

HABLEMOS DE RAM.

Lic. Armando E. Vittorangeli.

Resumen.

Una de las prácticas que está surgiendo para mejorar el mantenimiento es el Análisis RAM, acrónimo en inglés de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad. En este artículo se explicará el origen del RAM, qué es, cómo se aplica y cómo articula con la soportabilidad para asegurar el readiness del sistema a un costo asequible, concluyendo con un análisis de su pertenencia, si es a la esfera del mantenimiento o de la Gestión de Activos.

Artículo.

Una de las prácticas que está surgiendo para mejorar el mantenimiento es el Análisis RAM, acrónimo en inglés de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad.

La publicación mas antigua que habla del RAM es la “Guía del Departamento de Defensa de Estados Unidos para alcanzar el RAM” - DoD Guide for achieving Reliability, Availability, And Maintainability¹, publicada por dicho organismo en el año 2005, la cual dice que el objetivo principal del Sistema de Adquisiciones del Departamento de Defensa (DoD) es “adquirir productos (sistemas) de calidad que satisfagan las necesidades de los usuarios con mejoras cuantificables de la capacidad de cumplimiento de la misión y el apoyo operativo de manera oportuna y a un precio justo y razonable.”² También indica que esa guía apoya ese objetivo y aborda la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad (RAM) como elementos esenciales de la capacidad para el cumplimiento de la misión.

La guía define la confiabilidad y mantenibilidad en línea con la Norma IEC 60050 capítulo 191, donde la primera está definida como “la probabilidad de que un elemento realice una función requerida en las condiciones establecidas durante un periodo de tiempo determinado” y la segunda como “la capacidad de un elemento de conservarse o restablecerse en un estado especificado cuando el mantenimiento lo realiza personal con niveles de destreza especificados, utilizando procedimientos y recursos prescritos, en cada nivel prescrito de mantenimiento y reparación”, pero no así la disponibilidad, la cual define como la “medida del grado en que un elemento se encuentra en un estado operable y puede comprometerse al inicio de una misión cuando ésta se solicita en un momento desconocido (aleatorio)” y agrega que es una función de la frecuencia de fallas que requieren mantenimiento correctivo, la frecuencia con la que se realiza el mantenimiento preventivo, la rapidez con la que se pueden aislar y reparar las fallas indicadas, la rapidez con la que se pueden realizar las tareas de mantenimiento preventivo y el tiempo que los retrasos en el apoyo logístico contribuyen al tiempo de inactividad.

También dice que es importante para un sistema alcanzar los niveles especificados de RAM por el efecto que este tiene en su preparación, seguridad, éxito de la misión, costo total de propiedad y la huella logística. Asimismo, indica que la clave para desarrollar y poner en servicio sistemas militares con niveles satisfactorios de RAM es incorporar este concepto como parte integrante del proceso de ingeniería de sistemas y gestionar sistemáticamente la eliminación de fallas y modos de falla mediante su identificación, clasificación, análisis y eliminación o mitigación.

En ese sentido fija los siguientes cuatro pasos clave que se pueden dar para alcanzar niveles satisfactorios de RAM (Ver figura 1 – traducción de la figura 1-3 de la Guía)

Como se puede ver, estos pasos coinciden con el ciclo de vida de los activos, excepto la disposición final.

¹ Department of Defense. (2005). Guide for achieving Reliability, Availability, and Maintainability. http://everyspec.com/DoD/DoD-PUBLICATIONS/RAM_Guide_080305_5593/.

² DoD Directive 5000.1, The Defense Acquisition System, 12 de mayo de 2003, párrafo 4.2, página 2.

Analizando lo planteado hasta acá surge que el RAM es un medio para conseguir un fin, en este caso adquirir productos (sistemas) que permitan optimizar el valor que entregan las Fuerzas Armadas.

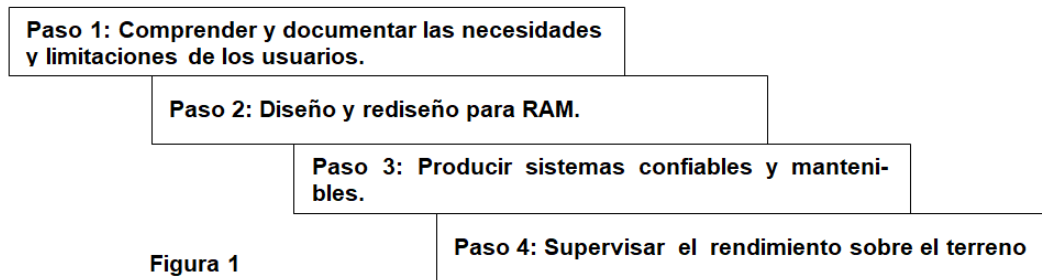


Figura 1
Traducción de la figura 1-3 de la Guía RAM

En este punto hay que desgranar la implicancia de cada uno de los parámetros que componen el RAM.

Tanto la confiabilidad como la mantenibilidad son atributos intrínsecos del equipo y al salir de fábrica están determinados. Una vez que el equipo se incorpora a un sistema comienza a ser operado, su confiabilidad debe ser sostenida en el nivel de fábrica a través de acciones de mantenimiento y reparación y en caso de ser necesario, tal como lo prevé el RCM, mediante tareas de rediseño para mejorarla confiabilidad.

Paralelamente, la mantenibilidad no tiene que ser sostenida en un nivel determinado y si el equipo es difícil de mantener, habrá que rediseñarlo para que comience a serlo, cosa que no es simple. Parece una verdad de Perogrullo, pero considero menester señalar que no debe confundirse mantenibilidad con mantenimiento.

En definitiva, la confiabilidad y mantenibilidad, tal como lo muestra la Figura 1, se logran en las primeras tres etapas y se supervisan en la cuarta. Si se asocia al ciclo de vida de los activos, estos atributos se diseñan, se construyen / adquieren y luego la confiabilidad se sostiene mientras se opera el sistema.

Respecto a la Disponibilidad, la guía indica que la confiabilidad y la mantenibilidad no aseguran la disponibilidad, poniéndolo en los siguientes términos: “las actividades de ingeniería de sistemas pueden orientarse al diseño y la fabricación de la confiabilidad y la mantenibilidad dentro del sistema, pero la disponibilidad es la función de esta confiabilidad y mantenibilidad inherentes, así como de la soportabilidad del sistema. La figura 2 sintetiza este concepto, agregando el contexto operacional en el cual funcionará el sistema y que debió ser considerado en la primera etapa de diseño como parte de las necesidades y limitaciones de los usuarios porque va a condicionar el funcionamiento de los activos y por consiguiente, la soportabilidad necesaria para sostener el equilibrio. Por ejemplo un sistema que contiene activos con problemas de confiabilidad, difíciles de mantener, de operar y/o trabajando en ambientes hostiles requerirá un esfuerzo de soporte mucho mayor que uno confiable, simple de mantener y/o que opera en condiciones normales. La disponibilidad es entonces el resultado del equilibrio entre los atributos intrínsecos del activo y la soportabilidad del sistema.

Nótese que en la figura aparece otro atributo de los activos: la “operabilidad”. El DoD indica que “Un producto que es difícil de operar debido a sus características de diseño requiere individuos con mayores habilidades cognitivas o de destreza manual que uno que es menos complejo”³ y se lo ha definido como el “Conjunto de características que harán que el activo sea “amigable” para los operadores, teniendo en cuenta la facilidad de opera-

³ Department of Defense. (1997). MIL-HDBK-502 Department of Defense Handbook Acquisition Logistics. http://everyspec.com/MIL-HDBK/MIL-HDBK-0500-0599/MIL_HDBK_502_235/.

ción, seguridad y ergonomía”⁴. Las condiciones de la operabilidad son las mismas que las de la mantenibilidad, si se diseñó mal al comienzo, es muy difícil hacer que un equipo sea mas simple de operar cuando ya está construido.

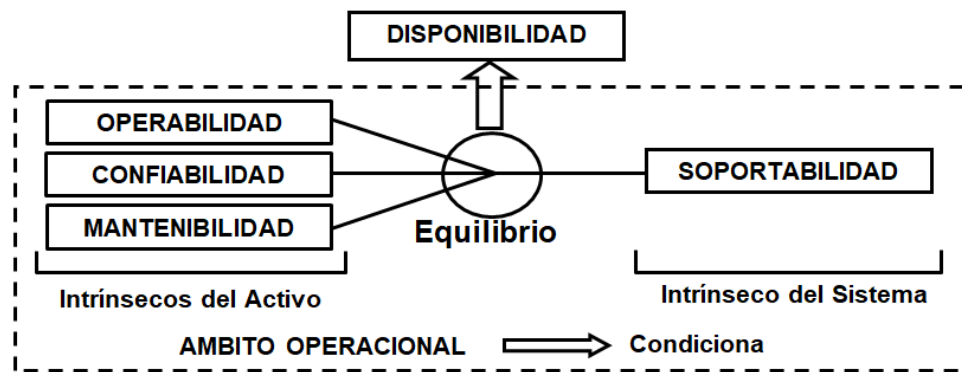


Figura 2

Con el tiempo, el RAM ha mutado a RAMS, donde la S representa la seguridad que puede ser vista desde dos puntos de vista, desde los equipos donde es un atributo intrínseco del mismo y desde el sistema, donde juega la seguridad de operación, la seguridad e higiene de los operadores, etc. La soportabilidad debe velar para que no descienda la seguridad intrínseca del equipo durante su vida útil y que el sistema opere con seguridad.

Respecto a etapa de operación y apoyo, la Guía indica que se debe garantizar que los niveles necesarios de RAM se mantengan durante la vida útil del sistema, ya que los costos de esta etapa suelen representar alrededor del 80 % del costo de total de ciclo de vida y si bien señala que la confiabilidad y la mantenibilidad son las que determinan los elementos de apoyo y su costo, también la Operabilidad y el contexto operacional en el cual deberá trabajar los condicionarán. Cuando se refiere a los elementos de apoyo incluye el mantenimiento en todos sus niveles; mano de obra y personal para operar y apoyar el sistema; apoyo de suministros; equipos y herramientas de apoyo; datos técnicos; formación y apoyo a la formación; apoyo de recursos informáticos; instalaciones; y embalaje, manipulación, almacenamiento y transporte, ergo, todos estos elementos condicionarán la capacidad del sistema para cumplir su misión / función en el momento que se lo requiera.

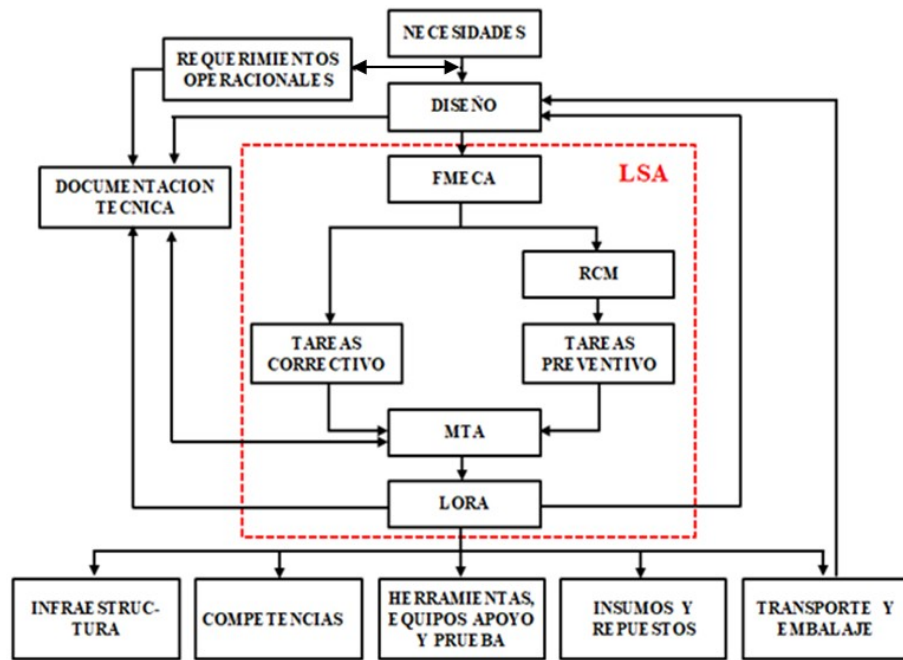
En resumen:

1. El RAM es una herramienta para el diseño de equipos o sistemas. ¿Se puede aplicar un “análisis RAM” una vez que el equipo está operativo? Sí, pero como una función de supervisión para conservar los atributos de fábrica y en ese sentido, apreció difícil y costoso mejorar la confiabilidad, mantenibilidad y operabilidad originales de los equipos, excepto que se lleven a cabo acciones de rediseño. Respecto a la disponibilidad, esta es una consecuencia de los otros factores, el contexto operacional y la soportabilidad, no es un atributo. Se puede mejorar la “Confiabilidad del Sistema”, trabajando sobre el personal, los procedimientos, los activos físicos (básicamente sosteniendo su confiabilidad intrínseca) y la soportabilidad.
2. Para sostener la confiabilidad de diseño de los activos, obrando a nivel sistémico, preferiría utilizar un esquema ILS (Integrated Logistic Support), como el de la figura 3⁵ o directamente un RCM.

⁴ Vittorangeli, A.E. (2020). Incorporando un sistema, cuando lo barato sale caro. visión práctica de un proceso de análisis de ciclo de vida. <https://www.researchgate.net/publication/344961953>

⁵ Yolton, J.(2008). Integrated Logistics Support (I LS). SKF Aptitud Exchange.

https://www.skf.com/binaries/pub12/Images/0901d196802370e6-04014_Integrated_Logistics_Support_2017_tcm_12-110996.pdf



Esquema ILS – Adaptación del esquema de la DUTCH NAVY

Figura 3

3. La confiabilidad, la mantenibilidad y la operabilidad deben ser diseñadas y construidas, la Guía para alcanzar el RAM indica los pasos a seguir para lograrlo.
4. La soportabilidad está definida como⁶ “un componente clave de la disponibilidad, que incluye diseño, datos de soporte técnico y procedimientos de mantenimiento para facilitar la detección, el aislamiento y la reparación o sustitución oportuna de las anomalías del sistema. Esto comprende factores como diagnósticos, pronósticos, recopilación de datos de mantenimiento en tiempo real y consideraciones de integración del sistema humano.” e implica que:
 - El equipo o sistema debe ser diseñado para ser soportable.
 - Paralelamente al diseño y construcción del equipo, debe diseñarse y adquirirse el sistema de soporte que asegure que el equipo podrá ser operado y mantenido durante su vida útil.
 - Una vez que el equipo está operativo, debe ejercerse la soportabilidad para sostener la confiabilidad del mismo.
5. Creo que analizado desde un punto de vista sistémico y desde la perspectiva del ciclo de vida de un equipo, el RAMS podría pasar a ser RAMS+S, donde la S final representa la Soportabilidad, atributo del sistema cuya función es sostener la confiabilidad y seguridad en los niveles de diseño del equipo, asegurando su disponibilidad.
6. En definitiva, para hablar con propiedad sobre el RAM se debería considerar todo el ciclo de vida de los activos más la soportabilidad del sistema, dentro del contexto operacional en el cual deberá operar y eso está más cerca de la Gestión de Activos que del mantenimiento.

Bibliografía:

- Department of Defense. (2005). Guide for achieving Reliability, Availability, and Maintainability. http://everyspec.com/DoD/DoD-PUBLICATIONS/RAM_Guide_080305_5593/.

⁶ Defense Acquisition University. (2020). Glossary of Defense Acquisition Acronyms and Terms – Supportability. <https://www.dau.edu/glossary/Pages/Glossary.aspx#!both|S|28579>

- Department of Defense. (1997). MIL-HDBK-502 Department of Defense Handbook Acquisition Logistics. http://everyspec.com/MIL-HDBK/MIL-HDBK-0500-0599/MIL_HDBK_502_235/.
- Vittorangeli, A.E. (2020). Incorporando un sistema, cuando lo barato sale caro. visión práctica de un proceso de análisis de ciclo de vida. <https://www.researchgate.net/publication/344961953>
- DoD Directive 5000.1, The Defense Acquisition System, 12 de mayo de 2003. [04014_Integrated_Logistics_Support_2017_tcm_12-110996.pdf](https://www.dau.edu/glossary/Pages/Glossary.aspx#!both|S|28579)
- Defense Acquisition University. (2020). Glossary of Defense Acquisition Acronyms and Terms – Supportability. <https://www.dau.edu/glossary/Pages/Glossary.aspx#!both|S|28579>
- Blanchard, B. (1995). Ingeniería de Sistemas. ISDEFE (Sociedad Estatal Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España)
- Yoltón, J. (2008). Integrated Logistics Support (I LS). SKF Aptitude Exchange. https://www.skf.com/binaries/pub12/Images/0901d196802370e6GS04014_Integrated_Logistics_Support_2017_tcm_12-110996.pdf

Figuras:

1. Traducción de la figura 1-3 de la Guide for achieving Reliability, Availability, and Maintainability
2. Propia.
3. Adaptación del esquema ILS de la Dutch Navy.