

The logo for ALPSTORE, with 'ALP' in large green letters and 'STORE' in smaller red letters to its right.

SMART NODE

Progetto Pilota ALPstore

27/02/2015 – Pont Saint Martin (AO)

Relatore: ing. Carlo Corallo

PARTNER DEL PROGETTO

ALP STORE



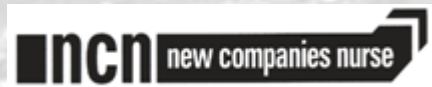
Région Autonome
Vallée d'Aoste



Regione Autonoma
Valle d'Aosta

Assessorat des Activités
productives, de l'Énergie
et des Politiques du travail
Assessorato Attività
produttive, Energia
e Politiche del lavoro

Supporto scientifico



SI.RE.

PARTNER DEL PROGETTO

ALP STORE



incn new companies nurse

Capofila del raggruppamento societario a supporto scientifico della Regione Valle d'Aosta per lo sviluppo e coordinamento del progetto.



Fornitore della piattaforma hardware di potenza



Fornitore della piattaforma hardware di controllo e della piattaforma di potenza gestione dell'energia

SI.RE.

Sviluppatore del modello di simulazione numerica



L'AZIENDA



2014
IFPEn diventa azionista di Mavel

2013

Sviluppo di MEP per sommergibile

2012

Sviluppo di sistemi per il recupero dell'energia per applicazioni nel settore motorsport F1



Sistemi di potenza per il recupero dell'energia

2012
WhiteQube



2007

Sviluppo di motori di trazione per applicazioni militari

2008-09

Partner di due programmi europei

1999

Fondazione della società – Sviluppo e produzione di motori ad alta velocità

2005

Sviluppo di servo azionamenti per applicazioni aeronautiche e militari



AREE DI COMPETENZA

Elettronica

- Hi-Power DC/DC
- Inverter
- Dispositivi per la generazione solare
- BMS
- Misure
- Segnali

Algoritmi di controllo

- Senza sensori
- Gestione energetica in tempo reale
- Modulazione COOL
- Protocolli CAN



Motori Elettrici

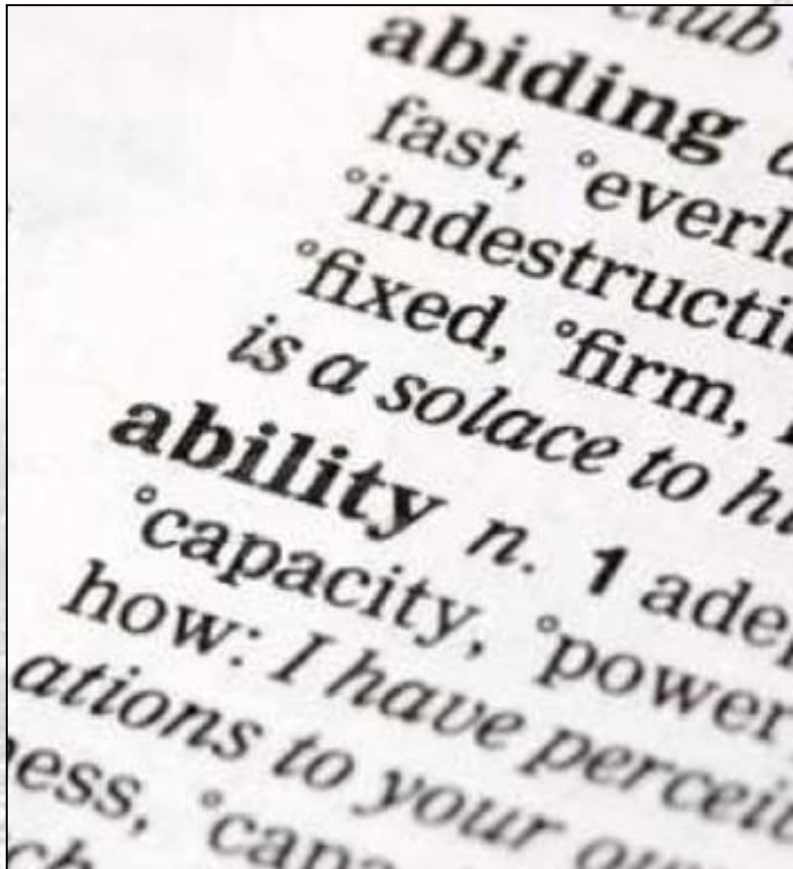
- IPM, SPM, ASM, HYS
- Analisi FEM elettrica e magnetica
- Equilibratura
- Progettazione e realizzazione di banchi prova
- Testing

Meccanica

- Analisi Stress
- Analisi termiche
- Analisi vibrazioni



COMPETENZE TECNICHE

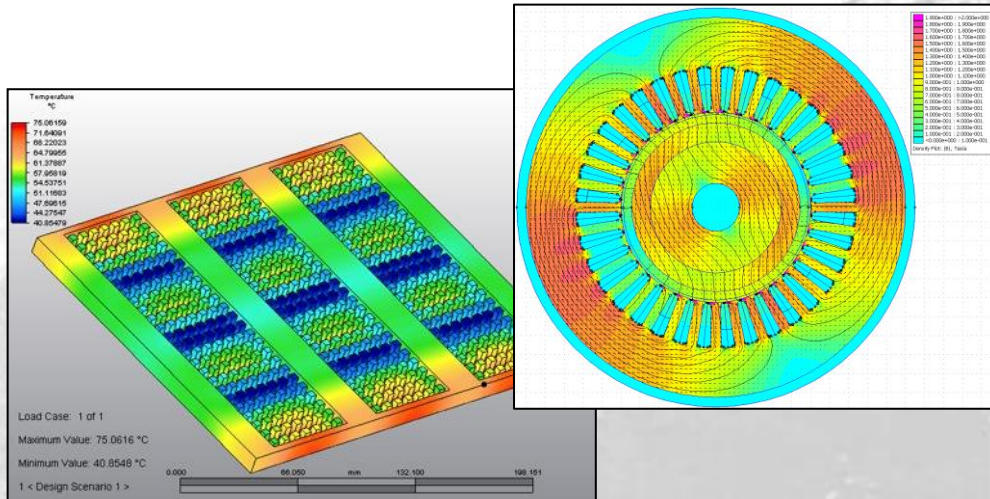


- Architettura di machine complesse
- Macchine ad alta velocità
- Trattamento di materiali magnetici (Termico, Chimico, Meccanico)
- Sviluppo di Firmware e Software
- Sistemi operativi
- Test ambientali
- Analisi EMC
- Produzione in piccolo scala
- Gestione qualità per piccolo serie



COME OPERIAMO

I processi di progettazione di MAVEL implicano l'impiego di un ampio campo di software commerciali e sviluppati in casa.



MAVEL crede che gli strumenti di test siano parte di un progetto di successo, per questo MAVEL sviluppa specifici banchi prova durante lo sviluppo di un nuovo progetto.

Simulazione & Progettazione

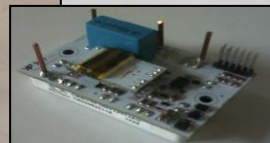
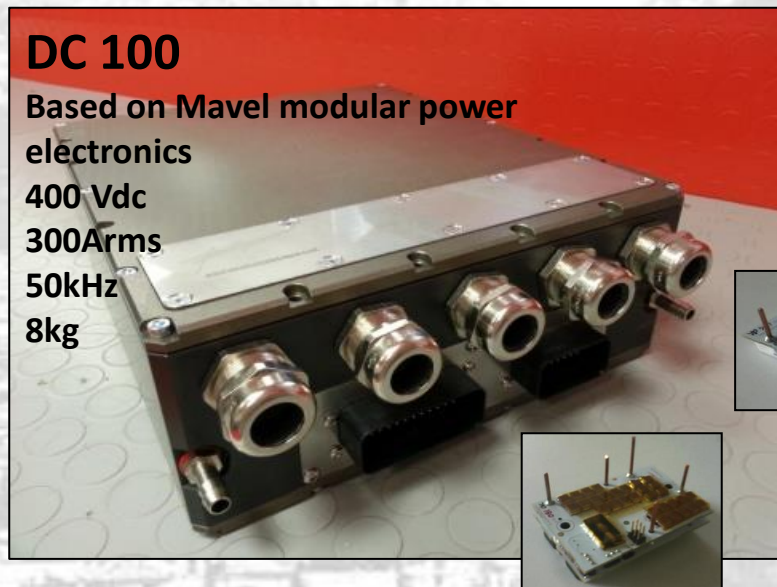
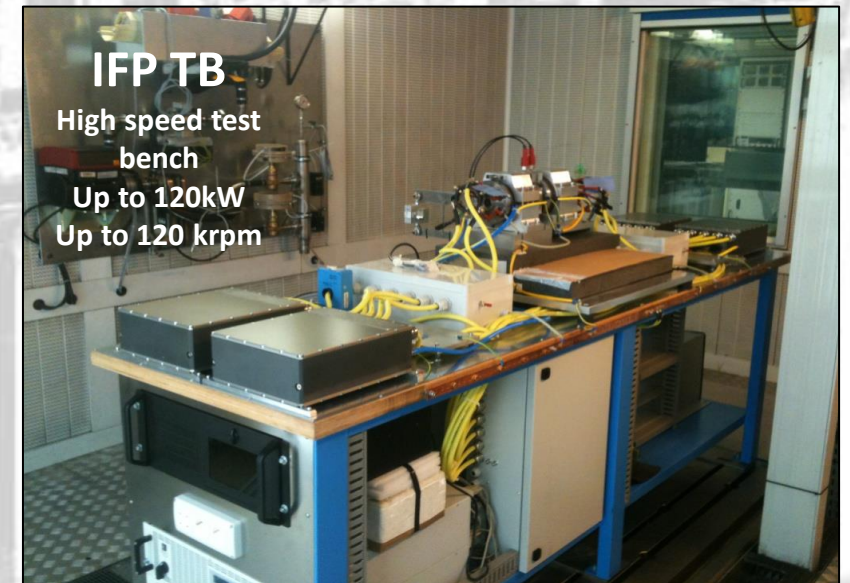
- 2D e3D Software e sistemi CAD meccanici (AUTOCAD, SOLIDWORKS)
- Software e sistemi CAD elettronici (PROTEL, MENTOR)
- Analisi magnetica FEM (FEMM)
- Analisi termica FEM (FEMM)
- Analisi meccanica FEM (ALGOR)





PROGETTI E PRODOTTI

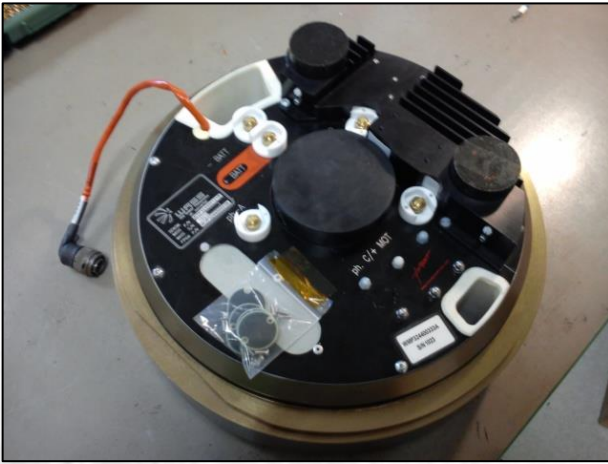
Motorsport: Powertrain ad alta velocità & banchi prova





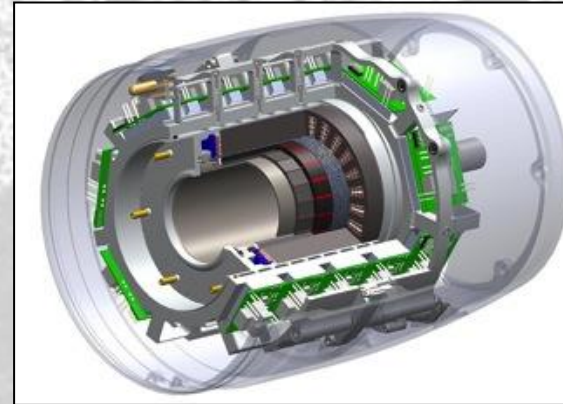
PROGETTI E PRODOTTI

Aeronautica e Difesa



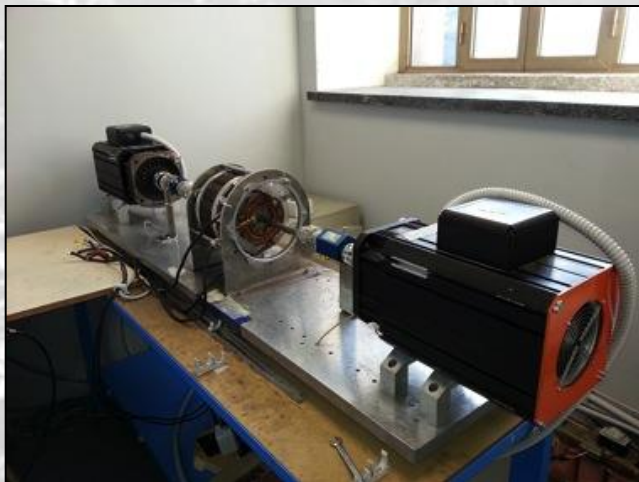
**Sensorless
Inverter**

- 15-400 Vdc
- 200Arms
- 50kHz
- 6,5kg
- 98% η



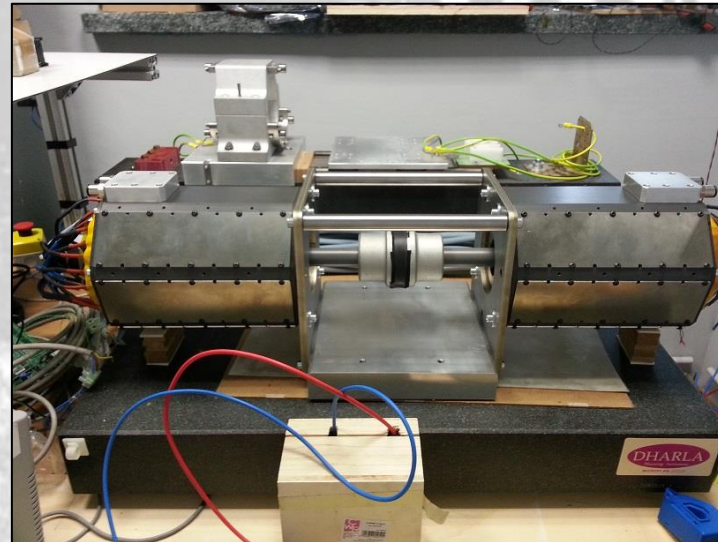
**Sensorless
powertrain**

- 180-300 Vdc
- 6 x 250Arms
- 3krpm
- 306Nm
- Water cooling
- 50kHz
- 39kg
- 92% η



**Counter rotating
propulsion motor**

- 80Nm
- 6,5krpm
- Air cooling
- 95% η





PROGETTI E PRODOTTI

Aeronautica e Difesa



Electro-pump-system

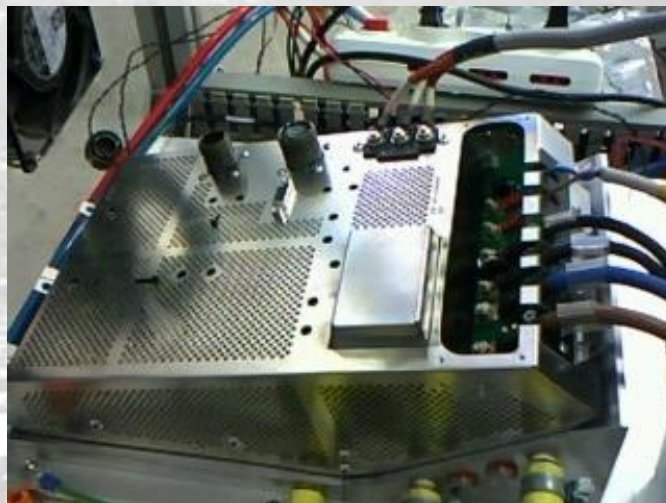
- 15 Nm
- 18 krpm
- 150°C water cooling
- 93% η



Related Test Bench



Up to 80kW
Up to 7 krpm
Counter rotating brake



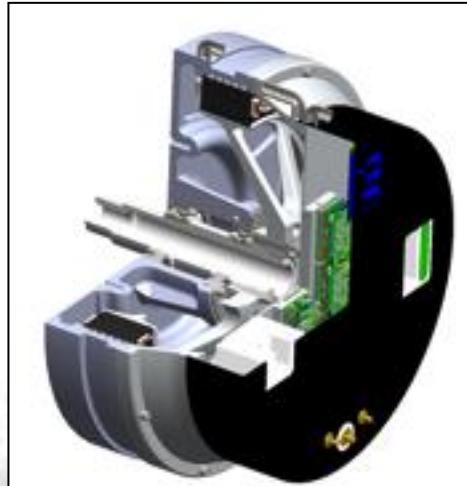
Driver

- 80-500 Vdc
- 50 Arms
- 40kHz
- 2,5kg
- 96% η



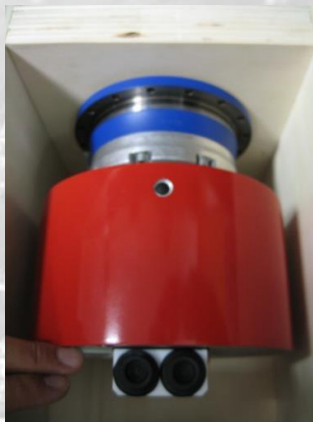
PROGETTI E PRODOTTI

Trazione sottomarina e Attuatori



MEP 1000Nm

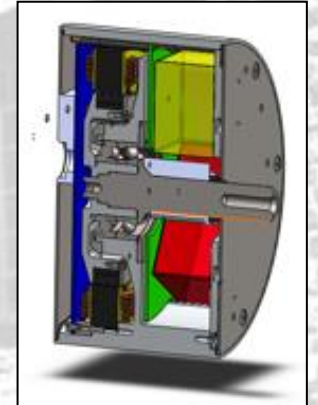
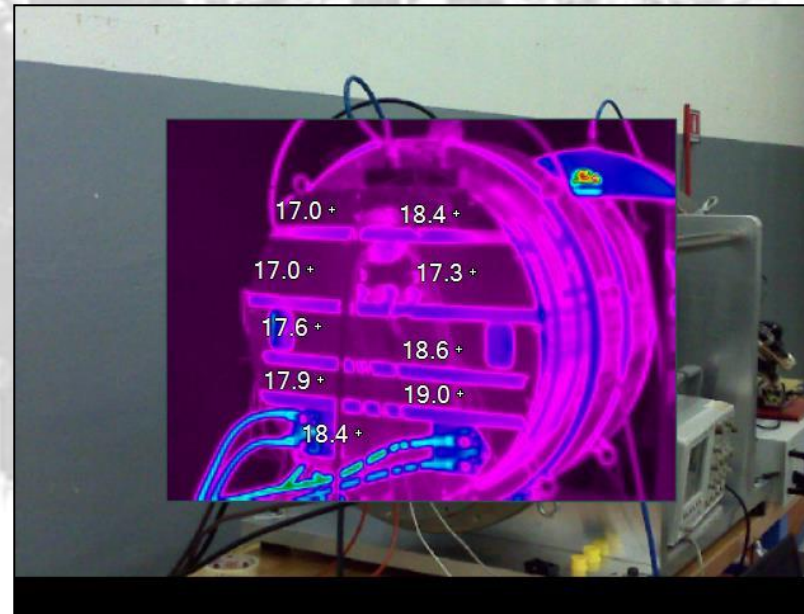
- 2 x 500Nm motor
- 48 Vdc
- 750 Arms
- 40kHz
- 96kg



Rudder motor

- 48 Vdc
- 1000Nm
- 13 kg

Banchi Prova MEP



6kW LIO pump

- 48 Vdc
- 140 Arms
- 6kW
- 9 kg



PROGETTI E PRODOTTI

Elettronica di potenza per la generazione stazionaria e l'accumulo dell'energia (1)



H96	Peso	300 kg
	Potenza in uscita	100 kW
	Max tensione in ingresso	450 Vac
	Frequenza di switching in ingresso	Fino a 35 kHz
	Frequenza di switching in uscita	20 kHz
	Corrente di fase nominale	160 A
	Distorsione armonica	<5%
	Dimensioni	200x120x60 cm
	Raffreddamento	Liquido, 2x10 l/m 25°C

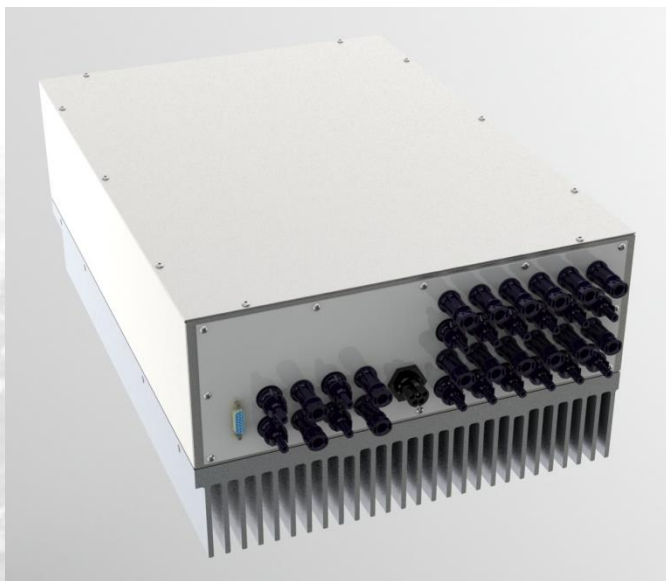
H22	Peso	25 kg
	Potenza in uscita	20 kW
	Max tensione in ingresso	600 Vac
	Frequenza di switching in ingresso	Fino a 35 kHz
	Frequenza di switching in uscita	20 kHz
	Corrente di fase nominale	32 A
	Distorsione armonica	<5%
	Raffreddamento	Liquido





PROGETTI E PRODOTTI

Elettronica di potenza per la generazione stazionaria e l'accumulo dell'energia (2)



A12

Tensione FV in ingresso	200 - 900 Vdc
MPPT indipendenti	2
Max potenza per ogni MPPT	6kW
Tensione nominale in uscita	400V
Corrente max in uscita	16A
Potenza max in uscita	10kW
AC Sistema di uscita	3P + E
Max tensione in ingress all'accumulo	550V
Max corrente in ingresso all'accumulo	25A
Max potenza in ingresso all'accumulo	12kW
Raffreddamento	Ventilazione naturale
Dimensioni	640x430x250 mm
Peso	45 kg
Classe di protezione	IP54
Comunicazione esterna	GPRS, CAN BUS, RS485

PERSONE



Ad oggi MAVEL impiega venti persone suddivise in tre uffici:

- Progettazione (10 persone)
- Produzione (6 persone)
- Amministrazione (3 persone)
- Qualità e documentazione (2 persone)

12 persone hanno una laurea magistrale (di cui 9 in Ingegneria).

L'età media degli impegnati è 35 anni.

L'attuale struttura della MAVEL riflette il cambiamento nelle attività fondamentali di MAVEL dalla sua fondazione ai giorni nostri.

Oggi MAVEL è una società dedita allo sviluppo di complessi sistemi di trazione per alte prestazioni ed applicazioni estremamente innovative.

WHITEQUBE – PIATTAFORME INTELLIGENTI A SERVIZIO DELLA RETE ELETTRICA



WHITEQUBE

Chi Siamo

In WhiteQube S.r.l. convergono le conoscenze e le esperienze che i suoi fondatori hanno maturato nel corso degli anni in settori diversi:

- Elettronica di potenza e di controllo (smart inverter, smart gateway)
- Gestione di reti di telecomunicazioni
- Intelligenza artificiale per la gestione di big data
- Gestione di servizi energetici e mercati dell'energia
- Strategie di proprietà intellettuale



M2M

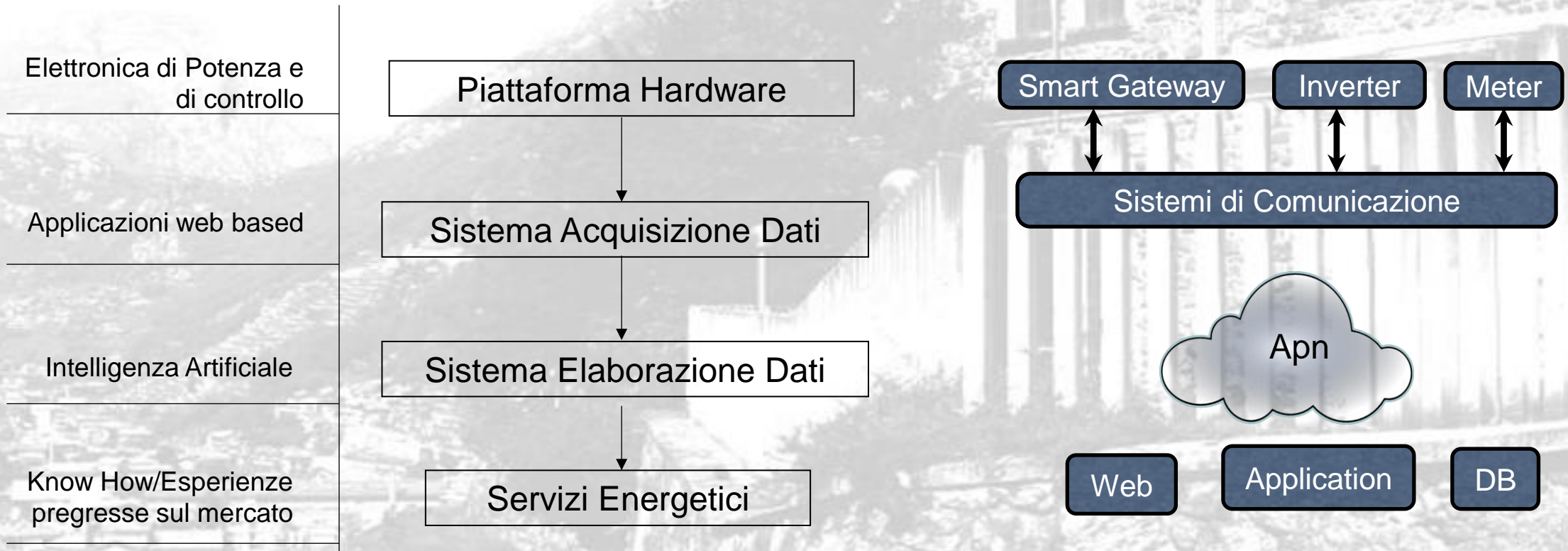




WHITEQUBE

Business Model

WhiteQube progetta e realizza piattaforme hardware e software innovativi per la gestione intelligente dell'energia distribuita. Tali sistemi utilizzano come il modello internet of things applicato all'energia, al fine di consentire all'utente, ora prosumer, di poter beneficiare di un uso intelligente della propria produzione e consumo in quanto parte (node) di reti intelligenti (smart grids).





WHITEQUBE

Smart Gateway – I Qube

ZigBee **Ethernet**
WiFi
GPRS **GSM**

RS485 **CAN-bus**
Modbus

POWERED BY WHITEQUBE® W^Q

SPECIFICHE TECNICHE	
Grado di Protezione	IP40
Fissaggio	A muro con supporto in dotazion/Barra DIN
Temperaura Operativa	-20 ÷ 70°C
Alimentazione	Universale 100-240VAC 50/60Hz
Frequenza	2,4 GHz
Antenna	Interna
Conformità	CE
Connettività	GPRS
APN	Utilizzo di APN privata per trasmissione sicura e bidirezionale dei dati
INTERFACCE	
Ethernet	10/100 Base-T
RS485	Master o slave ModBUS RTU connettore RJ45
Wireless	ZigBee
USB	Tipo A



WHITECUBE (1)

Inverter E12.0



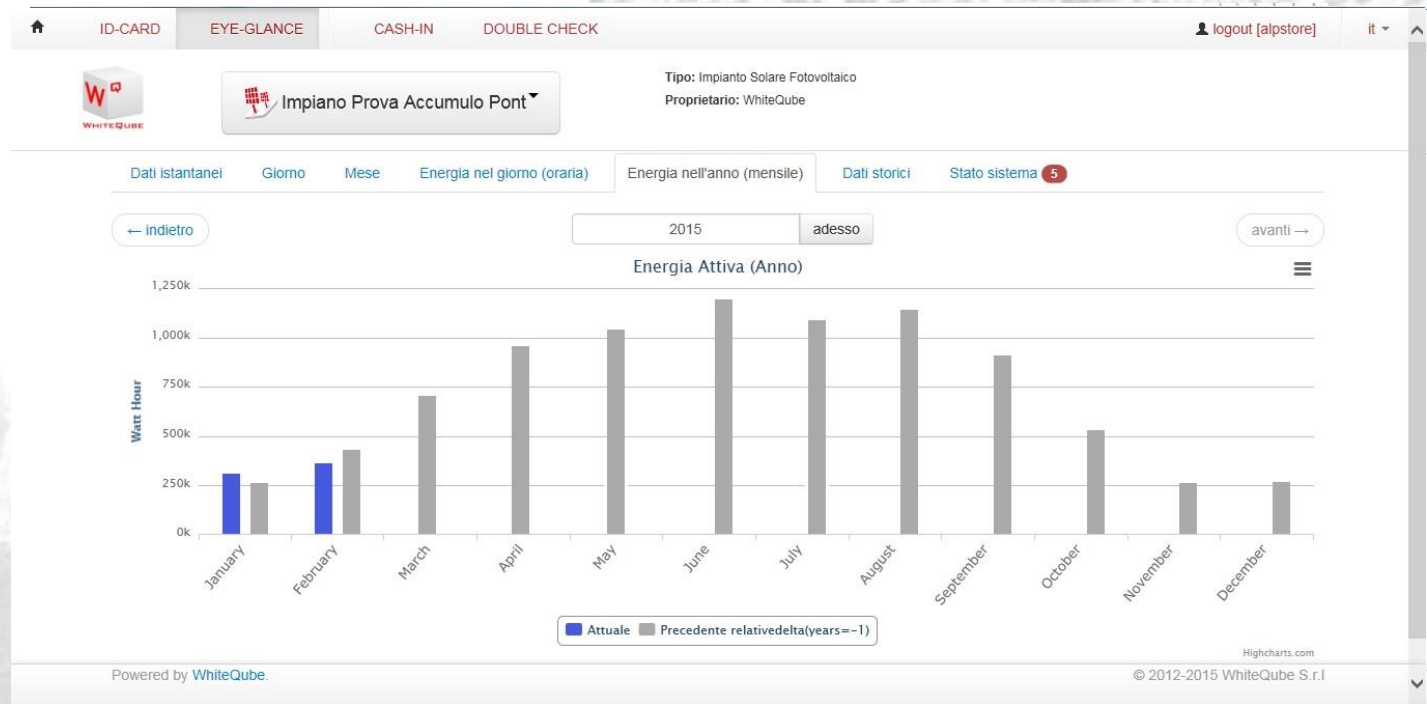
ingresso	
Massima tensione DC in ingresso	900V
Tensione di attivazione DC in ingresso	200V
Intervallo operativo MPPT	450-850V
Numero MPPT indipendenti	2
Potenza massima DC in ingresso per ogni MPPT	6.000W
Massima corrente DC in ingresso per ogni MPPT	14A
Numero di coppie di collegamento DC in ingresso per ogni MPPT	2
Connessione DC – impianto fotovoltaico	PV PST40I1C B1 SW Connector & PST40I1C S1 SW
Protezioni Ingresso	
Protezione da inversione di polarità	SI – polarized connector
Protezione da sovratensione di ingresso	SI - varistor
Controllo di isolamento	SI – EN 62109
Uscita	
Tipo di connessione AC	Three-phase, 3 wires+PE
Tensione nominale di uscita AC	400V
Corrente massima di uscita AC	16A
Frequenza nominale di uscita	50 Hz
Tipo di connessione AC	RST20I5C S1 M01V SW connector
Connessione Batteria	
Tipo di connessione DC - storage	PW PST40I1C B1 SW e PST40I1C S1 SW
Protezioni di uscita	
Protezione da sovracorrente AC	SI – 20A
Protezione da sovratensione AC	SI -varistor

Protezioni esterne	
Sezionatore DC esterno	25 A – 1.000V
RCD tipo A o AC	20A – 400Vac sensibility 30mA
Prestazioni operative	
Efficienza massima	95%
Comunicazione	
Monitoraggio remoto	GSM module/GPRS/GPS
Caratteristiche ambientali	
Range temperatura	-20°C +50°C
Umidità	5-95% no condensing
Emissioni acustiche	60 dBA
Caratteristiche meccaniche	
Grado id protezione	IP 20
Sistema di raffreddamento	Forced
Dimensioni	340x220x220 mm
Peso	<20kg
Sistema di montaggio	Wall brackets
Sicurezza	
Livello di isolamento	without transformer
Certificazioni	CE
Norme di sicurezza	EN 62109
Norme di connessione alla rete	CEI 021
Norme compatibilità elettromagnetica	EN 61000



WHITEQUBE

Piattaforma Software



WhiteQube offre una piattaforma software integrata e aperta, capace di misurare e gestire contemporaneamente più punti di consumo e produzione locale di energia.

I sensori periferici comunicano in locale tramite ZigBee, Modbus o Ethernet allo Smart Gateway I-Qube, il cervello del sistema, che trasmette i dati processati localmente al cloud via GPRS attraverso un APN proprietaria. Le informazioni elaborate a livello centrale vengono poi rese disponibili agli utenti via web consentendo di gestire in maniera dinamica la propria energia.



WHITECUBE

Rulex



Rulex è un *software* di *machine learning* per l'autoapprendimento del dato, esso tramite algoritmi complessi è in grado di relazionarsi con *big data* estraendo le informazioni rilevanti.



WHITEQUBE

Sistemi Energetici

- Monitoraggio;
- Energy management per l'efficienza energetica con definizione e monitoraggio dei KPI «Key Performance Indicators»;
- Gestione attiva (anche da remoto) di impianti di produzione (FV, CHP...);
- Billing check (energia prelevata, incentivi...);
- Applicazioni per la domotica;
- Gestione SEU «Sistemi Efficienti d'Utenza»;
- Gestione da remoto degli storage con possibilità di modifica degli algoritmi di calcolo;



IMPIANTO PILOTA SMART NODE



ALP STORE



THIS PROJECT IS CO-FUNDED BY THE
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND

investing in your future

SITO IMPIANTO PILOTA (1)

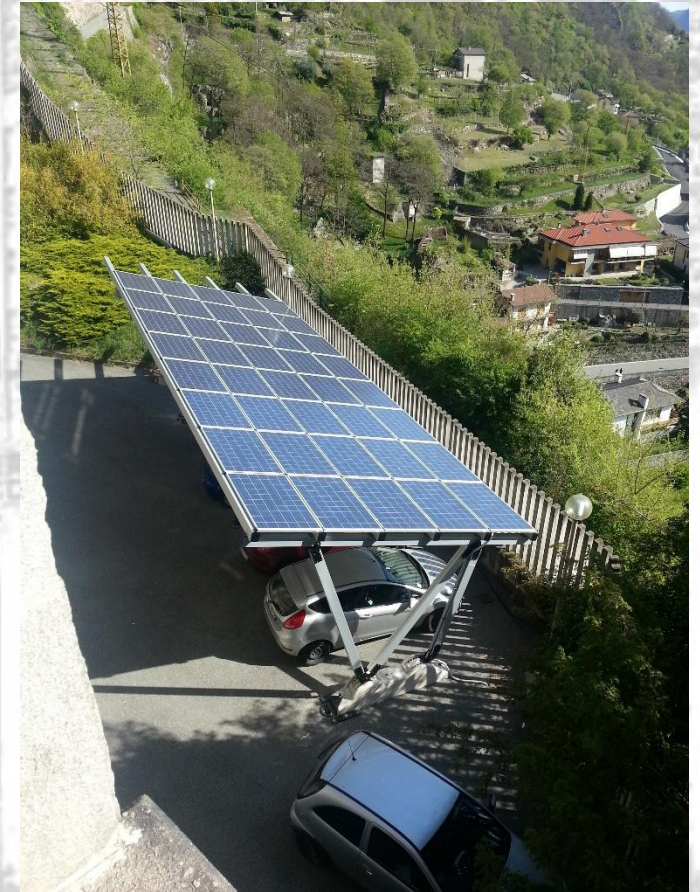
SITO IMPIANTO:
Sede operativa di Mavel S.r.l,
Pont Saint Martin (AO).



SITO IMPIANTO PILOTA (2)



E' stata individuata una PMI industriale come sede dell'impianto pilota, in quanto rappresentativo di un tipo di utenza fortemente diffusa nella Regione. Per questo motivo, la configurazione di Smart Node sviluppata potrà essere facilmente replicata sul territorio.



SMART NODE (1)

obiettivi

Realizzazione impianto pilota

Analisi di diverse configurazioni di impianto

- Carico
- Carico + FV
- Carico + FV + Accumulo
- Carico + FV + Accumulo + VE

Test delle funzioni-obiettivo

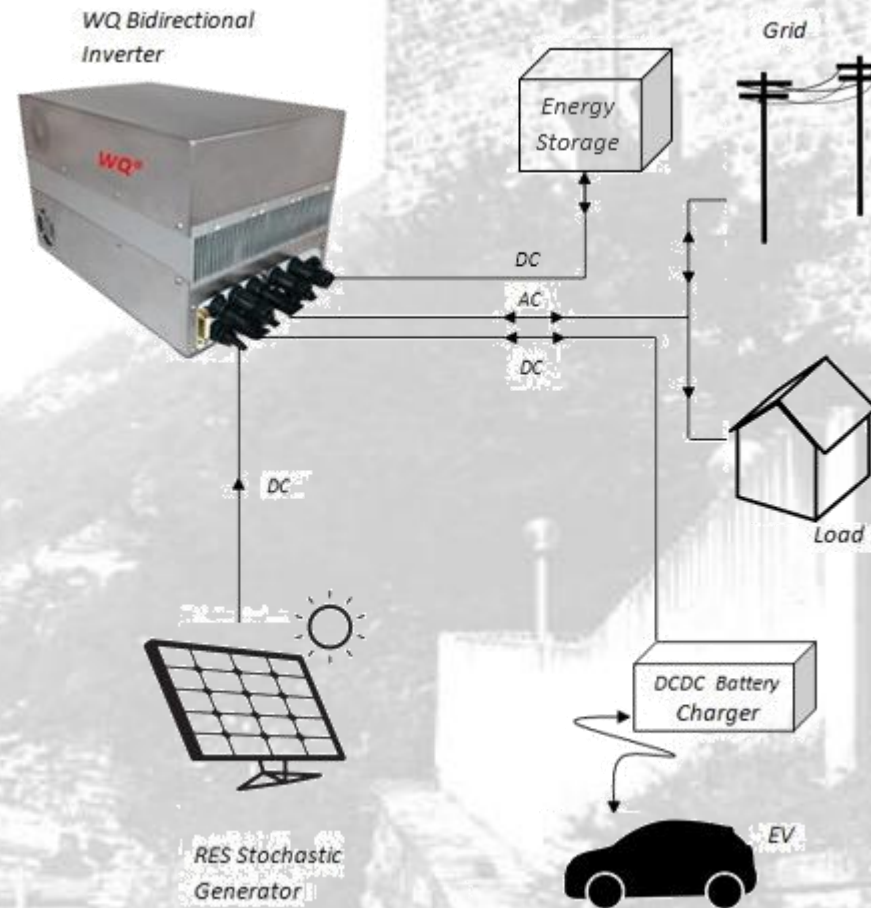
- Massimizzazione dell'autoconsumo
- Spianamento dei carichi

Calibrazione del modello di simulazione sulla base dei risultati ottenuti

Estensione dei risultati a scenari di ipotetica diffusione degli Smart Nodes

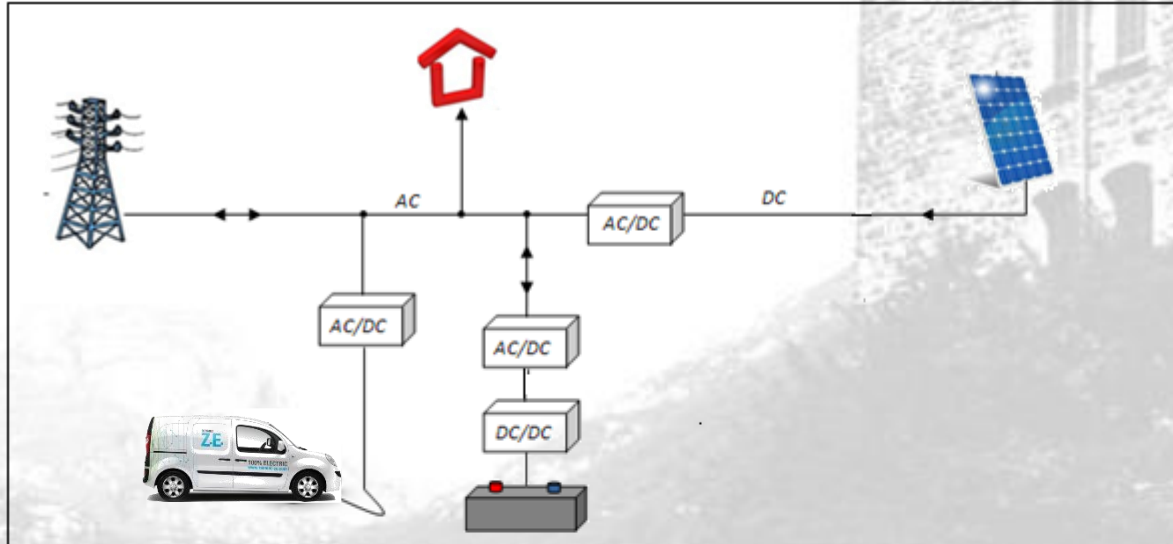
SMART NODE (1)

Architettura

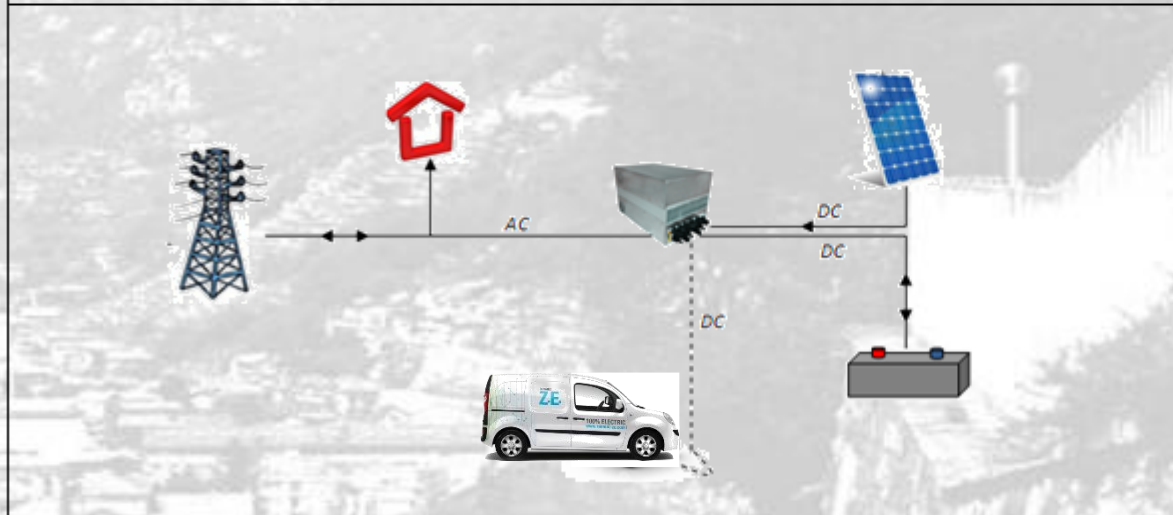


SMART NODE (3)

Inverter WhiteQube



**Sistema
Convenzionale**



Sistema con WQ

ALP STORE



SMART NODE (4) - Componenti

IMPIANTO FV	
Potenza nominale	10 kW
Tensione nominale	720 V
n.moduli	40
Efficienza del Modulo	15.13%

SISTEMA DI ACCUMULO	
Tipologia	Piombo-GEL
Potenza Attiva Nominale	10 kW
Tensione Max (DC)	850 V
Capacità	22 kWh

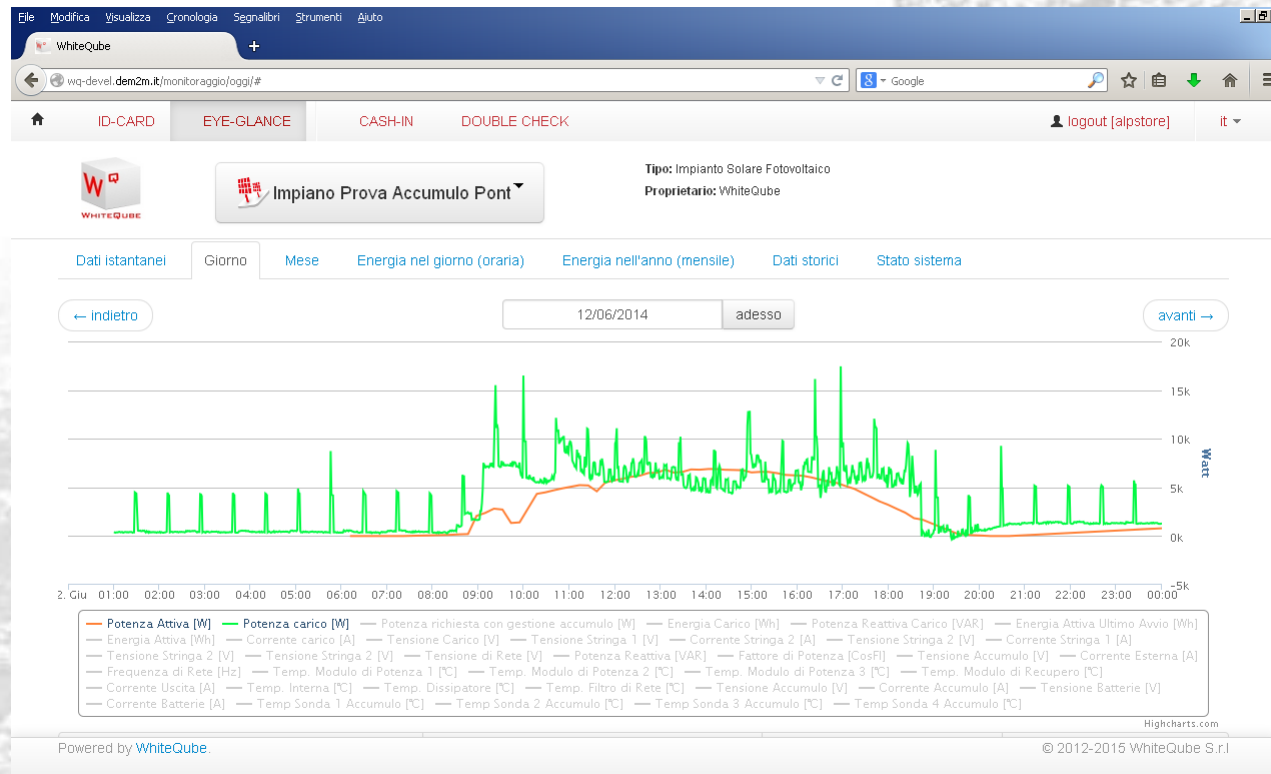
INVERTER	
Range operativo MPPT	450÷850 V
Potenza Max Input per MPPT (DC)	6000 W
n. Stringhe	2
Tensione nominale Output (AC)	400 V
Comunicazione	Modulo GSM/GPRS/GPS integrato

METERING	
Grandezze elettriche	Range di misura
V rms	0..600 Vac
I rms	0..1000 A
Potenza Attiva	(0..1000*600) W
Potenza Reattiva	(0..1000*600) VAR
Potenza Apparente	(0..1000*600) VA
Cos ϕ	0..1
Frequenza	40..70 Hz



SMART NODE (5)

Piattaforma web



Tutti i dati acquisiti tramite inverter vengono trasmessi via GPRS ad un portale web dedicato, sviluppato da WhiteQube, che consente all'utente di monitorare in real-time il valore delle grandezze fisiche di interesse e di averne a disposizione un ampio profilo storico.

LOGICHE DI FUNZIONAMENTO (1)

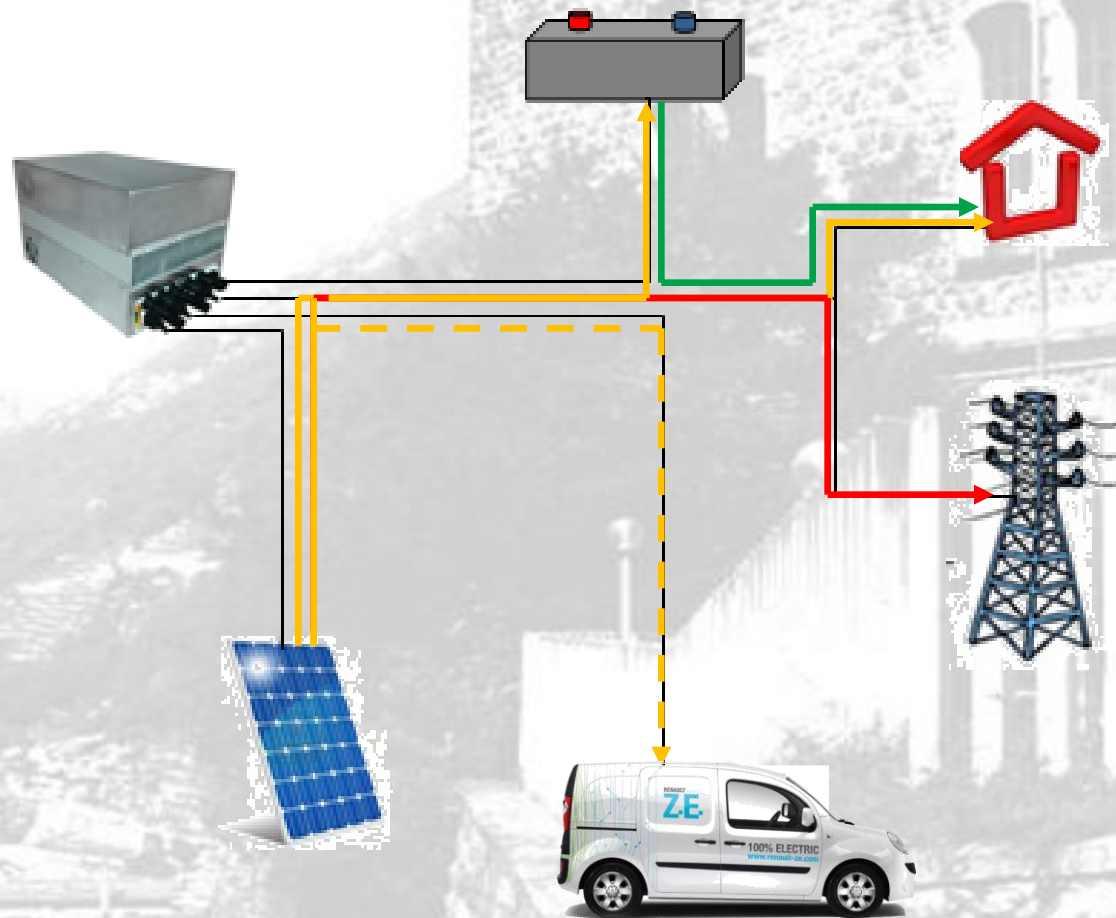
Nell'ambito del progetto sono state sperimentate alcune funzioni obiettivo al fine di valutarne il potenziale. Inoltre sono stati estesi i risultati anche ad un più ampio contesto di riferimento, ipotizzando diversi scenari di diffusione di *Smart Node* sul territorio regionale.

- Massimizzazione dell'autoconsumo
- Peak Shaving

In futuro inoltre, potrebbe essere possibile per il prosumer, effettuare la ricarica dell'accumulo direttamente da rete, consentendo così di ottimizzare ulteriormente le performance del nodo.

Nell'inverter di nuova generazione WhiteQube E.12. risiede l'intelligenza locale di gestione macchina, mentre l'intelligenza di alto livello (algoritmi di controllo del sistema) sono raccolti nel **Cloud**.

LOGICHE DI FUNZIONAMENTO (2)



ANALISI RISULTATI SPERIMENTAZIONE (1)

Attività Svolte

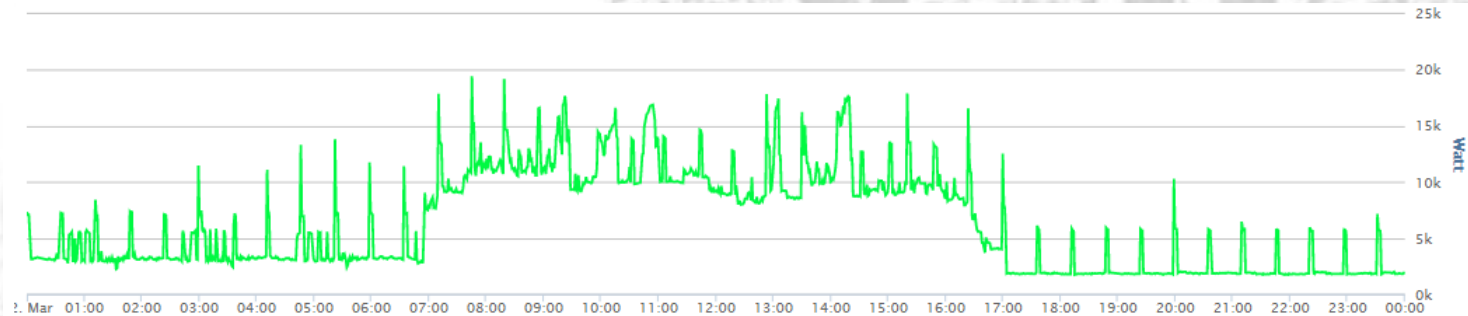
ATTIVITA' SVOLTE

- **Fase 1** Monitoraggio **Carico** Mavel/WhiteQube;
- **Fase 2** Monitoraggio Smart Node in configurazione **Carico_FER_Rete**;
- **Fase 3** Monitoraggio Smart Node in configurazione **Carico_FER_Accumulo_Rete** con funzione di massimizzazione dell'autoconsumo;
- **Fase 3+** Monitoraggio Smart Node in configurazione **Carico_FER_Accumulo_Rete** con funzione di spianamento del carico all'interfaccia con la rete;
- **Fase 4** Monitoraggio Smart Node in configurazione **Carico_FER_Accumulo_Rete + VE**;
- **Analisi dei risultati**, supportata da **campagne di simulazione al calcolatore**;

ANALISI RISULTATI SPERIMENTAZIONE (2)

Fase 1

Profilo di Carico di una giornata lavorativa



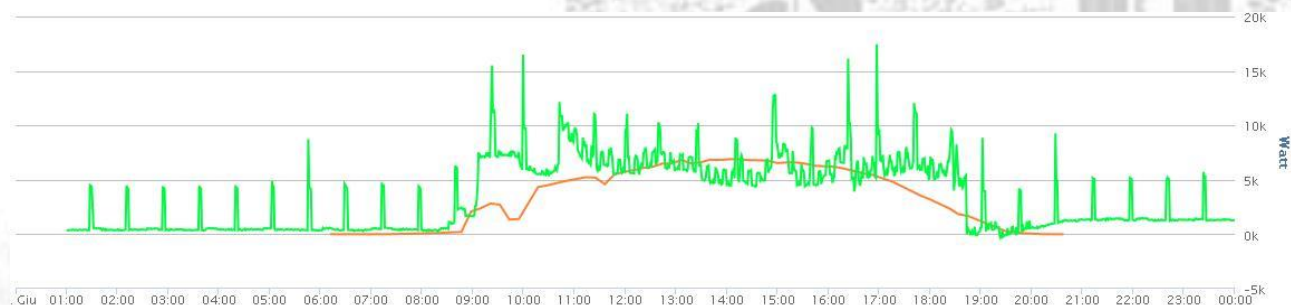
La Fase1 ha permesso di caratterizzare il carico dello stabilimento ed individuare alcune inefficienze energetiche del sistema.

In particolare il profilo di carico dello stabilimento è quello tipico di una PMI industriale con una potenza media di circa 10 kW e picchi di potenza legati all'utilizzo di banchi prova e laboratori sperimentali.

ANALISI RISULTATI SPERIMENTAZIONE (2)

Fase 2 – Giornata Lavorativa

Profilo di una giornata lavorativa soleggiata



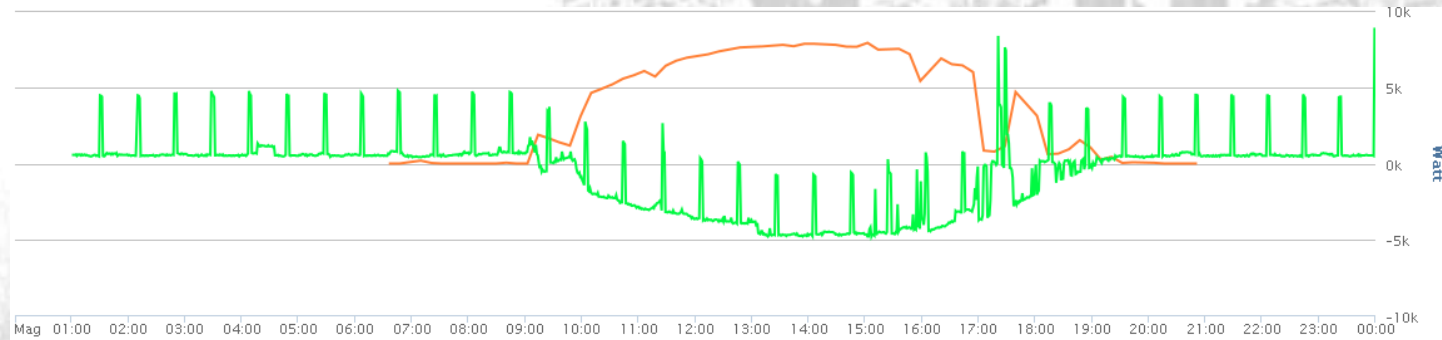
In rosso: Potenza prodotta da Fotovoltaico
In verde: Potenza Prelevata/Imnessa dalla Rete

Analizzando i risultati ottenuti nell'ambito della Fase2 si osserva che l'implementazione dell'impianto FV ha permesso di ridurre i picchi di potenza a 10 – 15kW, inoltre la potenza mediamente assorbita dalla rete nelle ore centrali della giornata scende a circa 5kW.

ANALISI RISULTATI SPERIMENTAZIONE (3)

Fase 2 – Giornata Festiva

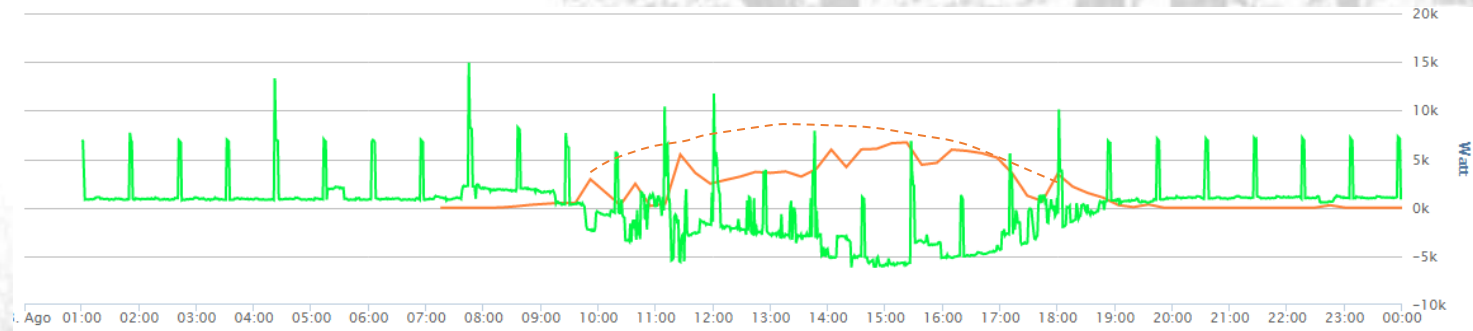
Profilo di una giornata festiva soleggiata



Nei giorni festivi gran parte dell'energia autoprodotta viene immessa in rete con uno scarso ritorno economico per l'utente ed il sistema elettrico. Per questi motivi nella Fase 3 del progetto è stato implementato all'interno dello Smart Node un sistema di accumulo da 22 kWh al piombo-gel, che controllato con le opportune logiche di controllo consentisse di aumentare l'autoconsumo e di ridurre il disturbo verso la rete.

ANALISI RISULTATI SPERIMENTAZIONE (4)

Fase 3 - massimizzazione dell'autoconsumo



In rosso: Potenza Attiva (interazione potenza FV-accumulo)

Tratteggiato: Potenza FV

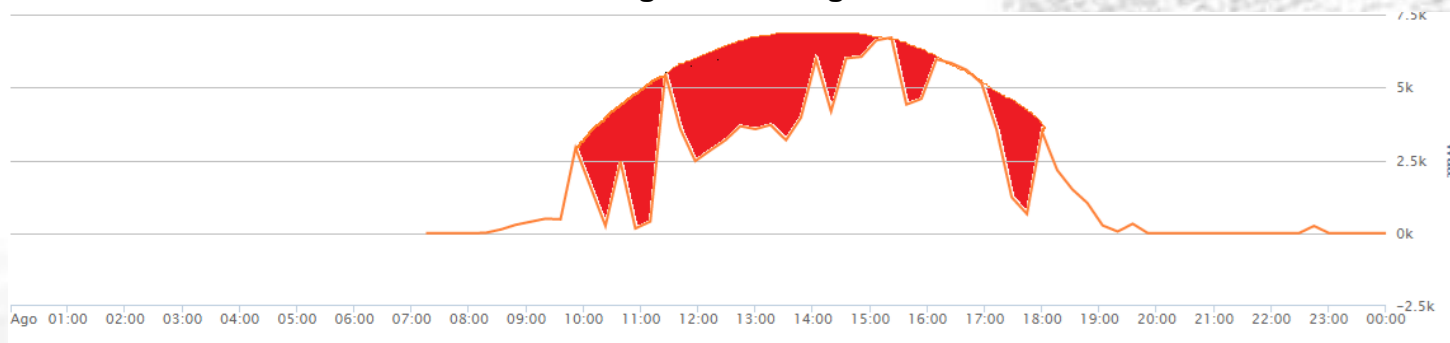
In verde: Potenza Prelevata/Imnessa dalla Rete

In questa fase dello studio è stato implementato un algoritmo di controllo del sistema di accumulo che ha consentito di immagazzinare l'energia autoprodotta nei momenti in cui la potenza generata da FV era maggiore del carico, per poi restituirla all'utente limitandone la richiesta da rete.

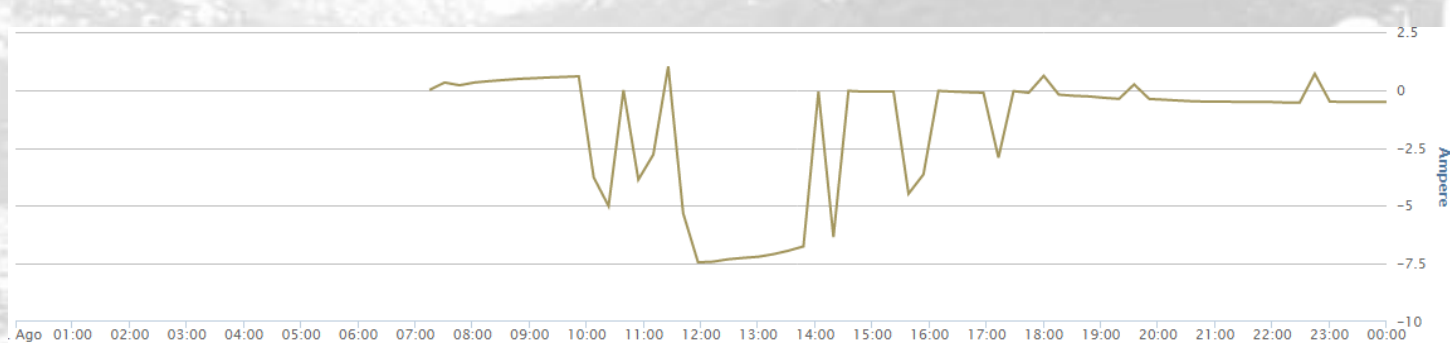
ANALISI RISULTATI SPERIMENTAZIONE (5)

Fase 3 - massimizzazione dell'autoconsumo

Energia FV immagazzinata in batteria



Andamento Corrente in batteria durante la ricarica



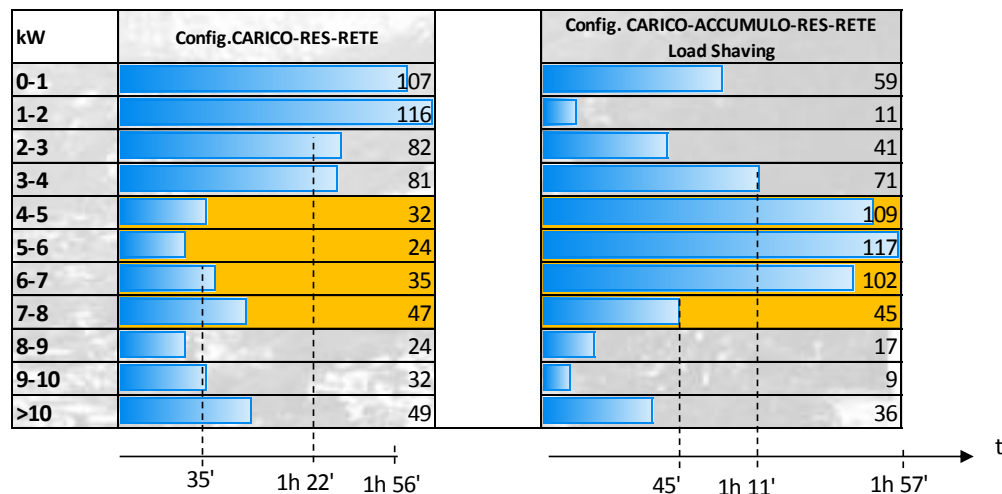
Nel corso della sperimentazione sono stati riscontrati concreti miglioramenti della percentuale di energia autoconsumata nei giorni feriali. Parte dell'energia prodotta dal fotovoltaico è stata immagazzinata dal sistema di accumulo (area rossa). Nella Fig. in basso la corrente di batteria in ricarica.

Smart Node in Configurazione CARICO - FV – ACCUMULO Massimo Autoconsumo		
Energia Generata da FV	43,9	kWh/giorno
Energia Immagazzinata in Batteria	12,2	kWh/giorno
Energia Immessa in Rete	31,7	kWh/giorno

ANALISI RISULTATI SPERIMENTAZIONE (6)

Fase 3+ spianamento del carico all'interfaccia con la rete

La funzione di spianamento del carico mantiene la potenza all'interfaccia con la rete vicina ad un valore di *set-point* pari a 5 kW, per il maggior tempo possibile durante la giornata. Tale valore di soglia è in accordo con il carico medio richiesto da Mavel alla rete durante un giorno di sole in configurazione Carico-FER-Rete. Per poter testare i benefici ottenibili con l'algoritmo implementato, è stato condotto un confronto tra due giorni caratterizzati da un profilo di carico e di generazione FV molto simili.



Considerando la fascia oraria F1 (8:00 – 19:00), la potenza è stata mantenuta nel campo 4-8 kW per circa 6h30', mentre nel caso senza sistema di accumulo solo per 2h18'. Dal punto di vista della rete, l'algoritmo crea un beneficio limitando le fluttuazioni di potenza e riducendo la distorsione indotta dalla generazione stocastica del FV e dal carico variabile dell'utente

CONCLUSIONI

L'accumulo elettrochimico è una possibile soluzione per la regolazione attiva delle reti elettriche di bassa e media tensione e per la fornitura di servizi al prosumer e la DSO;

Il costo di investimento e il costo a ciclo rischiano di rendere tale soluzione eccessivamente onerosa;

Occorre integrare l'accumulo nel nodo energetico locale secondo una logica di uso efficiente dell'intero sistema e non del singolo componente;

Diventa rilevante il ruolo di un nuovo operatore energetico che si propone tra DSO e prosumer nella gestione attiva di smart node distribuiti, attraverso l'uso di piattaforme tecnologiche aperte e scalabili.