



7 Giugno 2022

- ***Ing. Giulio Liotti***  
***Adjunct Professor - Impianti Aerospaziali (Uniparthenope)***



### Introduzione

Gli ultimi cinque decenni hanno visto un'enorme crescita della domanda di energia degli aerei, a causa del maggiore carico elettrico nei MEA.

Il sistema di batterie è un componente essenziale. Le batterie hanno diverse funzioni nell'aeromobile come l'avviamento dei motori, dell'APU, l'alimentazione delle apparecchiature avioniche necessarie in caso di emergenza e così via.

La crescita della domanda di energia e l'importanza del sistema di batterie hanno convinto l'industria aeronautica a esplorare l'uso di batterie ad alta densità di energia. Il progresso nei materiali delle batterie ha contribuito allo sviluppo di diverse batterie ad alta densità di energia.

Le batterie agli ioni di litio sono state una parte significativa dell'aviazione negli ultimi dieci anni. Le applicazioni sono state utilizzate in sistemi come alimentatori di backup avionici, illuminazione di emergenza, ELT, alimentazione di apparecchiature (telefoni della cabina dell'equipaggio, porte della cabina), sistemi di alimentazione ininterrotta (UPS) e batterie di avviamento del motore per aerei da combattimento e droni.

Questa tecnologia si è ulteriormente evoluta e le installazioni con un Supplemental Type Certificate (STC) per batterie agli ioni di litio su vari aeromobili sono già una realtà e nel prossimo futuro il processo di certificazione riguarderà l'uso in una varietà di applicazioni aeronautiche, compresi gli aeromobili eVTOL.

Gli standard FAA ed EASA evolvono continuamente dal 2013 e il futuro degli aerei UAS (in particolare dei veicoli eVTOL) e degli aerei elettrici ecologici dipende dall'innovazione nella tecnologia delle batterie.



## Quali batterie al litio?

Le batterie al litio sono principalmente di due tipi: **batterie al litio metallico e batterie agli ioni di litio**. Fondamentalmente, la differenza tra loro è che le batterie al litio metallico sono quelle che non sono ricaricabili, quindi le batterie primarie e agli ioni di litio sono quelle che possono essere ricaricate.

## Quali sono i rischi?

Se danneggiate, cortocircuitate, riscaldate o, talvolta, a causa di una cattiva progettazione, le batterie potrebbero prendere fuoco ed esplodere. Questa è una situazione particolarmente pericolosa che deve essere evitata a tutti i costi durante il volo.

	Battery Life	Power	Danger Level
Lithium Metal	+	+	+
Ion-Lithium *	—	+	+



### Lithium batteries location

#### Non-rechargeable:

- ELT: trasmettitore localizzatore di emergenza
- Pacchi batteria per illuminazione di emergenza
- Cicalina Airbag del sedile
- Torcie portatili
- Scivoli
- CVR: registratori vocali in cabina di pilotaggio
- FDR: Registratori dati di volo
- ULB: Beacon localizzatore subacqueo
- Unità di gestione della comunicazione
- Dispositivi di localizzazione del carico

#### Rechargeable lithium batteries and battery systems:

- Cockpit displays
- Brakes
- Emergency batteries (e.g., EXIT signs)
- Main batteries
- Emergency lighting
- Galley carts (battery pack for pressurization system)
- New applications...

#### PERCHÉ ?:

- Aumento delle prestazioni richieste dai nuovi requisiti (es: ULB: dispositivo di localizzazione subacquea richiesto di essere alimentato 90 giorni invece di 30)
- Aumento delle prestazioni senza aumentare peso e volume.



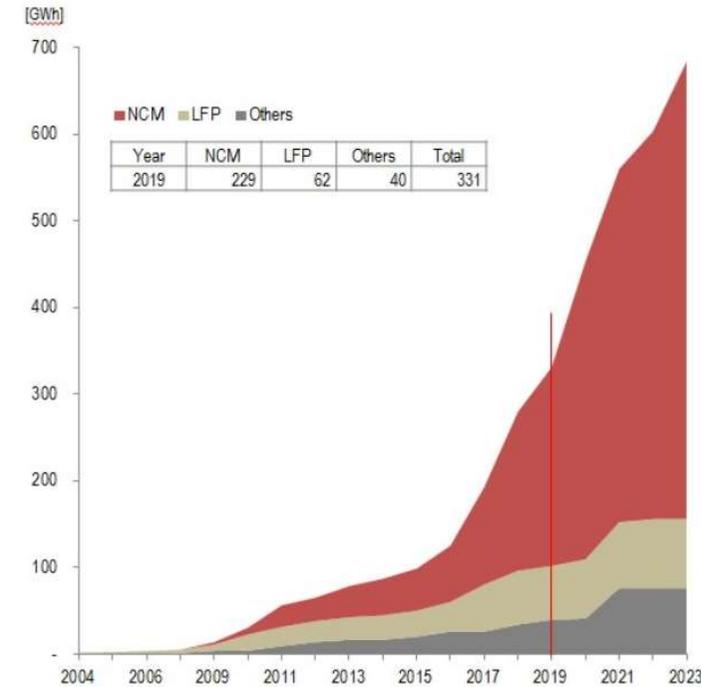
Material	Abbr.	Description
Lithium cobalt oxide <chem>LiCoO2</chem>	LCO	Original commercial type; expensive raw materials.
Nickel cobalt aluminum <chem>LiNi0.8Co0.15Al0.05O2</chem>	NCA	Highest energy density per unit mass.
Nickel manganese cobalt <chem>LiNi1-x-yMnxCo2yO2</chem>	NMC NCM	Safer and less expensive than LCO. Good cycle life. Promising technology.
Lithium manganese oxide <chem>LiMn2O4</chem>	LMO	Safer and less expensive than LCO, but poor cycle life.
Lithium iron phosphate <chem>LiFePO4</chem>	LFP	Very safe, high power, but lower energy density. Best high-temperature stability.

## Lithium batteries

Le tecnologie su cui oggi si basano i diversi tipi di batterie al litio e che si contendono il mercato dei veicoli elettrici, che si distinguono nella composizione dei materiali, per il momento, sono le seguenti:

- ❖ **LCO** – Litio Ossido di Cobalto (LiCoO2)
- ❖ **LMO** – Litio Ossido di Manganese (LiMn2O4)
- ❖ **NMC** – Litio Nichel Manganese Ossido di Cobalto (LiNiMnCoO2)
- ❖ **LFP** – Litio Fosfato di Ferro (LiFePO4)
- ❖ **NCA** – Litio Nichel Cobalto Ossido di Alluminio (LiNiCoAlO2)
- ❖ **LTO** – Titanato di Litio (Li2TiO3)

• Global Li-ion Battery Manufacturing Capacity Trend (Cumulative, Capacity expansion plan included, GWh)





Quando si sviluppa un nuovo pacco batteria, una domanda comune posta dai clienti è: "Di quali certificazioni ho bisogno?" Questa domanda ha molte variabili che devono essere prese in considerazione per determinare cosa sarà richiesto. Ogni progetto è unico.

Nel corso degli anni le batterie al litio sono diventate più fortemente regolamentate poiché vengono utilizzate in vari dispositivi elettrici e campi di applicazione più ampi a livello globale. La sicurezza e l'affidabilità delle batterie al litio è quindi regolata da vari standard internazionali.

Tutti i test delle batterie sono condotti in conformità con gli standard internazionali e le specifiche del produttore di apparecchiature originali (OEM), inclusi ISO, IEC, UN ECE, SAE, LV, AK e molti altri.



La qualificazione e la certificazione delle batterie al litio ricaricabili per un'applicazione aeronautica è uno sforzo dettagliato e sistematico. Sebbene esistano diversi percorsi per la certificazione, un percorso comune utilizzato dai produttori dal 2007 è stato l'applicazione dello standard RTCA DO-311 (ed RTCA DO-347 per le piccole batterie).

Il test RTCA DO-311 va ben al di sopra dei test che sarebbero richiesti per i prodotti chimici delle batterie più tradizionali come il piombo acido o il nichel cadmio. (Tuttavia, lo standard manca dell'importante considerazione su dove viene fisicamente installata la batteria sull'aeromobile).

È inoltre necessaria la suite di test dei requisiti di trasporto UN/DOT (Trasporto di merci pericolose, sezione 38.3) per ridurre le restrizioni alla spedizione delle batterie.

Come al solito, lo standard RTCA DO-160 (Condizioni ambientali e procedure di prova per apparecchiature aviotrasportate) deve essere applicato in pieno rigore anche alla batteria al litio.



## Lithium Battery Certification

– Going Green --

Battery Size	Single-Cell Battery Electrical Energy (Wh)	Multi -Cell Battery Electrical Energy (Wh)	Acceptable Means of Compliance
Very Small	Wh < 2	Wh < 2	Le batterie molto piccole includono la maggior parte delle pile a bottone. Non ci sono ulteriori test richiesti se hanno già soddisfatto i requisiti di UL 1642, UL 2054 o IEC 62133. In caso contrario, devono essere testati secondo i requisiti di batterie piccole nella riga successiva
Small/Medium	$2 \leq \text{Wh} < 60$	$2 \leq \text{Wh} < 300$	<b>RTCA DO-347</b> , Guida ai test di certificazione per piccole e medie dimensioni Batterie al litio ricaricabili di dimensioni e sistemi di batterie, fornisce guida per un mezzo accettabile di conformità a ciascuno degli speciali requisiti di condizione. Sono richiesti piani e risultati dei test di conformità. Una valutazione del rischio funzionale, valutazione della sicurezza del sistema, guasto Analisi ad albero e/o analisi delle modalità di guasto e degli effetti, a seconda dei casi, deve essere realizzato per 14 CFR 23/25/27/29.1309 e 25.1709. Coordinare questa valutazione con l'Ufficio di certificazione degli aeromobili il prima possibile per il progetto.
Large	Wh $\geq 60$	Wh $\geq 300$	<b>RTCA DO-311</b> , Standard minimi di prestazione operativa per Sistemi di batterie al litio ricaricabili e sezioni selezionate di <b>RTCA DO-347</b> , Guida ai test di certificazione per piccole e medie dimensioni Batterie al litio ricaricabili e sistemi di batterie, fornisce guida per un mezzo accettabile di conformità a ciascuno degli speciali requisiti della condizione (indipendentemente dal luogo di installazione e funzione prevista della batteria e della batteria sistema. Una valutazione della sicurezza del sistema deve essere effettuata per 14 CFR 23/25/27/29.1309 e 25.1709.



I test di qualificazione dimostrano che i requisiti funzionali, ambientali, di sicurezza e di prestazione di una batteria o di un sistema di batterie sono soddisfatti. I test richiamati dallo standard **RTCA DO-347** sono:

Lo standard **RTCA DO-347** è applicabile alle singole celle con un'energia di 60 Wh o superiore e/o le batterie con un'energia di 300 Wh o superiore sono soggette invece a RTCA/DO3-11.

- Capacity Testing
- Constant Voltage Discharge Test for High Rate Batteries
- Charge Acceptance Test
- Charge Retention Test
- Shelf Life Test
- Float Life Test
- Short-circuit Test of a Cell
- Short-circuit Test with Protection Enabled
- Short-circuit Test with Protection Disabled
- Insulation Resistance Test
- Duty Cycle Performance Test for High Rate Batteries
- Deep Discharge Test
- Overcharge Test with Protection Disabled
- Thermal Runaway Containment Test
- Environmental Tests

15 Test



### RTCA DO-311

Questo standard si applica alle batterie al litio ricaricabili e ai sistemi di batterie installati in modo permanente sull'aeromobile. Fornisce indicazioni su progettazione, analisi, test e installazione per batterie al litio ricaricabili e sistemi di batterie.

- Insulation Resistance Test
- Handle Strength Test
- Capacity Test
- Capacity Test at Low and High Temperatures
- Constant Voltage Discharge Test for High Rate Batteries
- Charge Acceptance Test
- Charge Retention Test
- Cycle Test for High Rate Batteries
- Rapid Discharge Test at Short-Time Operating High Temperature
- Short Circuit Test with Protection Enabled
- Overdischarge Test
- Short Circuit Test of a Cell
- Short Circuit Test of a Battery without Protection
- Overdischarge Test without Protection
- Single Cell Thermal Runaway Containment Test
- Test Method for Battery Thermal Runaway via Overcharging
- Test Method for Battery Thermal Runaway via Overheating
- Explosion Containment Test

18 Test

## CERTIFICAZIONE DI UNA BATTERIA AL LITIO

*Tutte le parti installate su un prodotto certificato (aerei, motori e eliche) devono essere approvati*

Ci sono essenzialmente due modi per certificare una batteria

### European Technical Standard Order

- Applicabile per ogni organizzazione che produce un articolo ETSO
- L'applicante deve possedere la POA o essere conforme all'EASA Part 21 Subpart F

Documenti per ottenere un'autorizzazione ETSO:

**EASA Part 21.A.605**

- ✓ Dati Tecnici
- ✓ Declaration of Design and Performance (DDP) **[21-A.608]**
- ✓ Manual of procedures **[21.A.602B(b)]**
- ✓ Exposition for the POA **[21.A.143]**
- o Manual for manufacturing **[21.A.125°(b)]**

### Nel contesto di un TC o modifica del TC

- La certificazione della batteria può essere ottenuta insieme al Type Certificate del prodotto dove viene installata
- In questo caso l'applicante DOA è il solo responsabile per l'aeronavigabilità della batteria
- Batterie possono essere installate su prodotti dello stesso tipo

### Parte Standard

- Parti prodotte in accordo a norme di standardizzazione come:
    - ✓ Military Standards
    - ✓ Society of Automotive Engineers
    - ✓ Norme prodotte dal costruttore e accettate dall'autorità
- Queste norme sono specifiche tecniche che diventano parte del product type design



### **Che cos'è un ETSO?**

Ottenere un European Technical Standard Order (TSO) o equivalente FAA TSO significa che la parte è qualificata a uno standard minimo di prestazione operativa (MOPS) per materiali, parti e pertinenze specificati utilizzati su aeromobili civili. Una parte autorizzata dal TSO si qualifica come componente idoneo al volo.

Ad esempio la specifica TSO-C173 è destinata ai produttori di batterie per aeromobili al piombo ricaricabili installate in modo permanente e batterie per aeromobili al nichel-cadmio.

### **È possibile installare una batteria autorizzata dal TSO su qualsiasi aeromobile?**

La batteria con approvazione ETSO può essere installata su un aeromobile solo dopo aver dimostrato che i requisiti di aeronavigabilità (base di certificazione) di uno specifico modello di aeromobile sono soddisfatti dalla batteria. Potrebbe essere necessaria un'approvazione separata per installare la batteria su un aeromobile.



### **Quali sono i vantaggi di una batteria autorizzata TSO?**

I produttori di cellule che cercano la certificazione del tipo di un aeromobile risparmieranno tempo e costi di certificazione selezionando una batteria autorizzata TSO che ha già soddisfatto gli standard EASA ETSO-C142b ed è qualificata come parte idonea al volo.

I richiedenti STC risparmieranno anche tempo e costi di certificazione nella selezione di una batteria autorizzata dall'ETSO.

Gli utenti finali che selezionano una batteria autorizzata dal TSO che soddisfi i requisiti del loro aeroplano hanno il vantaggio di avere una batteria idonea al volo qualificata quando modificano il proprio aeromobile senza che sia necessario un PMA che specifichi il numero del modello di aeromobile.



### **Qual è la differenza tra l'autorizzazione TSO e l'approvazione PMA?**

L'autorizzazione del TSO significa che la batteria è qualificata come componente idoneo al volo e può essere installata su qualsiasi aeromobile dimostrando che i requisiti (base di certificazione) dello specifico modello di aeromobile sono soddisfatti dalla batteria del TSO.

I PMA sono specifici dell'applicazione, ovvero l'approvazione si applica solo al numero o ai numeri di modello di aeromobile specifici per i quali la batteria è approvata. Con PMA la FAA indica un'approvazione combinata di progettazione e produzione rilasciata per articoli di modifica e sostituzione.

### **Quali requisiti deve soddisfare una batteria autorizzata ETSO?**

Una batteria autorizzata dal TSO deve soddisfare con successo i requisiti di ETSO-C179 e RTCA/DO-311.

### **Che tipo di approvazione FAA è richiesta per installare la batteria certificata TSO?**

Se la batteria autorizzata dal TSO è di primo equipaggiamento, può essere installata.

La batteria autorizzata dal TSO può essere installata con un STC che specifica la batteria autorizzata dal TSO.

### **Quali istruzioni per il mantenimento dell'aeronavigabilità dovrebbe utilizzare il cliente?**

Se la batteria è autorizzata dal TSO, il cliente deve utilizzare il Manuale di manutenzione dei componenti (CMM) specifico per il numero di parte. Se la batteria NON è autorizzata dal TSO, si deve utilizzare l'appropriato "Supplemento al manuale di manutenzione dell'aeronavigabilità"



## Lithium Battery Certification

– Going Green --

**UN DOT 38.3** Manual of test and criteria lithium metal and lithium ion Batteries

**ETSO-C179b** Rechargeable Lithium Cells, Batteries and Battery System

**ETSO-C142b**, Non-Rechargeable Lithium Cells and Batteries,

**EASA CS 25/23/LSA...**

**EASA Special Conditions**

**(AC 20-04A AIRWORTHINESS REQUIREMENTS FOR EQUIPMENT WITH NONRECHARGEABLE LITHIUM BATTERIES**

**AC 20-184 - Guidance on Testing and Installation of Rechargeable Lithium Battery and Battery Systems on Aircraft)**

**International Regulations**

**RTCA DO-227A**, Minimum Operational Performance Standards for Non-Rechargeable Lithium Batteries

**RTCA DO- 347** Certification Test Guidance for small and medium size rechargeable lithium batteries and batteries system

**RTCA DO-311A**, Minimum Operational Performance Standards for Rechargeable Lithium Batteries

**RTCA DO-160G**, Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment

**RTCA DO-178C**: Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification

**RTCA DO-254 - DESIGN ASSURANCE GUIDANCE FOR AIRBORNE ELECTRONIC HARDWARE**

**International Standards (Guidance Material)**



**Safety requirements:** (DO-227A/ETSO C-142b + risk assessment at A/C level (limited to Special Conditions) is an acceptable MoC

Tre categorie di Electric Storage Systems (ESS) sono definite in base all'integrazione della cellula; i criteri minimi di sicurezza variano a seconda della categoria:

- A) ESS located within the primary pressure vessel, or, for an unpressurized aircraft, within, or immediately adjacent to the cabin such that gases vented by the ESS could enter the passenger compartment.
- B) ESS isolated from occupants but in proximity to aircraft primary structure, for example in a wing bay similar to a conventional fuel tank.
- C) ESS isolated from occupants and primary structure, e.g. behind a firewall or in an external capsule.

### Category A:

No release of fragments outside of the battery system.

No escape of flames outside of the battery system.

No damage to primary airplane structure from rupture

Emissions shall be exhausted external to the aircraft; consideration shall be given to preventing the buildup of flammable gases. 9.2.1.5 No potential for inadvertent high voltage exposure; high voltage to ground isolation maintained at no less than 100  $\Omega/V$  9.2.2

### Category B:

No release of high energy fragments outside of the battery system

No escape of flames outside of the battery system.

No damage to primary airplane structure from rupture

Emissions: consideration shall be given to preventing the buildup of flammable gases.

### Category C:

No release of high energy fragments outside of the battery system

No escape of flames outside of the battery system.

No damage to primary airplane structure from rupture

Emissions: consideration shall be given to preventing the buildup of flammable gases.

High voltage to ground isolation maintained at no less than 100  $\Omega/V$  9.3 Electrical shock: The design shall incorporate electrical isolation-insulation materials capable of protecting aircraft occupants and ground personnel from electrical shock in the event of an inflight or ground based emergency.

Crashworthiness and immersion: In case of an accident, a functionally intact ESS shall not provide undue shock and fire hazard to occupants and rescuers, including when immersed in water.



# Lithium Battery Certification

-- Going Green --

Il Pipistrel PB345V124E-L battery pack è un pacco batterie raffreddato a liquido progettato per l'alimentazione di veicoli elettrici. Il pacco batteria è costituito da celle cilindriche di tipo agli ioni di litio che utilizzano la chimica NMC (Nickel Manganese Cobalt).



## TYPE-CERTIFICATE

## DATA SHEET

NO. EASA.A.573

For Type  
Virus SW 121

Type Certificate Holder  
Pipistrel Vertical Solutions d.o.o.  
Vipavska cesta 2,  
5270 Ajdovščina  
Slovenia, Europe

	<b>SPECIAL CONDITION</b> Lithium battery installations	Doc. No. : <b>SC-ELA.2015-01</b>
		Rel : 2
		Date : 12-10-2018
		Ref. : --
		Page : 1 of 2

**SUBJECT** : Lithium battery installations  
**CERTIFICATION SPECIFICATION** : (VLA.1353, VLA.601) (22.1353, 22.863, 22.601) (LSA – ASTM F2245-12d (6.1, 6.5, 8.4.4, 8.6.2))  
**PRIMARY GROUP / PANEL** : Panel 5 (electrical)  
**SECONDARY GROUPE / PANEL** : none  
**NATURE** : SCE

### SPECIAL CONDITION

Lithium battery installations

SC-ELA.2015-01, Lithium battery installations  
**Useful Standards**  
RTCA DO 311, DO 347, UL 1642, UL 2054

#### Scope

This special condition covers the installation of new technology type battery as storage battery in sailplanes, powered sailplanes, light sport aeroplanes or very light aeroplanes, except batteries used for electrical or hybrid propulsion.

The special condition does not cover or replace applicable regulations for handling, storage, transport and disposal of batteries.

	<b>SPECIAL CONDITION</b> LSA Propulsion Lithium Batteries	Doc. No. : <b>SC-LSA-F2480-01</b>
		Issue : 0d1
		Date : 29-Mar-2017
		Ref. : CRI E-102
		Page : 1 of 3

**SUBJECT** : LSA Propulsion Lithium Batteries  
**CERTIFICATION SPECIFICATION** : CS LSA Amdt 1  
**PRIMARY GROUP / PANEL** : 5 (Electrics)  
**SECONDARY GROUPE / PANEL** : 6 (Avionics), 11 (Cabin Safety), 8 (ECS), 3 (Structures), 7 (Power Plant)  
**NATURE** : Special Condition

### Special condition applicable to LSA Propulsion Batteries

#### Introductory note:

Lithium Batteries, intended to be used as Energy Storage Device (ESD) as part of the Electric Propulsion Unit (EPU) on LSA aeroplanes, have specific failure and operational characteristics, and maintenance requirements that differ significantly from those of the nickel cadmium (Ni-Cd) and lead acid rechargeable batteries used for energy storage.

At present there is limited experience regarding the use of rechargeable Lithium Batteries in applications involving (commercial) aviation, and even less experience regarding their specific use in Electric and Hybrid Propulsion Systems. However, other users of this technology ranging from smartphones manufacturers to the electric vehicle industry have noted significant safety issues regarding the use of these types of batteries.



# Lithium Battery Certification

-- Going Green --



Sono emesse Special Condition per un certificato di tipo supplementare per l'installazione di batterie al litio ricaricabili su determinati aeroplani di categoria da trasporto.

Concorde Battery Corporation  
2009 San Bernardino Road, West Covina, CA 91790  
Phone (800) 757-0303 or (626) 813-1234  
Email: [customer-service@concordebattery.com](mailto:customer-service@concordebattery.com)  
<http://www.concordebattery.com>  
An ISO 9001:2008 + AS9100 Certified Company

### ELIGIBILITY LIST

Revision: EL-89 (Revision Date: 26 February 2020)

(Contact the Concorde factory or consult website for latest revision number. Please contact Concorde for details prior to battery purchase.)

The item or technical data contained herein has been reviewed and approved for general release on the basis that it contains no export controlled information.

### FAA Approval Information

Manufacturer	Model & Certificate Notes <sup>8</sup>	Certificate Holder	Certificate Number (or FAA Design Approval)	Concorde Part Number <sup>7</sup>	FAA Approval Type
Agusta <sup>9</sup>	A109C, A109E, A119, AW119 MKII (Replacing Ni-Cd battery)	Concorde Battery (800) 757-0303	STC# SR09360RC	RG-407; 6228 (Placard)	PMA Supplement No. 57 Issued 6/16/03 Rev. 1/15/10 TSO Authorized: RG-407
Agusta	A119, AW119 MKII (Replacing Ni-Cd battery)	Concorde Battery (800) 757-0303	STC# SR04007AT	RG-427 ; 6228 (Placard)	PMA Supplement No. 104 Issued 9/16/13 TSO Authorized: RG-427
Agusta	A109A, A109C, A109E (Replacing Ni-Cd battery)	Rotorcraft Support (818) 997-7667	STC# SR01456LA	RG-407	PMA Supplement No. 62 Iss. 10/30/03 Rev. 4/12/2017 TSO Authorized: RG-407
Agusta <sup>9</sup>	AB139, AW139 (Replacing Ni-Cd battery)	Concorde Battery (800) 757-0303	STC# SR03072NY	RG-380E/44L or RG-380E/60L; RG-407 (Auxiliary); 6228 (Placard)	PMA Supplement No. 113 Issued 12/16/16 TSO Authorized: RG-407; RG-380E/44L, /60L
Airbus Group	TBM 700 (Replacing Ni-Cd battery)	Concorde Battery (800) 757-0303	STC# SA00775LA	RG-380E/44; 8481 (Placard)	PMA Supplement No. 39 Issued 4/23/99 TSO Authorized:RG-380E/44



### UN/DOT (UN DOT 38.3 e IEC 62281)



L'ONU (Nazioni Unite) emette raccomandazioni per il trasporto di merci pericolose in tutto il mondo. L'US DOT (Dipartimento dei trasporti degli Stati Uniti) definisce i regolamenti di spedizione per gli Stati Uniti ai sensi del 49 CFR, sezioni 100 - 185. La sezione 173.185 riguarda specificamente le specifiche, le eccezioni e l'imballaggio per le batterie al litio; la sezione 172.101 riguarda la spedizione. Insieme, le linee guida UN e DOT definiscono i requisiti di test per l'imballaggio e la spedizione sicuri di batterie al litio metallico e agli ioni di litio. I criteri delle prove di sicurezza sono definiti nelle "Raccomandazioni sul trasporto di merci pericolose, Manuale delle prove e dei criteri, Parte III, Sezione 38.3".

Per spedire QUALSIASI prodotto di batterie al litio tramite trasporto aereo, il test UN 38.3 deve essere superato dai pacchi batteria. Nel 2016 sono state approvate nuove normative che inaspriscono i requisiti per le spedizioni di prodotti al litio e vietano la spedizione di batterie al litio sugli aerei passeggeri. Quindi attualmente, a meno che un'azienda non intenda essere estremamente limitata nelle sue opzioni per il trasporto delle proprie batterie al litio (trasporto via terra come merci pericolose di Classe 9), dovrà certificare che le proprie batterie hanno superato UN/DOT 38.3.

UN/DOT 38.3 (noto anche come test T1-T8 e UN ST/SG/AC.10/11/Rev. 5), copre i test di sicurezza del trasporto per tutte le celle e batterie al litio metallico e agli ioni di litio. I criteri di prova abbracciano 8 diversi test (T1 - T8) e sono tutti incentrati sui rischi associati al trasporto.



**UN 38.3** presenta una combinazione di significative sollecitazioni ambientali, meccaniche ed elettriche, in sequenza (T1-T5):

- T1 – Altitude Simulation (Primary and Secondary Cells and Batteries)
- T2 – Thermal Test (Primary and Secondary Cells and Batteries)
- T3 – Vibration (Primary and Secondary Cells and Batteries)
- T4 – Shock (Primary and Secondary Cells and Batteries)
- T5 – External Short Circuit (Primary and Secondary Cells and Batteries)
- T6 – Impact (Primary and Secondary Cells)
- T7 – Overcharge (Secondary Batteries)
- T8 – Forced Discharge (Primary and Secondary Cells)

	UN DOT 38.3	IEC 62281
External short circuit	x	x
Abnormal charging	x	x
Forced discharge	x	x
Impact	x	x
Shock	x	x
Vibration	x	x
Thermal cycling	x	x
Altitude simulation	x	x
Drop		x

Alcuni test sono più facili da superare rispetto ad altri. Il test di altitudine è il più semplice. Il test di vibrazione, invece, è intenso e di lunga durata: 3 ore in ciascuno dei tre piani cardinali. E la sequenza T1-T5 ha in genere un effetto cumulativo negativo

Se la batteria è certificata UN38.3 dal fornitore e si intende installare la batteria certificata in un qualche tipo di custodia aggiuntiva che modificherebbe il fattore di forma fisica della batteria, è responsabilità del cliente ricertificare la batteria attraverso il processo di certificazione del trasporto UN38.3. L'approccio preferito è che il fornitore della batteria fornisca la batteria nel suo fattore di forma finale con la certificazione di trasporto UN38.3 completata. Tuttavia, a volte ciò non è sempre possibile a seconda del processo del cliente, ecc.

Si noti che se si intende spedire batterie al litio indipendentemente dal fatto che siano state pre-certificate, la divisione spedizioni deve avere la certificazione IATA.

La certificazione IATA è obbligatoria se si intende spedire batterie al litio (la formazione si può fare online) e deve essere aggiornata ogni due anni.



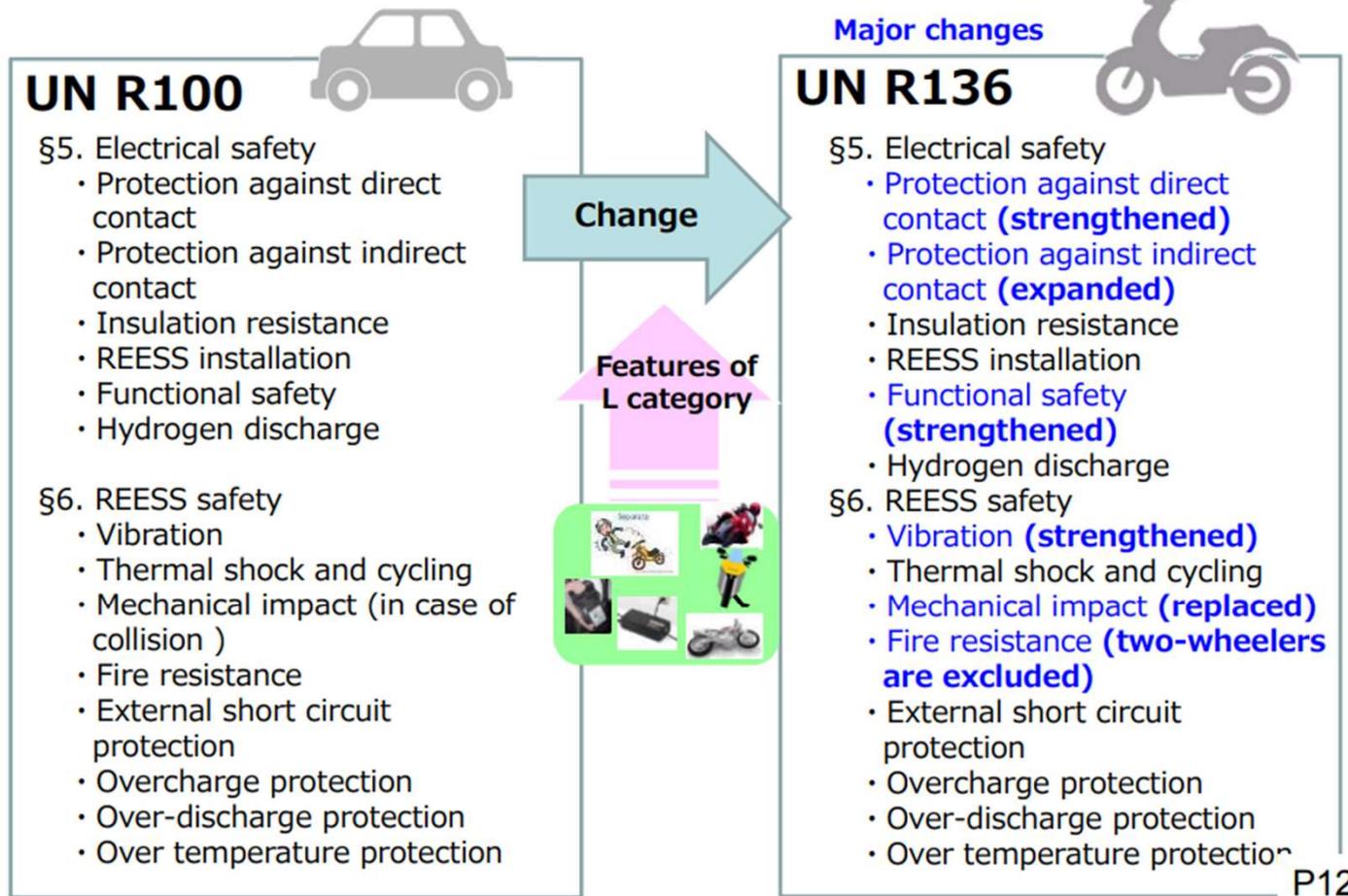
# Lithium Battery Certification

– Going Green --

		EV (Passenger Car) 	e-PTW 
International Regulations	Electrification safety	UN R100	UN R136
	REESS safety		
	Electrification safety (post-impact)		
	Transportation safety	UN transportation rules UN38.3	
International Standards	Electrification safety (vehicle)	ISO 6469-1~-3	ISO13063
	Charging systems	IEC 61851-1 ISO 17409	IEC60335-2-29(Rev.) IEC61851-3
			ISO18246
	DC charging connectors	IEC 62196-3	IEC 62196-4
	Cell size	ISO/IEC PAS16898	
	Cell testing & safety	IEC62660-1,-2	
	Cell safety	IEC 62660-3	
	Battery testing	ISO 12405-1,2	ISO18243
	Battery safety	ISO 12405-3	
	Electricity consumption	ISO 8714	ISO 13064-1
Vehicle performance	ISO 8715	ISO 13064-2	

Certificazione non aeronautica

I veicoli a due ruote ad alimentazione elettrica hanno requisiti diversi dai veicoli a quattro ruote ad alimentazione elettrica



Rev 3 in progress

	ECE R100rev2	EVS-GTR Phase1
Vibration	Yes	Yes
Thermal shock	Yes	Yes
Fire resistance	Yes	Modified
External short circuit	Yes	Yes
Overload protection	Yes	Modified
Excessive discharge protection	Yes	Modified
Overheating protection	Yes	Modified
Overcurrent protection	x	New
Low temperature features	x	New
Hydrogen emission	Yes	Yes
Crash - mechanical shock	Yes	Yes
Crash - mechanical integrity	Yes	Yes
Thermal propagation	x	New
Warning requirement	x	New



### The International Electrotechnical Commission (IEC)

IEC è un'organizzazione di standardizzazione senza scopo di lucro che scrive standard internazionali per tutte le tecnologie elettriche, elettroniche e correlate. Gli standard IEC riguardano le specifiche generali, di sicurezza e di trasporto. Per le batterie al litio, gli standard chiave sono:

**IEC 62133** - Celle secondarie e batterie contenenti elettroliti alcalini o altri non acidi - Requisiti di sicurezza per celle secondarie sigillate portatili e per batterie ottenute da esse, per l'uso in applicazioni portatili.

**IEC 60086-4** - Specifica i test e i requisiti per le batterie al litio primarie per garantirne il funzionamento sicuro nell'uso previsto e in un uso improprio ragionevolmente prevedibile.

**IEC 61960** - Celle e batterie secondarie contenenti elettroliti alcalini o altri non acidi - Celle e batterie al litio secondarie per applicazioni portatili.

**IEC 62281** - Requisiti per celle e batterie al litio primarie e secondarie (ricaricabili) per garantirne la sicurezza durante il trasporto diverso dal riciclaggio o smaltimento.



Il programma CB (Certification Body ovvero “ente certificatore”) è stato creato dalla IEC (International Electrotechnical Commission) con l’obiettivo di agevolare il commercio internazionale, grazie all’accettazione condivisa di prove di sicurezza e certificati relativi ai dispositivi elettrici ed elettronici.

Un prodotto con la certificazione CB può essere venduto in tutti i paesi riconosciuti da IECEE CB senza ulteriori test o certificazioni, aprendo enormi opportunità di mercato.

Un laboratorio approvato CBTL (CB Testing Laboratory) è necessario per ottenere la certificazione CB

	UL 1642	UL/IEC 62133
Short-circuit	x	x
Abnormal charging	x	x
Forced discharge	x	x
Crush	x	x
Impact	x	
Shock	x	x
Vibration	x	x
Heating	x	x
Temperature cycling	x	x
Altitude simulation	x	x
Fire Exposure	x	
Drop		x
Continuous low-rate charging		x
Internal Short Circuit		x

### IECEE CB SCHEME:

TRANSITION TESTING IS NO LONGER VALID OPTION

Since May 2012:

- Batteries tested to UL 1642 or UL 2054 will not be accepted for CB Scheme Certificates
- Rechargeable Batteries and cells must be CB Scheme certified to IEC 62133
- Non-Rechargeable Lithium Batteries and cells must be CB Scheme certified to IEC 60086-4 (specified in IEC 60601-1)





### **The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)**

IEEE è un'organizzazione internazionale senza scopo di lucro che si occupa di tecnologie relative all'elettricità e sviluppa standard di sicurezza per l'industria, comprese le batterie. Per le batterie al litio, gli standard chiave che sono linee guida di progettazione, non standard di sicurezza pass/fail sono:

**IEEE 1725** (Batterie ricaricabili per telefoni cellulari) Criteri di analisi di progettazione per la qualificazione, la qualità e l'affidabilità delle batterie ricaricabili agli ioni di litio e ai polimeri di ioni di litio per qualsiasi dispositivo che utilizza le funzionalità del telefono cellulare durante il funzionamento. Nello standard sono inclusi anche: costruzione elettrica e meccanica del pacco batteria, tecnologie di imballaggio e controlli di carica e scarica a livello di pacco e cella e considerazioni generali sul sistema.

**IEEE 1625** (Rechargeable Batteries for Multi-Cell Mobile Computing Devices) questo standard stabilisce i criteri per l'analisi del progetto per la qualificazione, la qualità e l'affidabilità dei sistemi di batterie ricaricabili per i computer portatili.



### **SAE International**

La Society of Automotive & Aerospace Engineers è un'organizzazione professionale per i settori aerospaziale, automobilistico e dei veicoli commerciali.

Con i veicoli ibridi e completamente elettrici che stanno entrando in gran numero sul mercato, la necessità di standard per le batterie sta ricevendo maggiore attenzione e il SAE ha creato standard per questi prodotti che sono molto specifici per quel settore e le poche grandi aziende che producono batterie per veicoli.



## The American National Standards Institute (ANSI)

ANSI è un'organizzazione privata senza scopo di lucro che sviluppa standard basati sul consenso. Lo standard ANSI C18 specifica i test e i requisiti per le celle e le batterie al litio primarie portatili, sia i sistemi chimici che i tipi coperti dall'ANSI C18.3M, parte 1, per garantire il loro funzionamento sicuro in condizioni di uso normale e un uso improprio ragionevolmente prevedibile. Gli standard di sicurezza ANSI per celle e batterie al litio primarie e ricaricabili e agli ioni di litio sono:

**ANSI C18.2M**, Parte 2 (Celle e batterie ricaricabili portatili - Standard di sicurezza)

**ANSI C18.3M**, Parte 2 (Celle e batterie primarie al litio portatili - Standard di sicurezza)

# Underwriters Laboratories (UL)



UL è un'organizzazione indipendente di certificazione della sicurezza dei prodotti che, in collaborazione con altre organizzazioni ed esperti del settore, pubblica standard di sicurezza basati sul consenso. Per le batterie al litio, gli standard chiave sono:

**UL 1642** (batterie al litio) – Questo standard viene utilizzato per testare le celle al litio. I test di livello del pacco batteria sono coperti da UL 2054.

**UL2054** (I requisiti riguardano le batterie portatili primarie (non ricaricabili) e secondarie (ricaricabili) da utilizzare come fonti di alimentazione nei prodotti. Queste batterie sono costituite da una singola cella elettrochimica o da due o più celle collegate in serie, in parallelo o entrambe, che convertono sostanze chimiche energia in energia elettrica per reazione chimica).

**UL 2580** (Batterie per veicoli elettrici)

**UL2271** is a standard for batteries for use in light electric vehicle applications.



# Lithium Battery Certification

– Going Green --

Table 5. Electrical tests required for the UL certifications

	UL 2054	UL 2271	UL 2580
Short-circuit	x	x	x
Abnormal charging	x		
Forced-discharging	x		
Abusive overcharging	x	x	x
Limited power source	x		
Battery component temperature	x		
Battery pack surface temperature	x		
Overdischarge		x	x
Imbalance charging		x	x
Dielectric voltage withstand		x	x
Isolation resistance		x	x
General temperature			x
Continuity			x
Internal Short Circuit			x
Failure of cooling/thermal stability system			x

Table 6. Mechanical tests required for the UL certifications

	UL 2054	UL 2271	UL 2580
Crush	x	x	x
Impact	x		
Shock	x		
Vibration	x	x	x
General enclosure	x		
250 N steady force enclosure	x		
Mold stress relief	x		
Drop impact		x	x
Roll over		x	x
Strain relief (cords)		x	x
Handle loading		x	x
Rotation			x

Table 4. Environmental tests required for the UL certifications

	UL 2054	UL 2271	UL 2580
Heating	x		
Temperature cycling	x	x	x
Altitude simulation			
Immersion		x	x
Water exposure (IP Code Rating)		x	
Label Permanence		x	
Salt Spray			x
External Fire Exposure	x		x
Internal Fire Exposure			x

## Underwriters Laboratories (UL)



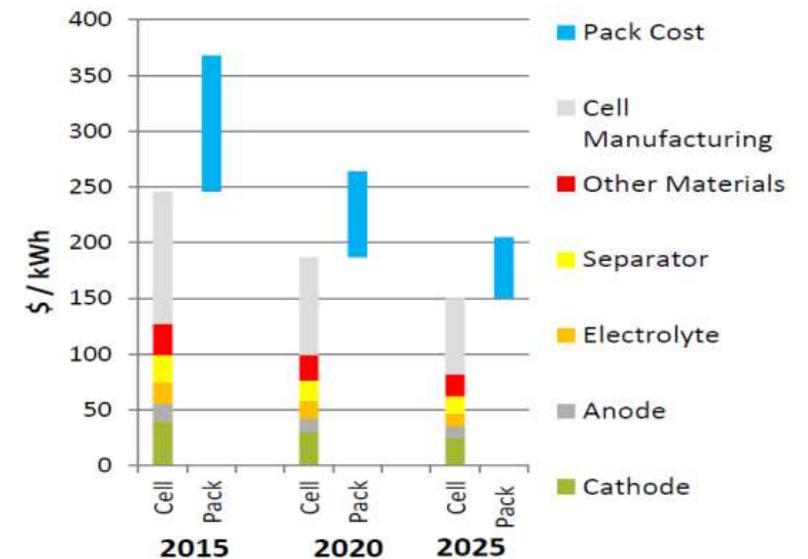
## Lithium Battery Certification

-- Going Green --

Esempio di Stima dei costi ricavati on line per certificare pacchi batteria (non aeronautici):

	CE	IEC	UL	UN38.3
Packs Required	0	21	33 sealed, 11 open	16
Est Cost	\$500	\$10.000	\$20.000	\$7.000
Test Timing	3 weeks	8 weeks	12 weeks	6 weeks

- I Test IEC e UL devono essere fatti dopo la certificazione UN38.3
- Il costo esclude il costo dei pacchi batteria necessari





### Altri standards.....

LV 124 Automotive test standard (Germany)  
LV 148 Automotive test standard (Germany)  
BATTERY MANAGEMENT SYSTEMS FOR LARGE LITHIUM-ION BATTERY PACKS, ISBN 978-1-60807-104-3  
THE HANDBOOK OF LITHIUM-ION BATTERY PACK DESIGN, ISBN 9780128016688  
DOT/FAA/TC-TN15/17 FIRE HAZARDS OF LITHIUM BATTERIES  
DOT/FAA/TC-15/40 MEASURING ENERGY RELEASE OF LITHIUM-ION BATTERY FAILURE USING A BOMB CALORIMETER  
FAA SAFO 16001 SAFETY ALERT FOR OPERATORS - RISKS OF FIRE OR EXPLOSION WHEN TRANSPORTING LITHIUM ION OR LITHIUM METAL BATTERIES AS CARGO ON PASSENGER AND CARGO AIRCRAFT  
MIL-PRF-29595 BATTERIES AND CELLS, LITHIUM, RECHARGEABLE, AIRCRAFT, GENERAL SPECIFICATION FOR  
NEMA C18.3M P1 FOR PORTABLE LITHIUM PRIMARY CELLS AND BATTERIES - GENERAL AND SPECIFICATIONS  
NEMA C18.3M P2 PORTABLE LITHIUM PRIMARY CELLS AND BATTERIES – SAFETY STANDARD  
SAE AIR5561 LITHIUM BATTERY POWERED PORTABLE ELECTRONIC DEVICES  
J2929 SAFETY STANDARD FOR ELECTRIC AND HYBRID VEHICLE PROPULSION BATTERY SYSTEMS UTILIZING LITHIUM-BASED RECHARGEABLE CELLS  
SAE PT-175 LITHIUM ION BATTERIES IN ELECTRIC DRIVE VEHICLES  
SAE PT-187 THE ELECTRIFICATION OF CIVIL AIRCRAFT AND THE EVOLUTION OF ENERGY STORAGE  
SAE R-396 ADVANCED HYBRID POWERTRAINS FOR COMMERCIAL VEHICLES  
SAE R-462 FUNDAMENTALS OF ELECTRIC AIRCRAFT  
SAE T-135 ELECTRIC FLIGHT TECHNOLOGY: THE UNFOLDING OF A NEW FUTURE  
SAE/TP 2008-01-2865 DESIGN CONSIDERATIONS WHEN DISPROPORTIONATE HEATING OF LITHIUM-ION BATTERY PACKS IS PRESENT  
SAE/TP 2008-01-2875 A COMPARISON OF LITHIUM-ION AND LEAD-ACID AIRCRAFT BATTERIES  
SAE/TP 2008-01-2884 DEVELOPMENT AND TEST OF SAFE, HIGH POWER LITHIUM ION MAIN BATTERIES FOR GENERAL AVIATION AIRCRAFT  
SAE/TP 2008-01-2885 HIGH PERFORMANCE LITHIUM ION AIRCRAFT BATTERY FOR DOD  
SAE/TP 2008-01-2907 A BATTERY ELECTRONICS UNIT (BEU) FOR BALANCING LITHIUM-ION BATTERIES  
SAE/TP 2010-01-1770 SYSTEM INTEGRATION OF A SAFE, HIGH POWER, LITHIUM ION MAIN BATTERY INTO A CIVIL AVIATION AIRCRAFT  
EN 60086-4 – Safety of lithium batteries  
EN 62133 – Safety requirements for portable sealed secondary cells  
EN 61960 – Specifies performance tests, designations, markings, dimensions and other requirements for lithium battery products



### Standards cross equivalence (esempio not completo):

#### Test – Temperature Cycles

**Standards** – IEC 62660, IEC 62281, ISO 12405, ISO 16750, UL 2580, UL 2271, UL1973, UL1642, UL 2054, SAE J2929, SAE J2464, FreedomCAR, GB/T 31467.3, GB/T 31485 LV-124, UN 38.3, Telcordia GR-3150-CORE, UN ECE R100

#### Test – Constant Temperatures

**Standards** – UL 2580, LV-124, BATSO 01, UL 2271, ISO 16750, IEC 62660, IEC 62620, IEC 61960, ISO 12405, QC/T 743, Telcordia GR-3150-CORE, DOE-INL/EXT-15-34184

#### IP Tests

**Standards** – BATSO 02, LV-124, ISO 16750

#### Corrosion Tests

**Standards** – UL 2580, UL I19973, LV-124, ISO 16750, Telcordia GR-3150-CORE

#### Test – Mechanical shock/Vibration

**Standards** – IEC 62660, IEC 62281, IEC61960, ISO 12405, IS/FDIS 6469, SAE J2929, SAE J2464, UL 2580, UL 1642, UL 2271, UL 1973, UL 1054, UN 38.3, LV-124, BATSO 01, BATSO 02, FreedomCAR, UN ECE R100, Telcordia GR-3150-CORE, GB/T 31467.3, QC/T 743

#### Test – Altitude Simulation

**Standards** – UN 38.3, IEC 62281, GB/T 31485, UL 1642, BATSO 01, Telcordia GR-3150-CORE

#### Test – Damp Ait/Dewing

**Standards** – ISO 12405, ISO 16750, GB/T 31467.3, LV-124, SAE J2929, UL 1973, Telcordia GR-3150-CORE