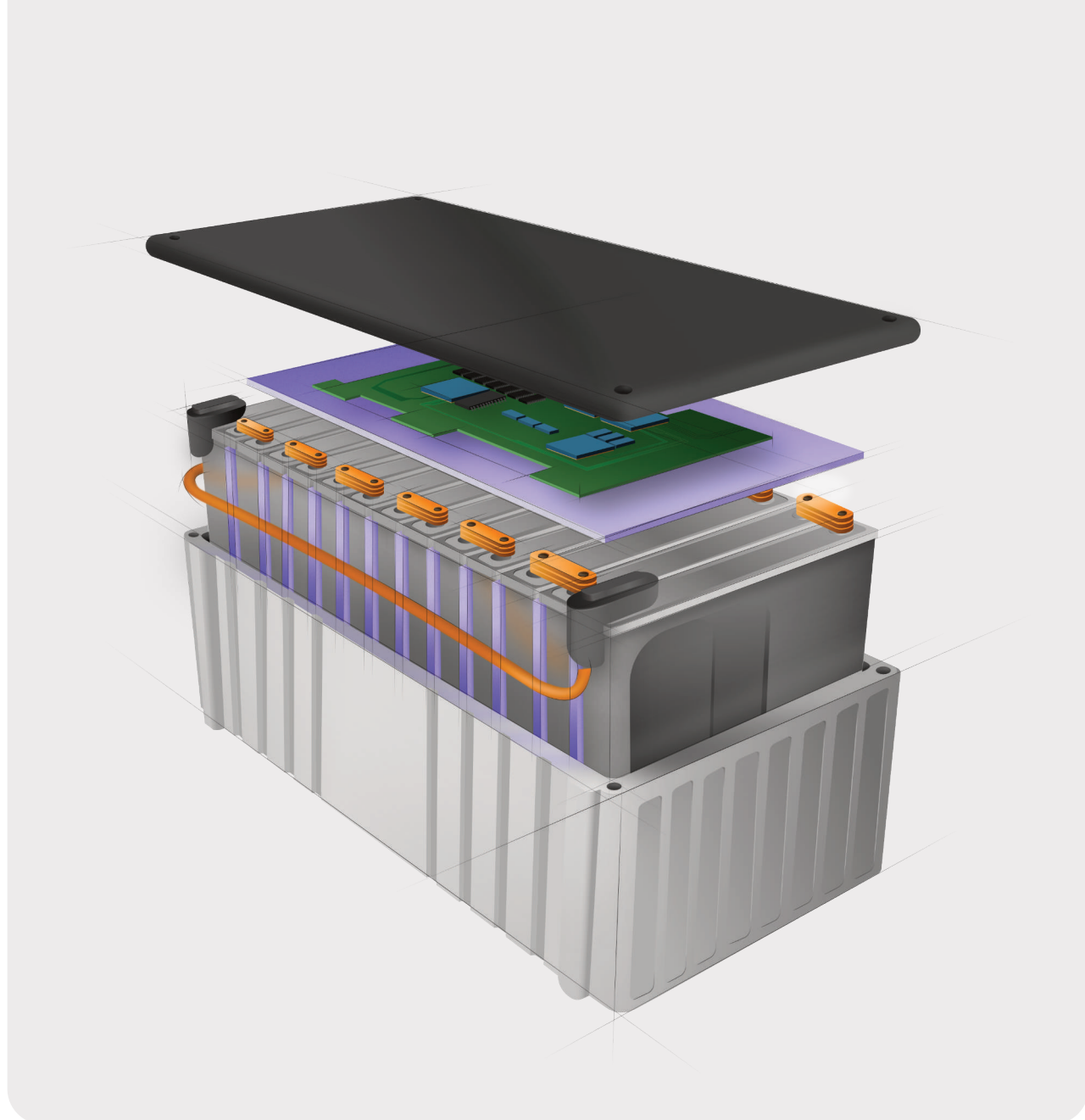




www.mascherpa.it

E-MOBILITY

Battery Thermal Management



HUNTSMAN

SOMMARIO

Introduzione: le sfide nel settore dell'E-Mobility	3
Thermal management delle Batterie nei veicoli EV	4
Conducibilità termica	5
Come il calore si diffonde all'interno della batteria	5
Tecnologie di dissipazione del calore	6
Tipico sistema di raffreddamento ad aria forzata (air-cooling system)	7
Tipico sistema di raffreddamento a liquido (liquid-cooling system)	7
Sistema di iniezione (potting system)	8
Thermal runaway (fuga termica)	8
Cos'è il Thermal runaway?	8
Meccanismi di innesco	9
Fasi di avanzamento del Thermal runaway	9
Conseguenze per la sicurezza	10
Le soluzioni Mascherpa	10
Perché scegliere mascherpa	12

INTRODUZIONE: LE SFIDE NEL SETTORE DELL'E-MOBILITY

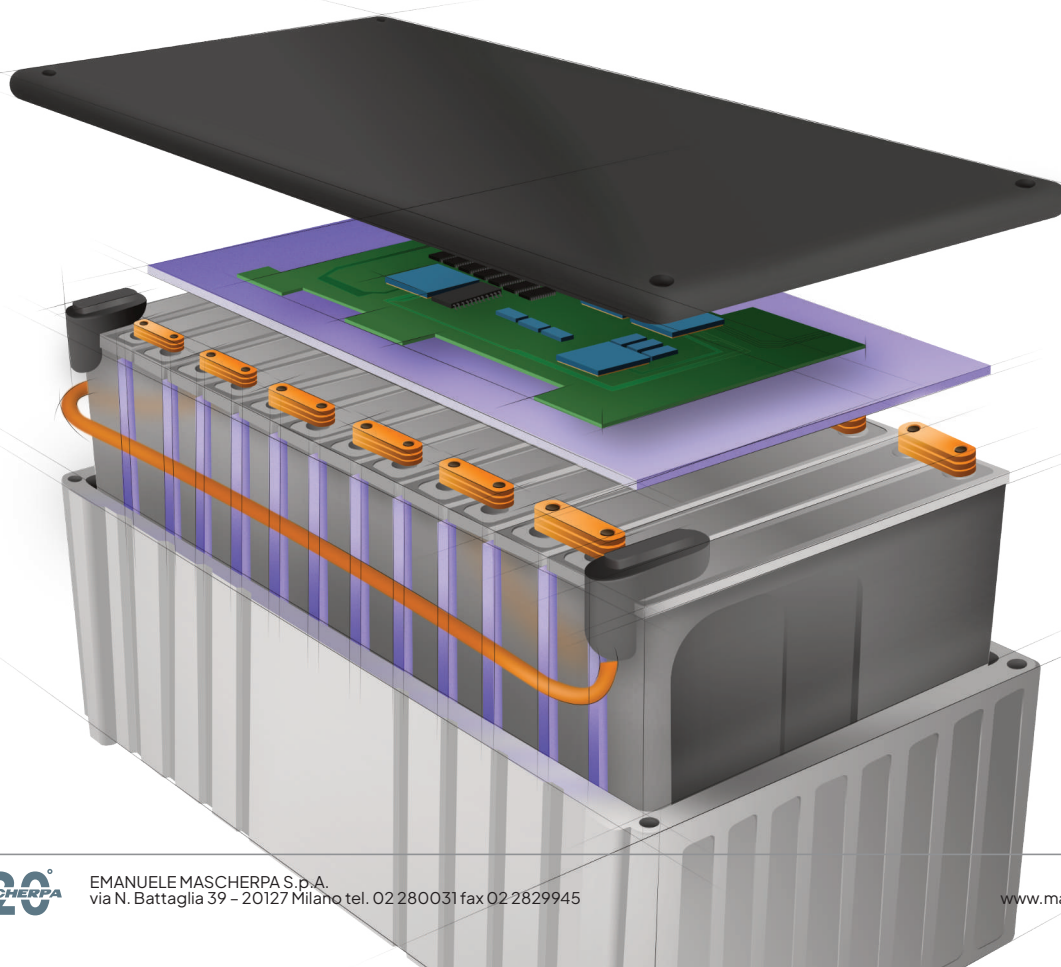
La domanda dei consumatori finali per i veicoli elettrici è in aumento e continuerà a crescere significativamente nei prossimi decenni. Nonostante i vantaggi convincenti dei veicoli elettrici, il successo di questi richiede che i produttori automobilistici affrontino una serie di preoccupazioni dei clienti finali. Questi includono prezzi elevati, ansia da autonomia, prestazioni affidabili e sicurezza dei passeggeri.

Queste preoccupazioni sono parte di una gamma ancora più ampia e complessa di sfide ingegneristiche e commerciali. Il cuore di ogni veicolo a combustione interna è il propulsore, ma mentre questi hanno anni di ricerca e sviluppo alle spalle, il focus per i veicoli ibridi ed elettrici è la batteria e il BMS (Battery Management

System). Per questi ultimi il viaggio è appena iniziato.

Le sfide chiave dell'ingegneria nei componenti del veicolo elettrico includono una gestione termica efficiente, l'integrazione dei sistemi elettrici, la miniaturizzazione, la riduzione del peso totale e la garanzia di prestazioni sicure e affidabili del veicolo.

Il tema centrale che devono affrontare oggi gli operatori del settore E-Mobility è il thermal management delle batterie elettriche.



THERMAL MANAGEMENT DELLE BATTERIE NEI VEICOLI EV

Il mercato delle batterie esiste da molti anni ed è suddiviso in diverse applicazioni: dagli utensili elettrici agli accumulatori stazionari, dalle macchine pesanti ai veicoli elettrici.

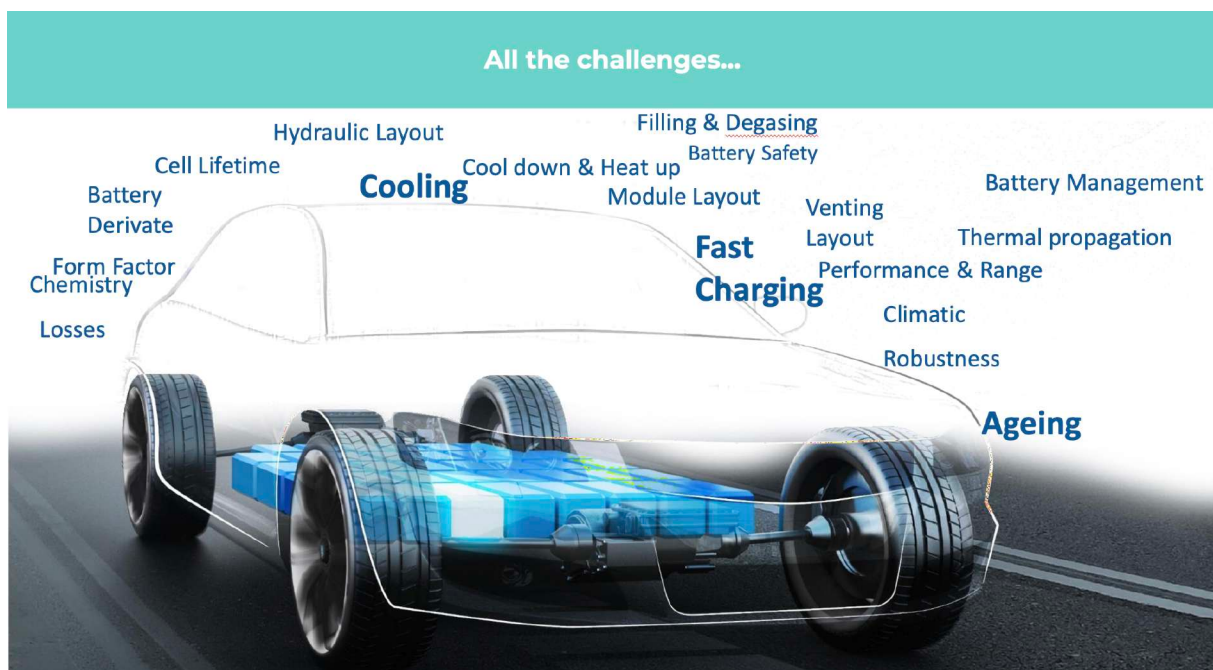
Possiamo considerare tutte queste diverse tecnologie per affrontare gli obiettivi di sviluppo per le batterie, ma tutto dipende da quali sono gli obiettivi:

Stiamo parlando di batterie o di involucri delle batterie?

Integrazione nel telaio? Resistenza agli urti?

Maggiore durata delle celle?
Maggiore sicurezza delle batterie?

È bene avere una approccio olistico alla gestione termica e alle problematiche del mondo dell'E-Mobility, che considerino tutti gli obiettivi da raggiungere per una corretta gestione termica.



Tra tutte le sfide, le prioritarie sono l'autonomia e il ciclo di vita delle batterie. Gli elementi che le influenzano particolarmente sono:

- raffreddamento
- ricarica veloce
- invecchiamento

E il fil rouge è la conducibilità termica.

CONDUCIBILITÀ TERMICA

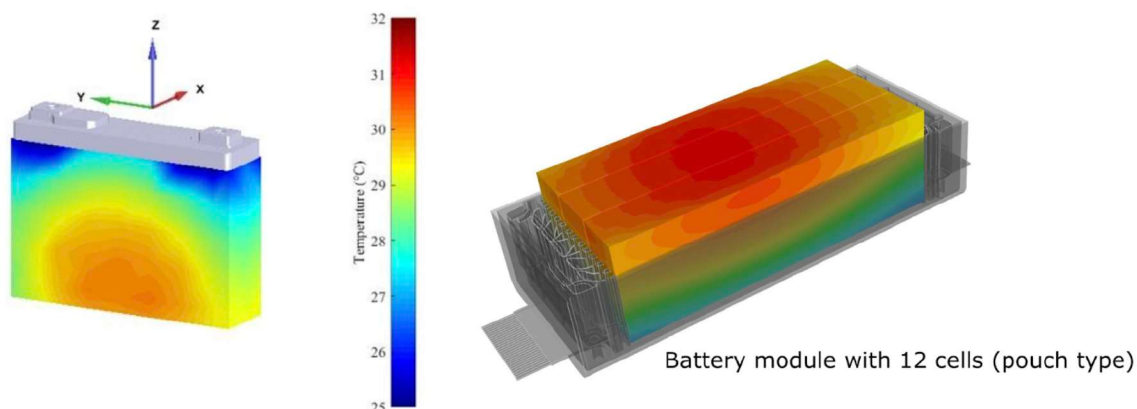
Quando parliamo di conducibilità termica, il primo e ricorrente parametro che incontreremo è il Trasferimento di Calore. Partendo dalla Capacità Termica possiamo dire che il tasso di flusso di calore (Q), è la quantità di calore che viene trasferita per unità di tempo, in un materiale, di solito misurata in Watt. Il calore è il flusso di energia termica guidato dal non-equilibrio termico. Il coefficiente di trasferimento del calore (h) viene misurato in W/m^2K e - parametricamente - in W/mK .

Questo parametro influisce su ogni aspetto della progettazione delle batterie, della progettazione degli involucri, del BMS, del powertrain e della progettazione complessiva. Il parametro W/mK è mostrato in ogni scheda tecnica di qualsiasi prodotto termoconduttivo.

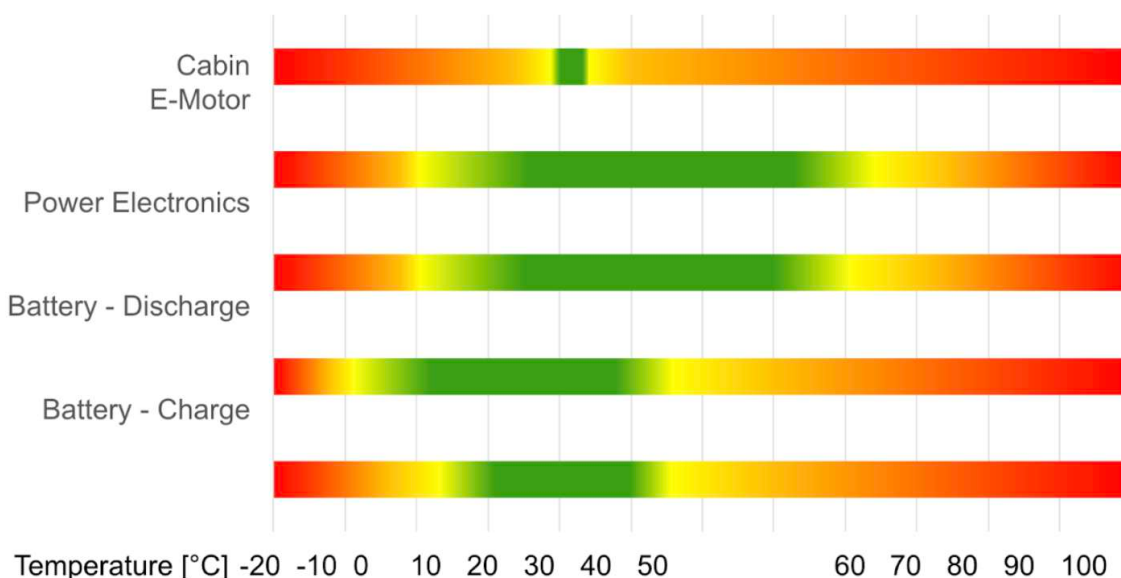
COME IL CALORE SI DIFFONDE ALL'INTERNO DELLA BATTERIA

Ecco una rappresentazione della tipica misurazione diretta della temperatura di una batteria Prismatica (sappiamo che esistono molti design di celle di batteria diverse). Il calore si diffonde quando la batteria è in carica o in scarica: questo è il punto critico quando si cerca una ricarica ultra veloce o una maggiore prestazione.

In ROSSO è il calore che vogliamo dissipare, quindi maggiore è il W/mK garantito dal prodotto termoconduttivo, maggiore è il trasferimento di calore e quindi il flusso di energia termica.



Come possiamo vedere dall'immagine, ogni parte del veicolo elettrico ha una temperatura operativa di comfort e un intervallo di temperatura critica.



Se ci focalizziamo sulle batterie, possiamo dedurre che:

le batterie al litio-ion vivono in una zona di temperatura ristretta, una sorta di zona comfort, al di fuori della quale le prestazioni, la capacità e la durata si riducono

a basse temperature, le batterie non si caricano fino al 100%

alle alte temperature le batterie tendono a degradarsi velocemente.

Le prestazioni della batteria sono quindi strettamente legate alle condizioni operative.

Allora, quali sono le tecnologie più comuni di dissipazione del calore?

Tecnologie di dissipazione del calore

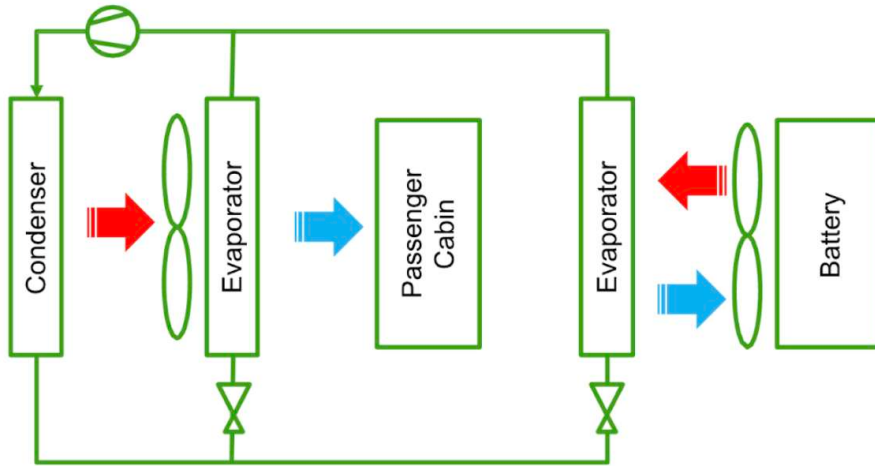
Le tecnologie di dissipazione del calore sono principalmente 3:

- 1. Convezione naturale:** quando il calore da dissipare è più o meno 200W
- 2. Raffreddamento ad aria forzata:** quando il calore da dissipare è più o meno 800W
- 3. Raffreddamento a liquido:** quando il calore da dissipare è più di 1 kW

Quindi, maggiore è la prestazione complessiva raggiunta, maggiore è la complessità progettuale e i costi che bisognerà affrontare.

Tipico sistema di raffreddamento ad aria forzata (air-cooling system)

Typical air-cooling system

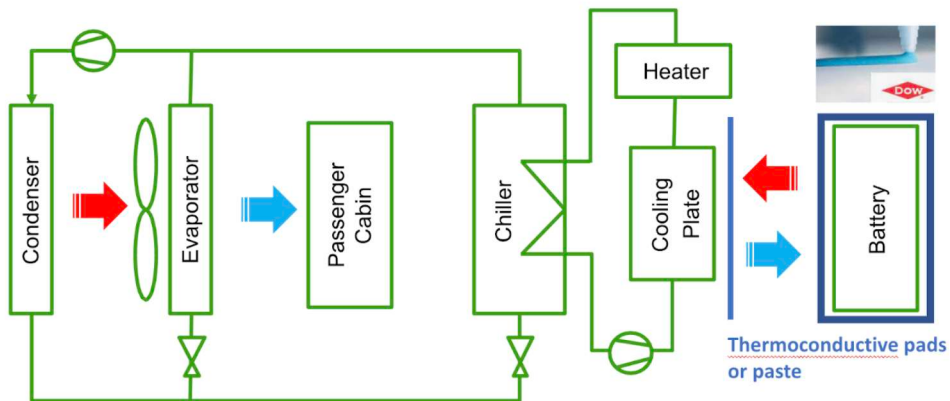


In questa immagine vediamo il tipico sistema di raffreddamento ad aria forzata: lo scambio termico

convenzionale tra una batteria e una piastra di raffreddamento (cooling plate).

Tipico sistema di raffreddamento a liquido (liquid-cooling system)

Typical liquid-cooling system



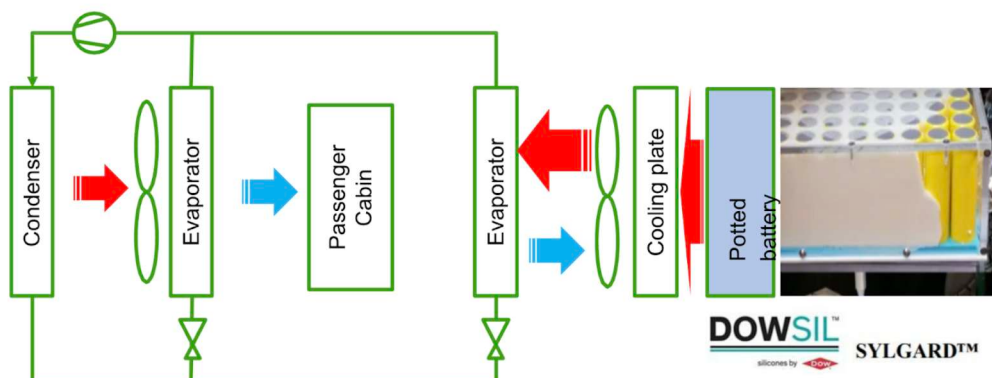
Invece qui vediamo come nel tipico sistema di raffreddamento a liquido, la batteria viene raffreddata proprio come un radiatore per auto.

Aggiungendo una pasta

termoconduttiva, possiamo migliorare il sistema di raffreddamento complessivo. Ad esempio: **DOWSIL™ TC-4535 Conductive Gap Filler** o **DOWSIL™ TC-4025 Pad Termico Dispensabile**.

Sistema di iniezione (potting system)

Typical potting system



Possiamo aggiungere un'altra soluzione tecnica: il sistema di potting. Questo sistema è piuttosto simile ai sistemi di raffreddamento ad aria ma potenziato con gel/resine termiche.

Ad esempio, possiamo iniettare il pacco batterie con **SYLGARD™ 170 Silicone Elastomer Kit** dove è richiesto **UL94 V-0** con la schiuma di

silicone **DOWSIL™ 3-8259 RF Silicone Foam Kit**.

Questa soluzione può essere applicata anche nei sistemi di raffreddamento a liquido. Potrebbe essere potenziata con pad termici per ottenere il miglior risultato finale e scongiurare problemi di Thermal Runaway.

THERMAL RUNAWAY (FUGA TERMICA)

Il fenomeno del thermal runaway (fuga termica o deriva termica in italiano), rappresenta una delle principali

preoccupazioni relative alla sicurezza delle batterie, in particolare per quelle impiegate nei veicoli elettrici.

Cos'è il Thermal runaway?

Il thermal runaway è un processo autocatalitico che si verifica quando l'aumento della temperatura in una cella di batteria porta a una reazione esotermica fuori controllo. Questo fenomeno può portare al rilascio di gas nocivi, incendi, o addirittura

esplosioni. È particolarmente rilevante nelle batterie al litio, ampiamente utilizzate per la loro densità energetica elevata e per la loro efficienza nei veicoli elettrici e in altre applicazioni energetiche.

Meccanismi di innesco

I meccanismi che possono innescare il thermal runaway sono vari e comprendono:

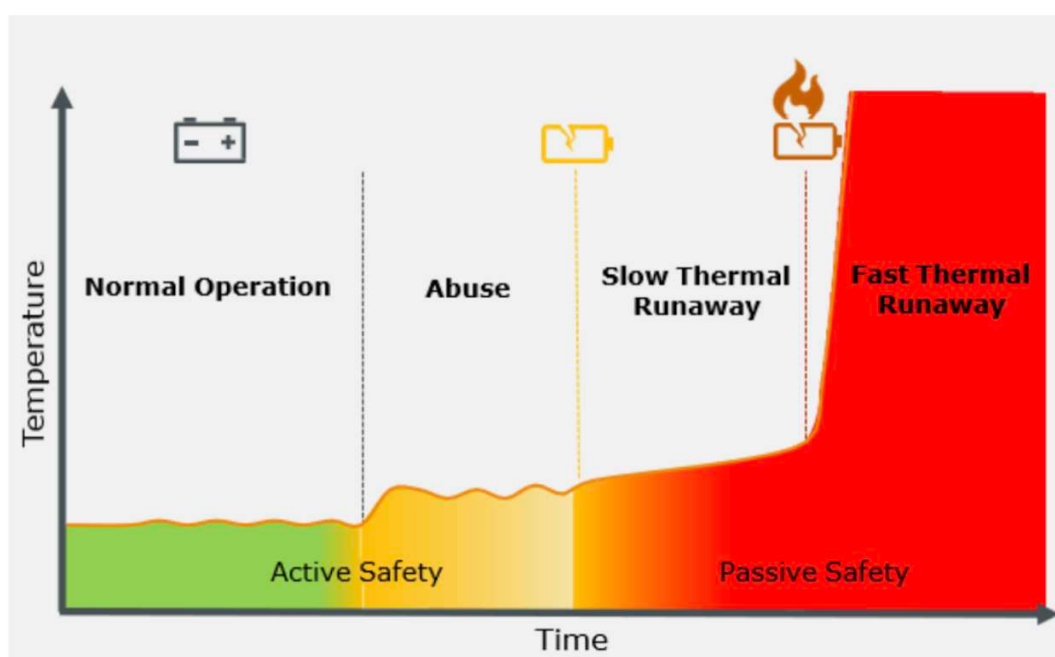
- **Sovraccarico:** l'applicazione di una tensione superiore a quella nominale può causare un surriscaldamento e danni interni alla cella.
- **Cortocircuito:** un cortocircuito interno o esterno può generare un rilascio improvviso di energia termica, innescando la reazione.
- **Danni fisici:** impatti meccanici o penetrazioni possono compromettere l'integrità strutturale della cella, portando a reazioni pericolose.
- **Difetti di fabbricazione:** anomalie durante il processo di produzione possono lasciare impurità o difetti che aumentano il rischio di thermal runaway.
-

Fasi di avanzamento del Thermal runaway

Ci sono 3 fasi di avanzamento del thermal runaway:

1. Venting
2. Thermal Runaway
3. Propagazione

- Anche se il thermal runaway diventa incontrollabile da 300°C, già intorno a 100°C, con la degradazione dei componenti, potrebbe iniziare la reazione esotermica.
- Le temperature a cui arriva una batteria che si incendia si aggirano attorno ai 700–1.000°C.



Conseguenze per la sicurezza

Sebbene sia un fenomeno relativamente raro, nel contesto dei veicoli elettrici, il thermal runaway rappresenta un rischio grave. Non solo per la sicurezza dei passeggeri, ma anche per i gravi incidenti stradali e i danni alle infrastrutture.

- Senza dimenticare che le conseguenze possono danneggiare l'immagine stessa del marchio di vetture elettriche.
- La gestione sicura delle batterie è quindi fondamentale per prevenire il thermal runaway. La ricerca e lo sviluppo di tecnologie di batterie più sicure, sistemi di gestione termica e protocolli di sicurezza migliorati sono tutti necessari per mitigare questo rischio.
- Tuttavia, le normative attualmente in vigore in materia di sicurezza delle batterie sono relativamente

non specifiche. La norma UN ECE GTR 20, ad esempio, richiede solo che i passeggeri abbiano 5 minuti per evacuare il veicolo in caso di thermal runaway.

- Questo lasso di tempo potrebbe non essere sufficiente in determinate situazioni, come ad esempio se l'auto elettrica si trova in autostrada. In tali circostanze, il fumo che invade l'abitacolo potrebbe ostacolare l'evacuazione e causare gravi intossicazioni.
- Esistono però tecnologie promettenti che possono limitare i danni causati dal thermal runaway. Un esempio è un involucro di batteria impregnato con SYLGARD™, che in un test ha dimostrato di poter arrestare la fiamma in meno di 15 secondi.

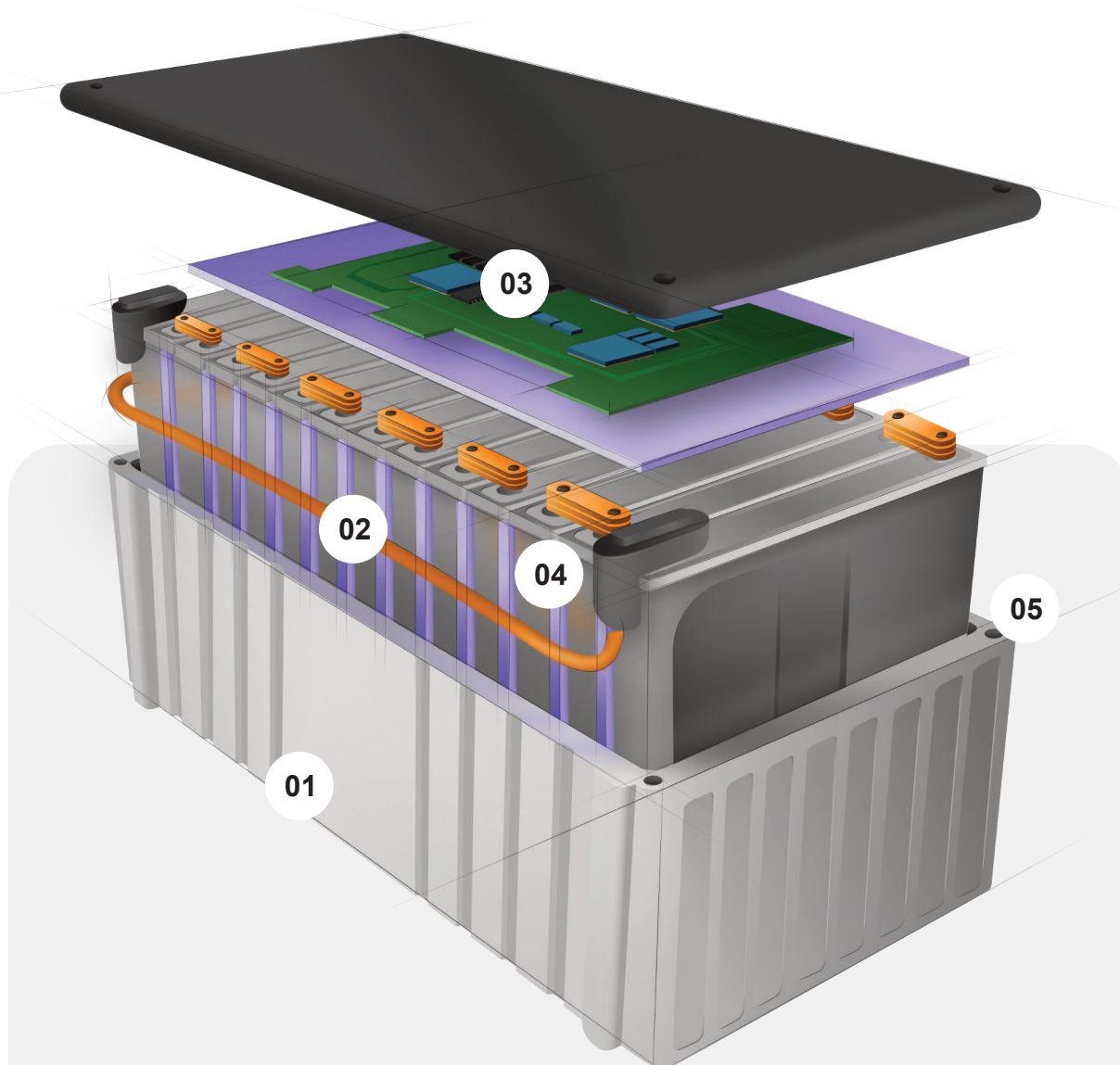
LE SOLUZIONI MASCHERPA

La rivoluzione dei veicoli elettrici richiede innovazioni nei design delle batterie, affrontando le ansie dei consumatori legate all'autonomia, oltre alle preoccupazioni su costi e sicurezza. Le batterie devono garantire performance sicure e affidabili per tutta la loro durata utile.

Vi è una varietà nei design delle batterie, marcata dalla scelta del tipo di celle - cilindriche, a sacchetto, o prismatiche - adottate dai produttori. Le sfide per gli OEM e i Tier 1 includono

la riduzione dei costi e l'ottimizzazione delle prestazioni, oltre a garantire sicurezza, affidabilità e un'integrazione impeccabile con la struttura del veicolo.

Mascherpa sostiene i produttori di veicoli nella navigazione di queste complessità, fornendo materiali avanzati per la gestione termica, adesivi, sigillanti e tecnologie di rivestimento, tutti progettati per superare le sfide del settore.



.01 ADESIVI TERMOCONDUTTIVI PER ELETTRONICA

Gli adesivi termoconduttivi hanno: eccellenti proprietà dielettriche, ottima resistenza agli agenti atmosferici, stabilità in un ampio range di temperature, buona adesione su un'ampia varietà di substrati, minori stress sui componenti, resistenza ai raggi UV e ai molti altri agenti chimici. I prodotti possono essere impiegati per applicazioni in moduli, connettori, sensori, PCB e molti altri ancora.

Prodotti consigliati Mascherpa:

- DOWSIL™ EA-9189
- DOWSIL™ SE 4420
- DOWSIL™ SE 4486

.02 BATTERY ASSEMBLY ADHESIVES

Gli adesivi per l'assemblaggio di batterie permettono un assemblaggio economico e veloce di celle prismatiche, cilindriche o a sacchetto.

Prodotti consigliati Mascherpa:

DOWSIL™ 866
DOWSIL™ 744
DOWSIL™ 3165 FT
DOWSIL™ EA-2626

.03 GAP FILLER e GAP PAD

I prodotti Gap Filler e Gap Pad forniscono una soluzione affidabile di raffreddamento ai produttori di moduli EV grazie alle loro proprietà uniche sono in grado di dissipare il calore da una fonte di calore (tipicamente i moduli EV, il circuito stampato) a una fonte fredda (tipicamente l'alloggiamento in alluminio che funge da dissipatore di calore).

Prodotti consigliati Mascherpa:

DOWSIL™ TC-4515
DOWSIL™ TC-4525
DOWSIL™ TC-4535
Tflex™ SF10
Thermal Gap Pad TP-3560

.04 POTTING E THERMAL RUNAWAY

Inglobamento delle celle della batteria (potting) mediante una resina da colata (tipicamente siliconica) per la mitigazione del fenomeno del Thermal Runaway (esplosione di una cella con conseguente propagazione della fiamma alle altre celle del pacco batterie. Il potting evita la propagazione della fiamma ed il danneggiamento di tutte (o parte) delle celle che compongono il pacco batterie).

Prodotti consigliati Mascherpa:

SYLGARD™ 170

DOWSIL™ SE-3200

.05 LUBRIFICANTI PER VITI

Un lubrificante in grado di ridurre le vibrazioni e il rumore delle viti sul piano di raffreddamento e che allo stesso tempo abbia ottime capacità isolanti.

Prodotti consigliati Mascherpa:

MOLYKOTE™ AFC

***Ogni applicazione ha la sua propria soluzione da approfondire con un tecnico Mascherpa specializzato.**

Perché scegliere mascherpa

In conclusione possiamo dire che: le soluzioni di gestione termica e di sicurezza sono fondamentali nella progettazione delle batterie.

le soluzioni termiche offrono e migliorano le prestazioni e il ciclo di vita delle batterie.

hanno superato i test di abuso in diversi progetti di batterie e migliorano le prestazioni di sicurezza.

- hanno un'eccellente compatibilità con un'ampia gamma di materiali di costruzione.
- possono anche essere utilizzate con vantaggio nel raffreddamento diretto di pacchi batteria e inverter.
- Ogni batteria ha un modello di gestione termica applicabile, ma il tema del TCO rimane fondamentale per le soluzioni ad alte prestazioni.
- Le soluzioni sono nel nostro portafoglio e sono supportate da programmi specifici, quali:

- DOW™ con MobilityScience™
- DUPONT™ con AHEAD™
- HUNTSMAN con Huntsman Automotive
- In un mercato in rapida evoluzione come quello dei veicoli elettrici, la protezione dei pacchi batteria e la gestione del thermal runaway sono cruciali.
- Oltre a vantare prestazioni eccezionali e un'ampia compatibilità con i materiali da costruzione, ci teniamo a sottolineare il nostro impegno costante al fianco dei clienti.
- Un team di esperti è a tua completa disposizione per fornirti supporto tecnico e consulenza personalizzata. Collaboriamo attivamente con i tuoi ingegneri e progettisti per individuare la soluzione più adatta alle tue esigenze, tenendo sempre in considerazione le specifiche del tuo progetto.

MASCHERPA



mascherpa.it/e-mobility

mascherpa.it



La nostra pluriennale esperienza nel risolvere problemi di lubrificazione, adesione, sigillatura e protezione delle superfici, unita alla fondamentale attività di ricerca e sviluppo delle aziende che noi rappresentiamo, sono al vostro servizio. Contattateci, vi aiuteremo a dar vita alle vostre idee. Per conoscere tutte le gamme di prodotti e tecnologie trattate dalla nostra società e per avere maggiori informazioni, vi invitiamo a visitare il nostro sito