

# RELAZIONE TESI\_MICRO – CITY – OFF GRID

**Di Tommaso Daunisi**

**Relatore: prof. Direttore Giuseppe Losco**

**Correlatore: prof.ssa Angela Leuzzi**

## **Introduzione:**

A seguito delle numerose calamità verificatesi nel territorio nazionale nell'ultimo secolo, è emerso quanto sia necessario far fronte alle emergenze abitative nella maniera più efficace possibile, sotto più punti di vista.

L'Italia è infatti un paese ad alta vulnerabilità sismica attiva ed idrogeologica.

Dopo lo sciame sismico iniziato il 24 agosto 2016 nel centro Italia, si è intervenuti realizzando le S.A.E. Soluzioni abitative emergenziali, che hanno però manifestato carenze progettuali e di esecuzione facendo lievitare le spese di realizzazione e quelle di manutenzione oltre a non garantire un adeguato livello di comfort per gli utenti.

Con questo studio si vuole proporre un'alternativa senza criticità costruttive ma soprattutto "off grid" ovvero senza allacci a reti pubbliche.

## **Studio:**

Da queste valutazioni nasce il progetto di una MICRO\_CITY OFF-GRID, già teorizzata negli anni '60 dall'architetto Peter Cook, professionista che ideò un sistema "plug in" ovvero di connessioni senza lo sfruttamento delle reti dei servizi pubblici.

Lo studio è stato così suddiviso:

1. Sopralluogo nelle zone terremotate per valutare le strutture e la loro realizzazione
2. Individuazione delle criticità abitative attraverso stime e interviste ai residenti
3. Progettazione di abitazioni autosufficienti attraverso lo sfruttamento di:
  - Acqua
  - Sole
  - Vento
  - Aree verdi
  - Forza cinetica

In particolare grazie ai sopralluoghi e alle interviste sono emerse le criticità strutturali e abitative quali:

- Tetti a doppia falda poco inclinate che causano il ristagno di neve in copertura

- Boiler posti in estradosso sui tetti che, a causa del congelamento dei fluidi hanno presentato rotture e malfunzionamenti
- Ingresso di aria fredda nei mesi invernali e calda in quelli estivi per via della imperfetta posa in opera dei serramenti
- Coibentazione scarsa che non riesce a mantenere le temperature di comfort interne
- Pavimentazioni esterne non attrezzate e montate a filo terra spesso soggette ad allagamento che ne impedisce l'uso
- Strutture posate direttamente sul terreno, causa di fenomeni di umidità di risalita.

Tutti questi problemi portano a maggiori spese di manutenzione a carico degli utenti, in quanto per sopperire alle mancanze strutturali si interviene attraverso l'uso di elementi artificiali che possano migliorare il comfort, portando però ad un maggiore spreco di energia elettrica e ad un aumento dell'inquinamento.

### **Progetto:**

#### *Struttura e Impianti:*

Come zona area di sperimentazione progettuale ho scelto l'attuale campo S.A.E di Ponte D'Arli, all'interno del bacino di Acquasanta Terme in provincia di Ascoli Piceno (AP); l'area si presenta come un fondovalle e corrisponde all'ex campo da calcio della Frazione, con andamento pressoché pianeggiante.

Per quanto riguarda i materiali sono stati scelti elementi strutturali in legno lamellare ed elementi di completamento in PVC, perché ci darebbero la possibilità di progettare una tipologia strutturale:

- a) Economica
- b) Facile da trasportare
- c) Semplice al montaggio.

La struttura è formata da pilastri posti ai vertici del modulo abitativo, fissati al terreno tramite delle piastre di ancoraggio in acciaio ed una griglia per la pavimentazione che accoglie i profili facendoli rimanere in posizione verticale.

Per quanto riguarda gli elementi di irrigidimento della struttura si è pensato a portali che, fissati anch'essi a terra su piastre in acciaio, si collegano ad incastro ai pilastri strutturali; a questi si aggiungono delle aste all'interno del telaio che irrigidiscono ulteriormente la struttura portante.

Funzione di irrigidimento svolgono anche i pannelli di tamponamento, studiati come elementi nervati rigidi collegati ad incastro alla struttura.

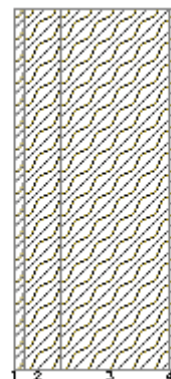
Gli elementi di tamponatura sono composti da un pannello esterno in OSB di 1,5 cm, un pannello in legno mineralizzato di 5 cm, un elemento scatolare per gli impianti internamente ricoperto di isolante di 15 cm ed un altro pannello OSB di completamento interno per una parete finita di 23 cm di spessore.

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**  
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

**Descrizione della struttura:** *Parete perimetrale*

**Codice:** *M1*

Trasmittanza termica	<b>0,203</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>230</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>-3,7</b>	°C
Permeanza	<b>83,333</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>47</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>47</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,114</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,562</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-7,7</b>	h



**Stratigrafia:**

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Pannello in tavole a fibre orientate	15,00	0,130	0,115	650	1,70	50
2	Lana di legno mineralizzata (magnesite)	50,00	0,090	0,556	400	1,47	3
3	Fibra di legno	150,00	0,038	3,947	50	2,00	5
4	Pannello in tavole a fibre orientate	15,00	0,130	0,115	650	1,70	50
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,061	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

In copertura invece troviamo una sottostruttura in acciaio a forma di griglia che, fissata con apposite piastre ai profili strutturali in legno lamellare, forma una gabbia rigida.

La griglia di acciaio posta in alto, serve per accogliere le vasche in pvc che formano l'elemento di copertura, ispirata all'arte giapponese dell'origami.

Questa particolare forma permette di raccogliere una maggior quantità di acque meteoriche e di neve, rispetto alla classica copertura a due falde grazie alle maggiori inclinazioni che vanno a generare le vasche di accumulo per il riuso.

In ultimo ma non meno importante va evidenziato che gli elementi che compongono la copertura, sono rivestiti nella parte zenitale, da una pellicola film piezoelettrica di ultima generazione che, a differenza dei classici pannelli fotovoltaici, produce energia anche in assenza di radiazione solare diretta.

La copertura una volta captata l'energia solare la trasmette a una cellula centrale attraverso un inverter interno, collegato ad una pompa di calore con una batteria di accumulo alla base della cellula; in questo modo si garantisce lo sfruttamento dell'energia anche nelle ore serali. La cellula centrale, inoltre, gestisce e connette tutti gli impianti della casa.

È da sottolineare che di regola per il risparmio si sarebbe potuto applicare un unico inverter per fila, risparmiando economicamente ma per questo progetto è stato ritenuto più valido associare un inverter per modulo abitativo, per evitare il mancato funzionamento di più impianti durante un eventuale black out.

La struttura del modulo è pensata per fornire un'abitazione base autosufficiente, che può essere personalizzata con la scelta dei rivestimenti e delle pavimentazioni, inoltre con partizioni in cartongesso possibili per ulteriori divisioni interne oltre ai muri maestro.

Le partizioni interne di dotazione vengono fissate con elementi strutturali secondari, in legno lamellare, che si connettono alla cellula energetica centrale in modo da consentire il PLUG-IN e l'alimentazione impiantistica della casa tramite la connessione di tutti gli allacci alle pareti che fungono da connettore per impianto elettrico, idrico e scarichi.

Per caratterizzare il progetto, si è pensato a diverse tipologie di pareti, che possono servire sia da divisori che da tamponature.

Le due tipologie di pareti attrezzate sono:

- Esterne : parete finestra – parete porta – parete opaca
- Interne: parete bagno – parete cucina – parete stanze

La tipologia strutturale, simmetrica e modulare, permette l'espansione del modulo in abitazioni per famiglie più grandi, partendo da un modulo base di 64 mq, con una cellula attiva per gli impianti, mentre in una casa media di 96 mq o 128 mq troveremo 2 cellule.

Se durante la giornata l'accumulo di energia è stato maggiore della portata di carico della batteria di accumulo, l'energia in esubero viene condotta ad altre batterie più grandi, posizionate in una locale tecnico interrato, dove sono posizionate anche le vasche di laminazione e le vasche di depurazione a fanghi attivi. Di queste, le prime servono per la fito-depurazione e la raccolta di acque meteoriche in eccesso, mentre le vasche di depurazione abbattano la carica batterica e purificano le acque di scarico che, a fine trattamento, potranno essere immesse nei corsi d'acqua.

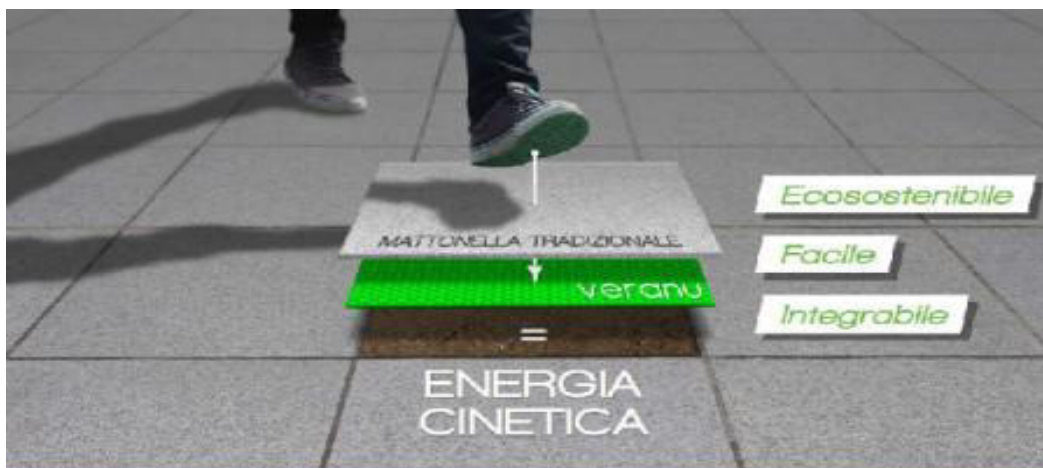
Ci si è posti il problema del rischio di black out nel caso di default dell'impianto inizialmente ipotizzato per la produzione di energia elettrica.

Si è quindi scelto di prevedere ulteriori impianti per la produzione elettrica, in particolare sfruttando l'energia eolica anche grazie alla frequenza e alla velocità del vento rilevate nell'area di progetto.

Da un approfondito studio delle soluzioni di turbine eoliche di ultima generazione, si sono individuate mini pale eoliche per uso domestico con sistema a magnete, che implementa il moto anche in presenza di scarsa velocità del vento. L'impianto eolico ipotizzato contribuisce alla produzione di energia con un incremento di 8,5 kWh associato ad un movimento orizzontale e verticale del sistema eolico.

Calcolo di massima per Miniturbine Eoliche			Arch. E. Barbera
<i>Modificare i valori in rosso</i>			Esempi
Velocità Vento in m/s	<b>6,5</b> metri al secondo	4 - 10 m/s	
Velocità vento in km/h	23,4 km/h		
Potenza teorica in Watt x mq	178,5063 Watt	limite di betz 59%	
<i>VERTICALI</i>	Efficienza	<b>20</b> %	20-34%
	TSR	<b>3</b> TSR	TSR 1-5
	Diametro	<b>5</b> metri	1-2 mt
	Altezza	<b>12</b> metri	1-3 mt
	Superficie	188,40 metri quadri	
	circonferenza	15,70 metri	
	RPM	75 giri per minuto	
	Watt calcolati	<b>6726</b> Watt	ASSE VERTICALE
<i>ORIZZONTALI</i>	Efficienza	<b>40</b> %	40%
	TSR	<b>6</b>	TSR 6
	Raggio	<b>2,5</b> metri	1 mt
	Superficie	19,63 metri quadri	
	circonferenza	15,70 metri	
	RPM	149 giri per minuto	
	Watt calcolati	<b>1401</b> Watt	ASSE ORIZZONTALE

In ultimo si è pensato di sfruttare il sistema Veranu SEF (smart Energy floor), un dispositivo che sfrutta l'energia cinetica trasformandola al 50% in energia elettrica grazie alla pressione di un passo. Il sistema permette una produzione variabile dai 2 agli 8 watt a passo, grazie a mattonelle smart che vengono installate lungo i percorsi pedonali esterni, coinvolgendo anche gli abitanti nella consapevolezza di uno stile di vita sano ed attivo.



Il villaggio OFF-GRID viene quindi alimentato da diversi dispositivi per garantirne l'autosufficienza in qualsiasi momento dell'anno.

Conclusioni:

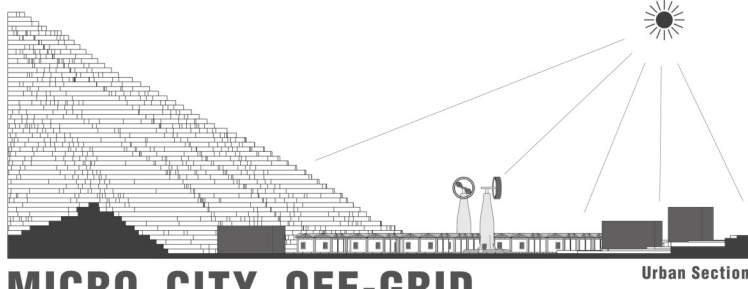
Questo studio vuole dimostrare come sia possibile realizzare strutture abitative per l'emergenza off grid, con soluzioni in grado di migliorare il comfort degli utenti e garantire bassi costi di gestione e manutenzione.



Relatore: Dir. prof. Giuseppe Losco  
Correlatore: prof. Angela Leuzzi

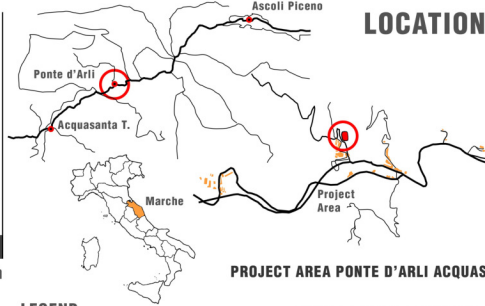
Laureando: Tommaso Daunisi

The idea of re-proposing a utopian project of the sixties by Peter Cook in 1964, the Plug-in-City (connected city) is a structure without buildings, a compact mass of elements of similar shape (the houses are in the form of cells or standardized components). The machine is not only accepted in good taste, but also acquired and reworked. On the contrary, it is raised to the level of the human being, which nevertheless maintains a position of "superiority", thanks to the capacity for thought, of the reasoning and, above all, of the "analysis and resolution of the unexpected". But how would it be, revived with environmental devices discovered to date? Would it be possible to realize the dream of a city completely detached from the public network? From all this comes the project of a Micro\_City\_OFF-GRID



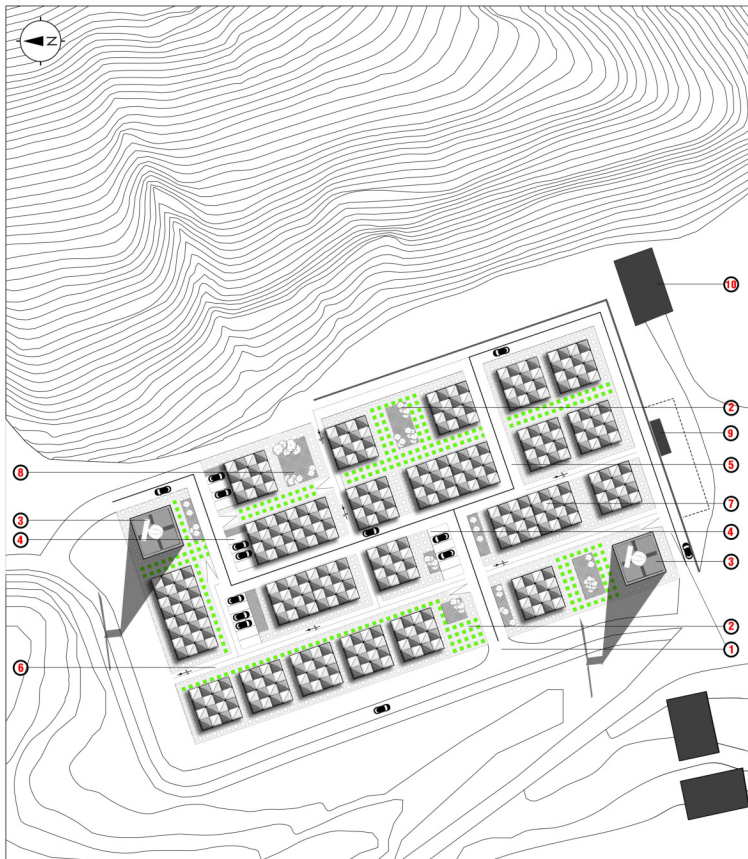
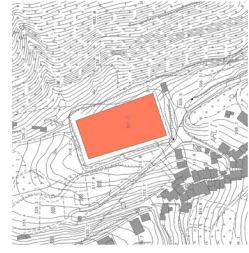
# MICRO\_CITY\_OFF-GRID

Urban Section



## LOCATION

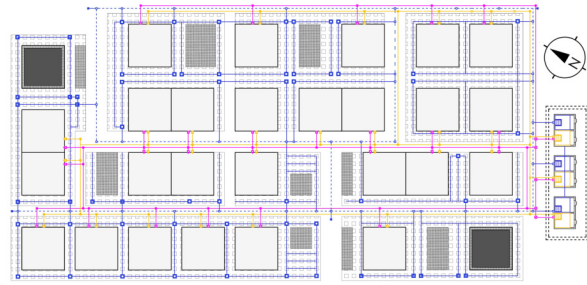
PROJECT AREA PONTE D'ARLI ACQUASANTA TERME ASCOLI PICENO (AP)



## LEGEND

- WHITE WATER**
  - white water system
  - water recovery grill
  - inspection well
  - groundwater recovery
- WASTE WATER**
  - black water system
  - water recovery grill
  - inspection well
  - plug-in wall
  - septic tank
- GREY WATER**
  - grey water system
  - water recovery grill
  - plug-in wall
  - inspectionable degreaser

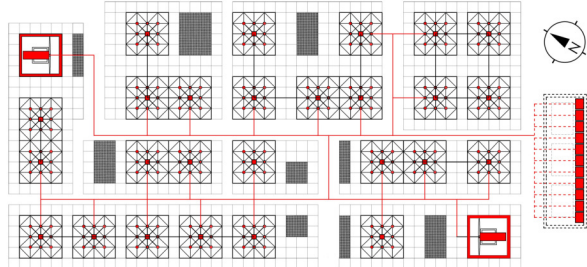
## UNDERGROUND SYSTEM



## MASTERPLAN LEGEND

- False Floor Tot. 3880 mq (public floor 2128 mq private floor 1664 mq)
- Solar Array 910 mq
- SEF- Smart energy floor 1300 mq (Veranu System)
- Thermic floor 1664 mq
- Veranu smart floor

## SOLAR ARRAY (Piezoelectric Thin Films) SYSTEM + wind turbine + veranu smart floor

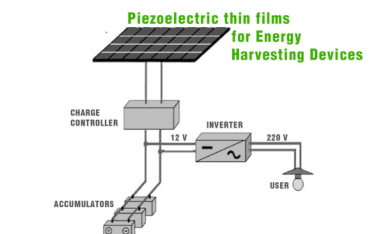


## Possible combination to meet your needs

- Smaller House module 64 mq
  - Medium House module 96 mq
  - Big House module 128 mq
- 1 Driveway Entrance
  - 2 Fitness area
  - 3 Wind Turbine
  - 4 Parking Area
  - 5 Main Road
  - 6 One lane Road
  - 7 Solar Panel Roof
  - 8 Green Area (children playground)
  - 9 Engineering
  - 10 Storage Tools
- many combinations depending on what you are looking for...

## ENERGY

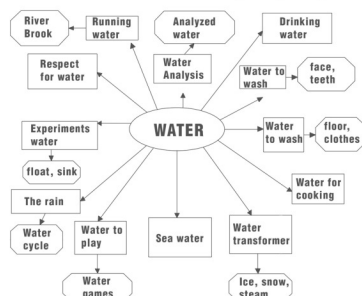
"When there is no energy, there is no color, no shape, no life" (Caravaggio)  
**SOLAR SYSTEM WITH ACCUMULATION:** Photovoltaics accumulation represents an important step forward in the direction of energy independence of families and buildings.



**Piezoelectric thin films for Energy Harvesting Devices**  
A storage system for a photovoltaic system is a set of accumulators or batteries that store the energy produced by solar array, and that is not immediately consumed. This mechanism allows you to accumulate energy during the day when it is produced, and use it in the evening/night without having to request it from the electricity grid. The accumulation, therefore, allows the use of energy at a different time from the moment it was produced.  
**VERANU**  
The more foot traffic, the more electricity generated!  
**Eco-friendly:** Walking on Veranu's smart floors converts each step from foot traffic into clean and green electricity.  
**Important:** Veranu integrates easily on all existing floors without removing or replacing the tiles.  
**Easy:** Thanks to its modular structure, Veranu is easy to install and maintain.

## WATER

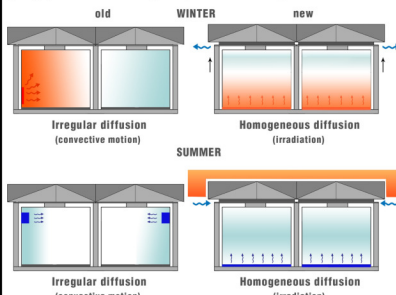
"a man can survive a week without food, but can endure without water only a few days"  
Every day the vital hydro requirement per person is as follows:  
- 40/50 liters of water for domestic use for one person  
- 2/3 liters of water to be taken on average during the day



- Talking about numbers...**
- take a bath consumes between **120 and 160** liters of water
  - take a shower for 5 minutes consumes **from 75 to 90** liters
  - flushing the toilette consumes up to **16** liters
  - to wash hands consumes up to **1,5** liters
  - brushing teeth with running the water consumes **30** liters
  - for washing dishes consumes **20** liters
  - for a dishwasher and washing machine consumes **from 40 to 120** liters
  - washing the car consumes **800** liters
  - a dripping faucet consumes **5** liters
- it is all drinking water...

## THERM ACS HEAT COOLER

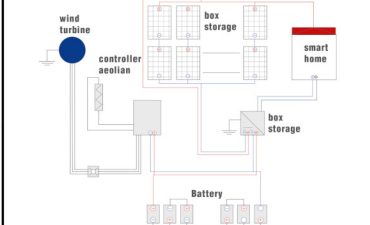
**Radiant Floor:** after the discovery of the condensing boilers, floor heating is used more and more, also called radiant panels. An underfloor heating system is much less invasive than one might think and can be installed relatively easily. It has a series of pipes that are installed in the floor and allow a circulation of hot water at a relatively low temperature. The perfect distribution of the pipes allows a homogeneous diffusion of the heat that emanates from the floor going upwards thus creating a very comfortable temperature environment.



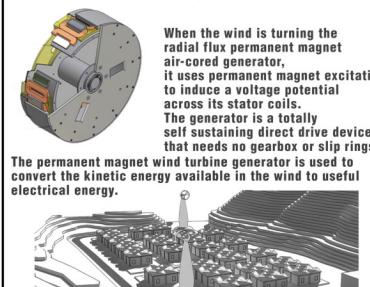
- Ensure maximum heat, avoid unnecessary losses, it is necessary to install the floor heating system on a floor characterized by excellent insulation, it can also be used in summer as a cooling system.
- BENEFIT**
    - play on the floor
    - barefoot walking
    - favorable tax advantages
    - freedom to furnish
    - condensing boiler
  - FLAW**
    - break the floor
    - very high ceiling
    - thermal bridges
    - no carpet
    - bad insulated construction
    - no mezzanine

## WIND POWER

The biggest wind turbines generate enough electricity in a year (about 12 megawatt-hours) to supply about 600 homes.



Ancient mariners used sails to capture the wind. Farmers once used windmills to grind their grains and pump water. Today, more and more wind turbines produce electricity from the breeze. Over the past decade, wind turbine use has increased more than 25% per year. Still, it only provides a small fraction of the world's energy.  
**Permanent magnets generator for Wind turbines** (they are the latest generation turbines that work with a permanent magnet system) **Technical Description**

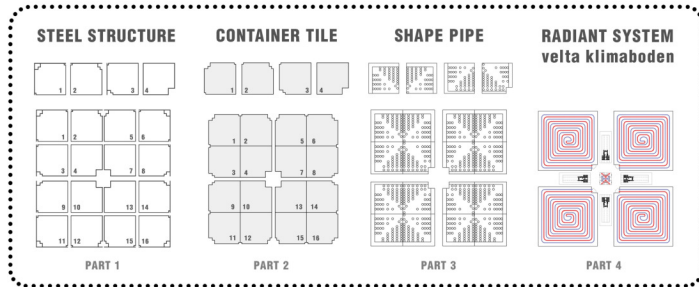
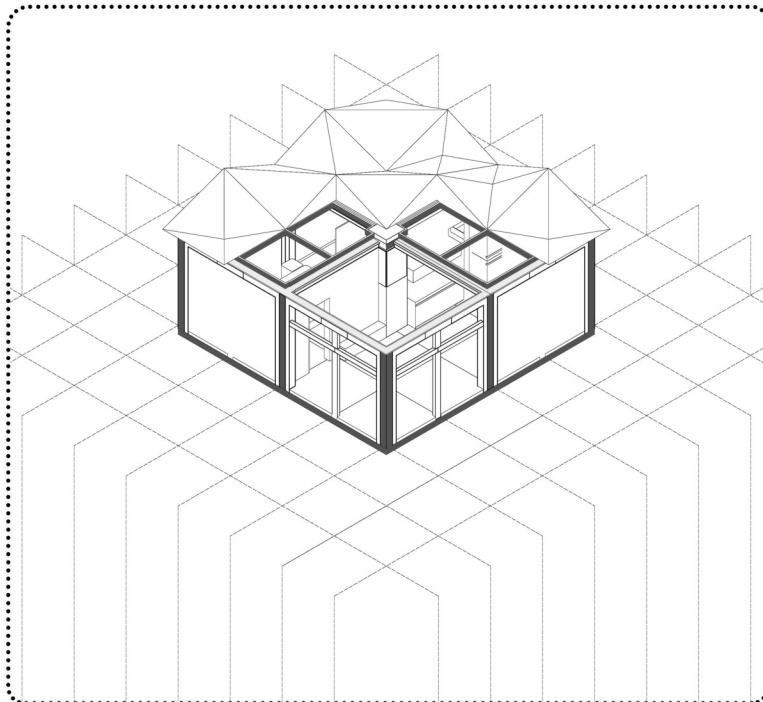


When the wind is turning the radial flux permanent magnet air-cored generator, it uses permanent magnet excitation to induce a voltage potential across its stator coils. The generator is a totally self-sustaining direct drive device that needs no gearbox or slip rings  
The permanent magnet wind turbine generator is used to convert the kinetic energy available in the wind to useful electrical energy.

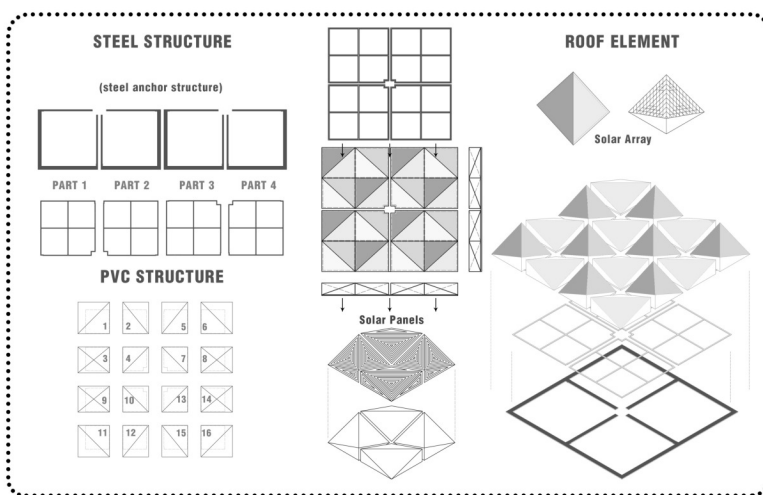
# BASIC MODULE COMPOSITION

you will need...  
(choose your own)

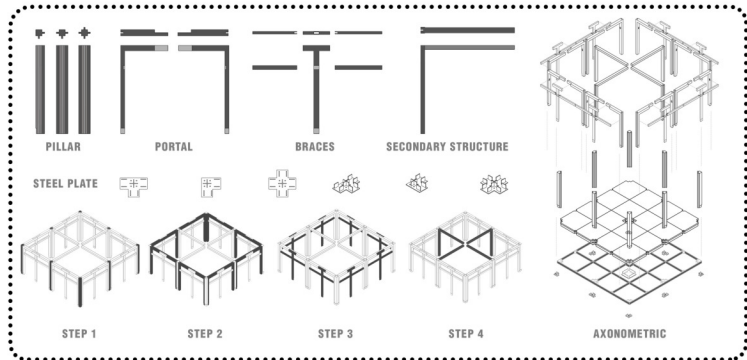
# CONTAINER FLOOR



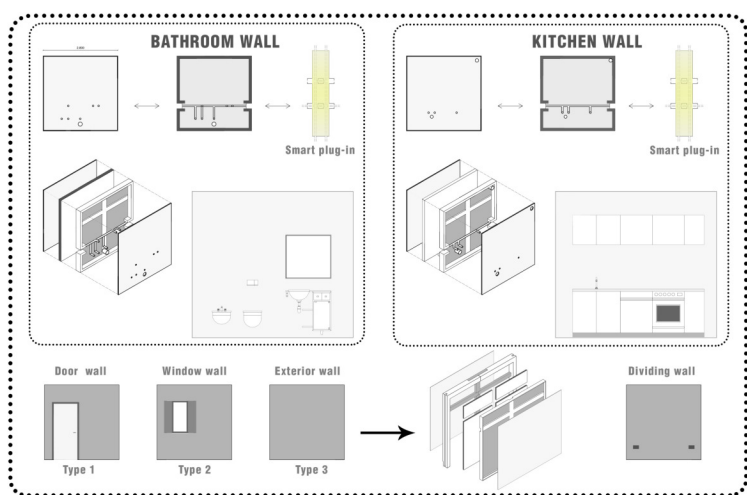
# ROOF STRUCTURE



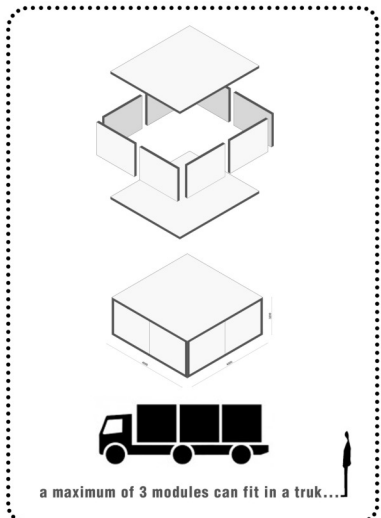
# MAIN STRUCTURE



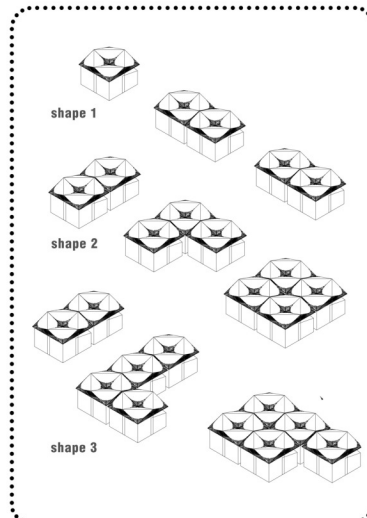
# TYPE OF WALL



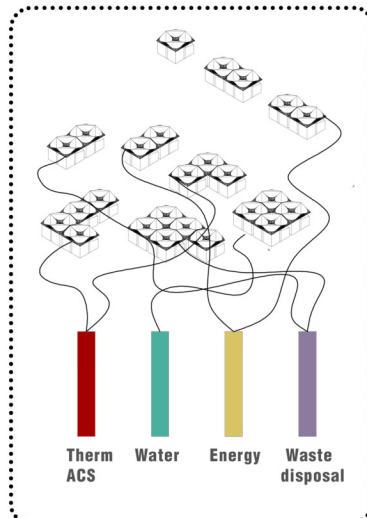
## To make the 4.0 x 4.0 Module



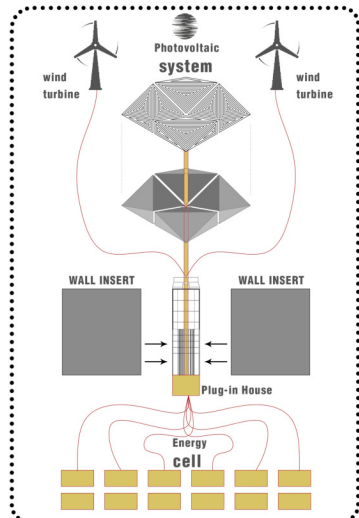
## Line them up to make more houses



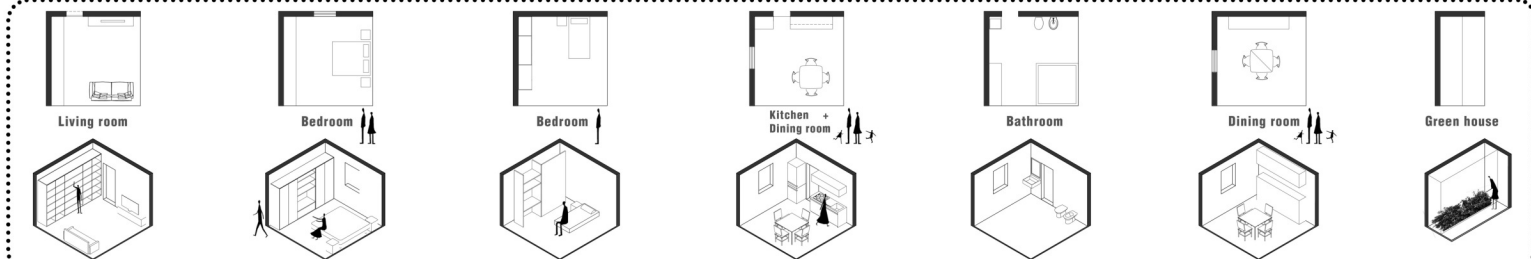
## OFF-GRID system



## SMART PLUG-IN system



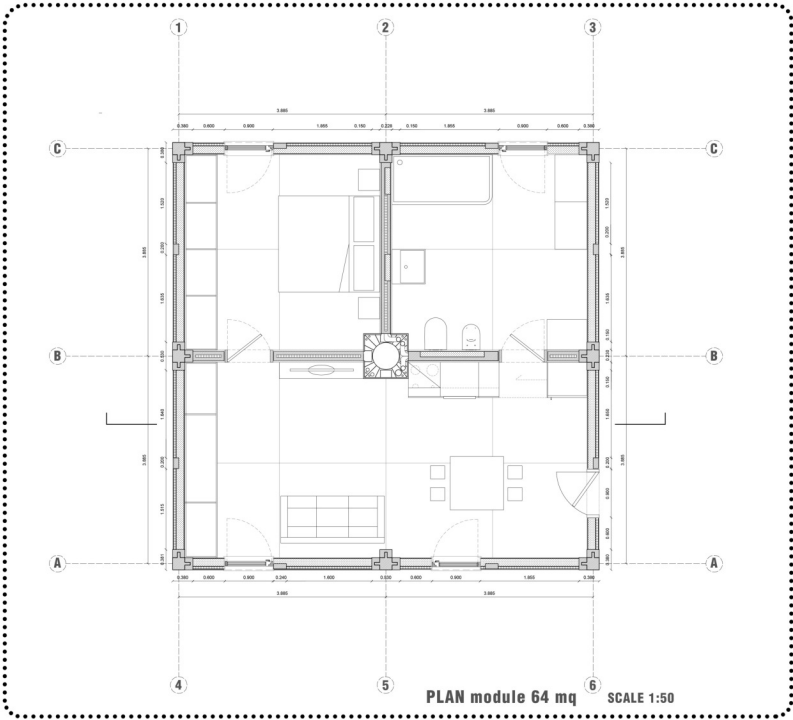
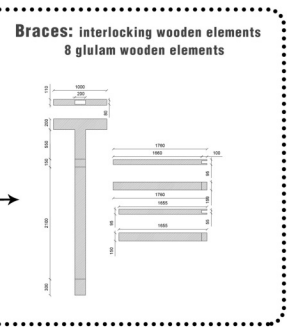
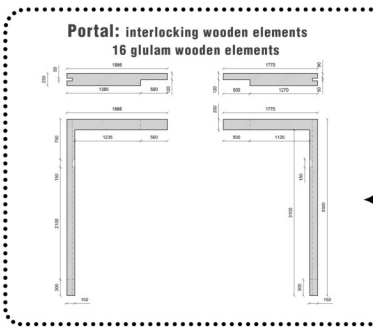
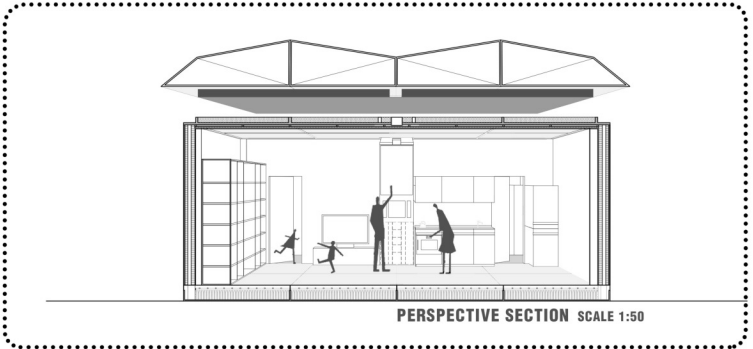
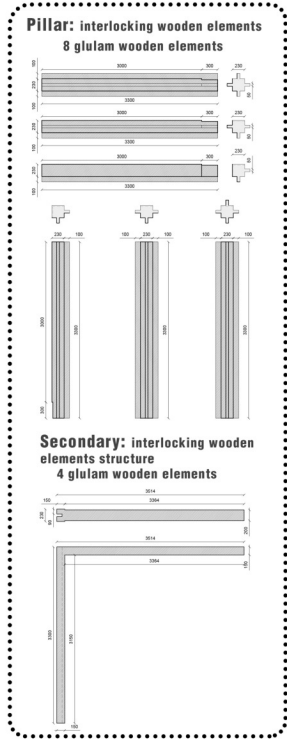
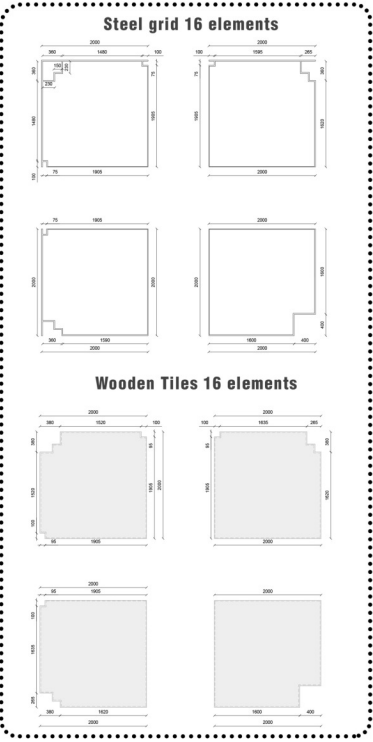
## WHAT CAN YOU FIT IN 16m²...



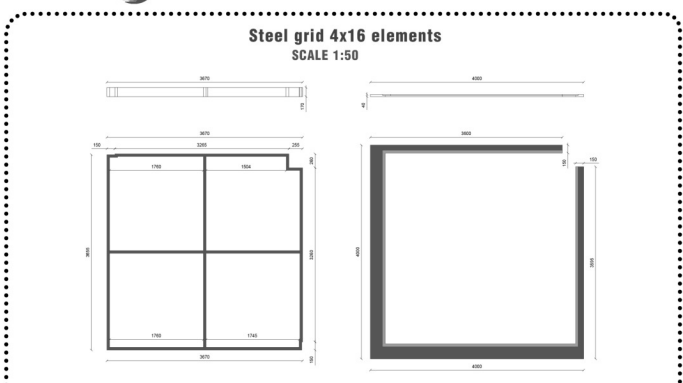
# BASIC MODULE structure elements... how many elements are needed for a basic house module ?

FLOOR GRID 1 basic module x 4  
SCALE 1:50

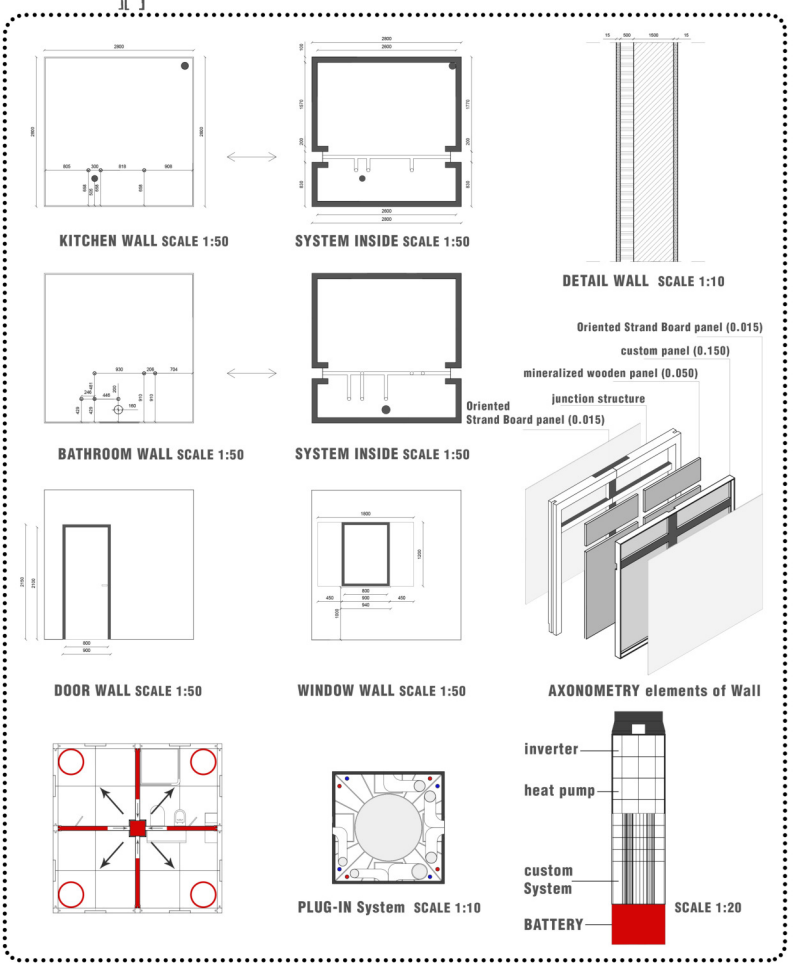
VERTICAL ELEMENTS  
SCALE 1:50



Smart Energy Roof elements 1 basic module x 4

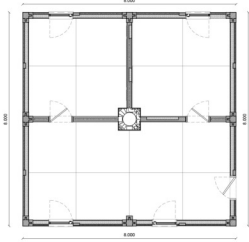


Choose the perfect WALL for your home project...is Plug-in System

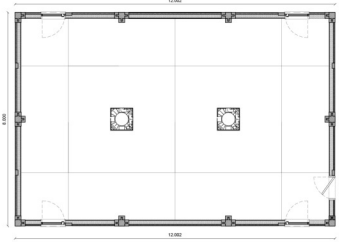




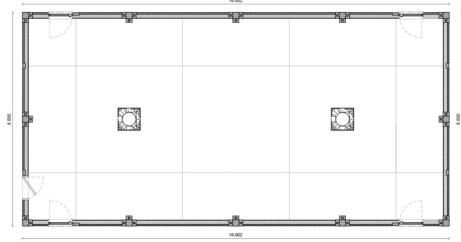
# WHAT'S YOUR FAMILY LIKE?...choose the house you would like



**BASIC MODULE** 64 mq  
scale 1:100



**MEDIUM MODULE** 96 mq  
scale 1:100



**BIG MODULE** 128 mq  
scale 1:100

## MICRO\_CITY OFF-GRID

