1. OBJETIVO 2
2. CONDICIONES GENERALES 2
2.1 ALCANCE 2
2.2 TÉRMINOS Y DEFINICIONES 3
2.3 DOCUMENTOS ASOCIADOS 3
2.4 MARCO LEGAL 3
2.5 REQUISITOS TÉCNICOS 4
3. DESARROLLO 4
3.1 PLANIFICACIÓN DE LOS ARP 7
3.1.a Definición del propósito y alcance del ARP 7
3.1.b Definición y comprensión del contexto 9
3.1.c Identificación e involucramiento con las partes interesadas 10
3.1.d Definición de objetivos del ARP 12
3.1.e Identificación de factores humanos, organizacionales y sociales 12
3.1.f Criterios de decisión a ser utilizados en la evaluación 13
3.2 GESTIÓN DE INFORMACIÓN PARA LOS ARP 13
3.2.a Recopilación de datos e información 13
3.2.b Análisis de datos e información 14
3.2.c Selección de las herramientas computacionales de registro y simulación 15
3.3 SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE ANÁLISIS 16
3.3.a Técnicas para identificar riesgos 17
3.3.b Técnicas para evaluar la efectividad de las medidas de prevención y mitigación 19
3.3.c Técnicas para estimar las consecuencias y su probabilidad 21
3.3.d Técnicas para analizar interacciones y dependencias 22
3.3.e Técnicas para la evaluación de la importancia del riesgo 23
3.3.f Técnicas para seleccionar entre opciones o alternativas 25
3.3.g Técnicas de registro y reporte 25
3.4 VERIFICACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS ARP 26
3.5 REGISTRO E INFORME DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO Y SUS RESULTADOS 27
3.6 PLAN DE ACCIÓN ARP 28
3.7 REVISIÓN DE LOS ARP 30
3.8 PLAN DECENAL ARP 33
3.9 REQUISITOS GENERALES Y MATRIZ RASCI 33
4. CONTINGENCIAS 36
5. ANEXOS 36

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

1. OBJETIVO

Establecer directrices para la gestión de los análisis de riesgos de procesos (ARP), como pilar fundamental del conocimiento del riesgo operativo.

Objetivos específicos:

- Establecer un marco de referencia para la selección de las técnicas ARP.
- Establecer los requisitos básicos para la realización de ARPs.
- Establecer el ciclo de revisión de los análisis de riesgos de procesos y su inclusión en el Plan Decenal ARP.
- Establecer los roles y responsabilidades de los actores intervinientes en la gestión ARP.

2. CONDICIONES GENERALES

La identificación de peligros es el primer paso para lograr un menor nivel de riesgo. El peligro es una propiedad intrínseca de una fuente de riesgo, elemento, condición o situación que tiene el potencial de causar daño. Dado lo anterior, no existe incertidumbre sobre su presencia y por ello, los peligros se identifican.

Por otra parte, el riesgo es la probabilidad de que se materialice un peligro y se define como una función condicional entre la probabilidad y la consecuencia ($R = f\ (P, C)$). El riesgo es un concepto estadístico y por ello se calcula y posteriormente se evalúa.

Sobre la base de lo anterior, en el Grupo Ecopetrol los procesos de identificación de peligros y evaluación de riesgos se soporta en:

- La experiencia y criterio experto.
- Las listas de chequeo.
- Los códigos y estándares (p.ej. RAGAGEP[1]).
- Las técnicas de evaluación.

2.1 ALCANCE

Dirigida a los responsables de la gestión del riesgo operativo[2], durante todas las etapas del ciclo de vida del activo (incorporación, operación/mantenimiento y desincorporación).

No son del alcance de esta Guía:

- La evaluación de los riesgos tácticos y estratégicos.
- La evaluación del riesgo asociado con actividades rutinarias de mantenimiento.
- La evaluación del riesgo asociado en instalaciones de investigación, desarrollo e innovación a escala laboratorio[3] (excepto las escalas piloto y la semiindustrial).

[1] Buenas prácticas de ingeniería reconocidas y generalmente aceptadas por sus siglas en inglés (HSE-G-148).
[2] En particular a los líderes ARP y SP, facilitadores y especialistas.
[3] Incluye escalas: laboratorio y banco.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

- La evaluación del riesgo asociado con almacenes y bodegas.
- La evaluación del riesgo asociado con instalaciones no industriales (p.ej. instalaciones administrativas, servicios de salud y bienestar, centros de entrenamiento, entre otros).

2.2 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Vínculo al glosario corporativo

2.3 DOCUMENTOS ASOCIADOS

- Sistema de Gestión HSE (HSE-M-003[4]).
- Guía de Gestión de Riesgos en Grupo Ecopetrol (GEE-G-029[4]).
- Guía de Administración de Seguridad de Procesos (HSE-G-037[4]).
- Guía para la Gestión de Riesgos en Proyectos (EDP-G-001[4]).
- Guía de Requerimientos de Seguridad de Procesos en Proyectos (EDP-G-005[4]).
- Formato Condiciones de Integridad de Pozos y Riesgo de Integridad de Subsuelo: Evaluación de Integridad de Pozos (GOP-F-264[4]).
- Guía Matriz para la Valoración de Riesgos (HSE-G-161[4]).
- Procedimiento para la Gestión de Riesgos de Procesos en el Grupo Ecopetrol (GEE-P-005[4]).
- Formato para Análisis de Riesgos de Proceso para Pozos (RAP-F-083[4]).

2.4 MARCO LEGAL

Los lineamientos aquí expuestos, han sido diseñados con base en los siguientes referentes legislativos, normativos y bibliográficos:

- Ley 1523 de 2012 por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 1072 de 2015 por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector trabajo.
- Decreto 2157 de 2017 por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la Ley 1523 de 2012.
- Decreto 1347 de 2022 por el cual se adiciona el capítulo 12 al título 4 de la parte 2 del libro 2 del decreto 1072 de 2015, decreto único reglamentario del sector trabajo, para adoptar el programa de prevención de accidentes mayores – PPAM.
- Decreto 1868 de 2021 por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia frente a pérdidas de contención de hidrocarburos y otras sustancias peligrosas y se adiciona el Capítulo 7 al Título 1 de la Parte 3 del Libro 2 del Decreto 1081 del 2015, Decreto Reglamentario del Sector Presidencia de la República. Resolución 40246 de 2016, por la cual se expide el reglamento técnico Aplicada al recibo, almacenamiento y distribución de gas licuado de petróleo (GLP).
- Resolución 40247 de 2016, por la cual se expide el reglamento técnico para plantas de envasado de Gas Licuado de Petróleo (GLP).

[4] O aquella que la actualice, complemente o derogue.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

- Resolución 1402 de 2018 por la cual se adopta la técnica general para la evaluación y presentación de estudios ambientales y se toman otras determinaciones.
- Resolución 40411 de 2021 por la cual se adopta la Política de Gestión del Riesgo de Desastres para el sector minero energético.
- Resolución 10295 de 2020 por la cual se establecen los criterios técnicos para proyectos exploración y explotación de hidrocarburos costa afuera en Colombia.
- Resolución 0559 de 2022 por la cual se adoptan valores nacionales de riesgo máximo individual accidental para instalaciones fijas y en especial las instalaciones fijas clasificadas de acuerdo con el decreto 1347 de 2021 y se dictan otras disposiciones.

2.5 REQUISITOS TÉCNICOS

- ISO 31000, 2018, *Risk management*.
- ISO 31010, 2019, *Risk management – Risk assessment techniques*.
- ISO 17359, 2018, *Condition monitoring and diagnostics of machines — General guidelines*.
- GTC 45. Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional.

3. DESARROLLO

Tal como lo establece la Guía GEE-G-029[5], el Grupo Ecopetrol adopta la norma ISO 31000:2018 como referente para la gestión integrada de riesgos, independiente de su naturaleza, origen o consecuencias (Ilustración 1).

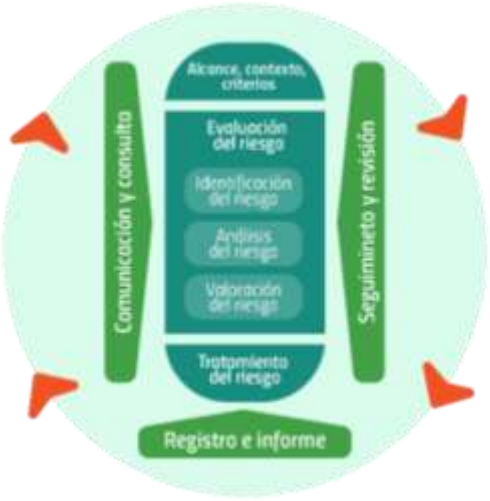

Ilustración 1. Proceso de gestión de riesgo (Adaptado de ISO 31000:2018)

[5] O aquella que la sustituye complemente o derogue.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

De conformidad con lo establecido en la ISO 31000, el riesgo es el efecto de la incertidumbre sobre el cumplimiento de los objetivos de la compañía, considerando el efecto como la desviación positiva, negativa o ambas frente a lo previsto (amenazas y oportunidades). El riesgo a menudo se describe en términos de fuentes de riesgo, eventos potenciales, sus consecuencias y sus probabilidades.

Esta guía no especifica cuándo utilizar una o varias técnicas en particular, para esto, los analistas deben referirse a los requisitos legislativos, normativos, empresariales, RAGAGEP[6] y a su criterio experto (Ilustración 2).

[6] Buenas prácticas de ingeniería reconocidas y generalmente aceptadas por sus siglas en inglés.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

No.	Flujo	Numerales y contenidos	Responsables
1	Inicio	2. Condiciones generales: - Alcance - Términos y definiciones - Documentos asociados - Marco legal - Requisitos técnicos	NA
2	3.1 Planificación de los ARP	- Propósito y alcance del ARP - Comprensión del contexto - Identificación y contexto de partes interesadas - Objetivos del ARP - Identificación de factores humanos, organizacionales y sociales - Criterios de decisión a ser utilizados en la evaluación	Ver 3.9
3	3.2 Gestión de información para de los ARP	- Recopilación de datos e información - Análisis de datos e información - Selección de las herramientas computacionales de registro y simulación	Ver 3.9
4	3.3 Selección de la técnica de análisis	- Técnicas para identificar riesgos - Técnicas para evaluar la efectividad de las medidas de prevención y mitigación - Técnicas para estimar las consecuencias y su probabilidad - Técnicas para analizar interacciones y dependencias - Técnicas para la evaluación de las importancia del riesgo - Técnicas para seleccionar entre opciones o alternativas - Técnicas de registro y reporte	Ver 3.9
5	3.4 Verificación y aceptación de los resultados	Los resultados de los análisis deben ser verificados por el equipo de especialistas y deben ser comunicados al dueño del riesgo (liderados por el facilitador y/o el líder ARP).	Ver 3.9
6	3.5 Registro e informe del proceso de evaluación del riesgo y sus resultados	Los entregables ARP constituyen el proceso de conocimiento del riesgo, a la luz de la Ley 1523 de 2012 y demás marco legislativo y normativo para la gestión del riesgo tecnológico en Colombia (análisis específicos del riesgo). Todos los registros e informes ARP son considerados Información de Tecnología del Proceso (HSE-G-049).	Ver 3.9
7	3.6 Plan de acción ARP	Aceptado el Informe ARP, el dueño del riesgo, o en su defecto el líder del proyecto o la iniciativa debe sistematizar un plan de acción para implementar en forma oportuna las recomendaciones. Para fuentes de riesgo en etapas de operación / mantenimiento o desincorporación, el Plan debe sistematizarse en la Herramienta HSE (Salesforce).	Ver 3.9
8	3.7 Revisión de los ARP	Todo ARP debe ser revisado, si se cumple al menos una de las siguientes condiciones: - Temporalidad HHP o LHO. - Cambios mayores MOC (incluye proyectos e iniciativas) - Requerimiento producto de autoevaluaciones, evaluaciones o auditorías - Ha ocurrido un incidente de seguridad de procesos registrable de nivel 1, nivel 2 o HIPO que involucra la fuente de riesgo. - Se cuenta con nueva información (p.ej. nuevo contexto externo o interno).	Ver 3.9
9	3.8 Plan Decenal ARP	El Plan Decenal ARP es el instrumento que le permite al dueño del riesgo operacional47F60F planear, ejecutar, monitorear y evaluar el proceso del conocimiento del riesgo en un horizonte de planeación a 10 años.	Ver 3.9
10	Fin	4. Contingencias	NA

Ilustración 2. Diagrama de flujo Guía HSE-G-050

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

3.1 PLANIFICACIÓN DE LOS ARP

La planificación de los ARP comprende:

- La definición del propósito y alcance del ARP.
- La definición y comprensión del contexto.
- La identificación e involucramiento con las partes interesadas.
- La definición de objetivos del ARP.
- La identificación de factores humanos, organizacionales y sociales.
- La definición de los criterios de decisión a ser utilizados en la evaluación:
  - Criterios de decisión de aceptación y/o tolerancia del riesgo.
  - Criterios de decisión de importancia del riesgo.
- Criterios de decisión entre alternativas.

Por otra parte, los roles y responsabilidad que deben ser asignados durante la planeación, son:

- Dueño del riesgo: persona responsable de la fuente de riesgo (vicepresidente, gerente, jefe del departamento o líder del proyecto o la iniciativa).
- Líder SP: persona designada para liderar los temas de seguridad de procesos en el negocio, la regional, el área o el activo (mediante memorando – HSE-G-037[7]).
- Líder ARP: persona designada para liderar los temas de análisis de riesgos de procesos en el negocio, la regional, el área o el activo (mediante memorando).
- Profesional de integridad de subsuelo: persona que tiene entre sus responsabilidades los procesos de conocimiento y reducción del riesgo en activos de subsuelo (pozos).
- Facilitador ARP[8]: persona responsable de liderar y asegurar la calidad del ARP, coordinando los recursos dispuestos por el dueño del riesgo.
- Especialistas: personas que, por su experiencia y competencia, han sido designadas por el dueño del riesgo para hacer parte de un equipo multidisciplinario ARP (mediante memorando).
- Observadores: personas que asisten al ARP (p.ej. aprendices, roles de consulta).

3.1.a Definición del propósito y alcance del ARP

El líder ARP y el equipo de seguridad de procesos del activo y/o del proyecto, o en su defecto el líder de ingeniería del proyecto o la iniciativa, deben establecer el propósito de la evaluación, los tomadores de decisiones, las partes interesadas, el momento y la naturaleza de los resultados requeridos (p.ej. si se requiere información cualitativa, semicuantitativa o cuantitativa); con el alcance, profundidad, inclusiones, exclusiones, suposiciones, restricciones y los recursos requeridos.

Al mismo tiempo deben:

- Definir el alcance, la profundidad y el nivel de detalle de la evaluación.
- Definir la modalidad de trabajo[9] (p.ej. presencial, no presencial).
- Delimitar el análisis, lo que implica determinar qué se incluye y excluye.

[7] O aquella que la actualice, complemente o derogue.
[8] El servicio de facilitar ARP puede ser externo a la organización (p.ej. empresa de ingeniería).
[9] Se deben privilegiar las modalidades presenciales. De optarse modalidades no presenciales o híbridas, se deben establecer las condiciones que le permitan al facilitador garantizar la exhaustividad de los análisis.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

- Definirse los tipos de consecuencias que se incluirán en la evaluación.
- Especificar cualquier condición, suposición, restricción o recurso necesario relevante para la actividad de evaluación.

Para fuentes de riesgo existentes, la operación debe suministrar a los responsables de los proyectos, o a los líderes de la iniciativas, la información ARP disponible en la información de la tecnología del proceso, lo cual incluye el inventario de sustancias e instalaciones PPAM.

El líder ARP, o en su defecto el líder del proyecto o la iniciativa, debe asegurar que toda fuente de riesgo esté clasificada como:

- HHP (*High Hazard Process*):
  - La revisión de los Análisis de Riesgos de Proceso (ARP) debe realizarse al menos una vez cada cinco (5) años. Por su parte, las inspecciones basadas en riesgos (RBI) permiten establecer una frecuencia de revisión ajustada al nivel de riesgo identificado, con un límite máximo de diez (10) años.
  - Se deben contemplar la inclusión de análisis complementarios semicuantitativos y cuantitativos, soportando su proceso de toma de decisión con base en los criterios establecidos.
  - Toda instalación clasificada como PPAM, en el marco del Decreto 1347 de 2021, debe ser clasificada como HHP.
  - Todo pozo con alta peligrosidad con base en la metodología definida por el negocio.
- LHO (*Lower Hazard Operations*):
  - El período máximo para la revisión de los ARP es de siete (7) años, con excepción de las inspecciones basadas en riesgos (RBI), las cuales determinan su temporalidad de revisión sin exceden 10 años.
  - Se considera LHO a todo pozo clasificado como de baja peligrosidad, conforme a la metodología definida por el negocio.

Esta guía define dos (2) tipos de ARP:

- ARP básicos:
  - Un análisis de riesgo:
    - Para las fuentes de riesgo en superficie al menos una técnica cualitativa (p.ej. HAZID, SWIFT o HAZOP).
    - Para las fuentes de riesgo en subsuelo el cálculo del índice CIPRIS[10] (GOP-F-264[11]).
  - Un análisis de consecuencias o efectos (HSE-G-022[11]):
    - Para toda fuente que tenga presencia de sustancias peligrosas en superficie.
    - Para todo pozo de alta peligrosidad, bien sea por peligros físico[12] y/o a la salud[13]. Estos análisis específicos de riesgo puede ser:

[10] Los análisis CIPRIS no deben sistematizarse en el Plan Decenal ARP. El guardián de la información documentada CIPRIS es el profesional de integridad de subsuelo.
[11] O aquella que la actualice, complemente o derogue.
[12] Por ejemplo inflamabilidad.
[13] Por ejemplo toxicidad aguda.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

    - Representativo: se refiere a un análisis que representa a un conjunto de pozos, al compartir sus características de peligrosidad, diseño, operación, integridad y condiciones geológicas.
    - Particular: se refiere a un análisis que representa a un pozo de manera particular, dada sus características particulares de peligrosidad, diseño, operación, integridad y condiciones geológicas.
  - Un análisis básico de factores humanos para fuentes de riesgo en superficie (HSE-F-487[14]).
  - Un análisis de seguridad inherente, para proyectos e iniciativas[15] (HSE-G-118[14]).
  - Un análisis de inspección basada en riesgos (RBI), para aquellos activos en superficie que lo requieran (p.ej. líneas, estaciones, unidades de procesos).
- ARP complementarios:
  - Los análisis que se requieren para reducir la incertidumbre de los ARP básicos y soportar la gestión diferenciada de los escenarios de alta consecuencia (p.ej. corbatín, *Interlocks*, LOPA, QRA, entre otros).
  - En proyectos e iniciativas los ARP complementarios serán definidos por los responsables, tomando en cuenta los requisitos de seguridad de procesos, la peligrosidad del sistema y su contexto de operación.
  - Si como consecuencia del índice CIPRIS se requiere la realización de un análisis SWIFT, o aquel análisis de riesgos que determine el equipo de especialistas, este debe ser identificado como análisis complementario hasta que la condición de integridad sea subsanada (GOP-F-264[14]).

El líder ARP, o en su defecto el líder de ingeniería del proyecto o la iniciativa, debe determinar la necesidad de la realización de los análisis complementarios, tomando como base:

- Los requisitos normativos y legislativos vigentes[16].
- Los requisitos de seguridad de procesos establecidos por proyectos (p.ej. lineamientos EDP).
- RAGAGEP.
- El criterio experto de los referentes técnicos del negocio[17].
- Las recomendaciones y las acciones producto de ARP.
- Las acciones producto de auditoría y evaluaciones.
- El análisis histórico de eventos de seguridad de procesos.
- Las lecciones aprendidas.

3.1.b Definición y comprensión del contexto

El facilitador ARP debe asegurar una comprensión del contexto en el que se enmarcará el análisis, lo cual incluye:

- ¿Qué procesos de toma de decisiones pueden soportarse con los resultados del análisis?

[14] O aquella que la sustituye complemente o derogue.
[15] A medida que el proyecto o la iniciativa madura, las listas de verificación DIS deben actualizarse. Las últimas listas asociadas con la guía HSE-G-118 constituyen la información documentada DIS, la cual debe hacer parte del paquete de tecnología de procesos.
[16] La normativa específica del Decreto 2157 de 2017 emitida por las cabezas sectoriales, puede establecer requerimientos específicos de análisis cuantitativos o semicuantitativos (p.ej. Decreto 1347 de 2022, Resolución 1402 de 2018).
[17] Líderes de riesgo, autoridades de riesgo, autoridades de especialidad, etc.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

- ¿Qué tipos de acciones pueden derivarse como producto de los resultados del análisis? (p.ej. operacionales, inversión, comunicación).
- ¿Qué tipo de características y restricciones internas y externas contribuyen al contexto de la operación o la organización? (p.ej. normativas, laborales, operacionales, territoriales).
- ¿Qué tipo de factores ambientales y sociales contribuyen al contexto de la operación o la organización? (p.ej. variabilidad climática, cambio climático, ciberseguridad, eventos con origen natural, entorno territorial).

El contexto propuesto por el facilitador ARP debe ser revisado y aceptado por el líder ARP, o en su defecto el líder de ingeniería del proyecto o la iniciativa. El comprender el panorama general resulta muy importante cuando existe complejidad significativa.

3.1.c Identificación e involucramiento con las partes interesadas

El dueño del riesgo debe asegurar los recursos suficientes y necesarios para la gestión ARP, lo cual incluye:

- La asignación de un líder ARP en los negocios y las áreas operativas (mediante memorando).
- La asignación de un líder ARP, focal o soporte de riesgos para cada proyecto o iniciativa (mediante memorando).
- La asignación de un equipo multidisciplinario para la realización de los ARP con base en la peligrosidad y complejidad de la fuente de riesgo, el proyecto o la iniciativa, con representantes de (mediante memorando):
  - Ingeniería de operaciones.
  - Operaciones y producción.
  - Integridad y mantenimiento.
  - Especialista HS.
  - Especialista ambiental (E).
  - Respuesta a emergencias.
  - Cualquier otra especialidad requerida.
- La vinculación de las partes interesadas para asegurar los procesos de conocimiento del riesgo y reducción del riesgo.

El profesional de integridad de subsuelo debe:

- Calcular el índice CIPRIS de los pozos, independientemente de la etapa del ciclo de vida donde se encuentren (GOP-F-264[18]).
- Comunicar al líder ARP el inventario de pozos y su peligrosidad con base en la metodología definida por el negocio, lo cual incluye los cambios que pueda este tener.
- Identificar al conjunto de pozos que deben tener un análisis representativo de consecuencias o efectos en superficie (con base en la metodología definida por el negocio).
- Identificar a los pozos que deben tener un análisis particular de consecuencias o efectos en superficies.
- Gestionar y mantener la información documentada de CIPRIS (GOP-F-264[18]).

[18] O aquella que la sustituye complemente o derogue.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

- Comunicar al líder ARP los análisis de riesgos complementarios que requiera ser incluidos el Plan Decenal ARP, por una condición de integridad identificada (p.ej. SWIFT).
- Comunicar al líder ARP cuando una condición de integridad de un pozo es subsanada y debe ser retirado el análisis de riesgo complementario del Plan Decenal ARP.

El líder ARP, o líder del proyecto o la iniciativa, debe:

- Asegurar la debida gestión de recursos ARP asignados por el dueño del riesgo.
- Asegurar la competencia de los facilitadores ARP y la selección adecuada de las herramientas computacionales a ser utilizadas por los analistas (Tabla 1).
- Asegurar la participación de las partes interesadas, con el ánimo garantizar:
    - La completitud de la información de contexto.
    - La convocatoria del equipo de análisis multidisciplinario.
    - La designación apropiada del facilitador ARP o el equipo evaluador (p.ej. competencias, certificaciones).
    - Una efectiva comunicación del riesgo a los grupos de interés (internos y externos).
    - Una mayor efectividad en las acciones de tratamiento producto de los ARP.
    - La identificación de brechas de conocimiento del riego.

Tabla 1. Competencias y funciones del facilitador ARP

Competencias	Funciones
• Dominio de la técnica ARP seleccionada para el estudio. • Tener conocimiento y experiencia probada como facilitador de la técnica (p.ej. certificación como líder PHA, certificaciones de conocimiento y competencia de las herramientas computacionales). • Generar un ambiente libre y respetuoso para el intercambio de ideas. • Promover el consenso del equipo. • Mantener el equipo enfocado y concentrado durante el estudio. • Promover un ambiente de confianza y pluralismo durante la realización del estudio. • Dominar la herramienta o herramientas de sistematización y/o cálculo requeridas.	• Revisar el alcance y los límites iniciales del estudio. • Recomendar la técnica más adecuada para el estudio. • Verificar la multidisciplinariedad del equipo asignado, de forma que pueda garantizar la calidad del estudio de acuerdo con las necesidades del alcance. • Establecer hitos y un cronograma de trabajo. • Estipular el temario de cada reunión. • Asignar las funciones a cada uno de los miembros del equipo. • Asegurar los datos e información requeridos. • Mostrar sensibilidad ante los temas "polémicos" que pudieran surgir para poder discutirlos con la línea de mando. • Emitir y comunicar el informe con las recomendaciones de manera oportuna (incluye sus soportes). • Asegurar y reportar las constancias del uso de software licenciado en los anexos del Informe ARP.

El facilitador debe demostrar su experiencia y dominio de la técnica, y los analistas deben asumir su rol desde sus competencias. El líder ARP, o en su defecto el líder del proyecto o la iniciativa, deben conocer la competencia del facilitador y el equipo de analistas (p.ej. mediante certificaciones, experiencia específica o designación por parte del líder de la especialidad).

El líder de especialidad debe designar representantes plenamente competentes y con experiencia en ARP, tomando en cuenta su rol y responsabilidad en la organización. Durante la planeación del análisis, el líder

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

ARP, o en su defecto el líder del proyecto o la iniciativa, en asocio con el facilitador ARP deben evaluar la pertinencia del equipo de especialistas designado y de ser necesarios solicitar cambios o ajustes.

3.1.d Definición de objetivos del ARP

El líder ARP, o en su defecto el líder de ingeniería del proyecto o la iniciativa, deben comunicar al facilitador ARP los objetivos de sistema (fuente de riesgo), con base en la información de tecnología de proceso disponible (HSE-G-049[19]), y al mismo tiempo el objetivo específico de la evaluación.

Para el caso particular de los ARP, los objetivos deben ser:

- Específicos y ajustados a la evaluación.
- Cualitativos, semicuantitativos o cuantitativos.
- Acordes con el nivel de incertidumbre y complejidad del contexto.
- Alineados con la política y objetivos de la organización.
- Ajustados con los recursos disponibles para el análisis (p.ej. tiempo, presupuesto, disponibilidad de especialistas).

3.1.e Identificación de factores humanos, organizacionales y sociales

En la etapa de planeación, el líder ARP, o en su defecto el líder del proyecto o la iniciativa debe tomar en consideración los factores humanos, organizacionales y sociales.

Por otra parte, el facilitador ARP debe conocer y tomar siempre en consideración los factores humanos, organizacionales y sociales. Del desempeño[20] humano dependerá el riesgo residual, y de manera particular la integridad y confiabilidad de las medidas dispuestas:

- Tiempo de respuesta del operador (*allowable response time*) y acción requerida más probable, según aplique (Guía para la Gestión de Sistemas de Alarma de Proceso, HSE-G-138[19]). Los tiempos de respuesta por parte del operador inferiores a 15 min. deben ser analizados, particularmente para aquellos escenarios con niveles de consecuencias graves o severos, así como los sistemas con altos flujos y alta dependencia de las acciones por parte de los operadores.
- Sistemas fáciles de entender, sistemas que facilitan la acción del operador, sistemas donde se limitan las acciones no deseadas por parte del operador o de terceros - evitar trampas para el error (Guía para el Diseño Inherentemente Seguro de Procesos, HSE-G-118[19]).
- Ciberseguridad de los sistemas que prestan un servicio público esencial y se encuentra clasificados como críticos (Guía de Ciberseguridad para Sistemas de Control y Automatización Industrial, SGY-M-004[19]).
- Acciones antropogénicas voluntarias, seguridad física, bien sean internas o externas (Guía para la Gestión de Seguridad Física en Proyectos, GDE-G-012[19]).
- Los aspectos sociales, incluida la posición socioeconómica, la raza, el origen étnico y la cultura, el género, las relaciones sociales y el contexto residencial y comunitario, que pueden afectar el

[19] O aquella que la sustituye complemente o derogue.
[20] Las posibles desviaciones de los comportamientos esperados deben considerarse específicamente al evaluar el riesgo. Las consideraciones sobre el desempeño humano suelen ser complejas y se puede requerir el asesoramiento de expertos para su identificación y análisis.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

riesgo tanto directa como indirectamente (Guía para la Construcción de Diagnósticos Territoriales Regionales, GDE-G-002[21]).
- Entre otros.

En adición a lo anterior, los especialistas que hacen parte del equipo deben identificar y moderar sus sesgos como el pensamiento de grupo y el exceso de confianza (p.ej. en estimaciones o percepciones). La opinión de los especialistas debe basarse en pruebas y datos para evitar o minimizar los sesgos cognitivos.

Los objetivos y valores personales pueden variar y diferir de los de la organización. Cuando se presenten sesgos o desacuerdos, el facilitador en asocio con el equipo de especialistas, debe recurrir a la política y los principios definidos por la organización, los cuales promueven una comprensión común del riesgo a su interior.

3.1.f Criterios de decisión a ser utilizados en la evaluación

El líder ARP, o en su defecto el líder ingeniería, debe comunicar los criterios de evaluación antes de realizarse los análisis, con base en la normativa vigente y los lineamientos corporativos o los establecidos por el negocio[22] (p.ej. HSE-G-161[21], Resolución 0559 de 2022[21]).

3.2 GESTIÓN DE INFORMACIÓN PARA LOS ARP

La gestión de información incluye:
- La recopilación.
- El análisis.
- La selección de las herramientas computacionales de registro o simulación, bien sea por:
  - El uso de herramientas comerciales para el análisis.
  - El desarrollo y aplicación de herramientas propias.

3.2.a Recopilación de datos e información

Durante la planeación del análisis, el líder ARP, o en su defecto el líder de ingeniería o la iniciativa, debe determinar los datos e información necesarios para su realización y su forma de recopilación[23]. En algunas oportunidades, los datos e información requeridos para el análisis son recopilados durante este y por ello el líder ARP, o en su defecto el líder de ingeniería o la iniciativa, debe especificar los mecanismos de consecución y validación (p.ej. talleres, monitoreos)

Una vez culminada la etapa de recopilación, el líder ARP, o en su defecto el líder de ingeniería o la iniciativa, debe asegurar la entrega de la información al facilitador ARP, mediante canales y repositorios

[21] O aquella que la sustituye complemente o derogue.
[22] En ausencia de criterios legislativos o corporativos, y con base en RAGAGEP.
[23] Recopilará, almacenará y canales de información.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

que garanticen la seguridad de la información, con base en su clasificación (según el Manual de Seguridad de la Información[24] - SGY-M-002).

El facilitador ARP debe asegurar que se recopile, se disponga y se analice la información necesaria para la aplicación de la técnica, con la suficiente anticipación a la primera reunión del equipo de trabajo.

Dicha información debe incluir:

- El contexto externo e interno donde se realiza la actividad.
- La información de amenazas exógenas, lo cual incluye naturales, socionaturales y antrópicas.
- La información de peligrosidad e inventarios asociada con las sustancias (*Safety Data Sheet SDS* o Fichas de Datos de Seguridad FDS, o caracterización fisicoquímica y de peligrosidad de las corrientes para productos).
- Los resultados de ARP previos (si existen).
- Estimaciones previas de consecuencias o cálculo de efectos físicos (si están disponible).
- La información de ingeniería y operaciones & mantenimiento disponible (según aplique), la cual puede incluir:
    - Los diagramas de ingeniería disponibles (p.ej. *P&ID*, *PFD*, diagramas de distribución *plot plan).*
    - Las especificaciones de sistemas y hojas de datos de equipos (p.ej. *Data Sheet*).
    - Las especificaciones de los sistemas de seguridad previstos o disponibles. Arquitectura de control y matriz causa efecto – lista de señales.
    - La filosofía de operación y control.
    - Las condiciones previstas de operación.
    - Las condiciones de integridad de los sistemas existentes.
    - Las propiedades fisicoquímicas y de peligrosidad de las sustancias.
    - Los históricos de operación, inspección y mantenimiento.
    - Los controles de cambios realizados.
    - Los manuales de operación y procedimientos disponibles.
    - Análisis de consecuencias y/o *QRA* (si se encuentran disponibles).
    - La información histórica de incidentes de la unidad y unidades similares.
    - Entre otras.
- Y toda aquella que se considere pertinente para el análisis de seguridad de procesos.

3.2.b Análisis de datos e información

El facilitador ARP, en asocio con el líder ARP, líder de ingeniería o la iniciativa, debe asegurar la calidad y completitud de los datos e información necesaria. Durante este proceso deben cotejarse los datos e información recopilados con el desempeño histórico del sistema[25] y el histórico de eventos HSE[26] (incidentes, casi-accidentes).

[24] O aquel que lo actualice, sustituya o derogue.
[25] En lo relacionado a la gestión en seguridad de procesos, lo cual incluye cada uno de sus elementos y subelementos (HSE-G-037).
[26] Los análisis históricos no deben limitarse a la fuente de riesgo para la cual se realizará el ARP. Deben tenerse en cuenta fuentes similares dentro y fuera de la organización.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

Los análisis de datos e información deben contemplar el retorno de experiencias externo, con base en referentes internacionales del sector, la industria, autoridades, asociaciones y/o referentes internacionalmente reconocidos.

3.2.c Selección de las herramientas computacionales de registro y simulación

El líder ARP, o en su defecto el líder ingeniería o la iniciativa, debe asegurar la selección adecuada de las herramientas computacionales de registro, como por ejemplo:

- *Advanced Risk Assessment*[27] *(Stature Risk by Sphera)*: registro de técnicas mediante formularios (p.ej. S*WIFT, HAZID, HAZOP, HAZOP-LOPA, LOPA*).
- *Advanced Risk Assessment (Stature Risk by Sphera)*: registro de corbatines de escenarios de alta consecuencia.
- Otros repositorios de información documentada ARP: plataformas o servicios de alojamiento de información documentada ARP y sus soportes (p.ej. *SharePoint*, *Smartplant, SDx*, entre otros).

El líder del ingeniería o la iniciativa debe asegurar la entrega de los ARP en los repositorio centralizados correspondientes al proyecto. Por otra parte, el líder del proyecto o la iniciativa debe asegurar la entrega de información ARP a operaciones para ser cargados directamente a los repositorios corporativos (siguiendo los lineamientos vigentes).

Los simuladores solo se deben utilizar cuando estén validados y su capacidad predictiva es aceptada por la organización (p.ej. *PHAST*, *SAFETI*). Su capacidad predictiva dependerá de la competencia y experiencia de los analistas y por esto durante el proceso de planeación ARP se deben especificar los requerimientos de experiencia y/o certificación de los prestadores de servicios (p.ej. facilitador ARP, especialistas de la técnica).

El Grupo Ecopetrol reconoce que los modelos proporcionan una buena aproximación, pero pueden tener un nivel de incertidumbre importante. Por lo anterior, el facilitador ARP debe comunicar el nivel de incertidumbre asociado con los resultados durante la realización del análisis, la presentación de resultados y en la información documentada ARP.

De requerirse el desarrollo de modelos y/o simuladores, se debe consultar con las autoridades de riesgo del negocio. Se debe asegurar su correcta documentación con base en los requerimientos legales, normativos y las mejores prácticas disponibles. De igual manera, deben planearse instancias de revisión donde se analice:

- Que el modelo conceptual representa adecuadamente la situación que se está evaluando.
- Que el modelo se está utilizando dentro de los límites contextuales para los que fue diseñado.
- Que los conceptos teóricos subyacentes al modelo y los cálculos asociados se comprenden plenamente.
- Que la selección de parámetros y representaciones matemáticas de los conceptos está plenamente fundada.
- Que la matemática subyacente se entiende plenamente.
- Que los datos de entrada son precisos y fiables, o la naturaleza del modelo tiene en cuenta la incertidumbre de los datos de entrada utilizados.

[27] https://stature.ecopetrol.com.co/stature/control/logout

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

- Que el modelo funciona según lo planeado sin errores internos ni fallas.
- Que el modelo es estable y no demasiado sensible a pequeños cambios en las entradas clave (donde aplique):
    - Se realiza un análisis de sensibilidad del modelo.
    - Se realizan pruebas de estrés del modelo con escenarios particulares, a menudo escenarios extremos.
    - Se comparan los resultados con datos históricos (distintos de aquellos a partir de los cuales se desarrolló).
    - Se comprueba que se obtienen resultados similares cuando el modelo es ejecutado por diferentes personas.
    - Se comprueban sus resultados con el desempeño real.

3.3 SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE ANÁLISIS

En el contexto del riesgo operacional, las técnicas de evaluación se pueden agrupar de la siguiente manera:

- Técnicas para identificar riesgos (3.3.a).
- Técnicas para evaluar la efectividad de las medidas de prevención y mitigación (3.3.b).
- Técnicas para estimar las consecuencias y su probabilidad (3.3.c).
- Técnicas para analizar interacciones y dependencias (3.3.d).
- Técnicas para evaluar la importancia del riesgo (3.3.e).
- Técnicas para seleccionar entre opciones o alternativas (3.3.f).
- Técnicas para registro y presentación de informes (3.3.g).

La cantidad y el tipo de técnica debe tomar en cuenta la importancia de la decisión, las limitaciones de tiempo y recursos, y el costo de oportunidad.

A la hora de seleccionar la técnica se debe considerar:

- El propósito de la evaluación[28].
- Las necesidades de las partes interesadas.
- Los requisitos legales, reglamentarios y contractuales[29].
- El entorno operativo y los escenarios[30].
- La importancia de la decisión (p.ej. las consecuencias si se toma una decisión equivocada).
- Los criterios de decisión definidos y su forma.
- El tiempo disponible antes de que se deba tomar una decisión.
- La información que está disponible o puede obtenerse.
- La complejidad de la situación.
- La experiencia disponible o que se puede obtener.

Las técnicas estructuradas ofrecen análisis más sistemáticos, exhaustivos, repetibles y auditables que las técnicas no estructuradas. Dado lo anterior, los líderes ARP deben preferir la aplicación de técnicas

[28] Por ejemplo: la fase en que se encuentre el proyecto o el activo industrial en su ciclo de vida.
[29] Por ejemplo: realización de análisis cuantitativos ante la presencia de sustancias peligrosas (Resolución 1402 de 2018).
[30] Por ejemplo: amenazas naturales, socio-naturales, operacionales y antrópicas (Ley 1523 de 2012).

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

estructuradas con el ánimo de generar información documentada ARP y demostrar así la debida diligencia.

3.3.a Técnicas para identificar riesgos

Las técnicas de identificación incluyen:

- Técnicas basadas en evidencia, tales como revisiones de literatura y análisis de datos históricos.
- Técnicas empíricas, incluyendo pruebas y modelos para identificar lo que podría suceder bajo circunstancias particulares.
- Técnicas en las que el sistema que se está considerando se divide en partes más pequeñas, sobre las cuales se plantean preguntas hipotéticas (p.ej. *HAZOP, FMEA y SWIFT*).
- Técnicas para fomentar el pensamiento imaginativo sobre las posibilidades del futuro, como el análisis de escenarios.
- Listas de verificación o taxonomías basadas en datos pasados o modelos teóricos.

En el Grupo Ecopetrol, y tomando en cuenta el alcance de esta Guía, las técnicas para la identificación de riesgos incluyen a las consignadas en la Tabla 2.

Tabla 2. Técnicas para la identificación de riesgos

Técnica	Proceso de evaluación del riesgo					Lineamiento o referencia Ecopetrol	Plantilla y repositorio
	Identificación del riesgo	Análisis del riesgo			Evaluación del riesgo		
		Consecuencias	Probabilidad	Nivel de riesgo			
Listas de verificación clasificaciones, taxonomías *(Checklists classifications, taxonomies)*	Muy Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	API RP 14J *(Appendix A)* *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, CCPS*	Sin plantilla[31] Repositorio ARP del área
Análisis de modos y efectos de falla (FMEA) *(Failure modes and effects analysis)*	Muy Aplicada	Muy Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	IEC 60812	Repositorio ARP del área
Análisis de modos y efectos de falla y criticidad (FMECA) *(Failure modes and effects and criticality analysis)*	Muy Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	IEC 60812	Sin plantilla Repositorio ARP del área
Estudios de peligros y operatividad (HAZOP)[32] *(Hazard and operability studies)*	Muy Aplicada	Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	IEC 61882	Plantilla Stature HSE-F-754 Stature Risk
Estudio de control de peligros y operatividad (CHAZOP) *(Control Hazard and operability studies)*	Muy Aplicada	Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	*Hazardous Industry Planning Advisory Paper No 8*	Sin plantilla. Repositorio ARP del área y autoridad control/instrumentación del área

[31] Ejemplos: Lista de Chequeo Factores Humanos (HSE-F-487) y Lista de Chequeo DIS (HSE-F-486)
[32] De contarse con los recursos y conocimiento suficientes, se pueden realizar talleres HAZOP+LOPA (HSE-F-755 y HSE-F-756)

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

Estudio de seguridad y operatividad (SAFOP o E-HAZOP) *(Safety and Operability)*	Muy Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	IEC 61882, *vinculándose con:* *IEC 61508* *IEEE 1584* *IEC 61936-1*	Sin plantilla. Repositorio ARP y autoridad eléctrica del área
Técnica estructurada de qué pasa si (SWIFT) *(Structured what if technique)*	Muy Aplicada	Muy Aplicada	Aplicada	Aplicada	Aplicada	*Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, CCPS*	Plantilla Stature HSE-F-753 Stature Risk
Análisis de identificación de peligros (HAZID) *(Harzard Identification)*	Muy Aplicada	Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	ISO 17776 Anexo F	Plantilla Stature HSE-F-752 Stature Risk

Los análisis HAZOP y los CHAZOP son complementarios. El primero de ellos analiza los peligros asociados con el proceso, mientras que los CHAZOP analizan las desviaciones posibles en los sistema de control que lo rigen. Por otra parte, tenga presente que no es frecuente considerar a un CHAZOP como un método para la evaluación de ciberseguridad.[33].

Los análisis SAFOP.[34], o E-HAZOP, comprende tres (3) estudios complementarios, los cuales son:

- Análisis de seguridad (*Safety Analysis*, SAFAN): El equipo evalúa en detalle las posibles situaciones en las que las personas pueden estar expuestas al peligro.
- Análisis de tareas del operador (*Operator Task Analysis*, OPTAN): Esta etapa de estudio cuestiona sistemáticamente el diseño de ingeniería y operación de un sistema eléctrico para identificar posibles limitaciones y falta de flexibilidad, con sus consecuencias en la operatividad y seguridad de un sistema.
- Seguridad del sistema y operatividad del análisis de planta (*System Security & Operability of Plant Analysis*, SYSOP). Esta parte del estudio analiza la respuesta anticipada de un operador ante una tarea, mediante la evaluación de la capacidad de ese operador, su equipo y las instrucciones, para dar un rendimiento óptimo con un mínimo de error.

Los estudios SAFAN y SYSOP se realizan generalmente en fases tempranas de los proyectos, mientras que el OPTAN se realiza una vez se culmine el SYSOP.

Se recomienda realizar un SAFOP en proyectos que modifiquen la topología de la red de generación, transmisión, distribución de media y alta tensión o para nuevas cargas que sean conectadas al sistema eléctrico cuya demanda exceda 2MVA a tensiones mayores a 600V. La aplicación a otro tipo de instalación debe ser recomendado por el autoridad eléctrica o su equivalente del área de ingeniería del proyecto o confiabilidad dueña o administradora del activo.[35].

[33] CHAZOP: identifica posibles fallas y desviaciones dentro del propio sistema de control, incluidos el hardware, el software y los factores humanos. Evaluación de riesgos de ciberseguridad: identifica amenazas y vulnerabilidades de ciberseguridad que surjan de actores maliciosos. Un CHAZOP identifica algunas vulnerabilidades que podrían ser explotadas por actores maliciosos y no necesariamente reemplaza una evaluación de riesgos de ciberseguridad.

[34] Las corrientes eléctricas son potencialmente peligrosas y de su continuidad dependen clientes y procesos que no pueden dejar de ser desatendidos.

[35] Bajo criterios de cumplimiento RETIE, el cual señala que las instalaciones eléctricas de generación, transmisión y distribución deben ser construidas bajo estándares que garanticen: la seguridad y la confiabilidad para cumplir una función requerida, en unas condiciones y tiempo dado.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

Existe una relación natural entre las técnicas de identificación de riesgos y el ciclo de vida del activo. No todas las técnicas son pertinentes para analizar cualquier etapa del ciclo de vida en la que se encuentre la fuente de riesgo. Dado lo anterior, los líderes ARP deben seleccionar cuidadosamente la técnica más apropiada para cada caso (ver numeral 5.1).

3.3.b Técnicas para evaluar la efectividad de las medidas de prevención y mitigación

Las técnicas de verificación de medidas de tratamiento permiten evaluar, de manera cualitativa, semicuantitativa o cuantitativa, la efectividad de las medidas de prevención o mitigación (Tabla 3):

- Análisis del corbatín (B*ow Tie Análisis*).
- Análisis de capas de protección (*Layers of Protection Analysis* - LOPA).

Tabla 3. Técnicas para evaluar la efectividad de las medidas de prevención y mitigación

Técnica	Proceso de evaluación del riesgo					Lineamiento o referencia Ecopetrol	Plantilla y repositorio
	Identificación del riesgo	Análisis del riesgo			Evaluación del riesgo		
		Consecuencias	Probabilidad	Nivel de riesgo			
Análisis del corbatín *(Bow tie analysis)*	Aplicada	Muy Aplicada	Aplicada	Aplicada	Aplicada	HSE-G-034 [36] *Bow Ties in Risk Management: A Concept Book for Process Safety, CCPS*	HSE-F-140 GESDIRI Stature Risk
Análisis de capas de protección (LOPA) *(Layers of protection analysis)*	Aplicada	Muy Aplicada	Aplicada	Aplicada	No Aplicada	*Layer of Protection Analysis: Simplified Process Risk Assessment, CCPS* IEC 61508 IEC 61511	Plantilla Stature HSE-F-755 HSE-F-756 Stature Risk
Evaluación del riesgo por incendio y explosión (FERA) *(Fire & Explosion Risk Assessment)*	Aplicada	Muy Aplicada	Aplicada	Aplicada	Aplicada	HSE-G-022 [37]	Sin plantilla Repositorio ARP del área

Existe una relación natural entre las técnicas para evaluar la efectividad de las medidas y el ciclo de vida del activo. Dado lo anterior, los líderes ARP deben seleccionar cuidadosamente la técnica más apropiada para cada caso (ver numeral 5.1).

Los líderes ARP, o en su defecto el líder de ingeniería o la iniciativa, debe determinar cuáles de los escenarios de riesgo identificados ameritan una reducción de incertidumbre mediante técnicas semicuantitativas (p.ej. LOPA, ver Ilustración 3).

[36] O aquel que lo actualice, sustituya o derogue.
[37] O aquel que lo actualice, sustituya o derogue.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

CRITERIOS PARA LA REALIZACIÓN DE ANÁLISIS LOPA

(Layer of Protection Analysis o Análisis de las Capas de Protección)

Notas:

1. No todos los escenarios HAZOP valorados con el mayor nivel de consecuencias deben llevarse a LOPA (*Non-LOPA'ables*). Se consideran *Non-LOPA'ables* aquellos escenarios que son producto de amenazas de origen relacionados con intervención humana, tales como control de corrosión, actividades de mantenimiento, etc.
2. Los analistas deben evaluar la posibilidad de recomendar la realización de un análisis LOPA cuando el escenario analizado tenga la potencialidad de generar:
   a. Una o más fatalidades o lesiones graves que pongan en peligro inminente la vida, o
   b. Una afectación ambiental intensa, grave y extendida con la potencialidad de generar alteraciones graves por fuera del sitio a largo plazo, o
   c. Una alteración importante a la comunidad (p.ej. refugios, evacuaciones y/o alteración en el funcionamiento de la sociedad).
   d. Una afectación económica en el nivel máximo de la escala de consecuencias en la matriz de valoración de riesgos HSE.
3. Otras razones para identificar escenarios *LOPA-ables* son:
   a. Escenarios considerados como no creíbles que se han materializado en la unidad o en unidades similares, o
   b. Revisiones de *interlocks* para evaluar si se requiere una función instrumentada de seguridad (SIF) y, de ser así, el tipo de SIF requerido para cumplir con los criterios corporativos de riesgo.
4. Para todos aquellos eventos que involucran *interlocks* de seguridad como líneas de defensa, hay que verificar si su diseño cumple con el nivel de seguridad requerido.
5. Si dentro de los sistemas considerados existe al menos una función instrumentada de seguridad (SIF), es necesario garantizar los niveles de integridad de seguridad (SIL 1, SIL 2 o SIL 3).
6. LOPA es una alternativa para evaluar niveles de integridad de seguridad y por ende evaluar valores de riesgo en la región ALARP (tan bajo como sea razonablemente posible).
7. Asegúrese que los eventos iniciadores y las IPL son verdaderamente independientes.
8. Evalúe el riesgo utilizando los instrumentos corporativos vigentes y tome en cuenta los niveles de autorización requeridos con base en sus resultados.
9. Una vez realizado el LOPA, identifique si se requiere la realización de estudios técnicos complementarios, con el ánimo de reducir la incertidumbre en los análisis. Evalúe la pertinencia del LOPA para eventos de muy alta consecuencia, ya que la tolerancia al riesgo es significativamente menor para estos eventos, por lo que puede ser necesario proceder a técnicas de evaluación de riesgos como QRA o PRA."

Referencias:

- *ANSI/ISA-61511-3-2018 / IEC 61511-3:2016, "Functional Safety – Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector – Part 3: Guidance for the Determination of the Required Safety Integrity Levels (IEC 61511-3:2016, IDT)".*
- *Center for Chemical Process Safety (CCPS) (2001). Layer of Protection Analysis – Simplified Process Risk Assessment, United States of America, AIChE.*
- *Bridges, W. (2009), "Key Issues with Implementing LOPA (Layer of Protection Analysis) – Perspectives from One of the Originators of LOPA" [Conference], 4th Global Congress on Process Safety.*
- *Center for Chemical Process Safety (CCPS) (2018), Guidelines for Initiating and Independent Protection Layers in Layer of Protection Analysis, United States of America, Wiley.*
- *Bertelsmann, A. (2017, September), "One Company's Observations on the Implementation of LOPA", in Process Safety Progress, vol. 36, num. 3, pp. 284-291.*
- *Bridges, W., and Dowell, A. (2015), "More Issues with LOPA - from the Originators" [Conference], 11th Global Congress on Process Safety.*

Ilustración 3. Criterios para la realización de análisis LOPA

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

3.3.c Técnicas para estimar las consecuencias y su probabilidad

Las técnicas descritas en este numeral tienen como objetivo proporcionar una mayor comprensión de las consecuencias y su probabilidad (Tabla 4).

Tabla 4. Técnicas para estimar las consecuencias y su probabilidad

Técnica	Proceso de evaluación del riesgo					Lineamiento o referencia Ecopetrol	Plantilla y repositorio
	Identificación del riesgo	Análisis del riesgo			Evaluación del riesgo		
		Consecuencias	Probabilidad	Nivel de riesgo			
Análisis de consecuencia o efectos (AC) *(Consequence analysis)*	Aplicada	Muy Aplicada	Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	HSE-G-022 [38]	Sin plantilla Repositorio ARP del área
Análisis de árbol de eventos (ETA) *(Event tree analysis)*	No Aplicada	Muy Aplicada	Aplicada	Aplicada	Aplicada	IEC 62502 IEC TR 63039	Sin plantilla Repositorio ARP del área
Análisis de árbol de fallas (FTA) *(Fault tree analysis)*	Aplicada	No Aplicada	Muy Aplicada	Aplicada	Aplicada	IEC 61025 IEC 62740	Sin plantilla Repositorio ARP del área
Análisis cuantitativo del riesgo (QRA) *(Quantitative Risk Analisys)*	No Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	HSE-G-022[32]	Sin plantilla Repositorio ARP del área
Análisis de confiabilidad humana (HRA) *(Human reliability analysis)*	Muy Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	Aplicada	IEC 62508	Sin plantilla Repositorio ARP del área
Análisis bayesiano *(Bayesian analysis)*	No Aplicada	No Aplicada	Muy Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	*GHOSH, J., DELAMPADY, M. and SAMANTA, T. An introduction to Bayesian analysis, New York Springer-Verlag, 2006*	Sin plantilla Repositorio ARP del área
Análisis bayesiano y diagramas de influencia (CCA) *(Bayesian networks and influence diagrams)*	No Aplicada	No Aplicada	Muy Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	*NEIL, Martin and FENTON, Norman. Risk Assessment and Decision Analysis with Bayesian Networks CRC Press, 2012*	Sin plantilla Repositorio ARP del área
Análisis de causa-consecuencia *(Bayesian networks and influence diagrams)*	Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	Aplicada	Aplicada	*ANDREWS J.D, RIDLEY L.M. 2002. Application of the cause-consequence diagram method to static systems*	Sin plantilla Repositorio ARP del área
Análisis de Markov	Aplicada	Aplicada	Muy Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	*IEC 61165*	Sin plantilla

[38] O aquel que lo actualice, sustituya o derogue.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

(Markov analysis)							Repositorio ARP del área
Análisis de Monte Carlo *(Monte Carlo analysis)*	No Aplicada	Aplicada	Aplicada	Aplicada	Muy Aplicada	*ISO/IEC Guide 98-3:2008*	Sin plantilla Repositorio ARP del área

Los analistas deben garantizar que las probabilidades o las frecuencias utilizadas en los procesos de valoración representen el estado de la infraestructura y las condiciones particulares de su entorno.

Los resultados de las técnicas de consecuencias o efectos suelen proporcionar información a otros tipos de análisis, como lo son el *Fire & Explosion Risk Assessment* (p.ej. API RP 2FP, API RP 99).

Por otra parte, un *Plant Layout Methodology* (PLM) es pertinente cuando se requiere la localización de equipos o edificaciones, permanentes o temporales, en las proximidades de sistemas HHP y LHO. Para la ubicación de edificios permanentemente ocupados, provisionales o definitivos, se deben tomar en cuenta las RAGAGEP aplicables (p.ej. API RP 752, API RP 753, API RP 14J, NFPA 2, ISO 19880-1). Otras aproximaciones prescriptivas y por desempeño pueden consultarse en *Barker, G. 2017 (The engineer's guide to plant layout and piping design for the oil and gas industries)*.

Los estudios Natech generalmente conjugan varias técnicas, con la intención de:

- Caracterizar la vulnerabilidad del sistema ante una amenaza natural o socio-natural.
- Caracterizar la pérdida de contención (curvas de fragilidad o vulnerabilidad de equipos).
- Caracterizar los sucesos finales como consecuencia de las pérdidas de contención probables.

Existe una relación natural entre las técnicas para estimar las consecuencias y su probabilidad, y el ciclo de vida del activo. Dado lo anterior, los líderes ARP deben seleccionar cuidadosamente la técnica más apropiada para cada caso (ver numeral 5.1).

3.3.d Técnicas para analizar interacciones y dependencias

Para algunos casos en particular, las interacciones e interdependencias entre eventos y riesgos deben ser analizados. Un ejemplo de ello es cuando una causa puede ocasionar múltiples consecuencias, una consecuencia puede ocurrir por más de una causa y la materialización de escenarios de riesgo puede significar un cambio en la probabilidad o las consecuencias de otros (Tabla 5).

Con base en lo anterior, las técnicas de interacción e interdependencia permiten generar vínculos causales entre los eventos, los riesgos y sus significados, complementando así las aproximaciones de causa-efecto.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

Tabla 5. Técnicas para analizar interacciones y dependencias

Técnica	Proceso de evaluación del riesgo					Lineamiento o referencia Ecopetrol	Plantilla y repositorio
	Identificación del riesgo	Análisis del riesgo			Evaluación del riesgo		
		Consecuencias	Probabilidad	Nivel de riesgo			
Mapa o diagrama causal *(Causal mapping)*	Aplicada	Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	*BRYSON, J. M., ACKERMANN, F., EDEN, C., & FINN, C. Visible thinking unlocking causal mapping for practical business results* *ACKERMANN, F, HOWICK, S, QUIGLEY, J, WALLS, L, HOUGHTON, T. Systemic risk elicitation: Using causal maps to engage stakeholders and build a comprehensive view of risks*	Sin plantilla Repositorio ARP del área
Análisis de impacto cruzado *(Cross impact analysis)*	No Aplicada	No Aplicada	Muy Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	*JOINT RESEARCH CENTRE, EUROPEAN COMMISSION, Cross impact analysis,*	Sin plantilla Repositorio ARP del área

Existe una relación natural entre las técnicas para analizar interacciones y dependencias, y el ciclo de vida del activo. Dado lo anterior, los líderes ARP deben seleccionar cuidadosamente la técnica más apropiada para cada caso (ver numeral 5.1).

3.3.e Técnicas para la evaluación de la importancia del riesgo

Una vez calculado el riesgo, se debe determinar si se requiere un tratamiento adicional del mismo y para ello se utilizan técnicas que permiten evaluar su importancia. La aplicación de algunas de estas técnicas permite determinar si el riesgo es aceptable, tolerable o no tolerable. Otras permiten jerarquizar los riesgos con base en sus riesgos relativos (Tabla 6).

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

Tabla 6. Técnicas para la evaluación de la importancia del riesgo

Técnica	Proceso de evaluación del riesgo					Lineamiento o referencia Ecopetrol	Plantilla y repositorio
	Identificación del riesgo	Análisis del riesgo			Evaluación del riesgo		
		Consecuencias	Probabilidad	Nivel de riesgo			
Tan baja como sea razonablemente posible (ALARP) y hasta donde sea razonablemente posible (SFAIRP) *(ALARP, ALARA and SFAIRP)*	No Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	Muy Aplicada	HSE-G-022[39]	Sin plantilla Repositorio ARP del área
Diagramas de frecuencia/número (F/N) *(Frequency / number (F/N) diagrams)*	No Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	Muy Aplicada	HSE-G-022[39]	Sin plantilla Repositorio ARP del área
Diagrama de Pareto *(Value at risk)*	No Aplicada	Aplicada	Aplicada	Aplicada	Muy Aplicada	Pareto Chart, Excel Easy http://www.exceleasy.com/examples/pareto-chart.html	Sin plantilla Repositorio ARP del área
Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) *(Reliability centred maintenance)*	Aplicada	Aplicada	Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	API RP 691 IEC 60300-3-11	Sin plantilla Repositorio ARP del área
Inspección basada en riesgos (RBI) *(Risk-based inspection)*	Aplicada	Aplicada	Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	API RP 580 API RP 581 API RP 17N	Sin plantilla Repositorio ARP del área
Índices de riesgo *(Risk indices)*	No Aplicada	Aplicada	Aplicada	Aplicada	Muy Aplicada	HSE-G-118[39] RAP-F-083[39] GOP-F-264[39] MACKENZIE Cameron A. Summarizing risk using risk measures and risk indices	Sin plantilla Repositorio ARP del área

En el marco de los *Inherent Safety Assessment* (ISA) o Evaluación de Seguridad Inherente, se pueden aplicar técnicas de índices de riesgo (HSE-G-118[40]).

Para el caso particular de pozos son consideradas técnicas de índice:

- El Análisis de Riesgos de Proceso para Pozos (RAP-F-083[40]) y
- La Condiciones de Integridad de Pozos y Riesgo de Integridad de Subsuelo: Evaluación de Integridad de Pozos (GOP-F-264[40]).

Existe una relación natural entre las técnicas para la evaluación de la importancia del riesgo y el ciclo de vida del activo. Dado lo anterior, los líderes ARP deben seleccionar cuidadosamente la técnica más apropiada para cada caso (ver numeral 5.1).

[39] O aquel que lo actualice, sustituya o derogue.
[40] O aquella que la sustituye complemente o derogue.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

3.3.f Técnicas para seleccionar entre opciones o alternativas

Las técnicas para seleccionar entre opciones o alternativa sopesan sus ventajas y desventajas. El análisis del árbol de decisiones y el análisis de costo/beneficio basan las decisiones en la pérdida o ganancia financiera esperada. El análisis multicriterio permite ponderar diferentes criterios y hacer compensaciones (Tabla 7).

Tabla 7. Técnicas para seleccionar entre opciones o alternativas

Técnica	Proceso de evaluación del riesgo					Lineamiento o referencia Ecopetrol	Plantilla y repositorio
	Identificación del riesgo	Análisis del riesgo			Evaluación del riesgo		
		Consecuencias	Probabilidad	Nivel de riesgo			
Análisis de costo/beneficio *(Cost/benefit analysis)*	No Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	Muy Aplicada	*The Green book, Appraisal and Evaluation in Central Government*	Sin plantilla Repositorio ARP del área
Árboles de decisión *(Decision tree analysis)*	No Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	Aplicada	Aplicada	*KIRKWOOD, CRAIG. Decision Tree Primer*	Sin plantilla Repositorio ARP del área
Análisis multicriterio (MCA) *(Multi-criteria analysis)*	Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	No Aplicada	Muy Aplicada	EN 16271:2012 RABIHAH MHD.SUM, Risk Management Decision Making,	Sin plantilla Repositorio ARP del área

Tome en cuenta que los análisis de costo/beneficio son frecuentemente utilizados para demostrar el cumplimiento ALARP y por ello las técnicas son complementarias.

Existe una relación natural entre las técnicas para seleccionar entre opciones o alternativas y el ciclo de vida del activo. Dado lo anterior, los líderes ARP deben seleccionar cuidadosamente la técnica más apropiada para cada caso (ver numeral 5.1).

3.3.g Técnicas de registro y reporte

Existen múltiples técnicas para el registro y reporte de riesgos, siendo las más usadas:

- La matriz de consecuencia/probabilidad.
- Registros de riesgos (p.ej. hojas de cálculo, bases de datos, inventarios de riesgo).

La selección de la técnica del registro y reporte debe tomar en cuenta la complejidad de la información, los requisitos legales y normativos aplicables (Tabla 8).

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

Tabla 8. Técnica de registro y reporte

Técnica	Proceso de evaluación del riesgo					Lineamiento o referencia Ecopetrol	Plantilla y repositorio
	Identificación del riesgo	Análisis del riesgo			Evaluación del riesgo		
		Consecuencias	Probabilidad	Nivel de riesgo			
Matriz de consecuencia / probabilidad *(Consequence / likelihood matr ix)*	No Aplicada	Aplicada	Aplicada	Muy Aplicada	Aplicada	HSE-G-161 [41]	No aplica
Registros de riesgos *(Risk registers)*	No Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	*Todos los requisitos de registro externos e internos*	No aplica
Curvas Sigmoidales *(S-curves)*	No Aplicada	Aplicada	Aplicada	Muy Aplicada	Muy Aplicada	GARVEY, P., BOOK S.A., COVERT R.P. Probability Methods for Cost Uncertainty Analysis: A Systems Engineering Perspective, Ed 2 Annex E Unravelling the S curve. CRC 2016	Sin plantilla Repositorio ARP del área

Existe una relación natural entre las técnicas para seleccionar entre opciones o alternativa y el ciclo de vida del activo. Dado lo anterior, los líderes ARP deben seleccionar cuidadosamente la técnica más apropiada para cada caso (ver numeral 5.1).

3.4 VERIFICACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS RESULTADOS ARP

Los resultados de los análisis deben ser verificados por el equipo de especialistas y deben ser comunicados al dueño del riesgo (liderados por el facilitador y/o el líder ARP). Esta instancia de revisión y aceptación incluye (según aplique):

- Validar que el alcance del análisis cubre los objetivos propuestos.
- Validar que todos sus supuestos sean explícitos y no comprometen los resultados.
- Validar que se usaron las técnicas, modelos, datos e información más apropiadas:
    - Validar la probabilidad de ocurrencia de las amenazas exógenas (p.ej. naturales, antrópicas).
    - Validar la vulnerabilidad o fragilidad de las fuentes de riesgo ante amenazas exógenas.
    - Validar la exposición de las fuentes de riesgo ante amenazas exógenas.
    - Validar las frecuencias de falla de los eventos iniciadores (p.ej. frecuencias de falla de primeras contenciones).
    - Validar las frecuencias de falla de las capas de protección (p.ej. probabilidad de falla en demanda).
    - Validar las probabilidades de eventos intermedios (p.ej. probabilidad de ignición diferida).

[41] O aquel que lo actualice, sustituya o derogue.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

- Validar las frecuencias de los sucesos finales (p.ej. incendio en superficie de tanques atmosféricos).
- Validar los niveles de exposición de los elementos vulnerables (p.ej. uso del suelo en el territorio).
- Validar las consecuencias producto de los sucesos finales (p.ej. afectaciones intensas, graves y extendidas).

- Validar que se realizaron análisis de sensibilidad y estrés.
- Verificar las relaciones causales y/o sus cálculos.
- Verificar la consistencia de los resultados con análisis previos.
- Verificar los parámetros críticos que influyen de manera importante en los resultados.
- Verificar la atención de comentarios durante el proceso de información documentada ARP (p.ej. control de versiones, controles de cambios, entre otros).

El líder ARP debe asegurar la debida consulta con los especialistas de integridad, operaciones, ambiental, entorno y todos aquellos que se requieran.

El proceso de aceptación debe sistematizarse mediante un estricto control de la información documentada ARP (p.ej. control de versiones del Informe ARP, anexos, presentaciones, memorias de talleres, registro de asistencias).

La última instancia de la etapa de revisión y aceptación es la presentación de resultados ante el dueño del riesgo, mediante sesión convocada por el líder ARP, o en su defecto el líder de ingeniería o la iniciativa. Si el dueño del riesgo realiza solicitudes a los resultados del estudio, el líder ARP, o en su defecto el líder de ingeniería o la iniciativa, debe convocar al equipo de especialistas para analizar los requerimientos[42]. De no aceptarse los resultados por parte del dueño del riesgo, el líder ARP, o en su defecto el líder de ingeniería o la iniciativa, debe convocar para la revisión de los resultados a un nivel superior de autoridad[43] (de ser necesario). El plazo máximo para la aceptación del Informe ARP y sus recomendaciones es de treinta (30) días calendario, contados a partir de la primera sesión de presentación.

3.5 REGISTRO E INFORME DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO Y SUS RESULTADOS

Los entregables ARP constituyen el proceso de conocimiento del riesgo, a la luz de la Ley 1523 de 2012 y demás marco legislativo y normativo para la gestión del riesgo tecnológico en Colombia (análisis específicos del riesgo). Todos los registros e informes ARP son considerados Información de Tecnología del Proceso (HSE-G-049[44]).

El facilitador ARP debe generar la información documentada donde se consignen las suposiciones, las técnicas utilizadas, las instancias de análisis, los resultados de la evaluación, sus recomendaciones y los anexos en que se fundan los estudios. El facilitador debe entregar un Informe ARP con anexos y soportes, dando estricto cumplimiento a los lineamientos establecidos en las guías, procedimientos, instructivos y buenas prácticas. El Informe ARP, representa el consenso de los especialistas del equipo multidisciplinario de especialistas.

[42] Se debe documentar el proceso de revisión solicitado por el dueño del riesgo en el Informe ARP.
[43] Siempre respetando los nivele de autorización requeridos en los criterios corporativos según el nivel de riesgo residual actual o futuro.
[44] O aquella que la sustituye complemente o derogue.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

El contenido mínimo del Informe ARP es:

- Tabla de control de versiones o documental.
- Resumen ejecutivo.
- Estudio de conocimiento:
  - Objetivos.
  - Alcance y metodología.
  - Participantes y designación.
  - Contexto y descripción de la facilidad o la unidad técnica.
  - Modelo y cálculos (si aplica).
- Resultados de los estudios. Lo anterior incluye la declaratoria del nivel de riesgo residual y su evaluación:
  - Escenarios de alta consecuencia (peligros mayores).
  - Resultados generales.
- Consideraciones adicionales.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Anexos técnicos (según aplique).
- Anexo certificaciones de licenciamiento de software (según aplique).
- Anexo de competencias certificadas del facilitador y/o analista.
- Anexo diligenciado "Lista de verificación de calidad ARP" (HSE-F-732[45]).

El Informe ARP debe estar acompañado de información documentada complementaria, que permita la revisión futura de los resultados, la actualización de estos y la auditabilidad de los estudios, como por ejemplo (según aplique):

- Archivos fuente de las simulaciones[46].
- Códigos informáticos utilizados por el estudio[47].
- Cartografías de vulnerabilidad de elementos expuestos, efectos, riesgos, etc.
- Representaciones 2D y 3D de efectos, riesgo, etc.
- Soportes de cálculo de equilibrio fisicoquímico, emisión de material, frecuencias iniciadoras, etc.
- Soportes de cálculo de amenazas exógenas, antrópicas, etc.
- Fichas resumen de vulnerabilidad, efectos o riesgo.
- Entre otros.

3.6 PLAN DE ACCIÓN ARP

Aceptado el Informe ARP, el dueño del riesgo, o en su defecto el líder del proyecto o la iniciativa, debe sistematizar un plan de acción para implementar en forma oportuna las recomendaciones. Para fuentes de riesgo en etapas de operación/mantenimiento o desincorporación, el Plan debe sistematizarse en la Herramienta HSE (Sales*force*).

[45] O aquella que la sustituye complemente o derogue.
[46] En la última versión disponible del software con que cuente el Grupo Ecopetrol al momento de la entrega de los resultados.
[47] Si los estudios requieren desarrollos informáticos para la realización de los estudios realizados.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

Los responsables de proyectos e iniciativas deben sistematizar en la Herramienta HSE (Salesforce) los planes de acción ARP de ingenierías detalladas o paquetes tecnológicos en procesos de adquisición (aquellas pendientes en la revisión del RSPA).

El seguimiento de acciones es responsabilidad del dueño del riesgo y debe realizarse en espacios sistemáticos bajo su liderazgo[48]. Su periodicidad dependerá de:

- El nivel de riesgo residual actual o futuro (priorizando las acciones asociadas con los mayores niveles de riesgo).
- La etapa del ciclo de vida en la cual se encuentra el activo:
  - Incorporación: según temporalidad definida por el proyecto, la iniciativa, su compra o reversión, tomando en cuenta los lineamientos vigentes y el cronograma establecido.
  - Operación/mantenimiento: mensual como máxima.
  - Desincorporación: según temporalidad definida por el proyecto o la iniciativa, tomando en cuenta los lineamientos vigentes y el cronograma establecido.

Los responsables de las acciones deben reportar y documentar las actividades realizadas en la Herramienta HSE o el repositorio centralizado del activo o negocio.

Una acción ARP sistematizada en un Plan de Acción debe tener asignado un único estado:

- Abierta: No se han cumplido las actividades requeridas para el cierre de la acción.
- Cerrada: Se han cumplido las actividades requeridas para el cumplimiento de la acción.
- Vencida: No se han cumplido las actividades requeridas para el cierre de la acción y se ha cumplido el tiempo establecido para el cierre de esta.
- Eliminada: Se ha identificado, mediante estudios posteriores que la acción no es necesaria y se ha surtido un proceso de gestión del cambio.

Los responsables de las acciones pueden solicitar cambios con base en los lineamientos vigentes[49], si se cumple al menos una (1) de las siguientes condiciones:

- La fuente de riesgo ha sido eliminada o sustituida.
- Se ha identificado una alternativa de tratamiento igual o más efectiva que la acción inicial.
- Se ha identificado un error en la sistematización de la acción (p.ej. responsable, fecha de cierre, descripción de la acción).
- Se requiere cambiar el responsable asignado.
- Se requiere un mayor o menor plazo para el cierre de la acción.
- Se ha realizado un nuevo análisis por parte de un equipo multidisciplinario donde se concluye que se cuenta con las suficientes medidas disponibles para asegurar una valoración de riesgo tolerable o aceptable, o se ha identificado un error en un análisis precedente.

Toda solicitud de cambio ARP debe ser tramitada antes de su fecha de vencimiento y mediante el formato HSE-F-524[50].

[48] Comités de gerencias, vicepresidencia, especialidades, proyecto o iniciativas (antiguos subcomités nivel 2 y 3).
[49] HSE-N-003, HSE-P-006, HSE-F-524, entre otros.
[50] O aquella que la sustituye complemente o derogue.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

Por otra parte, un Plan de Acción ARP se puede cerrar cuando todas las acciones asociadas han sido cerradas y documentadas. Si esto no ha ocurrido, el líder ARP, o en su defecto los líder de la iniciativa, debe localizar el análisis en un *parking lot*[51].

3.7 REVISIÓN DE LOS ARP

El riesgo es dinámico y por ello el líder ARP debe asegurar la revisión de los análisis, con base en:

- Los requisitos legislativos establecidos (p.ej. Decreto 1347 de 2021).
- Los tipos de cambio (HSE-N-003[52]).
- La condición subestándar de integridad (HSE-P-015[52]).
- Los cambios en las actividades, el contexto interno y externo[53].
- Las RAGAGEP[54].

La revisión de los ARP incluye:

- Una instancia de revisión donde se convoca a un equipo multidisciplinario de especialistas.
- Una instancia de decisión con base en la revisión del equipo multidisciplinario de especialistas (revalidar, ajustar o actualizar).

El equipo multidisciplinario de revisión debe estar liderado por el líder ARP o un facilitador designado por el líder del riesgo, y debe contar con la participación de los representantes de operaciones, mantenimiento, ingeniería, integridad, HSE y respuesta a emergencias[55] (designación mediante memorando).

Todo ARP debe ser revisado, si se cumple al menos una de las siguientes condiciones:

- Se ha cumplido el período de tiempo máximo desde su realización:
  - Período establecido por requerimiento legal o de licenciamiento.
  - Cinco (5) años para fuentes de riesgo HHP[56](con excepción de los RBI, cuyo período de revisión debe ser definido durante la aplicación de la técnica, sin exceder 10 años).
  - Siete (7) años para fuentes de riesgo LHO[57](con excepción de los RBI, cuyo período de revisión debe ser definido durante la aplicación de la técnica, sin exceder 10 años).
- Se plantean cambios estructurales[58] o no estructurales[59] en las fuentes de riesgo, denominados cambios mayores en MOC (incluye proyectos e iniciativas). El líder ARP y el líder SP deben asegurar que los ARPs de los controles de cambios realizados sobre sistema se han evaluado de manera holística (asegurándose la actualización de la información documentada ARP).
- Se cuenta con un requerimiento producto de autoevaluaciones, evaluaciones o auditorías.
- Ha ocurrido un incidente de seguridad de procesos registrable de Nivel 1, Nivel 2 o HIPO que involucra la fuente de riesgo.

[51] *Parking lot*: Lista de recomendaciones pendientes que resultan en los análisis (https://petrorisk.com/wp-content/uploads/2018/03/Generally-Accepted-HAZOP-Rules.pdf).
[52] O aquella que la sustituye complemente o derogue.
[53] Numeral 1.1.1, 1.1.2 y 1.1.3 del Decreto 2157 de 2017.
[54] Buenas prácticas de ingeniería reconocidas y generalmente aceptadas por sus siglas en inglés.
[55] Sin limitarse a estas especialidades, el equipo debe corresponder con la complejidad del análisis.
[56] Para la clasificación de las fuentes de riesgo consultar los anexos de esta guía.
[57] Para la clasificación de las fuentes de riesgo consultar los anexos de esta guía.
[58] Cambios en la configuración del proceso o sus equipos.
[59] Cambios en las condiciones de operación o sustancias.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

- Se cuenta con nueva información (p.ej. nuevo contexto externo[60] o interno[61]).

Durante la revisión, el equipo multidisciplinario debe fundar su decisión en (HSE-F-732[62]):

- La pertinencia y completitud de los ARP vigentes.
- La completitud del paquete de tecnología.
- La disciplina y rigurosidad en el control de cambios.
- La gestión de las acciones producto de los ARP previos.
- El histórico de incidentes y fallas.
- Las recomendaciones y cierre de acciones producto de auditorías y evaluaciones.
- Los completitud y pertinencia de los procedimientos y prácticas seguras.
- Las condiciones del contexto interno y externo (p.ej. cambios en la vulnerabilidad del entorno).
- La disponibilidad de nuevas técnicas de análisis disponibles.
- Al menos una visita de campo.

Finalizada la revisión, el equipo multidisciplinario tomará la decisión de revalidar, ajustar o actualizar los análisis (Tabla 9). De identificarse una brecha que compromete la seguridad de fuente de riesgo, el equipo multidisciplinario no podrá revalidar el análisis (ARP).

Tabla 9. Decisiones posibles producto de la revisión de los ARP

Decisión	Descripción
Revalidar	El equipo multidisciplinario considera que los análisis están plenamente vigentes y, por lo tanto, no se requieren ajustes o una actualización.
Ajustar	El equipo multidisciplinario considera que los análisis no están plenamente vigentes y, por lo tanto, se requiere convocar a un facilitador y un equipo multidisciplinario para realizar ajustes.
Actualizar	El equipo multidisciplinario considera que los análisis no están vigentes y, por lo tanto, se requiere convocar a un facilitador y un equipo multidisciplinario para actualizar el análisis.

La revisión del ARP debe ser documentado por el equipo multidisciplinario, guiados en el proceso de toma de decisiones por la Ilustración 4.

La decisión producto de la revisión de los ARP debe estar acompañada de la evaluación a la calidad de los análisis (HSE-F-732[62]). La revisión debe ser documentada y sistematizada en el repositorio ARP correspondiente.

[60] Por ejemplo, variabilidad y cambio climático, cambios en la ocupación y uso del territorio en que se desarrolla la actividad.
[61] Por ejemplo, alertas tecnológicas producto de incidentes internos o externos.
[62] O aquella que la sustituye complemente o derogue.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

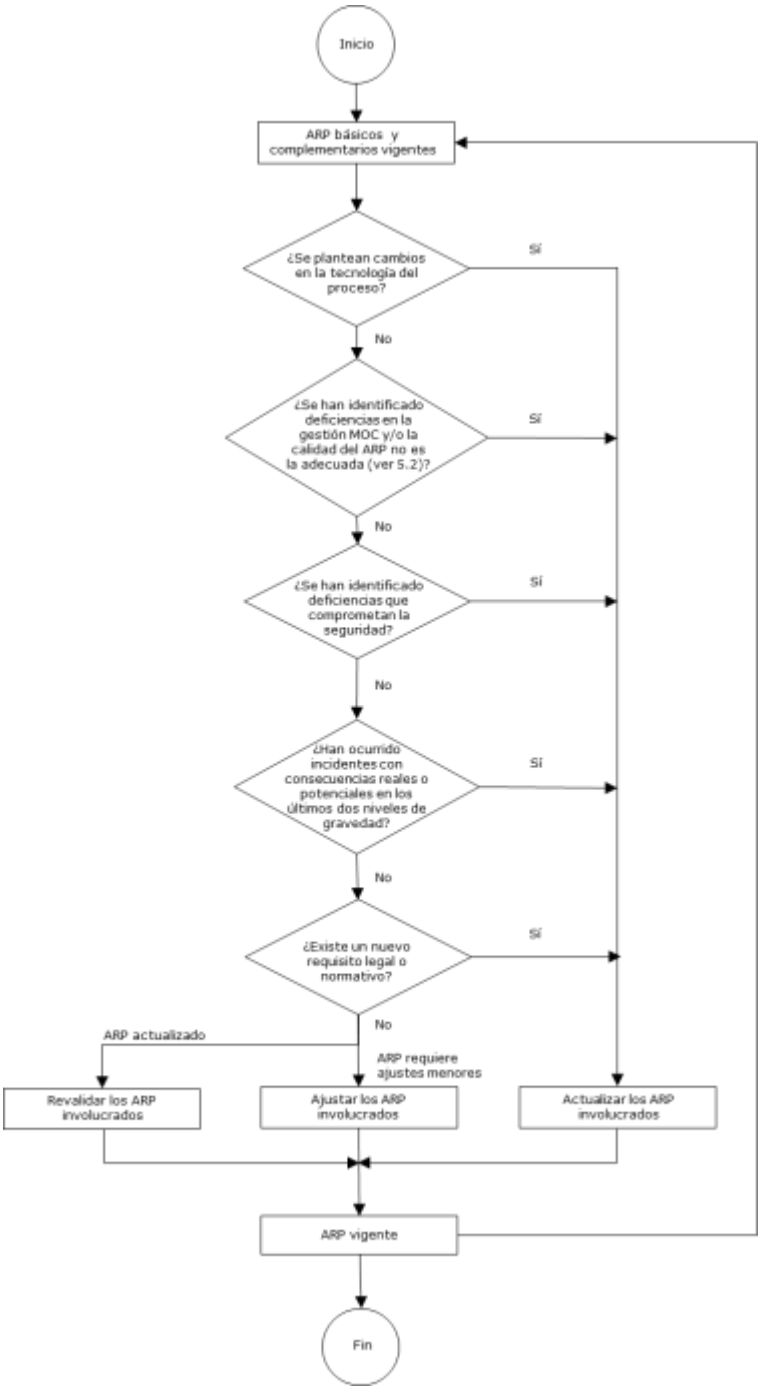

Ilustración 4. Diagrama de revisión ARP

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

3.8 PLAN DECENAL ARP

El Plan Decenal ARP es el instrumento que le permite al dueño del riesgo operacional[63] planear, ejecutar, monitorear y evaluar el proceso del conocimiento del riesgo en un horizonte de planeación a 10 años. Este plan debe incluir la totalidad de las fuentes de riesgo operacional con presencia de sustancias o energías peligrosas[64] (en fase de operación/mantenimiento y desincorporación). Con base en lo anterior, el dueño del riesgo debe garantizar los recursos suficientes y necesarios para que el líder ARP: planee, ejecute y monitoree el plan. El seguimiento al Plan Decenal ARP es responsabilidad del dueño del riesgo y debe realizarse en espacios sistemáticos bajo su liderazgo[65] al menos dos (2) veces al año.

A partir de 2026, todos ARP que se realicen por primera vez, se actualicen, se ajusten o se revaliden y que formen parte del Plan Decenal ARP deberán codificarse de la siguiente manera.

Código	ARP	/	Vicepresidencia (acrónimo máximo tres (3) caracteres)	/	Gerencia (acrónimo máximo tres (3) caracteres)	/	Departamento (acrónimo máximo tres (3) caracteres)	/	Unidad o sistema (acrónimo máximo cuatreo (4) caracteres)	/	Fecha de realización ARP (dd/mm/aaaa)	/	Técnica utilizada y descripción abreviada (corta y precisa)
Ejemplo	ARP	/	Vicepresidencia de Refinación y Procesos Industriales	/	Gerencia General Refinería Cartagena	/	Departamento de Craqueo Catalítico y Alquilación	/	U-044	/	28/11/2025	/	HAZOP General
	ARP	-	VRP	-	GRC	-	CRA	-	U-044	-	28/11/2025	-	HAZOP General

El código asignado a un ARP debe ser usado como identificador único en informes y reportes.

3.9 REQUISITOS GENERALES Y MATRIZ RASCI

La duración de cada encuentro dependerá de la complejidad del análisis a realizar. En caso de requerirse sesiones de trabajo de equipos multidisciplinarios, no deben superar las seis (6) horas, y de ser posible no deben programarse sesiones por más de tres (3) días consecutivos. Las reuniones largas o muy frecuentes afectan la calidad y objetividad del análisis.

Si la técnica seleccionada valora el riesgo, resulta imperativo que el equipo estime o calcule el riesgo inherente y el valor de riesgo residual, bien sea actual[66] y/o futuro[67]. Las recomendaciones deben ser de naturaleza conceptual; no deben indicarse cambios detallados al diseño o procedimientos nuevos, ya que estos deben ser realizados por los equipos de ingeniería o de proyectos responsables.

El equipo debe generar alternativas para lograr el menor valor de riesgo razonable, analizando recomendaciones para la reducción de los riesgos que en primera instancia muestren un nivel H o VH,

[63] Vicepresidente, gerentes y/o jefes de departamentos.
[64] Incluye activos en subsuelo, superficie, costa afuera, servicios industriales y *off-sites*.
[65] Comités de gerencia, vicepresidencia, especialidades, proyecto o iniciativas (antiguos subcomités nivel 2 y 3).
[66] Tomando en cuenta las medidas de prevención y mitigación existentes y disponibles.
[67] Tomando en cuenta las medidas de prevención y mitigación previstas una vez finalizadas las acciones.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

hasta obtener valores de riesgo residual tolerables o aceptables (aplicando el principio ALARP para los escenarios que así lo ameriten).

Se pueden realizar ARPs de manera presencial o virtual. Es responsabilidad del facilitador ARP evaluar si la modalidad seleccionada garantiza la calidad del análisis. Si el facilitador ARP o cualquier miembro del equipo multidisciplinario considera que la modalidad seleccionada compromete la calidad de los análisis, se debe suspender la realización de este y evaluar alternativas para asegurar la calidad de los análisis.

Durante la incorporación de activos, el responsable, el líder del proyecto o la iniciativa, debe establecer los requisitos ARP con base en las características de las fuentes de riesgo, las RAGAGEP y sus contextos (operacional, interno y externo[68]).

En el caso de proyectos o iniciativas que se enmarquen en sitios existentes (*brownfield projects*), el líder del proyecto o la iniciativa debe solicitar al representante del área la información ARP existente y solicitar contacto permanente con el líder ARP responsable del sitio. Si el área no cuenta con la información ARP requerida, el líder del proyecto o la iniciativa debe acordar con el dueño del riesgo el alcance de los requisitos ARP a ser entregados. El dueño del riesgo es el responsable de asegurar que el riesgo global y específico de los activos bajo su responsabilidad es conocido, gestionado y comunicado.

En la Tabla 10, se presenta la matriz RASCI asociada con la gestión de ARP.

Tabla 10. Matriz RASCI ARP operaciones

Responsables / Actividades generales	Superior del dueño del riesgo	Dueño del riesgo	Líder ARP[69]	Profesional de integridad de subsuelo	Líder SP	Especialistas del equipo ARP	Facilitador ARP	Responsable de entorno	Responsable jurídico	Responsable de comunicaciones	Líder de talento organizacional
Designar los líderes ARP y el soporte SP del proyecto o iniciativa	A	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asegurar el proceso de conocimiento del riesgo tecnológico de todas las fuentes bajo su responsabilidad (específico y global)	A	R	S	S	S	S	-	S	I	-	-
Asegurara la asignación de recursos suficientes y necesarios para el conocimiento del riesgo tecnológico y el cumplimiento del Plan Decenal ARP	A	R	S	S	-	-	-	-	-	-	-
Suministrar al líder ARP la información de peligrosidad y riesgo de los pozos (descriptores: HHP, LHO, análisis representativo o particular de consecuencias y si tiene análisis complementario con anomalía de integridad)	-	A	C	R	I	S	-	-	-	-	-
Verificar los requisitos ARP e identificar los análisis básicos y complementarios de cada fuente de riesgo.[70]	-	A	R	C	I	-	-	S	I	-	-
Verificar las competencias del facilitador ARP y los especialistas	-	I	R	R	S	-	-	S	-	-	-
Designar el facilitador ARP y los equipos de especialistas	-	R	S	S	S	I	I	I	-	-	-

[68] En asocio con el focal de riesgos o el soporte de seguridad de procesos asignado por el dueño del proceso o el flujo de trabajo.
[69] Para el caso particular de los CHAZOP y los SAFOP, el líder ARP debe coordinar la gestión de los estudios con los responsables de las especialidad de control/instrumentación y eléctrica, respectivamente.
[70] Incluye el reporte y registro en la herramienta corporativa de seguimiento del Plan Decenal ARP.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

Responsables / Actividades generales	Superior del dueño del riesgo	Dueño del riesgo	Líder ARP[69]	Profesional de integridad de subsuelo	Líder SP	Especialistas del equipo ARP	Facilitador ARP	Responsable de entorno	Responsable jurídico	Responsable de comunicaciones	Líder de talento organizacional
Realizar los ARP en completitud, calidad y con base en los requisitos establecidos (fuentes de riesgo nuevas y existentes)	-	A	I	I	I	S	R	C	-	-	-
Asegurar la información documentada del ARP en calidad	-	-	A	A	I	S	R	S	S	-	-
Asegurar la revisión y aceptación de los ARP	-	A	R	R	C	S	S	S	-	-	-
Comunicar los resultados de los ARP	A	R	S	S	S	S	S	S	I	S	-
Diseñar y sistematizar el Plan de Acción ARP	-	A	R	S	I	-	-	-	-	-	-
Asegurar el cumplimiento de los Planes de Acción ARP del área bajo su responsabilidad	A	R	S	S	I	-	-	-	-	-	-
Actualizar y monitorear el Plan Decenal ARP	-	A	R	S	I	-	-	-	-	-	-
Asegurar la disponibilidad de la información de tecnología de procesos relacionada con ARP, vigente e histórica	-	R	S	S	S	-	-	-	I	-	-
Evaluar al menos una (1) vez al año la gestión ARP del área y promover su mejora continua	-	A	R	R	I	-	-	-	-	-	-
Asegurar las competencias ARP en los equipos de trabajo	A	R	S	S	S	-	-	-	-	-	S

A	(A) Quien acepta el accountability por la decisión frente a la organización (sólo uno por actividad))
R	(R) Responsable de asegurar el cumplimiento
C	(C) Individuo/área que debe proveer input o ser parte del proceso de decisión (consultado)
S	(S) Quien contribuye para la adecuada identificación, desarrollo y ejecución de una actividad (soporte)
I	(I) Individuo/área informada del resultado de la actividad oportunamente

A continuación se presenta la RASCI para proyectos o iniciativas (Tabla 11).

Tabla 11. Matriz RASCI ARP proyectos e iniciativas

Responsables / Actividades generales	Dueño del proyecto o la iniciativa	Líder del proyecto	Líder de ingeniería	Líder SP o de soporte SP (calidad)	Especialistas designados	Facilitador o analista ARP	Representante de operaciones	Representante de entorno	Responsable jurídico	Líder de talento organizacional
Designar el líder ARP o el soporte SP del proyecto o iniciativa	-	A	R	S	-	-	-	-	-	-
Asegurar el proceso de conocimiento del riesgo tecnológico de todas las fuentes bajo su responsabilidad (específico y global)	A	R	S	S	S	-	S	C	I	-
Asegurara la asignación de recursos suficientes y necesarios para el conocimiento del riesgo tecnológico y el cumplimiento del Plan Decenal ARP	I	A	R	S	S	-	C	-	-	-
Establecer los requisitos ARP e identificar los análisis básicos y complementarios de cada fuente de riesgo.[71]	A	R	S	S	S	-	-	-	-	-
Verificar las competencias del facilitador ARP y los especialistas	-	I	I	R	-	-	-	-	-	-

[71] Incluye el reporte y registro en la información en la información de tecnología del proceso, a ser entregada a quien incorpore el activo.

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

Actividades generales \ Responsables	Dueño del proyecto o la iniciativa	Líder del proyecto	Líder de ingeniería	Líder SP o de soporte SP (calidad)	Especialistas designados	Facilitador o analista ARP	Representante de operaciones	Representante de entorno	Responsable jurídico	Líder de talento organizacional
Designar el facilitador ARP y los equipos de especialistas	A	R	S	I	I	I	-	-	-	-
Realizar los ARP en completitud, calidad y con base en los requisitos establecidos (fuentes de riesgo nuevas y existentes)	-	-	A	I	S	R	S	S	-	-
Asegurar la información documentada del ARP en calidad	-	-	-	A	S	R	S	S	-	-
Asegurar la revisión y aceptación de los ARP de fuentes nuevas	-	A	R	S	S	S	S	S	S	-
Comunicar los resultados de los APR	A	R	S	S	S	S	S	S	I	-
Diseñar y sistematizar el Plan de Acción ARP de fuentes nuevas	-	R	S	S	-	S	S	-	-	-
Monitorear y asegurar el cumplimiento de los Planes de Acción ARP del área bajo su responsabilidad	A	R	S	S	-	-	S	S	-	-
Asegurar la disponibilidad de la información de tecnología de procesos relacionada con ARP, vigente e histórica	-	A	R	S	S	I	S	S	-	-
Evaluar al menos una (1) vez al año la gestión ARP del área y promover su mejora continua (líder ARP EDP/WDP)	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-
Asegurar las competencias ARP en los equipos de trabajo	A	R	S	-	-	-	-	-	-	S

A	(A) Quien acepta el accountability por la decisión frente a la organización (sólo uno por actividad))
R	(R) Responsable de asegurar el cumplimiento
C	(C) Individuo/área que debe proveer input o ser parte del proceso de decisión (consultado)
S	(S) Quien contribuye para la adecuada identificación, desarrollo y ejecución de una actividad (soporte)
I	(I) Individuo/área informada del resultado de la actividad oportunamente

4. CONTINGENCIAS

Todo ARP vigente a la emisión de este lineamiento permanecerá vigente hasta que se cumpla alguna de las causales para su revisión. El formato HSE-F-732 debe ser diligenciado para todo ARP elaborado o revisados seis (6) meses después de la publicación de la versión 3 de esta guía (período de transición entre el anexo 5.2. de la versión 2 y la publicación del formato HSE-F-732).

5. ANEXOS

- HSE-G-050 – Anexo 1 - Descripción y uso de las técnicas para el análisis de riesgos de proceso
- HSE-G-050 – Anexo 2 - Índice de peligrosidad de unidades o sistemas (HHP o LHO)

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

RELACIÓN DE VERSIONES

Documento Anterior			
Versión	**Fecha** **dd/mm/aaaa**	**Código y Título del Documento**	**Cambios**
0	23 de agosto de 2011	ECP-VST-O-PRO-GT-001	Si incluyo el tema de revalidación de los ARP, los factores de reducción de riesgos, se incluyó Análisis de factores humanos, Ubicación de instalaciones, Evaluación de SIS
1	23/12/2019	HSE-G-050	Se reestructura la Guía. Se incluyen técnicas adicionales. Se incluye la posibilidad de revalidación, con base en la calidad de los ARP.
2	20/02/2024	HSE-G-050	• Ajuste integral con base en ISO 31010:2019. • Inclusión de técnicas para la estimación de incertidumbre y evaluación de riesgos en el marco de transición energética. • Inclusión de criterios LOPA. • Actuación legislativa y normativa 2020-2023. • Ajuste de roles y responsabilidad. Actualización normativa.
3	21/03/2025	HSE-G-050	• Ajuste a la nueva estructura (Vicepresidencia VTT y HSE). • Inclusión del método CHAZOP (*Control Hazard and Operability Studies*). • Inclusión del método Evaluación del riesgo por incendio y explosión (FERA). • Inclusión del método SAFOP (*Safety and Operability Studies*) y sus estudios. • Se incluye requisito de análisis: "*Los tiempos de respuesta por parte del operador inferiores a 15 min. deben ser analizados, particularmente para aquellos escenarios con niveles de consecuencias graves o severas, así como los sistemas con altos flujos y alta dependencia de las acciones por parte de los operadores.*" (numeral 3.1.e.). • Inclusión de nuevos lineamientos para el diagnóstico territorial (Guía para la construcción de Diagnósticos Territoriales Regionales, GDE-G-002). Se publica el formato "Lista de verificación de calidad ARP" (HSE-F-732).
Documento Nuevo			
Versión	**Fecha** **dd/mm/aaaa**	**Cambios**	
4	28/11/2025	• Inclusión del profesional de integridad de subsuelo. "*Profesional de integridad de subsuelo: persona que tiene entre sus responsabilidades los procesos de conocimiento y reducción del riesgo en activos de subsuelo (pozos)*". • Interrelación del profesional de integridad de subsuelo con el líder ARP. • Inclusión de CIPRIS como PHA básico para pozos, a ser sistematizado y custodiado por integridad de subsuelo. • Inclusión de requisitos AC para pozos con base en su peligrosidad (análisis representativos o particulares). • Inclusión de las plantillas HAZID (HSE-F-752), SWIFT (HSE-F-753) , HAZOP (HSE-F-754) y HAZOP-LOPA (HSE-F-755 y HSE-F-756), replica en formularios StatureRisk.	

Para mayor información dirigirse a:
Autor(es):

	Guía de Análisis de Riesgos de Procesos (ARP)		
	Sistema de Gestión HSE Gerencia de Seguridad Industrial y de Procesos		
	CÓDIGO **HSE-G-050**	**Elaborado** **28/11/2025**	**Versión: 4**

Carmen Amparo Valencia, Diana Pico, Luz Adriana Garzón, Silvia Catalina Jaimes, Javier Alexander Acosta, René Fernando Cuestas, Oscar David Infante, Mauricio Cusguen, Ronald Lora, Juan Carlos Castro, María Isabel Montoya, Fabio Ocampo, Ramón Rey, Diego Orduz y Felipe Muñoz Giraldo (Mesa Técnica de Riesgos SP).
Teléfono: NA **Buzón**: depseguridadprocesos19@ecopetrol.com.co
Dependencia: Gerencia de Seguridad Industrial y de Procesos – Grupo Ecopetrol

Revisado electrónicamente por:	Aprobado electrónicamente por:
ROSA PATRICIA ROMERO BAYONA **Líder C Seguridad de Procesos y Emergencias** **Cédula de Ciudadanía No. 63.344.237**	**JUAN DAVID RODRÍGUEZ NIETO** **Gerente Seguridad Industrial y de Procesos** **Cédula de Ciudadanía No. 92.538.589**

Documento firmado electrónicamente, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 2364 de 2012, por medio del cual se reglamenta el artículo 7 de la Ley 527 de 1999, sobre la firma electrónica y se dictan otras disposiciones.
Para verificar el cumplimiento de este mecanismo, el sistema genera un reporte electrónico que evidencia la trazabilidad de las acciones de revisión y aprobación por los responsables. Si requiere verificar esta información, solicite dicho reporte a Service Desk.