

Degradación de baterías comerciales NMC18650 a diferentes temperaturas

V. Díaz¹, E. Teliz^{1,2}

¹GIIE, Instituto de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, J. Herrera y Reissig 565, CP 11300, Montevideo, Uruguay.

²Laboratorio de Electroquímica Fundamental, GIIE, Instituto de Química Biológica, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Iguá 4225, CP 11400, Montevideo, Uruguay.
verodiaz@fing.edu.uy

Introducción

A nivel mundial, existe un fuerte impulso para la descarbonización de diferentes sectores industriales motivados por la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y anticipar el agotamiento de los combustibles fósiles. El sector del transporte es uno de los mayores productores de GEI y donde resulta más difícil reducirlos. En este sentido, las baterías de iones de litio representan una excelente alternativa para satisfacer la creciente demanda de almacenamiento de energía y la electrificación de dicho sector. A pesar de esto, aún resta estudiar a fondo los diferentes mecanismos de degradación y la dependencia de estos con diversos factores externos, con el fin de predecir la vida útil restante. Los mecanismos de envejecimiento de estas baterías son un proceso complejo y multicausal fuertemente afectado por la temperatura. Los mecanismos de envejecimiento podrían agruparse en tres modos de degradación: pérdida de conductividad (LC), pérdida de material activo (LAM) y pérdida de inventario de litio (LLI). En este trabajo, se estudió el envejecimiento por ciclado de baterías de Litio comerciales 18650 con cátodos NMC a 10 °C, 20°C y 45°C.

Metodología

Se realizaron ciclos de carga y descarga a corriente continua (1A de carga y 3A de descarga) para cada temperatura. Así mismo, se realizaron estudios de GITT (galvanostatic intermittent titration technique) para diferentes estados de salud (SoH, state of health) en el mismo rango de potencial utilizado para las cargas y descargas. Las curvas de GITT se realizaron de la siguiente manera: se aplicó un pulso de corriente durante 13 min a 1 A para la carga (hasta llegar al 100% de estado de carga) y de 4 min a 3 A para la descarga (hasta llegar al 100% de estado de descarga); cada paso fue seguido por un tiempo de relajación de 30 min, tiempo requerido para lograr el equilibrio electroquímico del sistema. A partir de las curvas obtenidas se determinó las constantes de tiempo difusional a cada temperatura y para diferentes SoH, así como el incremento de la resistencia interna. Por otra parte, se analizaron las curvas de carga y descarga a potencial libre y se las compararon con las curvas faradaicas, con el fin de analizar los efectos termodinámicos y cinéticos por separado. Paralelamente se realizaron estudios de Espectroscopia de impedancia electroquímica para diferentes SoH, estados de carga y temperatura. Los ensayos se realizaron en el potenciostato/galvanostato Gamry Interface 5000E™ y en el Battery Test System modelo 585 del fabricante Scribner®, siempre empleando una cámara de temperatura Thermolectric modelo TEC1 del fabricante TestEquity LLC®.

Resultados

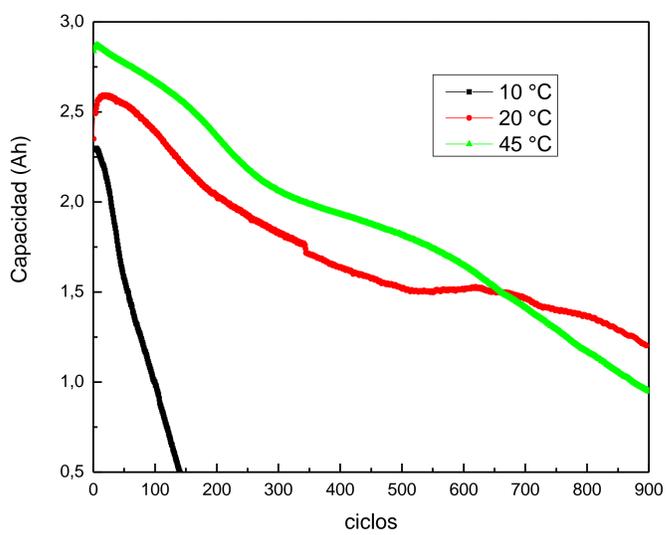


Figura 1. Curvas de degradación para cargas y descargas a 1A y 3A respectivamente a diferentes temperaturas

Figura 2. Aumento de caída óhmica a diferentes temperaturas calculado a partir de las curvas GITT durante la carga durante el proceso de degradación.

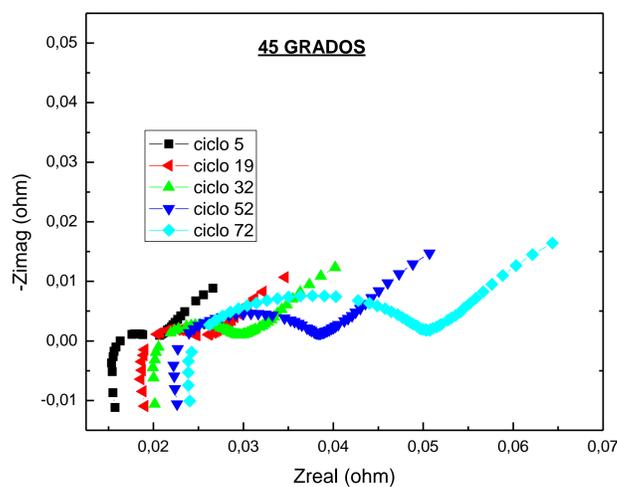
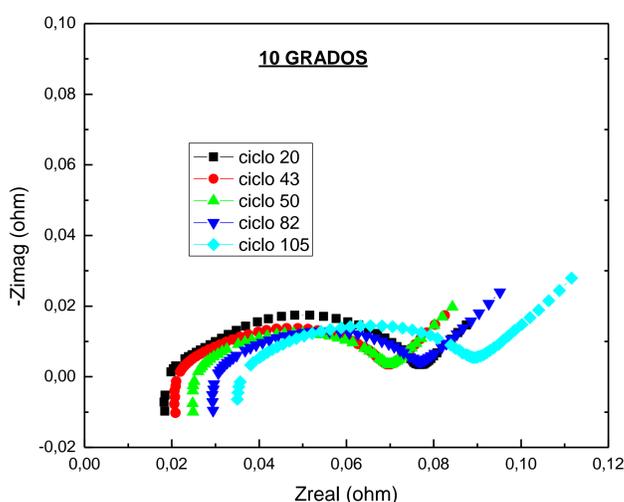
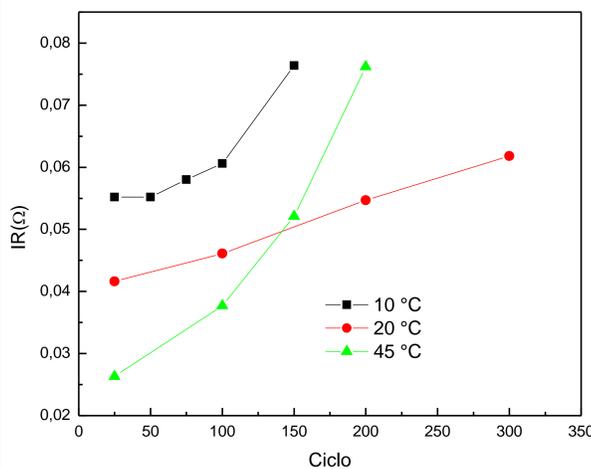


Figura 3. Diagramas de Nyquist

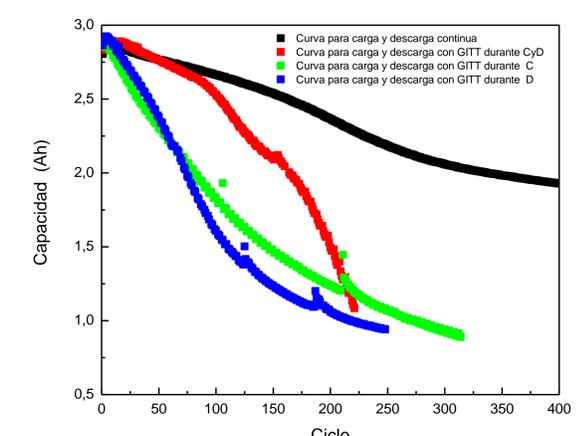
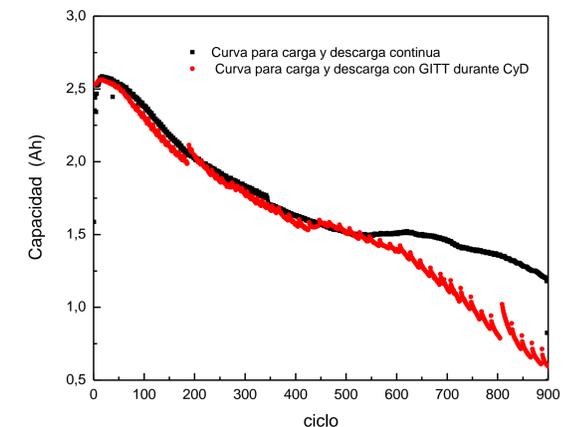
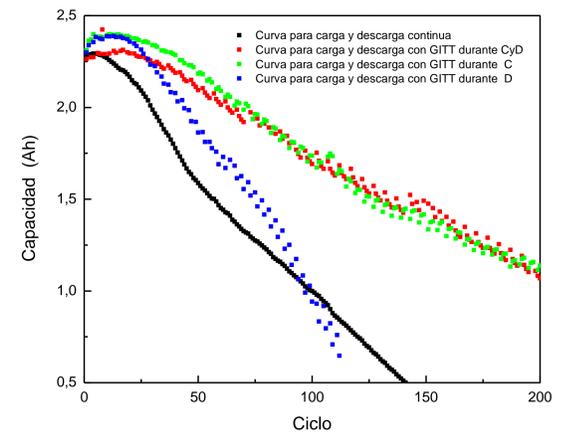


Figura 4. Comparación de curvas de degradación con y sin GITT

Conclusiones

En función de algunos estudios previos [1-2] y los resultados obtenidos, se pudo identificar la dependencia de los modos de degradación con la temperatura, siendo LLI un modo de degradación crítico en los primeros ciclos, mientras que los efectos LAM se representaron durante los últimos ciclos. El plating de litio, parece ser la reacción secundaria predominante a baja temperatura, mientras que, a 45°C, las cargas y descargas lentas favorecen el proceso de envejecimiento

Referencias

[1] Teliz, E., López-Vázquez, C., Díaz, V. *Electrochim. Acta*, 475 (2024) 143540 [2] Teliz, E., Zinola, C.F., Díaz, V. *Electrochim. Acta*, 426 (2022) 140801

Agradecimientos

Los autores apreciamos la colaboración de CSIC-UdelaR, PEDECIBA y ANII. E.T., y V.D. son investigadores pertenecientes a PEDECIBA/United Nations.