ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CORREDORES FÉRREOS

ET-11: GESTÓN DE RAMS (RELIABILITY, AVAILABILITY, MANTAINABILITY AND SAFETY)

BOGOTÁ D. C., SEPTIEMBRE DE 2025

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

Contenido

1 OBJETIVO 2
2 ALCANCE 2
3 GESTÓN DE RAMS (RELIABILITY, AVAILABILITY, MANTAINABILITY AND SAFETY) 3
3.1 OBJETIVO 3
3.2 NORMATIVIDAD 4
3.3 ALCANCE 4
3.3.1 ETAPA DE DEBIDA DILIGENCIA 4
3.3.2 ETAPA DE FACTIBILIDAD 5
3.4 PRODUCTOS 15
3.4.1 ETAPA DE DEBIDA DILIGENCIA 15
3.4.2 ETAPA DE FACTIBILIDAD TÉCNICA 15
ANEXO 18

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

1 OBJETIVO

El objeto del presente documento consiste en definir las especificaciones y requerimientos que el Consultor tendrá que cumplir para realizar los diseños de RAMS a nivel de factibilidad y estructuración del Proyecto.

2 ALCANCE

El Proyecto debe desarrollarse aplicando los estándares para Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (RAMS) conforme a lo definido en la norma EN 50126.

La RAMS es una característica del funcionamiento a largo plazo de un sistema y se consigue mediante la aplicación de conceptos establecidos de ingeniería, métodos, herramientas y técnicas durante todo el ciclo de vida del Proyecto.

La RAMS de un sistema se describe como un indicador cualitativo y cuantitativo de hasta qué punto puede confiarse en que el sistema, o los subsistemas y componentes que lo forman, van a funcionar tal y como se especifica y, a la vez, van a estar disponibles y ser seguros tanto a nivel de usuarios como de sistemas.

El Proyecto debe contener los requerimientos y objetivos RAM, cumpliendo tanto el Sistema Integral y los Subsistemas que lo componen.

Para los efectos del análisis RAM, y teniendo en cuenta lo definido para el Proyecto, el Sistema Integral se debe dividir en dos grupos principales:

1. Sistema de Transporte: El cual debe incluir todos los subsistemas relacionados directamente con el transporte y la transferencia horizontal de la carga y los pasajeros, entre otros:
   a. Superestructura de vía
   b. Sistema de Control y Supervisión
   c. Alimentación de Energía Eléctrica (aplica en caso de que los motores de los trenes sean alimentados por energía eléctrica proveniente de catenaria)
   d. Señalización y Control de Trenes
   e. Telecomunicaciones, Radiocomunicaciones
   f. Peaje/Control de Acceso (en caso de implementarse con un sistema de recaudo electrónico)
   g. Material Rodante

2. Sistemas Auxiliares: El cual debe ser conformado por aquellos sistemas relacionados con la manipulación de carga y con el mantenimiento de los Sistemas de Transporte. Entre otros, se deben considerar los siguientes:
   a. Equipos de levante y transferencia de carga en centros logísticos

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

b. Equipos de Patio Taller.

Los estudios y análisis deben contener el diseño del sistema, los procedimientos de mantenimiento y la existencia de los repuestos recomendados para garantizar que se cumpla con los requisitos RAMS del sistema.

La definición de actividades para la confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad (RAMS) debe integrarse con el entorno operativo y las funciones de diseño para permitir los logros más efectivos y económicos de los objetivos RAMS de diseño de los sistemas y equipos.

Los estudios de RAMS deben considerar las condiciones de operación y mantenimiento, según lo definido en el plan de operación y el plan de mantenimiento del proyecto.:

3 GESTÓN DE RAMS (RELIABILITY, AVAILABILITY, MANTAINABILITY AND SAFETY)

3.1 OBJETIVO

El Consultor debe desarrollar el sistema RAMS, a nivel de factibilidad que permita la disponibilidad del servicio optimizando la fiabilidad y la capacidad de mantenimiento, y teniendo en cuenta la influencia del nivel de Seguridad en la operación del Proyecto.

Los lineamientos de referencia para el establecimiento de condiciones operativas Seguras son:

- De forma transversal a los sistemas involucrados en la Seguridad del Proyecto: todo riesgo inherente al funcionamiento nominal del sistema no deberá requerir ninguna acción humana para su mitigación en situación nominal.
- En caso de modo degradado: el administrador operativo del Proyecto, tendrá la responsabilidad de cubrir el riesgo resultante de la falla correspondiente, mediante la acción de personal operativo, bajo un procedimiento determinado. Los casos de modos degradados, con sus respectivos procedimientos de cobertura de los riesgos identificados, deberán ser revisados y aprobados por la Revisoría Técnica o Interventoría y la ANI.

Se entiende RAMS como una combinación de características interdependientes de Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad. Los elementos RAMS están vinculados porque una debilidad de uno de ellos, o una mala gestión de los conflictos entre sus requisitos, pueden impedir el establecimiento de un sistema confiable y seguro.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

3.2 NORMATIVIDAD

Para llevar a cabo los diseños de factibilidad y la estructuración técnica del proyecto, serán de aplicación las normas vigentes nacionales o internacionales frente a la materia. A continuación, se relaciona alguna normatividad de referencia, sin que el Consultor se limite a ellas (utilizando la versión de la norma debe ser la más reciente):

- EN 50126-1 - Aplicaciones Ferroviarias: Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). Parte 1: Requisitos básicos y procesos genéricos.
  El ciclo de vida a tener en cuenta en la definición de las actividades y del listado de entregables RAMS se debe extraer directamente de la norma EN 50126
- EN 50128 - Aplicaciones ferroviarias: Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección de ferrocarril.
- EN 50129 - Aplicaciones ferroviarias: Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.
- EN 50159 - Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Comunicación relacionada con la seguridad en sistemas de transmisión.
- EN 13306 – terminología del mantenimiento.
- EN ISO 9001 – Sistemas de Gestión de la Calidad.
- EN 45545 – Aplicaciones ferroviarias. Protección contra incendios en vehículos ferroviarios.

3.3 ALCANCE

Definir todo el sistema RAMS, requerido, a nivel de factibilidad, para lograr el cumplimiento de las siguientes funcionalidades: la disponibilidad del servicio optimizando la fiabilidad y la capacidad de mantenimiento, teniendo en cuenta la influencia del nivel de seguridad requerido y la configuración del proyecto.

3.3.1 ETAPA DE DEBIDA DILIGENCIA

Para el diseño a nivel de factibilidad de RAMS, se deben tener en cuenta las definiciones de otros componentes de los Estudios y diseños de factibilidad y estructuración del Proyecto:

- Estudio de demanda y logística (ET-01)

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

- Diseño geométrico férreo y vial (ET-06)
- Estructuras (ET-09)
- Sistemas ferroviarios (ET-10)
- Centros intermodales (ET-13)
- Patios y talleres (ET-14)
- Vía férrea (ET-15)
- Túneles (ET-16)
- Operación y mantenimiento (ET-17)

- Referencias y bibliografía de RAMS de otros sistemas ferroviarios nacionales e internacionales similares, en estructuración a nivel de factibilidad, en construcción o en operación.

En cualquier caso, estos documentos deben ser considerados como referencia, no limitándose los estudios y diseños a realizar lo reflejado o comentado en los mismos.

3.3.2 ETAPA DE FACTIBILIDAD

El Consultor debe analizar y definir todos los elementos del proyecto para alcanzar los criterios y objetivos RAMS. Adicionalmente debe tener en cuenta todas las interfaces de seguridad externas, que permitan una operación segura y confiable del sistema, en todas sus dimensiones.

3.3.2.1 Objetivos RAM

El Consultor debe definir los indicadores de disponibilidad a partir de las definiciones tanto por la arquitectura base definida en este estudio de factibilidad como por las arquitecturas resultado de futuros cambios; en cualquier caso, tal disponibilidad debe ser mayor al 99.50%.

La definición de requerimientos más detallados y de definición de condiciones de fallo RAM será parte de los diseños a nivel de factibilidad de RAMS.

A continuación, se enuncian algunos conceptos de universal aplicación para ser considerados por el Consultor:

3.3.2.2 Disponibilidad Técnica del Sistema de transporte - Modo de cálculo

La Disponibilidad técnica (Dt) se calculará según la siguiente fórmula general:

$$D_t = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

En la que:

MTBF, es la medida de confiabilidad del sistema y se calcula por:

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

$$MTBF = \frac{\sum tiempos\ de\ buen\ funcionamiento}{\sum número\ de\ fallos}$$

MTTR, es la medida de la mantenibilidad del sistema y se calcula por:

$$MTTR = \frac{\sum tiempos\ de\ paro\ por\ reparación}{\sum número\ de\ fallos}$$

Confiabilidad - Modo de cálculo

Para el cálculo de Confiabilidad se admitirá que la Tasa de Falla **l** será constante dentro del periodo examinado. En estas condiciones, se define que la Tasa de Falla de un elemento **i** es la inversa de su **MTBF$_i$**, es decir:

$$l_i = 1 / MTBF_i$$

3.3.2.3 Cálculo de la Mantenibilidad para Subsistemas y Equipos.

La Mantenibilidad se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$MTTR = \frac{\sum tiempos\ de\ paro\ por\ reparación}{\sum número\ de\ fallos}.$$

Para el cálculo del MTTR se tendrá en cuenta principalmente el tiempo de reparación o de restablecimiento de la operatividad del Subsistema.

3.3.2.3.1 Objetivos de seguridad

El Consultor en su análisis de riesgos debe tener en cuenta los objetivos de seguridad (tabla de aceptabilidad de riesgos, lista de eventos potencialmente peligrosos, etc.) que deben presentarse para aprobación a la Revisoría Técnica o Interventoría y a la ANI.

3.3.2.3.1.1 Seguridad contra incendios

El diseño de seguridad contra incendios para todo el Sistema de Transporte (incluido el material rodante) debe basarse en los requisitos establecidos en las diferentes normas y estándares aplicables y conocidos en el sector ferroviario (ejemplo: NFPA 101® Life Safety Code) y en Colombia (NSR-10 en su versión que se encuentre vigente).

El diseño de seguridad contra incendios y seguridad personal para el material rodante también debe basarse en los requisitos definidos en la norma EN 45545. Entre las normas, prevalecerán los requisitos más estrictos.

El diseño a nivel de factibilidad de las obras y estructuras de ingeniería civil y sus disposiciones formales de seguridad contra incendios deben ser avalados por

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

los Servicios de Bomberos y / o las autoridades competentes, en lo concerniente a la seguridad contra incendios, son requeridas rutas de evacuación seguras, etc. Estos estudios y diseños deben ser realizados, a nivel de factibilidad, por el Consultor.

3.3.2.3.1.2 Situaciones potenciales peligrosas.

El Consultor debe identificar, evaluar y proponer medidas para la mitigación de situaciones peligrosas, accidentes potenciales y varios riesgos posibles relacionados principalmente con elementos y eventos operacionales o externos, incluido el entorno externo al proyecto y el futuro Sistema de Transporte. Estos peligros externos al sitio pueden provenir de:

- Peligros relacionados con la operación del sistema en condiciones nominales o degradadas, tanto en la línea comercial, como en: patios, talleres, centros logísticos,
- Peligros relacionados con el entorno natural (sismos, licuación de suelos, subsidencia regional, inundaciones, vientos violentos, descargas atmosféricas, movimiento en masa, etc.)
- Peligros relacionados con actividades en comunicaciones cercanas e infraestructura pública, tales como: Peligros con el tráfico vehicular e intersecciones viales, infraestructura de servicios públicos (redes secas y húmedas),
- Peligros relacionados con instalaciones clasificadas para la protección del medio ambiente en las cercanías del proyecto: Oleoductos, gasoductos, estaciones de servicio, centros de almacenamiento y distribución de hidrocarburos,

Todos los medios y medidas de prevención, detección, protección y respuesta a emergencias deben analizarse, reflejarse e identificarse por parte del Consultor para evitar la aparición de las causas de las emergencias y diferentes eventos temidos.

Estos medios de prevención deben, en primer lugar, considerarse requisitos de seguridad que deben respetarse, implementarse para detectar tempranamente la ocurrencia del evento temido y, en segundo lugar, proteger el medio ambiente, la propiedad y especialmente las vidas humanas.

A continuación, se relacionan las tareas RAMS a desarrollar por el Consultor, sin limitarse a estas.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

3.3.2.4 Tareas RAMS

En cada fase del ciclo de vida se tendrá que realizar una determinada actividad RAMS cuyos requerimientos se describen en la norma EN 50126.

Fase del ciclo de vida	Tarea de RAM	Tarea de Seguridad
1. Concepción	Revisión de las prestaciones RAM anteriormente alcanzadas	Revisión de las prestaciones Seguridad anteriormente alcanzadas
	Evaluaciones de las implicaciones RAM a nivel Proyecto	Evaluaciones de las implicaciones de Seguridad a nivel Proyecto
	-	Revisión de las políticas y objetivos de Seguridad

Fase del ciclo de vida	Tarea de RAM	Tarea de Seguridad
2. Definición del sistema y condiciones de aplicación	Evaluar el retorno de experiencia respecto al RAM	Evaluar el retorno de experiencia respecto la Seguridad
	Realizar una Análisis Preliminar de RAM	Realizar una Análisis Preliminar de Peligros
	Fijar la Política RAM	Establecer un Plan de Seguridad
	Identificar las condiciones de Operación y Mantenimiento a largo plazo	Definir la Tolerabilidad de los Criterios de Riesgo
	Identificar las influencia sobre las prestaciones RAM de las limitaciones de la infraestructura existente	Identificar las influencia sobre la Seguridad de las limitaciones de la infraestructura existente
3. Análisis de Riesgo	-	Realizar un Análisis de Peligros y de Riesgos de Seguridad a nivel sistema
	-	Preparar un Hazard-Log
	-	Realizar una Evaluación de Riesgos
4. Requisitos de Sistema	Especificar los Requisitos RAM de Sistema (Global)	Especificar los Requisitos de Seguridad de Sistema (Global)
	Definir los Criterios de Aceptación RAM (Global)	Definir los Criterios de Aceptación de Seguridad (Global)
	Definir la Estructura Funcional del Sistema	Definir los Requerimientos Funcionales relacionados con la Seguridad
	Establecer el Programa RAM	Establecer la Gestión de Seguridad
	Establecer la Gestión RAM	-
5. Asignación de los Requisitos de Sistema	Repartición de los Requisitos RAM de Sistema	Repartición de los Requisitos y Objetivos de Seguridad del Sistema
	Especificar los Requisitos RAM de Subsistemas y Componentes	Especificar los Requisitos de Seguridad de Subsistemas y Componentes
	Definir los Criterios de Aceptación RAM para Subsistemas y Componentes	Definir los Criterios de Aceptación de Seguridad de Subsistemas y Componentes

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

Fase del ciclo de vida	Tarea de RAM	Tarea de Seguridad
	-	Actualizar el Plan de Seguridad a nivel sistema
6. Diseño e Implementación	Implementar el Programa RAM por medio de Revisiones, Análisis, Pruebas y Evaluación de Datos que cubran aspectos de:	Implementar el Plan de Seguridad por medio de Revisiones, Análisis, Pruebas y Evaluación de Datos relacionados con:
	Fiabilidad y Disponibilidad	Hazard-Log
	Mantenimiento y Mantenibilidad	Análisis de Peligros y Evaluación de Riesgo
	Políticas de Mantenimiento Optimo	Justificar las decisiones de Diseño relacionadas con la seguridad
	Soporte Logístico	Realizar un Programa de Control que cubra:
	Realizar el Programa de control que cubre:	La Gestión de la Seguridad
	El Management de Programa RAM	El control de Subcontratistas y Proveedores
	El control de Subcontratistas y Proveedores	Preparar un Caso de Seguridad Genérico
	-	Preparar (si apropiado) un Caso de Seguridad para Aplicación Genérica
7. Fabricación	Realizar la Monitorización de los Stress Ambientales	Implementar el Plan de Seguridad por medio de Revisiones, Análisis, Pruebas y Evaluación de Datos
	Realizar Test de Mejora de parámetros RAM	Usar el Hazard-Log
	Almacenar de forma sistemática los Informes de Fallo y Acciones Correctoras del Sistema (FRACAS)	-
8. Instalación	Empezar la formación del equipo de mantenimiento	Establecer un Programa de Instalación
	Establecer el numero Parte de Recambio y herramientas a proveer para realizar el mantenimiento	Implementar un Programa de Instalación

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

Fase del ciclo de vida	Tarea de RAM	Tarea de Seguridad
9. Validación del Sistema (Incluyendo aceptación e inspección de Seguridad)	Realizar la demostración de las prestaciones RAM	Establecer un Programa de Commissioning
	-	Implementar el Programa de Commissioning
	-	Preparar un Caso de Seguridad Especifico de la Aplicación
10. Aceptación del Sistema	Evaluación de la demostración de prestaciones RAM	Evaluar el Caso de Seguridad Especifico de la Aplicación
11. Explotación y Mantenimiento	Proveer las Partes de Recambio y las herramientas	Emprender un RCM constante
	Realizar un Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM) y un Soporte Logístico apropiado	Emprender una monitorización de las prestaciones de seguridad y un mantenimiento del Hazard-Log constante
12. Monitorización de la Prestaciones	Recopilar, Analizar, Evaluar y Utilizar las estadísticas de Prestaciones y Utilizo de RAM	Recopilar, Analizar, Evaluar y Utilizar las estadísticas de Prestaciones y Utilizo de Seguridad
13. Modificación y Retrofit	Evaluar el impacto de modificaciones respecto a las características RAM	Evaluar el impacto de modificaciones respecto a las características de Seguridad
14. Retiro y eliminación	-	Definir el Plan de Seguridad
	-	Realizar un Análisis de Peligro y una Evaluación de Seguridad
	-	Emprender un Plan de Seguridad

Tabla 1: Tareas mínimas del RAMS

3.3.2.5 Entregables de seguridad

Los documentos de seguridad se tendrán que presentar organizados en un Dossier de Seguridad según lo especificado en la norma EN 50129 y debe ser estructurado de la siguiente manera:

Apartado 1: Definición del Sistema, Subsistema o Equipo

- Definición del sistema, subsistema o equipos objeto de la documentación presentada en el Dossier de Seguridad, que incluya la versión y el estado de modificación de todos los requerimientos, diseño y documentación de aplicación.

Apartado 2: Informe de Gestión de la Calidad

- 2.1 Plan de Aseguramiento de la Calidad

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

- 2.2 Plan de Gestión de la Configuración y Control del Cambios (puede ser incluido en el Plan de Aseguramiento de la Calidad)
- 2.3 Evidencias de Gestión de la Calidad
- 2.4 Auditorias de Calidad e Inspecciones (incluido a proveedores y subcontratistas)
- 2.5 Conclusiones

Apartado 3: Informe de Gestión de la Seguridad

- 3.1 Ciclo de vida de Seguridad
- 3.2 Organización de Seguridad
- 3.3 Plan de Seguridad. Contiene:
  - Plan de V&V de Seguridad (Verificación y validación)
  - Plan de Revisiones de Seguridad
  - Plan de Aceptación y Aprobación de la Seguridad
- 3.4 Registro de Peligros
- 3.5 Especificación y características de Requerimientos de Seguridad (contiene el Análisis de Riesgos)
- 3.6 Diseño de sistema/subsistema/equipos
- 3.7 Revisiones de Seguridad
  - Informes de Revisiones de Seguridad
  - Auditorias de Seguridad (cumplimiento de las normas EN 50126-1, EN 50128 y EN 50129)
- 3.8 Informes de Verificación y Validación de Seguridad
- 3.9 Justificación de Seguridad
- 3.10 Informe Aceptación y Aprobación de la Seguridad
- 3.11 Operación y Mantenimiento
- 3.12 Plan RAM

Apartado 4: Informe Técnico de Seguridad (Evidencia de seguridad técnica)

- 4.1 Introducción
- 4.2 Aseguramiento de operación funcional correcta
- 4.3 Efectos de fallos
- 4.4 Operación con influencias externas
- 4.5 Condiciones de aplicación relacionadas con la seguridad (riesgos o requerimientos de seguridad exportados a Instalación/Operación/Mantenimiento)
- 4.6 Pruebas de calificación en seguridad.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

Apartado 5: Dossier de Seguridad Relacionados

Contiene las referencias al Dossier de Seguridad de cualquier otro subsistema y equipo del cual depende el Dossier de Seguridad.

- Debe demostrar que las condiciones de aplicación de seguridad que se han especificado en cada apartado del Dossier de Seguridad del sistema, subsistema o equipo, han sido:
  - Cubiertas en el Dossier de Seguridad principal,
  - Reconducidas a las condiciones de aplicación relacionadas con el caso de seguridad principal.

Apartado 6: Conclusiones

- Resume las evidencias presentadas en los apartados anteriores del Dossier de Seguridad, y demuestra que el sistema, subsistema, o equipo en cuestión es adecuadamente seguro bajo el cumplimiento de las condiciones de aplicación especificadas (condiciones de aplicación relacionadas con la Seguridad).

Cada uno de los apartados anteriores se podrá englobar en un único documento o ser un informe con referencias a otros documentos (por ejemplo, el Registro de Peligros, Plan de Seguridad, etc.).

A continuación, se presenta el calendario de generación de todos los documentos de Seguridad que forman parte del Dossier de Seguridad.

Fase del Ciclo de Vida	Entregable de Seguridad
Fase 1	2.1 Plan de Aseguramiento de la Calidad 3.1 Ciclo de vida de Seguridad 3.2 Organización de Seguridad
Fase 2	Apartado 1: Definición del Sistema, Subsistema o Equipo 2.3 Evidencias de Gestión de la Calidad 3.3 Plan de Seguridad 3.12 Plan RAM
Fase 3	3.4 Registro de Peligros 3.5 Especificación de Requerimientos de Seguridad (Análisis de Riesgos)
Fase 4	3.3 Plan de Seguridad (Actualización: Plan de Aceptación y Aprobación de la Seguridad) 3.5 Especificación de Requerimientos de Seguridad (THRs) (Actualización) Estructura del Dossier de Seguridad (apartados 1 a 6), incluidos los Casos de Seguridad relacionados (Apartado 5).

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

Fase del Ciclo de Vida	Entregable de Seguridad
Fase 5	2.2 Plan de Gestión de la Configuración y Control de Cambios (proveedores) 3.3 Plan de Seguridad (Actualización: Especificación de criterios de aceptación de la seguridad de los subsistemas. Métodos.) 3.5 Especificación de Requerimientos de Seguridad (Asignación de requerimientos de Seguridad a los Subsistemas/Equipos) (Actualización). Debe contener también los criterios de aceptación de la seguridad de los subsistemas.
Fase 6-7	3.6 Diseño de sistema/subsistema/equipo (Metodologías de diseño empleadas. Se recomienda uso de estándares) 3.7 Revisiones de Seguridad (según lo especificado en el Plan de Revisiones de Seguridad) 3.8 Informes de Verificación y Validación de Seguridad 4.1 Introducción (Informe Técnico de Seguridad) 4.2 Aseguramiento de Operación Funcional Correcta 4.3 Efectos de fallos 4.5 Condiciones de aplicación relacionadas con la seguridad (procedimientos de operación y mantenimiento) Caso de Seguridad Genérico

Fase del Ciclo de Vida	Entregable de Seguridad
Fase 8-9-10	2.2 Plan de Gestión de la Configuración y Control de Cambios (Operador/Mantenedor) 2.4 Auditorias de Calidad e Inspecciones 2.5 Resumen y conclusiones de la Gestión de la Calidad 3.3 Plan de Seguridad (Actualización) 3.4 Registro de Peligros (con todos los peligros cerrados, los peligros que no se pueden cerrar en esta fase y de tienen que mantener y controlar en las fases siguientes). 3.7 Revisiones de Seguridad (según lo especificado en el Plan de Revisiones de Seguridad) 3.7 Auditorias de Seguridad 3.8 Informes de Verificación y Validación de Seguridad (Actualización de todas las tareas de validación y verificación llevadas a cabo) 3.9 Justificación de Seguridad 3.10 Informes de Aceptación y Aprobación de la Seguridad 3.11 Operación y Mantenimiento (con todos los procedimientos validados) 4.4 Operación con influencias externas 4.5 Condiciones de aplicación relacionadas con la seguridad (actualización). 4.6 Pruebas de calificación en seguridad Apartado 5: Dossier de Seguridad Relacionados Apartado 6: Conclusiones Caso de Seguridad de Aplicación Específica (incluidas todas las tareas de validación de seguridad)

Fase del Ciclo de Vida	Entregable de Seguridad
Fase 11	2.2 Procedimientos de Gestión de Configuración y Cambios (actualización). Caso de Seguridad de Aplicación Específica (actualizar toda la documentación necesaria; documentación de los subsistemas, manuales de operación y mantenimiento, informes de verificación y validación, Registro de Peligros, FRACAS, etc.)

Tabla 2: Calendario de realización Entregables Seguridad

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

3.3.2.6 Productos a entregar RAM

A continuación, se presenta el listado de todos los documentos RAM a entregar. Los documentos marcados con el código "P" se consideran como versión Preliminar y tendrán que ser completados ("C") en las otras fases. Todos los documentos marcados en la tabla con código "U" (Updated) se tendrán que actualizar en caso de cambios realizados por los contratistas. Todos los documentos marcados con el código "F" (Final) se consideran entregables.

Documentos	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6	Fase 7	Fase 8	Fase 9	Fase 10	Fase 11
ANÁLISIS RAM PRELIMINAR											
Apartado 1: Definición del Sistema, Subsistema o Equipo*	P	C	/	U	U	U	U	F	/	/	/
Descomposición del Sistema o Subsistema y definición de los interfaces o alcance del sistema/subsistema	/	P	/	C	U	U	U	F	/	/	/
Condiciones de fallo	/	C	/	/	/	/	/	F	/	/	/
PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y DEFINICIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS RAM											
Programa RAM a nivel Sistema	/	/	/	C	U	U	U	F	/	/	/
Requerimientos RAM a nivel Sistema	/	/	/	C	U	U	U	F	/	/	/

Documentos	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6	Fase 7	Fase 8	Fase 9	Fase 10	Fase 11
Programa RAM a nivel Subsistema	/	/	/	/	C	U	U	F	/	/	/
Requerimientos RAM a nivel Subsistema	/	/	/	/	C	U	U	F	/	/	/
ANÁLISIS RAM EN FASE DISEÑO											
Análisis RAM (contenido mínimo: Datos RAM, AMFE, Análisis de Mantenimiento Preventivo y Correctivo, RBD o FTA, listado teórico de partes de recambio)	/	/	/	/	/	C	U	F	/	/	/
ANÁLISI RAM EN FASE PRODUCCIÓN											
Informes de pruebas de componente (pruebas defatiga, pruebas de compatibilidad electromagnética, pruebas de calentamiento, etc.)	/	/	/	/	/	/	/	F	/	/	/
FRACAS	/	/	/	/	/	/	C	F	/	/	/
VALIDACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS RAM											
Informe de Validación Requerimientos RAM	/	/	/	/	/	/	/	/	F	/	/
ACEPTACIÓN DE LAS PRESTACIONES RAM											
Informe de Seguimiento RAM	/	/	/	/	/	/	/	/	/	F	/

Tabla 3: Calendario de realización Entregables RAM

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

3.4 PRODUCTOS

3.4.1 ETAPA DE DEBIDA DILIGENCIA

Como resultado de esta etapa el Consultor debe presentar un informe de "Debida Diligencia de la Información", el cual debe ser detallado resultante de la recopilación y análisis de la información secundaria, en el que consolide los principales hallazgos y conclusiones respecto a la aplicación que esa información tendrá como insumo para la diagnóstico y elaboración de los diseños de factibilidad de este componente, considerando su validez, pertinencia y vigencia.

3.4.2 ETAPA DE FACTIBILIDAD TÉCNICA

Dentro del entregable Gestión RAMS, se deben incluir como mínimo la siguiente Información:

- Programa RAM
- Plan de Seguridad
- Informe Preliminar de RAM
- Análisis de Seguridad Preliminar

En la definición de los paquetes de trabajo a describir tanto en el Programa RAM como en el Plan de Seguridad el Consultor debe incluir, como mínimo, las actividades y entregables definidos en el alcance.

3.4.2.1 Programa RAM

El Programa RAM tendrá como mínimo lo siguientes apartados:

1. Definición de la Política RAM adoptada.
2. Definición clara del alcance del Programa.
3. Descripción del Sistema/Subsistema y descomposición preliminar del sistema/subsistema a nivel componente.
4. La definición de paquetes de trabajo RAM asociados a cada fase del ciclo de vida aplicable.
5. Definición de roles, responsabilidades, competencias y relaciones de las organizaciones responsables de realizar los paquetes de trabajo RAM a lo largo del ciclo de vida.
6. Definición del modelo FRACAS (Informe de Fallos, Sistema de Análisis y Acciones Correctivas) aplicado desde la fase de producción hasta la aceptación. En esta primera versión del Programa será necesario como mínimo definir la organización que se entiende concretar para llevar a cabo las tareas asociadas a las actividades del FRACAS.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

7. Definición de los medios empleados para asegurar la coordinación de los distintos elementos RAM.
8. Definición del listado de entregables.
9. Definición de tareas de seguimiento de los parámetros RAM que se realizarán desde la fase de Instalación hasta el conseguimiento de la Aceptación.
10. Definición de interfaces con otros Planes o Programas relacionados.
11. Definición de hipótesis y limitaciones utilizadas en la definición del Programa RAM.
12. Definición de los medios a emplear en la gestión de subcontratas.

3.4.2.2 Plan de seguridad

El Plan de Seguridad tendrá como mínimo los siguientes apartados:

1. Definición de la política de Seguridad adoptada.
2. Definición clara del alcance del Programa.
3. Descripción del Sistema/Subsistemas y descomposición preliminar del sistema/subsistema a nivel componente.
4. Definición de roles, responsabilidades, competencias y relaciones de las organizaciones responsables de realizar los paquetes de trabajo de Seguridad a lo largo del ciclo de vida.
5. Descripción del ciclo de vida aplicado y de las tareas de los paquetes de trabajo asociados a cada fase del ciclo de vida.
6. Descripción de las técnicas y metodologías empleadas para identificar riesgos, realizar la gestión de riesgos en tiempo real, redactar las especificaciones de requerimientos, verificar el diseño, proporcionar la cobertura de los requerimientos y realizar auditorías de Seguridad tanto internas como a subcontratistas.
7. Definición del proceso/procedimiento de gestión de la configuración empleado.
8. Definición de un listado de entregables.
9. Definición de la estructura del caso de Seguridad.
10. Definición de interfaces con otros Planes o Programas relacionados.
11. Definición de hipótesis y limitaciones utilizadas en la definición del Plan de Seguridad.
12. Definición de los medios a emplear en la gestión de subcontratas.
13. Definición de las relaciones entre los objetivos de seguridad y los niveles SILs.
14. Listado mínimo de requerimientos comunes de seguridad por sistema y subsistema.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

3.4.2.3 Informe RAM

El Informe RAM tendrá como mínimo los siguientes apartados:

1. Tabla de datos RAM: como mínimo MTTF (tiempo promedio que funcionará un elemento antes de fallar) o MTBF (tiempo medio entre fallos), tasa de fallo, MTTR (tiempo medio de mantenimiento correctivo), con relativas fuentes.
2. Análisis por diagrama de bloques de fiabilidad.
3. Especificación y características de todas las redundancias empleadas en el sistema/subsistemas.

3.4.2.4 Análisis de seguridad preliminar

El Análisis de Seguridad Preliminar tendrá como mínimo los siguientes apartados:

1. Análisis preliminar de peligros.
2. Listado de peligros asociados al sistema/subsistema.

Avenida Calle 24A Nro. 59-42 Torre 4 Piso 2.

PBX: 4848860 – www.ani.gov.co
Nit. 830125996-9. Código Postal ANI 110221.

ANEXO

Intervención ingeniería básica vs Ciclo de Vida

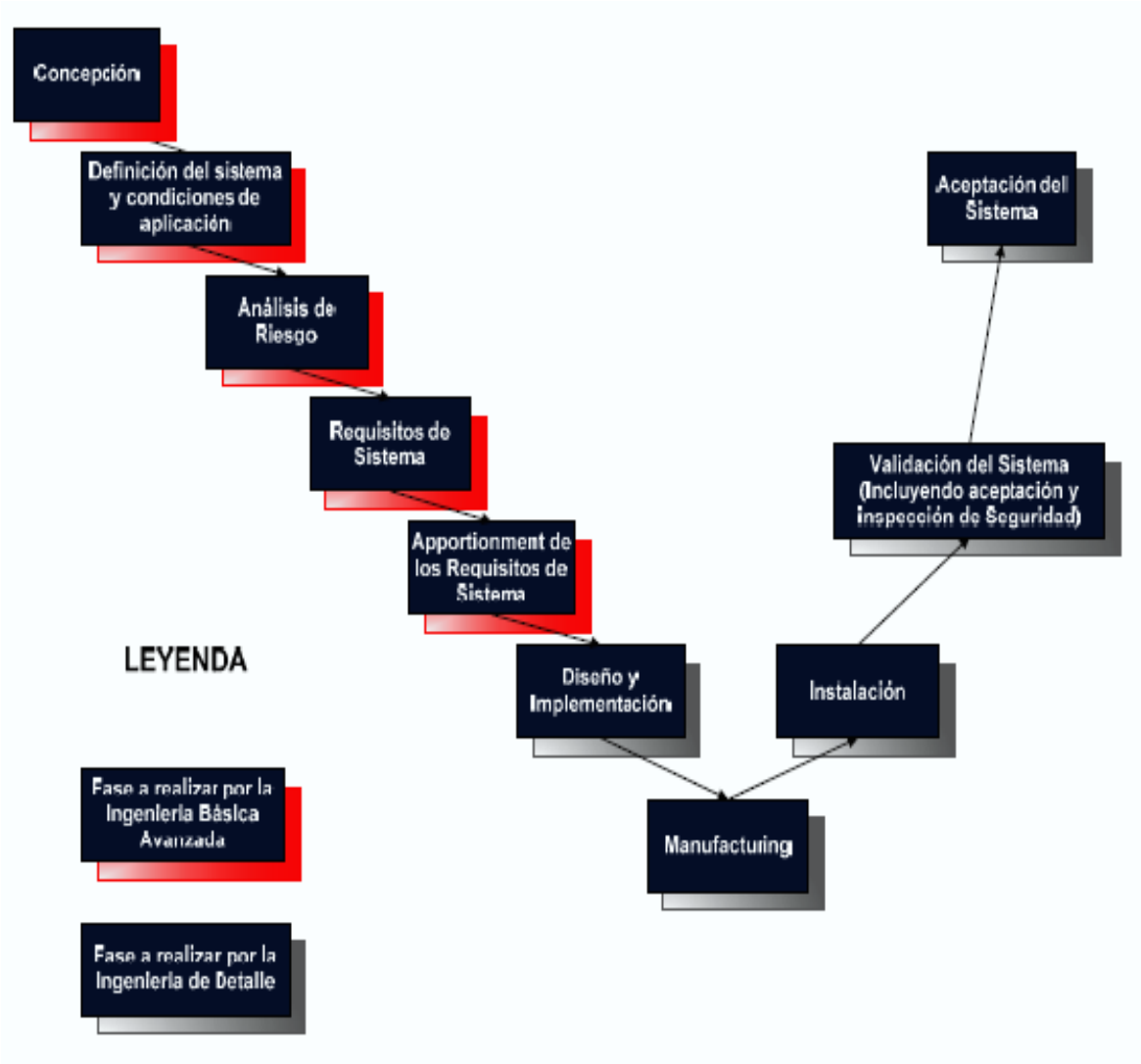


Figura 1: Ciclo de vida vs Intervención Ingeniería Básica Avanzada

Notas Figura 1:

- Apportionment: Distribución
- Manufacturing: Fabricación.
- Para más detalles consultar" CICLO DE VIDA RAMS" de la EN 50126.