

Office Building certified to Passive House Standard in Dubai, UAE

Marco Filippi - energy plus project

piazzetta San Marco 7/8, Pieve di Soligo, Italy
Phone: +39 0438981600; mf@epplus.it

Michele Dorigo - energy plus project

piazzetta San Marco 7/8, Pieve di Soligo, Italy
Phone: +39 0438981600; md@epplus.it

Alessandro Palamidese - energy plus project

Via dei Da Prata, 14 Treviso, Italy
Phone: +39 0422303480; ap@epplus.it

Alessandro Clari - Amadeus Network Solution S.r.l. System Integrator

Via Boccacavalla, 30 Montebelluna, Italy
Phone: +39 0423604480; alessandro@amadeusns.net

1 Theoretical background

The effectiveness of Passive House Standard for energy efficiency and thermal comfort has been widely demonstrated for cold predominant climates, such as Continental Europe, where over years monitoring on built Passive Houses shows good accordance between calculations and real life behaviour (see for instance [Gernot 2016]).

But what happens when the Passive House Standard is applied in a hot and humid climate, such as Dubai in UAE? The answer to this question has been given by the Passiv Haus Institute together with Rongen architects [Schnieders 2012] on a theoretical basis, through transient simulations on hypothetical buildings. The key factor for successfully apply the PH concept worldwide is to consider the so-called 'genius loci', that is to say that the energy concept of the PH has to deal with the local building techniques and traditions.

2 The very first Passive House in Dubai

Partendo da queste basi il governo di Dubai, attraverso il MBRSC (Mohammed Bin Rashid Space Center), ha deciso di tradurre in pratica questa possibilità, finora verificata solo teoricamente. E' per questo che nell'Aprile 2015 MBRSC ha conferito l'incarico di progettazione e realizzazione di un edificio per uffici secondo standard PH ad un team

italiano composto dai proff. Perdichizzi e Franchini dall'università degli studi Bergamo, responsabili del calcolo in regime dinamico e del dimensionamento dei componenti per il funzionamento 'off-grid' e dallo studio Energy Plus Project, responsabile del concetto PH e della progettazione impianti. L'impresa esecutrice è la Wolf System, ditta tedesca con filiale in Italia a Vipiteno e il System Integrator per la programmazione del sistema di Building Automation KNX e Audio Video è la Società Amadeus Network Solution S.r.l di Montebelluna..

Lo scopo principale del progetto è la verifica della fattibilità in vista di una possibile futura applicazione su larga scala del concetto PH nel contesto immobiliare di Dubai.

L'edificio consta di due piani fuori terra, per una superficie utile (da calcolo PHPP) di 410 m² ed un rapporto S/V di circa 0,58. L'edificio è situato a Dubai, nei pressi degli edifici appartenenti all'ente spaziale governativo. L'edificio non risente particolarmente dell'isola di calore propria della città, in quanto è nelle vicinanze di un parco (Mushrif Park) da un lato e del deserto dall'altro. Anche il contenuto di umidità, pur essendo molto importante, è in qualche modo ridotto dalla (relativa) distanza dal mare.



Figure 1: immagine satellitare del luogo di costruzione, indicato con un cerchio (tratta da Google Maps)

I dati climatici utilizzati per il calcolo con PHPP danno un'idea della sfida posta davanti al team di progettazione. Basti solo pensare che la temperatura media annuale è di 28,2 °C!

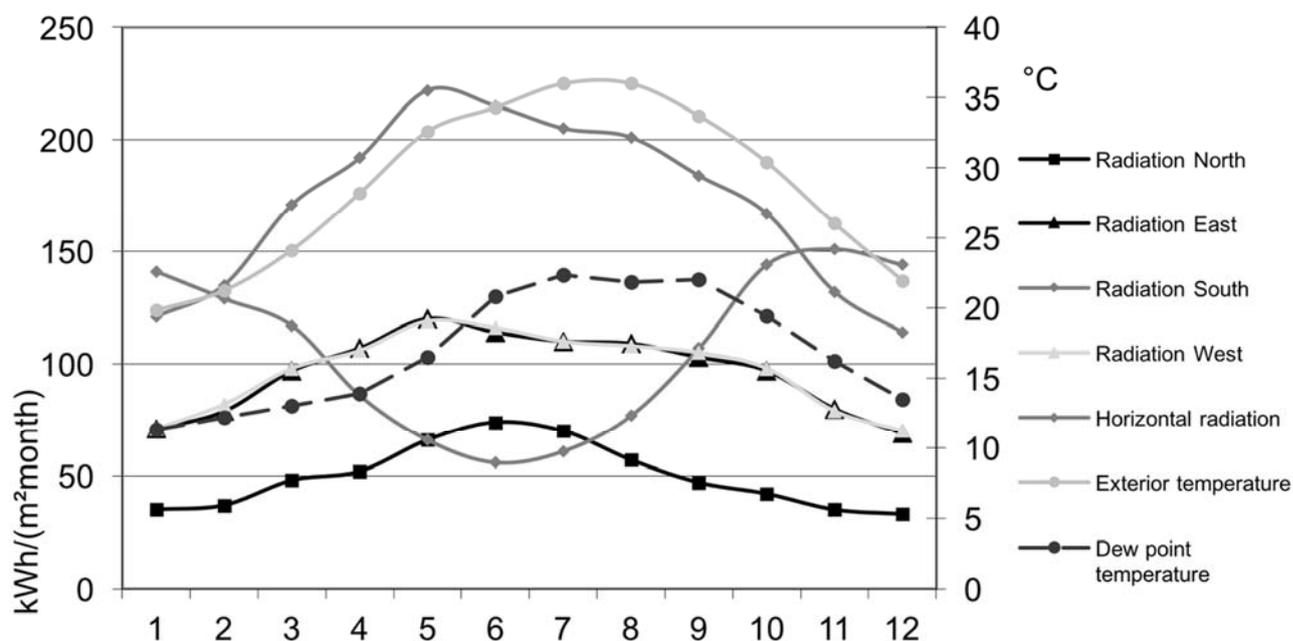


Figure 2: i dati climatici del luogo (da PHPP 9)

3 Architecture and (anti)solar design

Da un punto di vista architettonico, l'edificio ha un aspetto monolitico, con prospetti est ed ovest quasi privi di aperture, un prospetto nord movimentato da un volume accessorio che funge da bussola di ingresso ed un prospetto sud che richiama il concetto di corte interna tipico delle architetture in climi caldi. In particolare, quasi tutti gli affacci vetrati si concentrano sulla corte, protetta dall'esposizione solare mediante un muro monolitico esterno al volume climatizzato e dall'ombreggiamento dato dal campo fotovoltaico in copertura. Questo ha permesso di minimizzare gli apporti solari diretti e si può parlare di progettazione solare al contrario, o meglio progettazione antisolare, intendendo con questo termine lo sforzo per proteggere l'edificio dall'irraggiamento diretto permettendo comunque di usufruire della luce naturale (diffusa).



ENERGY PLUS
PROJECT



south/east view of the Office Building in Al Khawaneej, Dubai.
The inner court and the shading due to the PV field are visible
(Photograph: Mauro Bonotto)



south view of the Office Building in Al Khawaneej, Dubai
(Photograph: Mauro Bonotto)

PIAZZETTA SAN MARCO 7/8
31053 PIEVE DI SOLIGO (TV)
+39 0438 981600

VIA DEI DA PRATA 14
31100 TREVISO
+39 0422 303480

per info:
WWW.EPPLUS.IT
INFO@EPPLUS.IT



Filippi Dorigo



ENERGY PLUS
PROJECT



north/west view of the Office
Building in Al Khawaneej, Dubai
(Photograph: Mauro Bonotto)



north/east view of the Office
Building in Al Khawaneej, Dubai
(Photograph: Mauro Bonotto)

PIAZZETTA SAN MARCO 7/8
31053 PIEVE DI SOLIGO (TV)
+39 0438 981600

VIA DEI DA PRATA 14
31100 TREVISO
+39 0422 303480

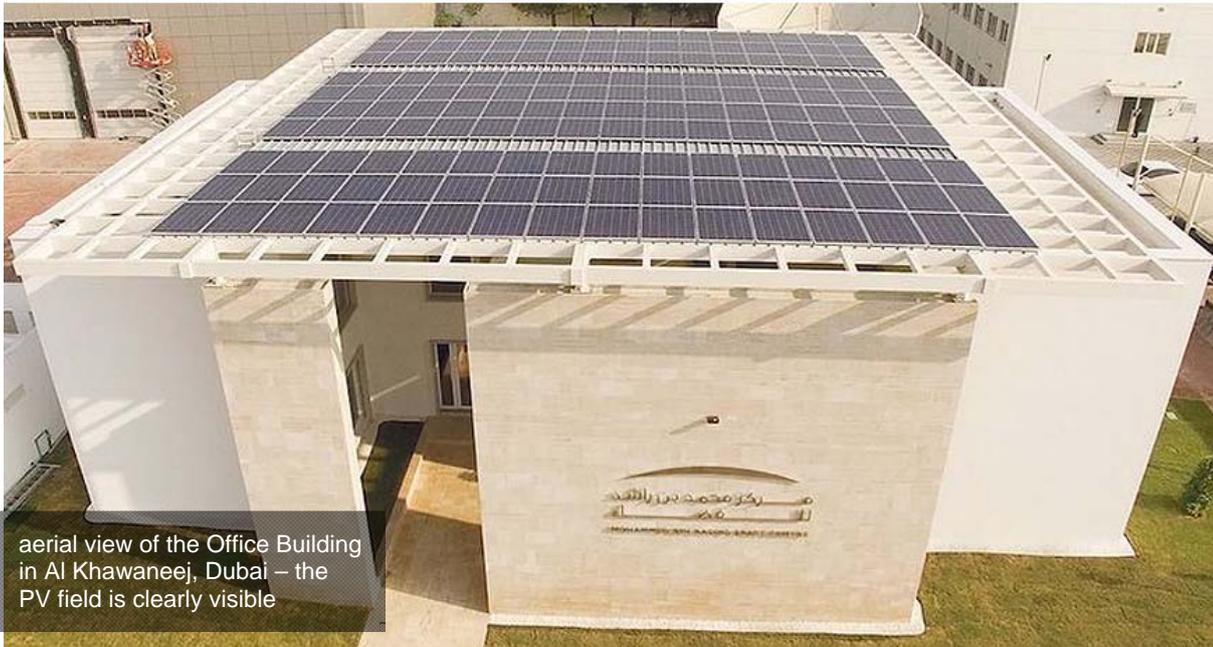
per info:
WWW.EPPLUS.IT
INFO@EPPLUS.IT



Filippi Dorigo



ENERGY PLUS
PROJECT



aerial view of the Office Building
in Al Khawaneej, Dubai – the
PV field is clearly visible

PIAZZETTA SAN MARCO 7/8
31053 PIEVE DI SOLIGO (TV)
+39 0438 981600

VIA DEI DA PRATA 14
31100 TREVISO
+39 0422 303480

per info:
WWW.EPPLUS.IT
INFO@EPPLUS.IT



Filippi Dorigo



ENERGY PLUS
PROJECT



the lobby / pre-meeting room
of the Office Building in Al
Khawaneej, Dubai

4 Thermal envelope

L'edificio è realizzato con struttura in legno secondo quella che in Europa centrale è una tecnologia ben radicata: la struttura platform-frame. Questa scelta rappresenta per contro un unicum a Dubai e può sembrare una bizzarria, in quanto pensando a climi caldi l'edificio lightweight non è la prima cosa che viene in mente. In realtà, a differenza di quanto accade nei climi mediterranei, caratterizzati da un'escursione termica giorno-notte in grado di consentire cicli 'passivi' di carico / scarico delle masse interne, ciò non avviene a Dubai, dove le condizioni termoigrometriche esterne sono per la maggior parte dei mesi non favorevoli per tutte le 24 ore. In questo caso dunque le masse termiche non possono lavorare in maniera passiva, ma devono al contrario essere tenute sotto controllo per evitare sovraccarichi termici.

Oltre a ciò, la scelta del legno ha permesso una buona dose di prefabbricazione riducendo le attività ed i tempi di cantiere, cosa particolarmente importante in un clima estremo. Per l'edificio in questione sono occorsi non più di 100 giorni di cantiere dalle fondazioni alla consegna al cliente. La velocità di esecuzione era una richiesta chiave nel "brief" del cliente.

Qui di seguito vengono riassunti i dati relativi alla trasmittanza termica dell'involucro:

structure	description	U – value [W/(m ² K)]
external wall	stone wool in counterwall, stone wool in between the platform-frame structure, EPS EIFS	0.09
ground floor	XPS, perlite added lightweight screed	0.11
roof	stone wool in between the platform-frame structure, XPS, reflective membrane	0.08
windows	pvc frame with thermally broken reinforcements, triple pane glazing	1.1 (U _f) 0.5 (U _g) 0.28 (g)

Table 1: U-values of the opaque and transparent envelope assemblies

5 Systems

5.1 Mechanical systems

Da un punto di vista dell'impiantistica meccanica l'edificio si costituisce dell'impianto idronico di seguito schematizzato:

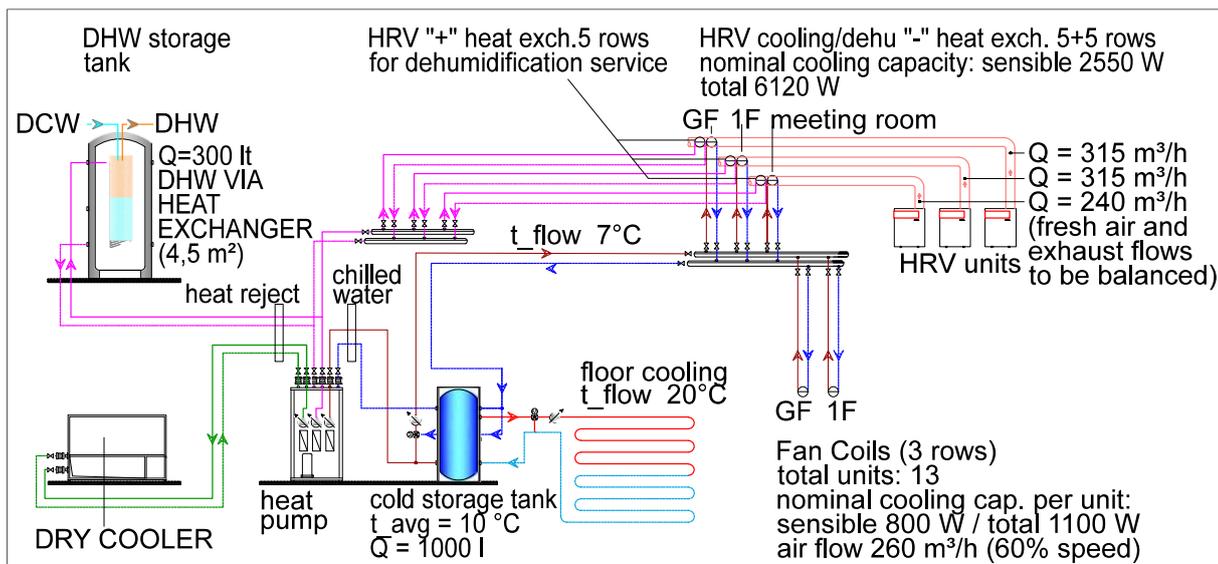


Figure 4: simplified layout of the thermal power plant

La generazione è affidata ad una pompa di calore del tipo acqua/acqua con dissipatore tipo 'dry cooler'. L'acqua refrigerata viene prodotta a 7 °C per permettere di abbattere il carico latente, che è spesso la voce più importante nel carico totale per raffrescamento. Il carico latente viene abbattuto mediante una batteria di scambio termico posta nel condotto di mandata aria ambiente delle VMC. Sono presenti 3 unità di ventilazione certificate PH con recuperatori statici ad alta efficienza; le portate sono state progettate per soddisfare ai requisiti PHI e alla ASHRAE 62.1. Queste batterie sono dotate anche di un secondo scambiatore ad acqua calda nel caso l'aria di mandata debba essere neutra (solo servizio di deumidificazione).

Normalmente dunque il trattamento dell'aria di mandata permette di soddisfare il carico latente e parte del sensibile. Data la destinazione d'uso (uffici) ed il conseguente alto valore dei carichi interni, ciò non è sufficiente. Si è pertanto provveduto a montare fan coils, sempre operanti con temperatura di mandata pari a 7 °C, per coprire il carico sensibile rimanente.

Infine, è stato installato un impianto radiante a pavimento con temperatura di mandata di progetto pari a 20 °C e con funzione di regolazione della temperatura della massa del pavimento. Infatti mantenere il pavimento fresco (attorno ai 23 °C) permette di migliorare la sensazione di comfort (si abbassa la temperatura media radiante).

Da notare che l'acqua di condensa proveniente dalle varie unità viene raccolta in uno storage tank da 1000 litri ed utilizzata per i WC e per la pulizia periodica del dry cooler. Questo è un aspetto particolarmente importante vista l'assenza di acqua dolce a Dubai.

5.2 Electrical systems

L'impianto elettrico è stato progettato con criteri di Building Automation su piattaforma Konnex (KNX). Oltre alle normali funzioni di un moderno impianto di automazione, sono state implementate funzioni speciali al fine di ridurre i carichi interni dovuti a macchinari ed illuminazione. In particolare, oltre all'utilizzo esclusivo di corpi illuminanti ad alta efficienza (LED), ogni ambiente lavorativo è dotato di sensore di luminosità per regolare l'intensità dell'illuminazione artificiale in funzione della luce naturale. Inoltre la gestione dei frangisole è automatica, così come l'oscuramento totale dopo l'orario di lavoro. Allo stesso modo, alla fine dell'orario di lavoro, il sistema automaticamente taglia l'alimentazione in modo da azzerare il consumo per stand-by.

Dal punto di vista della produzione elettrica l'edificio è dotato di un impianto fotovoltaico posato in copertura con potenza di picco pari a circa 40 kWp, cui si abbina uno storage elettrico di 25 kWh. La combinazione di questi due sistemi permette di raggiungere lo status di off-grid, ossia la possibilità di non allacciarsi alla rete elettrica, risultato particolarmente importante in vista di eventuali insediamenti non ancora raggiunti dall'elettricità pubblica.



ENERGY PLUS
PROJECT



top left: Intelligent Display Panel - top right: home automation user interface Control4
bottom left: recessed sound speakers – bottom right: led lighting

PIAZZETTA SAN MARCO 7/8
31053 PIEVE DI SOLIGO (TV)
+39 0438 981600

VIA DEI DA PRATA 14
31100 TREVISO
+39 0422 303480

per info:
WWW.EPPLUS.IT
INFO@EPPLUS.IT



Filippi Dorigo



ENERGY PLUS
PROJECT

6 PHPP results

I principali risultati di calcolo sono riassunti nella tabella che segue:

	Treated floor area m ²	410,8
Space heating	Heating demand kWh/(m ² a)	0
	Heating load W/m ²	-
Space cooling	Cooling & dehum. demand kWh/(m ² a)	50
	Cooling load W/m ²	9,7
	Frequency of overheating (> 25 °C) %	-
	Frequency excessively high humidity (> 12 g/kg) %	0
Airtightness	Pressurization test result n ₅₀ 1/h	0,48
Non-renewable Primary Energy (PE)	PE demand kWh/(m ² a)	143
Primary Energy Renewable (PER)	PER demand kWh/(m ² a)	73
	Generation of renewable energy (in relation to projected building) kWh/(m ² a)	185

Table 2: main results, from PHPP verification sheet

Non desta sorpresa l'assenza totale di qualsiasi richiesta per riscaldamento. Si nota invece che per l'edificio ha un carico termico per raffrescamento sensibile inferiore ai 10,7 W/m², a conferma che l'applicazione del concetto PH si traduce nella drastica riduzione del carico di picco. As per passipedia, *"the definition of a Passive House building basically consists of limiting the peak heating load to 10 W/m². In some climates that may be easy to achieve; in other, colder climates it may be more difficult. And the same applies for cooling: Passive measures are to be chosen to reduce the peak cooling load"*.

7 Monitoring and improvements

Data la natura di progetto pilota, è stato messo in piedi un sistema di monitoraggio (progettato e realizzato da Wolf System) e di controllo attivo sui parametri dell'impianto meccanico, elettrico e dell'impianto fotovoltaico in modo da poter utilizzare l'edificio come strumento di analisi e poter imparare dal caso reale.

Il monitoraggio passivo permette di verificare parametri quali consumi, condizioni interne (temperatura ed umidità), producibilità dell'impianto fotovoltaico. La grossa sfida è quella di far funzionare l'edificio a 25 °C di temperatura interna senza che questo venga percepito come 'troppo caldo' dagli occupanti (normalmente la temperatura set è di 20÷22 °C). Al momento della redazione di questo articolo l'edificio, entrato in funzionamento a regime ad

ottobre 2016, è stato utilizzato solo come showroom e non come ufficio operativo, ragion per cui i dati fin qui raccolti non possono essere confrontati con i dati di progetto.

Oltre al monitoraggio passivo, l'impianto meccanico è dotato di un controllore con accesso via web browser, tramite cui è possibile modificare i parametri di funzionamento dell'impianto (quali temperatura di mandata dell'acqua refrigerata, portate alle batterie, accensione / spegnimento impianto a pavimento, et cetera). Questo permette di verificare la combinazione di funzionamento ottimale: l'impianto di questo edificio pilota è probabilmente ridondante ed è necessario compiere questo tipo di analisi per economizzare i futuri impianti.

Il maggiore margine di miglioramento sta nella cost optimization: l'edificio qui presentato ha un costo di costruzione molto alto per il mercato di Dubai. Crediamo fosse impossibile centrare l'obiettivo della minimizzazione dei costi al primo tentativo, in quanto troppe erano le incognite dovute alla totale mancanza di altre simili esperienze cui attingere.



Blower Door Test finali alla presenza dei tecnici della Committenza (MBRSC)



ENERGY PLUS
PROJECT

References

- [Gernot 2016] Gernot, V.: *Montessori School in Aufkirchen: 12 years of operation in the first certified Passive House school* In: Feist, W. (ed.): Proceedings of the 20th International Passive House Conference 2016 in Darmstadt. Passive House Institute, Darmstadt, 2016.
- [Smith 2016] Schnieders, J., Feist, W., Schulz, T., Krick, B., Rongen, L., Wirtz, R.: *Passive Houses for different climate zones* Passive House Institute, Darmstadt, 2011.

Riconoscimenti:



Green Building of the year

Gold Prize Category: Small Energy Projects