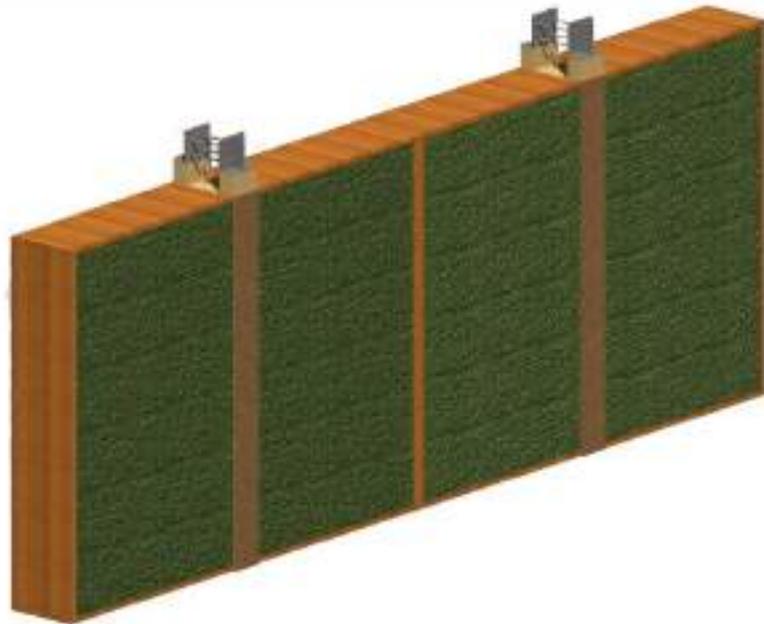
**ELEVATO ISOLAMENTO INVOLUCRO / ORIENTAMENTO OTTIMALE
IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER AUTOCONSUMO DIRETTO E DA ACCUMULO / RACCOLTA ACQUA PIOVANA / SUPERFICI A VERDE /
GESTIONE OPEN SOURCE PER MUTUALIZZARE I CONSUMI ENERGETICI
TRA LE UTENZE RESIDENZIALI ED IL PARCO PUBBLICO**

Il progetto architettonico



Il pannello, modulo dell'edificio, prefabbricato in officina, è formato da una cornice in legno lamellare all'interno della quale vengono compattate n. 6 balle di paglia sigillate con rinzaffo a base di calce.

Il sistema strutturale



I singoli pannelli (cm 120*36*232) prefabbricati, connessi meccanicamente tra loro, costituiscono la struttura portante verticale, su cui poggiano le travi di cordolo (cm 16*20) e le travi trasversali (cm 12*24) ancorate con connessioni metalliche: tutto in legno lamellare GL24H.



Il cantiere



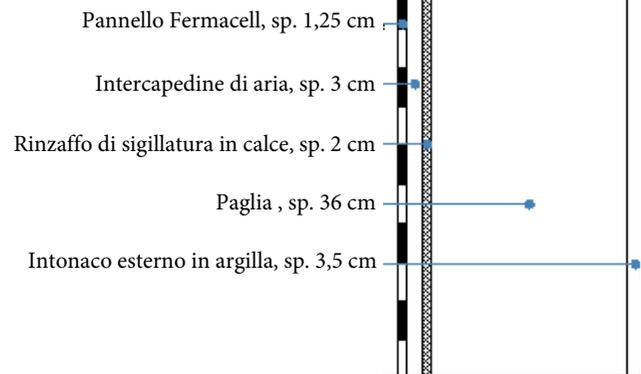
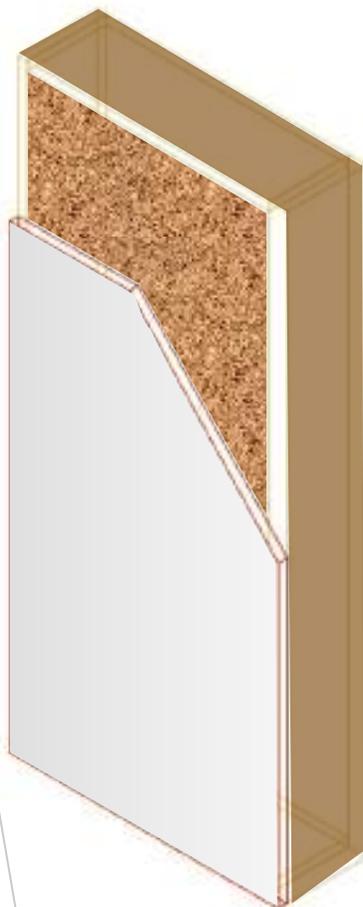


Metodo:
IMPACT 2002+ modificato

Banca dati:
Ecoinvent 3 incrementata con tutti i dati raccolti durante gli studi effettuati presso il centro di ricerca ENEA di Bologna e presso il "Dip. di Scienze e Metodi dell'Ingegneria" (LCA_2DDatabaseUNIMORE) dell'Università degli studi di MO e RE

Software:
SimaPro 8.3.0

Unità funzionale 1: Modcell, (1,20*2,32) m



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **Parete in paglia**

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Esterno	Spessore:	457,5 mm
Trasmittanza U:	0,184 W/(m²K)	Resistenza R:	5,429 (m ² K)/W
Massa superf.:	57 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

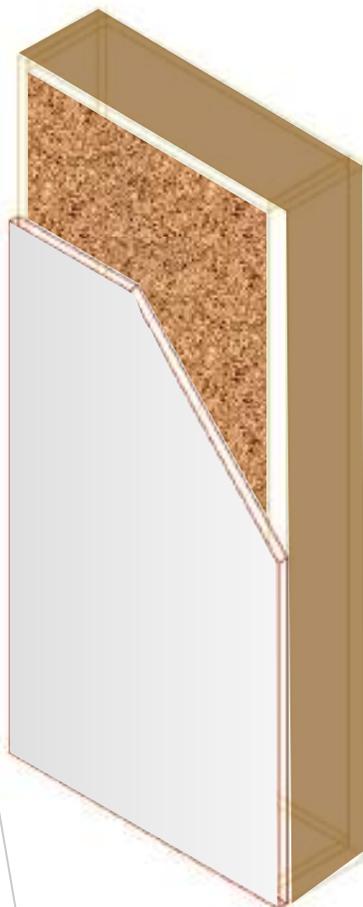
STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m ² K)/W]	Densità ρ [Kg/m ³]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μ _a [-]	Fattore μ _u [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Fermacell	12,5	0,210	0,071	900	0,85	8,7	8,7
B	Aria in quiete a 293K	30,0	0,026	1,154	1	0,85	1,0	1,0
C	Intonaco di calce	20,0	0,900	0,017	1.800	0,85	16,7	16,7
D	Paglia	360,0	0,091	3,956	120	0,85	3,0	3,0
E	Intonaco a base di calce e argilla	35,0	0,490	0,061	1.400	0,85	11,0	13,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	457,5		5,429				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)
Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W
Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

Unità funzionale 1: Modcell, (1,20*2,32) m



La prima unità funzionale è un modulo di m² 2,784 di una delle sei unità abitative durante 50 anni di vita.

Oltre ai materiali, nell'analisi del ciclo di vita sono stati inseriti i processi relativi all'energia per il riscaldamento ed a quella per il raffrescamento, poiché il pannello funge da involucro ad uno spazio climatizzato e viene attraversato da flussi di energia termica.

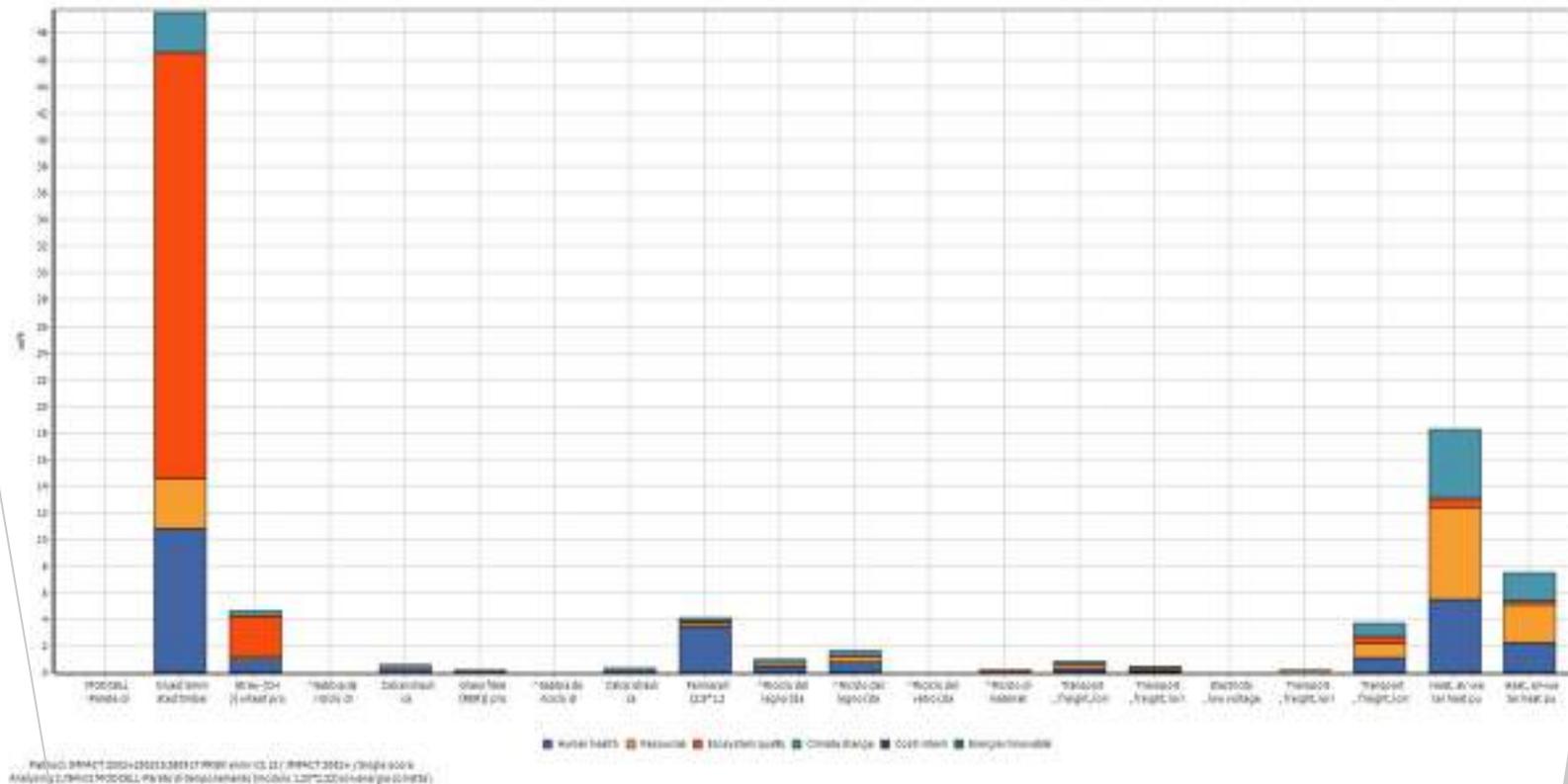
<p>Heat, air-water heat pump 10kW {Europe without Switzerland} production Alloc Def, U (COPinvernale=3.9 7)</p>	<p>0,184*(h+2*sp)*(Wh 1+2*sp)*(20- 5)*4*30*8*50</p>	<p>trasmittanza della parete: 0.184W/m2K periodo di riscaldamento: 1/12-31/3 t=4m*30g/m*8h/g Einv=U*S*DT*t Testinvmin=5°C Tintinv=20°C S=(h+2*sp)*(1+2*sp) COP=3.970 Durata: 50 anni</p>
--	--	--

(Energia termica fornita dalla pompa di calore per garantire la temperatura interna di 20°C durante il periodo di riscaldamento).

<p>Heat, air-water heat pump 10kW {Europe without Switzerland} production Alloc Def, U (COPestivo=3.87)</p>	<p>0,184*(h+2*sp)*(Wh 1+2*sp)*(32- 26)*4*30*8*50</p>	<p>trasmittanza della parete: 0.184W/m2K periodo di raffrescamento: 1/6-30/9 t=4m*30g/m*8h/g Eest=U*S*DT*t S=(h+2*sp)*(1+2*sp) Testmaxest=32°C Tintest=26°C EER=3.87 Durata: 50 anni</p>
--	---	--

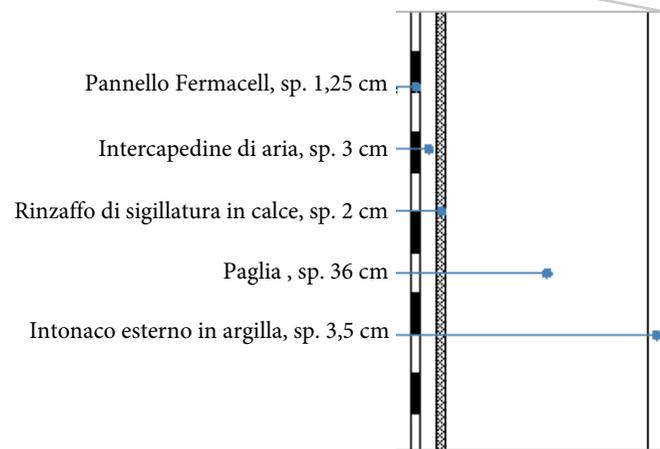
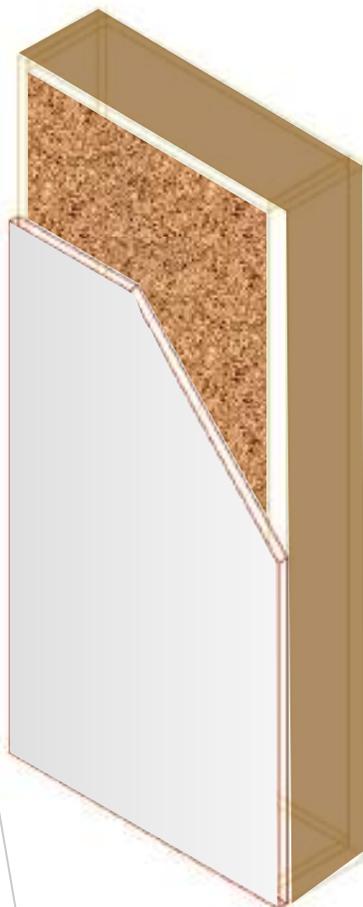
(Energia termica fornita dalla pompa di calore per mantenere la temperatura interna di 26°C durante i mesi estivi).

Il diagramma della valutazione per single score e per damage category del processo MODCELL.



Il danno totale vale 93.5 mPt ed è dovuto per il 53% a Glued laminated timber, for indoor use {RER}| production| Alloc Def, U (processo di produzione del legno lamellare), per il 19.5% a Heat, air-water heat pump 10kW {Europe without Switzerland}| production| Alloc Def, U(COPinvernale=3.97) (energia per il riscaldamento). Per il 5% è dovuto anche a Straw {CH} wheat production, Swiss integrated production, extensive| Alloc Def, U, per processi di acidificazione dei terreni e delle acque, provocati dal fenomeno di demolizione dell'urea e dell'acido urico contenuti nelle deiezioni animali (sparse sui terreni coltivati a frumento per concimarli) in ammoniaca.

Confronto tra partizioni esterne. Caso 1: Modcell, (1,20*2,32) m.



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **Parete in paglia**

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Esterno	Spessore:	457,5 mm
Trasmittanza U:	0,184 W/(m²K)	Resistenza R:	5,429 (m ² K)/W
Massa superf.:	57 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

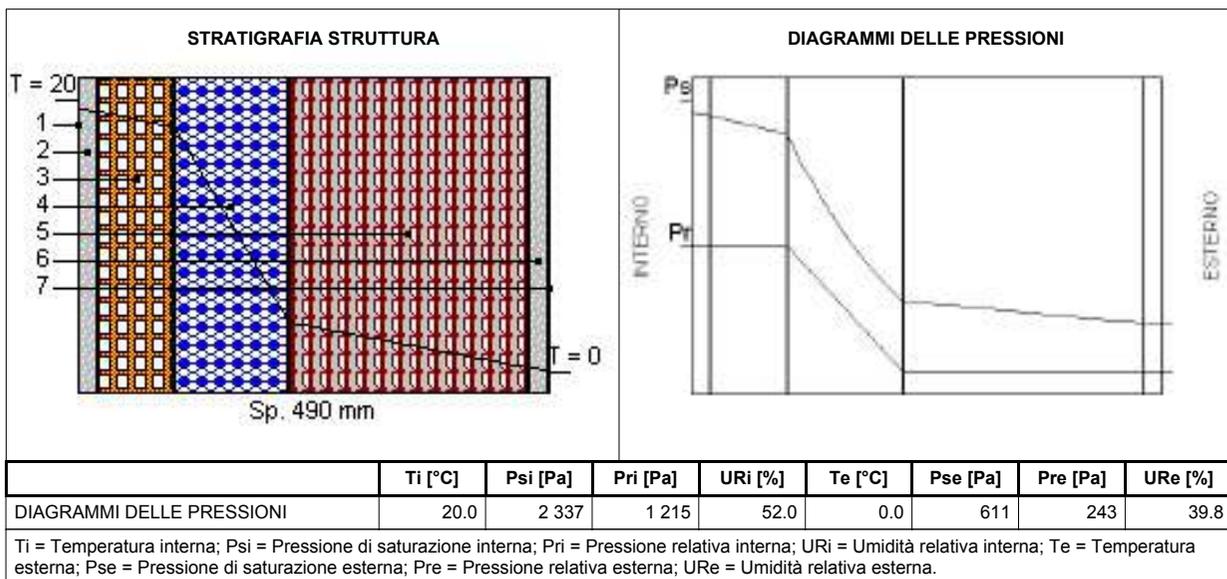
STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m ² K)/W]	Densità ρ [Kg/m ³]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore α [-]	Fattore μ [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Fermacell	12,5	0,210	0,071	900	0,85	8,7	8,7
B	Aria in quiete a 293K	30,0	0,026	1,154	1	0,85	1,0	1,0
C	Intonaco di calce	20,0	0,900	0,017	1.800	0,85	16,7	16,7
D	Paglia	360,0	0,091	3,956	120	0,85	3,0	3,0
E	Intonaco a base di calce e argilla	35,0	0,490	0,061	1.400	0,85	13,0	13,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	457,5		5,429				

Confronto tra partizioni esterne. Caso 2: parete a cassetta tradizionale in laterizio forato (UNI/TR 11552) con isolante in intercapedine e struttura portante in c.a. (1,20*2,32) m.

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
3	Mattone forato da 80	80		5.000	64.00	20.570	1000	0.200
4	Intercapedine con isolante	120	0.045	0.375	3.60	0.010	570	2.667
5	Blocco in laterizio da 25	250		1.600	250.00	25.710	1000	0.625
6	Intonaco esterno Calore Specifico 1000 J/kgK.	20	0.900	45.000	36.00	8.500	1000	0.022
7	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 3.712 m²K/W						TRASMITTANZA = 0.269 W/m²K		
SPESSORE = 490 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 55.850 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 318 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.03 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.11				SFASAMENTO = -9.47 h		

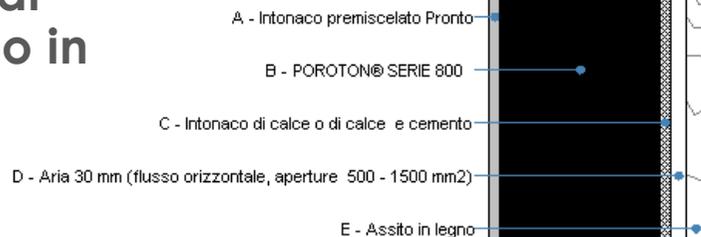
s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



Confronto tra partizioni esterne. Caso 3: parete armata in laterizio porizzato con lana di roccia e rivestimento esterno in legno (blocco servizi), (1,20*2,32) m.



CE



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **Parete in mattoni**

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Esterno	Spessore:	405,0 mm
Trasmittanza U:	0,439 W/(m ² K)	Resistenza R:	2,279 (m ² K)/W
Massa superf.:	274 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m ² K)/W]	Densità ρ [Kg/m ³]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μa [-]	Fattore μi [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco premiscelato Pronto	20,0	0,171	0,117	1.036	0,85	13,9	13,9
B	POROTON® SERIE 800	300,0	0,182	1,648	850	1,00	10,0	10,0
C	Intonaco di calce o di calce e cemento	20,0	0,900	0,022	1.800	0,85	16,7	16,7
D	Aria 30 mm (flusso orizzontale, aperture 500 - 1500 mm ²)	30,0	0,340	0,088	1	0,85	1,0	1,0
E	Assito in legno	35,0	0,150	0,233	550	0,85	44,4	44,4
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	405,0		2,279				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

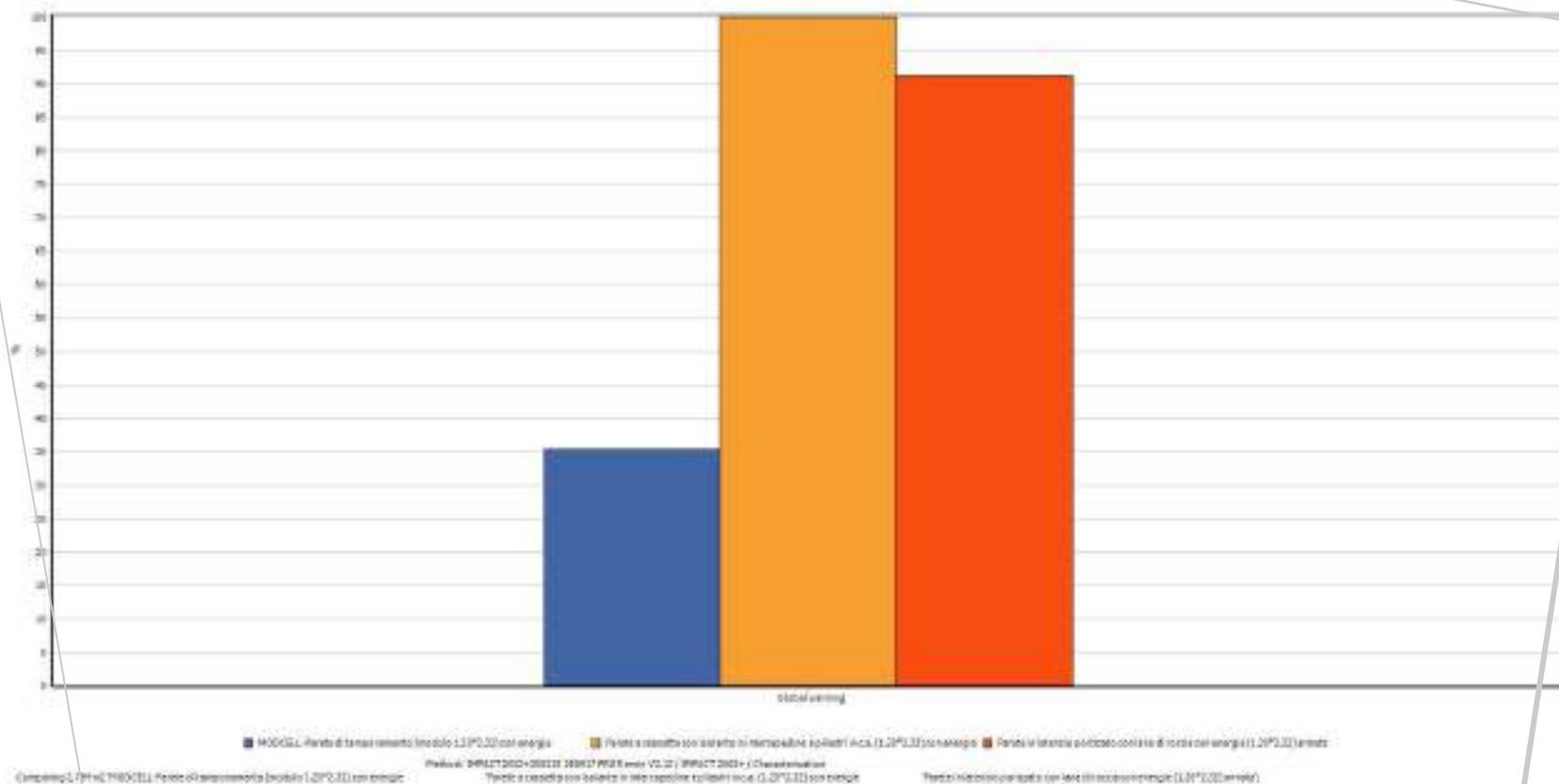
Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Messina	Zona climatica:	B
Trasmittanza della struttura U:	0,439 W/(m ² K)	Trasmittanza limite Ulim:	0,450 W/(m ² K)

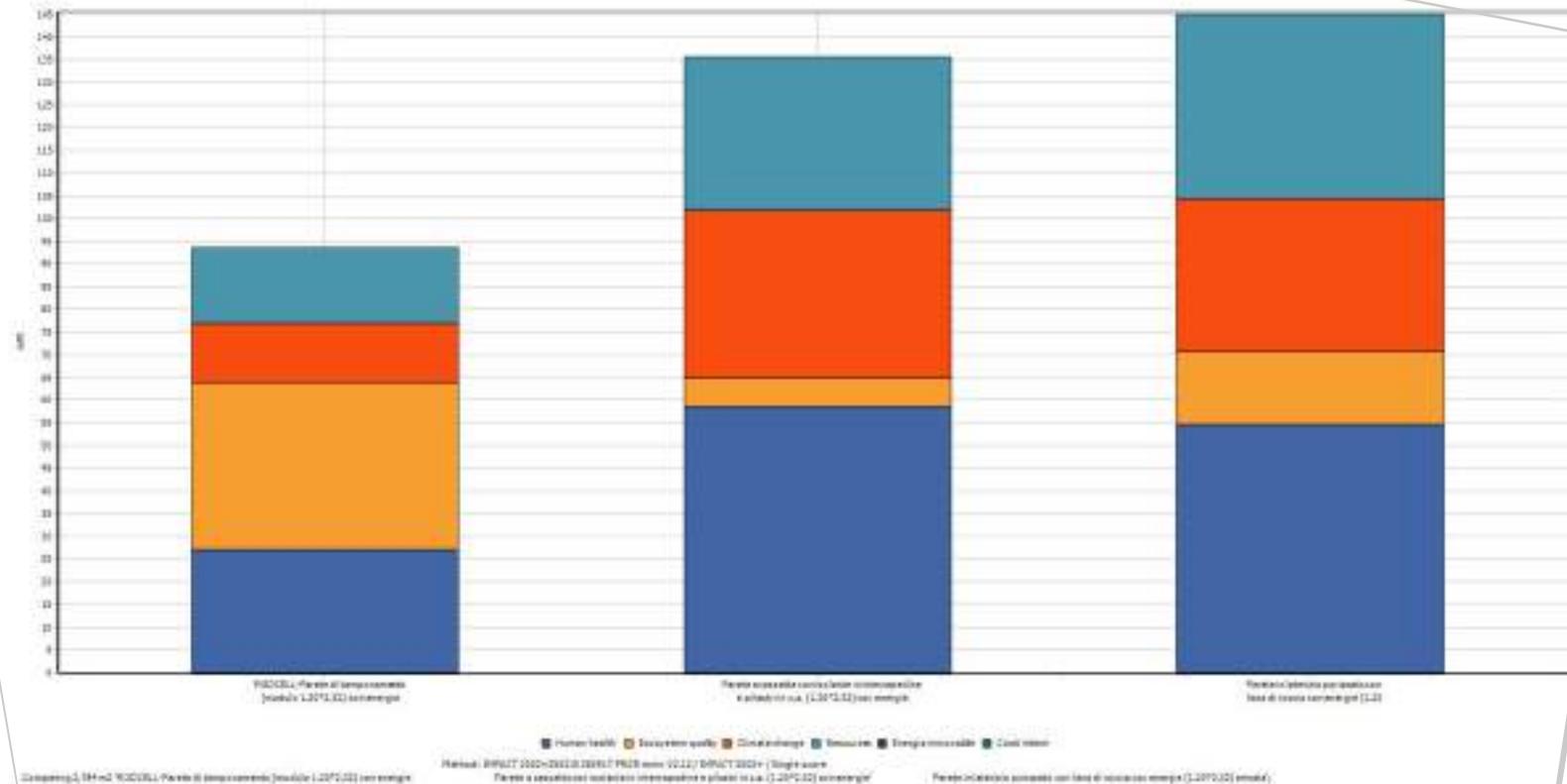
Confronto tra partizioni esterne. Valutazione Global Warming.



Per quanto riguarda la categoria di impatto **Global Warming**, il processo che produce il danno maggiore tra tutti è la parete a cassetta, con un'emissione di 365 kgCO₂eq, a seguire quella in laterizio porizzato (333 kgCO₂eq) ed infine quella in legno e paglia (129 kgCO₂eq).

Il danno è dovuto all'emissione di *Carbon dioxide, fossil*, dovuto per la parete a cassetta soprattutto al processo di produzione del calcestruzzo per le strutture armate, per la parete in poroton soprattutto al processo di produzione dei laterizi, per la parete in legno lamellare e paglia soltanto alla produzione di elettricità da carbone nel mix elettrico italiano usata per il riscaldamento ed il raffrescamento.

Confronto tra partizioni esterne. Valutazione per single score e damage category.



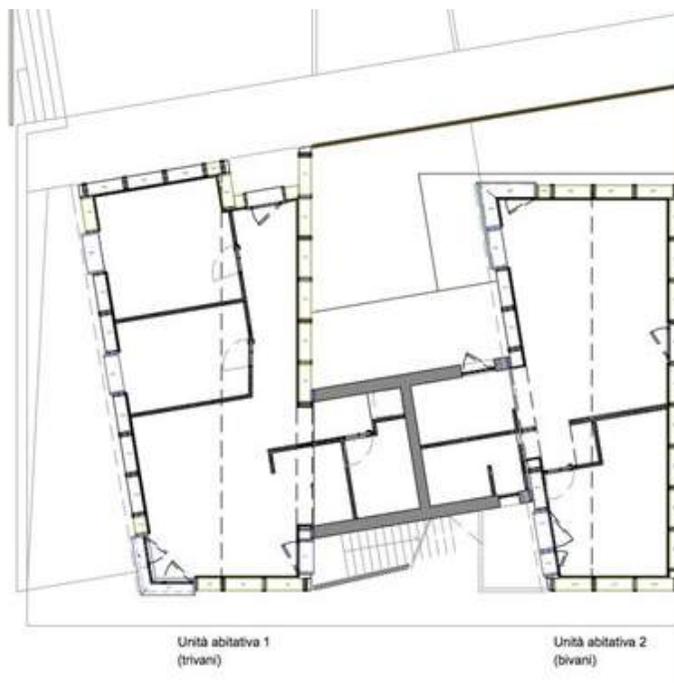
Tra le tre pareti a confronto quella che produce il danno minore è **Modcell in legno lamellare e paglia**. Il suo impatto è dovuto soprattutto all'uso del territorio per la coltivazione intensiva degli alberi per la produzione del legno (**Ecosystem quality**). Essa è quella che richiede la minore quantità di energia per la climatizzazione invernale ed estiva.

La parete che produce il danno maggiore è quella in laterizio porizzato. Il suo impatto è dovuto essenzialmente al consumo di risorse (**Resources**) per la climatizzazione invernale ed estiva, mentre per quanto riguarda le altre categorie di danno l'impatto è inferiore a quello della muratura a cassetta.

Per quanto riguarda, infine, la parete a cassetta, l'impatto è dovuto soprattutto ad **Human Health** ed a **Climate change**, per i processi di estrazione del ferro e di produzione del calcestruzzo del cemento armato.



Unità funzionale 2: due unità abitative del progetto *Capacity*

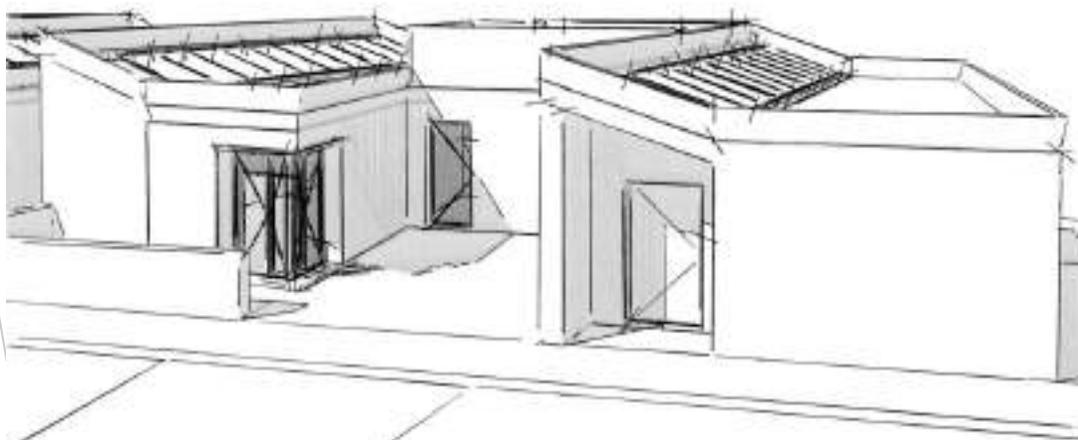


UNITA' 01 TRIVANI (3 PERS)

DESTINAZIONE	SUPERF. calpestabile
Soggiorno-Pranzo-	
1 Ang. Cottura	24,7
2 Letto (singolo)	10,00
3 Letto (matrimoniale)	14,00
4 Wc	4,94
5 Corridoio	4,10
6 Ingresso	8,14
Sup. Calpestabile totale	65,88

UNITA' 02 BIVANI (2 PERS)

DESTINAZIONE	SUPERF. calpestabile
Soggiorno-Pranzo-	
1 Ang. Cottura	35,00
2 Letto (matrimoniale)	14,20
3 Wc	4,90
4 AntiWC	2,20
Sup. Calpestabile totale	56,30



Unità funzionale 2: due unità abitative del progetto Capacity



→ Mitigazione degli apporti solari (tetto giardino)

→ *Impianto fotovoltaico da 5,6 kWp in silicio monocristallino (10 pannelli da 280W per ogni unità abitativa).*

→ *Sistema di accumulo elettrico condiviso.*

→ *Raccolta e riutilizzo delle acque meteoriche per irrigazione giardino.*

Inoltre:

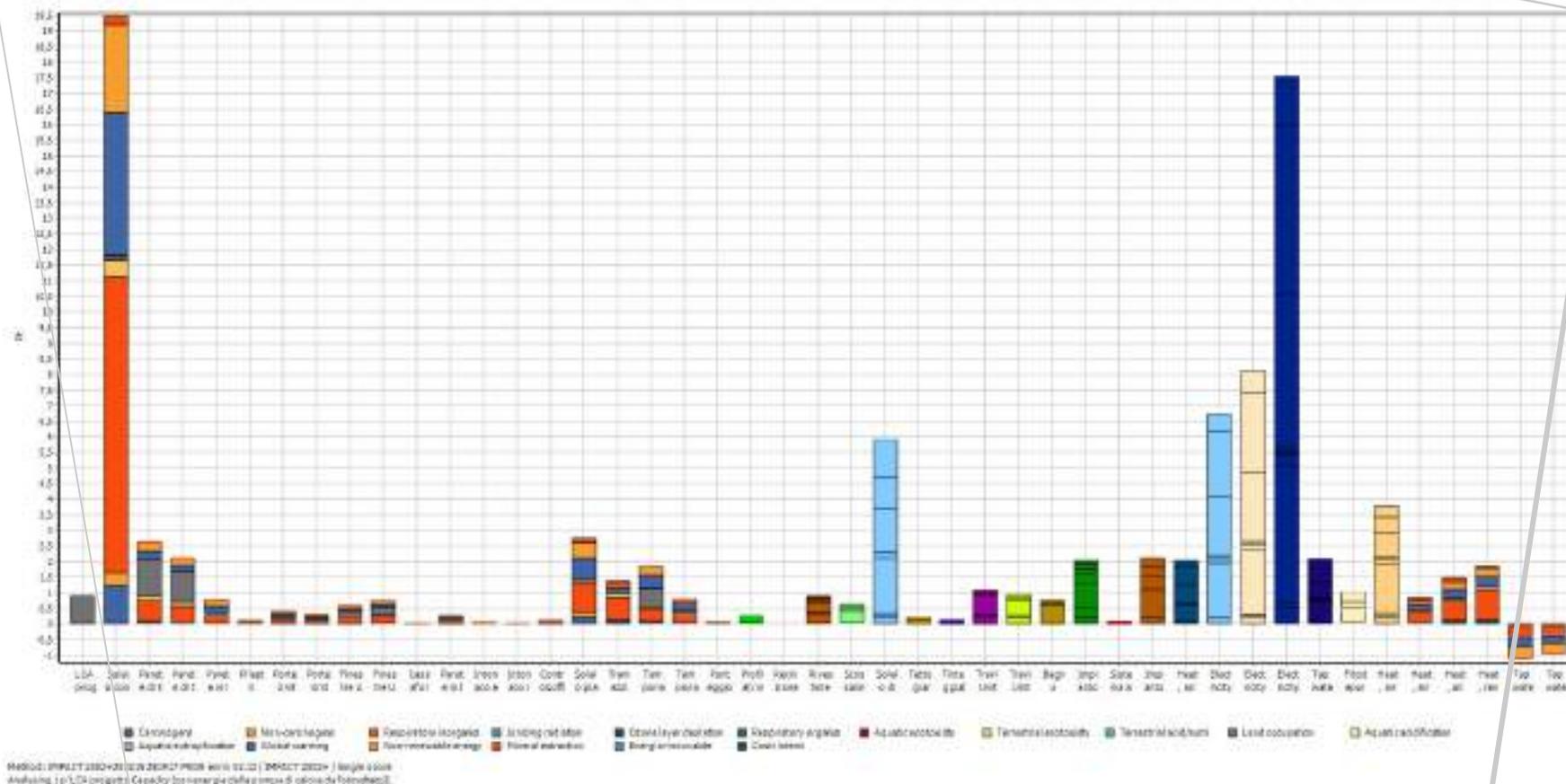
Impianto di fitodepurazione delle acque grigie per scarichi WC, lavatrice, irrigazione tetto giardino.

Impianto solare termico per ACS: collettore piano con bollitore integrato a circolazione naturale.

L'analisi LCA tiene conto di tutti i materiali edilizi, che compongono l'involucro, e degli impianti. In particolare, per quanto riguarda l'impianto fotovoltaico, si è supposto che soddisfi tutto il fabbisogno di energia per il riscaldamento e per il raffrescamento e parte del fabbisogno di ACS, ad integrazione del solare termico.

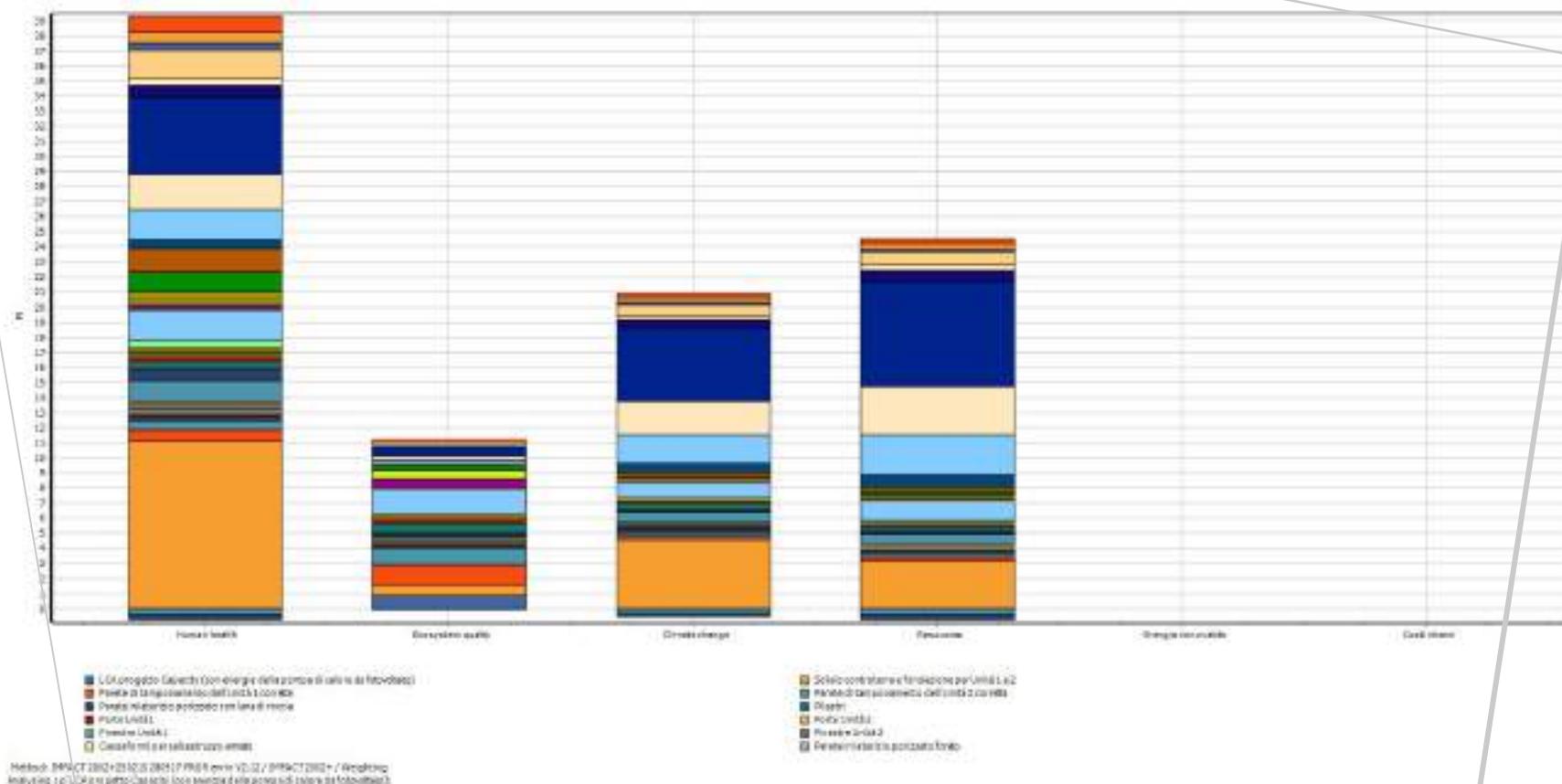
Gli indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria sono stati forniti dalla relazione ex Legge 10/91, a cura dell'Ing. Scandurra. Per quanto riguarda, invece, gli altri usi elettrici (illuminazione, cucina, elettrodomestici) il fabbisogno è stato calcolato in base al numero degli abitanti e l'energia necessaria è prelevata dalla rete nazionale.

Il diagramma della valutazione per single score e per impact category delle due unità abitative.



Il danno vale 94 Pt ed è dovuto per il **20,7%** al solaio controterra ed alle fondazioni in C.A., per il **18,6%** all'energia elettrica per l'uso degli elettrodomestici, per l'**8,6%** all'energia elettrica per l'uso della cucina, per il **7,2%** all'energia elettrica per l'illuminazione, per il **6,3%** al solaio di copertura in legno, per il **4%** alla pompa di calore per il riscaldamento.

Il diagramma della valutazione damage category delle due unità abitative.



Il danno è dovuto per il **41%** a **Human Health** (a causa del particolato sottile con gravi effetti respiratori e cancerogeni emesso durante i processi produttivi del calcestruzzo e del ferro di armatura soprattutto del solaio di fondazione), per il **25%** a **Resources** (consumo di fonti non rinnovabili per produzione di energia elettrica), per il **22%** a **Climate change** (**200 TCO₂eq**, per la produzione di energia da carbone nel mix elettrico italiano ed in buona parte anche per la produzione del c.a. del solaio di fondazione), per il **12%** a **Ecosystem quality** (a causa della produzione del legno da coltivazioni intensive e da foreste usate nel solaio di copertura).