



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAR,
EVALUAR Y VALORAR RIESGOS AMBIENTALES DURANTE
LA CONSTRUCCIÓN DE ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS MEDIANTE SISTEMA PIPE JACKING**

Pablo Enrique Diaz Bernal

**Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Especialización en Gestión Ambiental
|Medellín Antioquia
2020**



Propuesta metodológica para identificar, evaluar y valorar riesgos ambientales durante la construcción de acueductos y alcantarillados mediante Sistema Pipe Jacking

Pablo Enrique Diaz Bernal

Monografía presentada como requisito parcial para optar al título de **Especialista en Gestión Ambiental**

Asesor(a):

Faber Esteban Gil Acosta

Ingeniero Sanitario

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Especialización en Gestión Ambiental

Medellín Antioquia

2020

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Planteamiento del problema.....	3
1.2.	Objetivos.....	4
1.2.1.	Objetivo General	4
1.2.2.	Objetivos Específicos.....	4
2.	MARCO TEORICO	5
2.1.	Fundamentación conceptual.....	5
2.2.	Hincado de tubería por método pipe jacking	6
2.2.1.	Experiencias e Implementación	7
2.3.	Gestión del riesgo	9
2.4.	Gestión del riesgo ambiental.....	11
2.5.	Proceso para la gestión del riesgo	12
2.6.	Marco legal y normativo.....	14
3.	METODOLOGÍA.....	17
4.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	19
4.1.	Identificar los riesgos potenciales en el proyecto	19
4.2.	Análisis de los riesgos.....	20
4.2.1.	Definir las condiciones de operación que podrían aumentar la probabilidad de ocurrencia y el impacto de los riesgos identificados	21
4.2.1.1.	Riesgos Operativos.....	21
4.2.1.2.	Riesgos tecnológicos	25
4.2.1.1.	Riesgos naturales	27
4.2.2.	Calificación de la probabilidad y el impacto en función del riesgo	30

4.2.2.1.	Evaluación de la probabilidad	31
4.2.2.2.	Evaluación del impacto	32
4.2.3.	Cálculo del nivel de los riesgos.....	34
4.3.	Evaluación de los riesgos.....	34
4.4.	Tratamiento de los riesgos	36
4.5.	Monitoreo del riesgo.....	37
5.	CONCLUSIONES.....	39
6.	REFERENCIAS.....	41
7.	Anexos	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Componentes del Sistema Pipe Jacking	6
Figura 2. Proceso para Gestión del Riesgo	13
Figura 3. Metodología de trabajo.....	18

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Principales obras en Colombia con tecnología Pipe Jacking.....	8
Tabla 2 Normas Técnicas Colombianas y otras.....	14
Tabla 3. Normatividad general gestión ambiental	15
Tabla 4. Tipos de riesgo genéricos	20
Tabla 5. Condiciones a evaluar para el riesgo de afectación a la calidad del aire	21
Tabla 6. Condiciones a evaluar para el riesgo de afectación a la calidad del agua	22
Tabla 7. Condiciones a evaluar para el riesgo de afectación a la calidad del suelo.....	22
Tabla 8. Condiciones a evaluar para el riesgo de contaminación visual	23
Tabla 9. Condiciones a evaluar para el riesgo de afectación a la salud humana (por alimentos). 24	
Tabla 10. Condiciones a evaluar para el riesgo de afectación del patrimonio material y cultural 24	
Tabla 11. Condiciones a evaluar para el riesgo de explosiones.....	25
Tabla 12. Condiciones a evaluar para el riesgo de incendios	25
Tabla 13. Condiciones a evaluar para el riesgo de fugas	26
Tabla 14. Condiciones a evaluar para el riesgo de derrames	27
Tabla 15. Condiciones a evaluar para el riesgo de sismo	27
Tabla 16. Condiciones a evaluar para el riesgo de vendaval	28
Tabla 17. Condiciones a evaluar para el riesgo de derrumbe	28
Tabla 18. Condiciones a evaluar para el riesgo biológico	29
Tabla 19. Condiciones a evaluar para el riesgo de caída de árboles.....	29
Tabla 20. Condiciones a evaluar para el riesgo de inundación.....	30
Tabla 21. Niveles de probabilidad	31
Tabla 22. Niveles de impacto.....	33
Tabla 23. Criterios empleados para calificar el impacto derivado de la concreción del riesgo	33
Tabla 24. Interpretación del riesgo	34
Tabla 25. Calificación de controles	35
Tabla 26. Calificación para el riesgo residual.....	35

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Procesos Guía para la Identificación de Riesgos.....	43
Anexo B.. Procesos Guía para el Análisis de Riesgos	44
Anexo C. Procesos Guía para la Evaluación de Riesgos	45
Anexo D. Procesos Guía para el Tratamiento de Riesgos	46
Anexo E. Matriz propuesta para la Gestión de Riesgos Ambientales	47

GLOSARIO

Riesgo Ambiental: Se define como la probabilidad de ocurrencia que un peligro afecte directa o indirectamente al ambiente y a su biodiversidad, en un lugar y tiempo determinado, el cual puede ser de origen natural o antropogénico. (MINAM, 2010). También se precisa como la posibilidad de que suceda un evento con consecuencias ambientales de una gravedad determinada. El riesgo ambiental se refiere al impacto ambiental final y no al incidente que lo causa (ICONTEC, 2009)

Probabilidad: En la terminología de gestión del riesgo, la palabra “probabilidad” se utiliza para indicar la posibilidad de que algo suceda, esté definida, medida o determinada objetiva o subjetivamente, cualitativa o cuantitativamente, y descrita utilizando términos generales o matemáticos (como una probabilidad matemática o una frecuencia en un periodo de tiempo determinado (ICONTEC, 2011)

Frecuencia: Tasa de ocurrencia de un evento, expresada en la cantidad de tales ocurrencias en un tiempo determinado. Esta medida también puede expresar otras medidas de ocurrencia de un evento en una unidad determinada como es el caso de unidades por millón, individuos de una población, entre otros (ICONTEC, 2009)

Exposición: Condición de desventaja en la que se encuentra un sujeto, objeto o sistema debido a la ubicación, posición o localización y que lo hace susceptible al riesgo (ICONTEC, 2009).

Contaminación: Son fenómenos físicos, o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que solos, o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire, agua o suelo como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de éstas. (DECRETO 1076, 2015)

Área de influencia: Área en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios. Debido a que las áreas de los impactos pueden variar dependiendo del componente que se analice, el área de influencia podrá corresponder a varios polígonos distintos que se entrecrucen entre sí. (DECRETO 1076, 2015)

Impacto ambiental: Cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad. (DECRETO 1076, 2015)

Pipe Jacking: Pipe Jacking o hincado de tubería, es una técnica para instalar tuberías subterráneas, conductos y alcantarillas. Potentes gatos hidráulicos se utilizan para empujar tuberías especialmente diseñadas a través del suelo detrás de un escudo al mismo tiempo que se realiza la excavación dentro del escudo. El método proporciona una tubería flexible, estructural, estanca y terminada a medida que se excava el túnel. (PJA, 2020)

Amenaza: Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales (UNGRD, 2019)

Desastre: Es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad, que exige del Estado y del sistema nacional ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción (UNGRD, 2019)

Emergencia: Situación caracterizada por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de funcionamiento u operación de una comunidad, causada por un evento adverso o por la inminencia del mismo, que obliga a una reacción inmediata y que requiere la respuesta de las instituciones del Estado, los medios de comunicación y de la comunidad en general. (UNGRD, 2019)

Mitigación del riesgo: Medidas de intervención prescriptiva o correctiva dirigidas a reducir o disminuir los daños y pérdidas que se puedan presentar a través de reglamentos de seguridad y proyectos de inversión pública o privada cuyo objetivo es reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad existente. (UNGRD, 2019)

Prevención de riesgo: Medidas y acciones de intervención restrictiva o prospectiva dispuestas con anticipación con el fin de evitar que se genere riesgo. Puede enfocarse a evitar o neutralizar la amenaza o la exposición y la vulnerabilidad ante la misma en forma definitiva para impedir que se genere nuevo riesgo. (UNGRD, 2019)

Matriz de Riesgos: Es una herramienta de gestión que permite determinar objetivamente cuáles son los riesgos relevantes que enfrenta una organización. (ICONTEC, 2010)

RESUMEN

El riesgo ambiental se define como la posibilidad de que suceda un evento con consecuencias ambientales de una gravedad determinada. (ICONTEC, 2009). Este tipo de riesgo es causado por la interacción entre las actividades humanas y los ecosistemas, por lo tanto, hace referencia al impacto ambiental final y no al incidente que lo causa. En esta monografía se presenta una propuesta metodológica para identificar, evaluar y valorar riesgos ambientales durante la construcción de acueductos y alcantarillados mediante sistema Pipe Jacking, en función de los impactos ambientales significativos más comunes generados en este tipo de obras. La misma permite definir el riesgo en función de las características de los espacios físicos, reduciendo la subjetividad e incertidumbre de las evaluaciones basadas en antecedentes para determinar la probabilidad y escalas cualitativas para determinar el grado de significancia de los posibles impactos. Para desarrollar el proceso metodológico se tomó como referencia los lineamientos del numeral 2 de la Guía Técnica Colombiana GTC 104, 2009, complementado con lo dispuesto en el numeral 5 de la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO-31000, 2011

La metodología propone 26 riesgos ambientales genéricos y plantea una lista de chequeo para verificar y evaluar las condiciones de operación que podrían incidir sobre la probabilidad de ocurrencia del riesgo y/o su impacto en caso de concretarse. Para ilustrar la aplicación de esta propuesta metodológica se presenta una matriz con información de riesgos típicos ambientales más comunes que a juicio y experiencia del autor se pueden presentar durante la construcción de acueductos y alcantarillados mediante sistema Pipe Jacking, la cual permite concluir que la asociación entre los riesgos ambientales y las condiciones de operación, puede ser un enfoque efectivo para mejorar estas evaluaciones en contextos complejos.

Palabras claves: riesgo ambiental; metodología, impacto ambiental; Pipe Jacking, probabilidad, impacto.

ABSTRACT

The environmental risk is defined as the possibility of the occurrence of an item with environmental consequences of a certain level of severity. (ICONTEC, 2009). This type of risk is caused by the interaction between human activities and ecosystems; therefore, it refers to the final environmental impact and not to the incident that causes it. In this monograph, a methodological proposal is presented to identify, evaluate and value environmental risks during the construction of aqueducts and sewers using the Pipe Jacking system, as a function of the most common significant environmental impacts generated in this type of work. It allows the risk to be defined according to the characteristics of the physical spaces, reducing the subjectivity and uncertainty of evaluations based on antecedents to determine the probability and qualitative scales to determine the degree of significance of the possible impacts. To develop the methodological process, the reference guidelines of numeral 2 of the Colombian Technical Guide GTC 104, 2009 were taken, complemented with the dispositions of numeral 5 of the Colombian Technical Standard NTC-ISO-31000, 2011

The methodology proposes 24 generic environmental risks and proposes a checklist to verify and evaluate the operating conditions that could influence about the probability of occurrence of the risk and/or its impact in case it concretizes. To illustrate the application of this methodological proposal, a matrix is presented with information on the most common typical environmental risks that, in the author's judgement and experience, can be presented during the construction of aqueducts and sewers using the Pipe Jacking system, which allows us to conclude that the association between environmental risks and operating conditions can be an effective focus for improving these evaluations in complex contexts.

Keywords: environmental risk; methodology, environmental impact; Pipe Jacking, probability, impact

1. INTRODUCCIÓN

El análisis de riesgos es una perspectiva de reciente acepción en relación con las implicaciones de la gestión de desastres. Esta propone que la gestión debe estar basada en el reconocimiento de las condiciones que propician la materialización de los desastres más allá del diseño de una logística de atención o la descripción de la magnitud, la intensidad o la duración de estos. Así, los procesos de planeación comprenden la necesidad de prever los desastres a través de la evaluación del riesgo, y no se limitan a resarcir los daños causados por la naturaleza, como si la acción humana fuera ajena a estos procesos. Por lo tanto, se entiende que una sociedad, entidad u organización, no estaría en un proceso verídico de desarrollo si no considera la disminución de los niveles de riesgo como una de sus prioridades, lo que implica conocer las posibles amenazas a las que podría estar sometida y la disminución progresiva de la vulnerabilidad ante esos eventos (Lavell, 2015, pág. 16). Por otra parte, El riesgo ambiental se define como la posibilidad de que suceda un evento con consecuencias ambientales de una gravedad determinada. (ICONTEC, 2009). Este tipo de riesgo es causado por la interacción entre las actividades humanas y los ecosistemas, por lo tanto, hace referencia al impacto ambiental final y no al incidente que lo causa, como por ejemplo el deterioro de los recursos, pérdidas o perjuicios ecosistémicos, sociales, económicos, psicológicos, entre otros.

En los últimos años, la Evaluación de Riesgo Ambiental se ha convertido en una herramienta muy útil para desarrollar programas de protección como apoyo para la toma de decisiones en el manejo del ambiente, ayuda a identificar los valores ambientales de interés, los riesgos más importantes y los vacíos de información, por lo que es una herramienta útil para decidir qué clase de investigación debe ser desarrollada a futuro y en qué deben ser invertidos los recursos limitados disponibles.

Desde un marco normativo, la evaluación de riesgos ambientales ha propendido por ser un proceso sistemático y estructurado que permite combinar diferentes procedimientos y evaluaciones técnicas, para facilitar la toma de decisiones relacionadas con el ambiente. A través de normas y guías como ISO 31000 (ICONTEC, 2011), GTC 104 (ICONTEC, 2009) e ISO

14001 (ICONTEC, 2015), se ha construido un marco técnico y legal que facilita la identificación y evaluación del riesgo. Sin embargo, las particularidades del contexto en el cual se desarrolla este tipo de análisis obligan a establecer nuevos procedimientos, que incluyan las especificaciones de las organizaciones y/o proyectos en las cuales se van a desarrollar. No obstante, cuando se presentan espacios con una amplia variabilidad y heterogeneidad de condiciones, se constituyen entornos complejos sobre los cuales es preciso definir estrategias que permitan priorizar acciones para prevenir, mitigar o corregir la multiplicidad de factores de riesgo ambiental, tal es el caso de los proyectos de acueducto y alcantarillado que se caracterizan por la variedad de procesos que se desarrollan al converger en ellos diferentes actividades por lo que se generan amenazas y condiciones de vulnerabilidad distintas.

En el desarrollo de los proyectos de acueducto y alcantarillado con entornos complejos, es decir con un impacto urbano significativo; las entidades contratantes, han optado por elegir tecnologías sin zanja, entre ellas, la más utilizada es el Pipe Jacking o Hincado de tubería, por mi experiencia de más de 10 años en este sector, considero que una de las debilidades de la gestión del riesgo es el uso de metodologías que no analizan integralmente los riesgos potenciales. Igualmente se pueden presentar resultados subjetivos como consecuencia de la falta de organización en la metodología empleada y la ausencia de parámetros que permitan evaluar efectivamente los riesgos. Tomando en consideración este problema, se presenta en este documento una propuesta metodológica enfocada en la evaluación de riesgos ambientales, que busca reducir la subjetividad de la evaluación, facilitar el análisis de riesgos en escenarios complejos e incluir el contexto de la organización a través del análisis de las condiciones de operación, con el fin de abarcar la mayor cantidad de elementos que pueden ser considerados como factores de riesgo. Para ello, se presentan los fundamentos conceptuales de la propuesta metodológica, el procedimiento para su aplicación, la definición de un conjunto de riesgos ambientales genéricos para facilitar su identificación, una muestra de condiciones de operación a evaluar, y los resultados de una aplicación de la metodología en el contexto de la construcción de acueductos y alcantarillados mediante sistema Pipe Jacking.

1.1. Planteamiento del problema

En el desarrollo de los proyectos de acueducto y alcantarillado con entornos complejos, es decir con un impacto urbano significativo; las entidades contratantes, han optado por elegir tecnologías sin zanja, entre ellas, la más utilizada es el Pipe Jacking o Hincado de tubería. Estas tecnologías son a menudo más efectivas que las tecnologías de excavación con zanja (Yepes, 2014), sin embargo, generan efectos negativos como la alteración a la movilidad peatonal y vehicular, la afectación al suelo por subducción y/o abducción, la afectación al mobiliario urbano y edificaciones por vibraciones; en situaciones anormales o de emergencia pueden afectar al suelo y el agua por disposición de sustancias o residuos peligrosos, ocasionando pérdidas económicas así como , afectación a la comunidad y al medio ambiente. Por mi experiencia laboral de más de 10 años como profesional ambiental, en la construcción de proyectos de acueductos y alcantarillados con metodología Pipe Jacking y una vez revisada la bibliografía referente, he encontrado que no existe normatividad actual y específica que permita analizar integralmente los riesgos potenciales que se puedan presentar en este tipo de proyectos.

Actualmente, en Colombia no existe normatividad específica para la Gestión del Riesgo Ambiental, a nivel de normas técnicas existe la Guía Técnica Colombiana GTC 104(ICONTEC, 2009), Principios y procesos para la Gestión del Riesgo Ambiental; en tal sentido, se evidencia la falta de una metodología actual y precisa que permita identificar, evaluar y valorar los riesgos potenciales, por la ausencia de parámetros concretos que analicen integralmente el contexto de los proyectos de acueductos y alcantarillados con metodología Pipe Jacking.

Por lo anterior, se identifica la necesidad de proponer una alternativa que permita analizar integralmente los riesgos potenciales, por esta razón, la pregunta que nos planteamos es ¿Cuál sería la metodología más apropiada para identificar, evaluar y valorar riesgos ambientales durante la construcción de acueductos y alcantarillados mediante sistema Pipe Jacking?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Formular una propuesta metodológica para identificar, evaluar y valorar los riesgos ambientales durante la construcción de acueductos y alcantarillados mediante sistema Pipe Jacking.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Definir criterios para identificar los riesgos ambientales potenciales que se puedan generar en este tipo de proyectos.
- Identificar las condiciones de operación asociadas a los diferentes riesgos en los espacios físicos del proyecto.
- Establecer los niveles de probabilidad e impacto en función del riesgo.
- Definir criterios para la evaluación, tratamiento y monitoreo de los riesgos ambientales

2. MARCO TEORICO

2.1. Fundamentación conceptual

El concepto de riesgo ha evolucionado históricamente, debido a la relación que se ha establecido con el concepto de amenaza y vulnerabilidad, términos que permiten conocer con mayor claridad la verdadera naturaleza del riesgo. Actualmente se considera como una amenaza todo lo que represente un peligro latente, es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante un periodo de tiempo en un sitio determinado. Por su parte, la vulnerabilidad hace referencia a la susceptibilidad de sufrir algún daño o perjuicio. Se puede afirmar que la amenaza y la vulnerabilidad tiene una relación estrecha, pues son factores que se condicionan mutuamente (UNGRD, 2019).

Anteriormente el término riesgo se utilizó para hacer referencia a lo que conocemos como una amenaza, pero se debe resaltar que son conceptos diferentes. El riesgo representa la posibilidad de ocurrencia de una afectación debido a un suceso particular, en función de la amenaza y vulnerabilidad de un sistema (UNGRD, 2019). La posibilidad de ocurrencia es entendida como una descripción general de la probabilidad o la frecuencia de un evento de riesgo, la primera se basa en comportamientos históricos¹ y la segunda en la tasa de ocurrencia (ICONTEC, 2009). Una característica importante de los riesgos ambientales es que su concreción se da bajo condiciones de incertidumbre, es decir que existen deficiencias de información en relación con la comprensión y el conocimiento de un evento, así como sus consecuencias y probabilidad de ocurrencia (ICONTEC, 2015)

Cuando se materializan los riesgos, se generan afectaciones que pueden desencadenar en procesos de contaminación al modificarse las concentraciones de ciertas sustancias, sobre un elemento receptor que puede perder sus condiciones naturales de equilibrio (ICONTEC, 2009), afectando a los sujetos inmersos o que interactúan en ese medio. Sin embargo, se debe considerar que existen condiciones que implican una mayor predisposición al riesgo ambiental, debido a

que los sujetos expuestos presentan diferentes grados de vulnerabilidad por causa de su ubicación, posición o localización (Zuñiga, 2018). Todo esto genera un marco de comprensión sobre los requerimientos que implica el análisis y gestión de riesgos ambientales en el que se circunscribe la propuesta que se describe en el capítulo 4 del presente documento.

2.2. Hincado de tubería por metodo pipe jacking

Como Pipe Jacking o hincado de tubería se conoce a la técnica a través de la cual se instala una tubería detrás de otra con ayuda de una maquina de microtunelación hidráulico que ejerce presión, el cual va insertando en el terreno los conductos en la longitud requerida por tramos. Suelen instalarse o renovarse tuberías con un rango entre \varnothing 350 y 3.000 mm de diámetro y las tuberías son especialmente diseñadas para soportar las altas presiones a las que son sometidas (ISST, 2019). El material que queda dentro de la tubería instalada es removido mecánica o manualmente., tal como se muestra en la siguiente ilustracion.

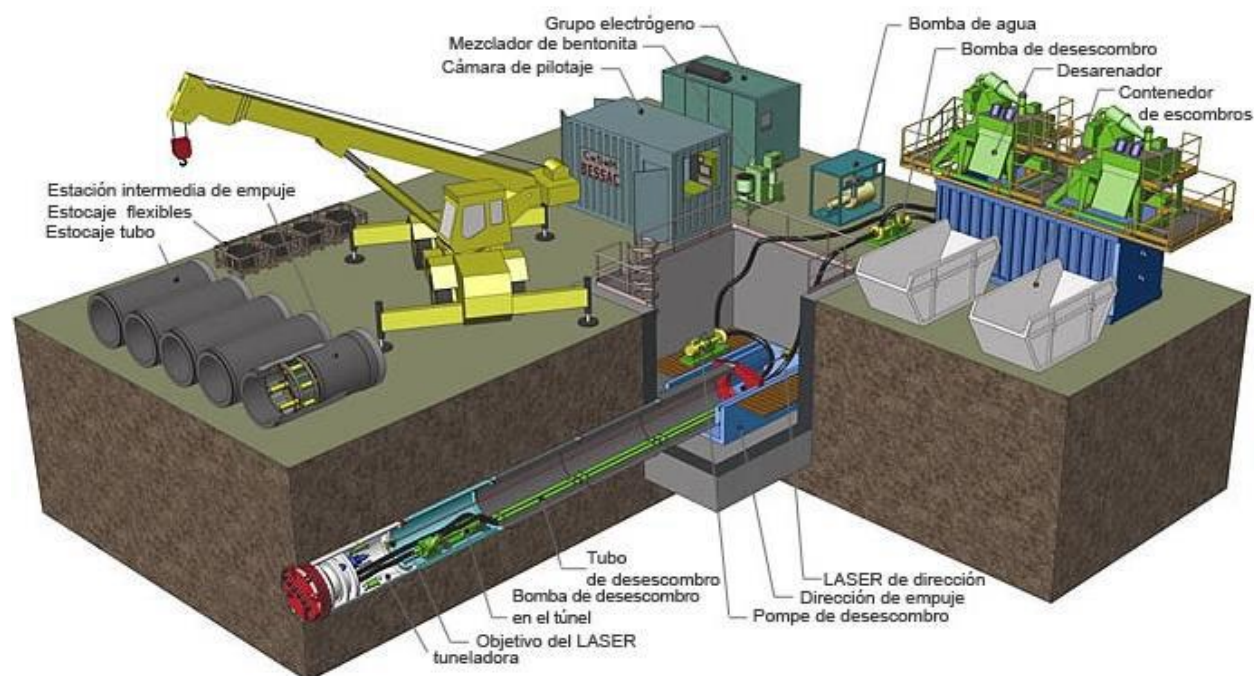


Figura 1. Componentes del Sistema Pipe Jacking, Muestra todos los componentes de este sistema incluida la máquina de microtunelación hidráulico, (MTS, 2020)

2.2.1. Experiencias e Implementación

A nivel mundial se pudo establecer, de acuerdo con la revisión bibliográfica, que el tema de la renovación y rehabilitación sin zanja de tuberías en sistemas de alcantarillado comenzó en el año 1963 en Japón, a partir de aquí, se ha venido utilizando en todo el mundo, aunque los desarrollos más representativos de la tecnología se han dado en los países orientales. A partir del año 1963, se han llevado a cabo investigaciones en torno al tema de excavación sin zanja y se han creado organizaciones a nivel mundial que promulgan su implementación, teniendo en cuenta los beneficios ambientales y económicos que lleva consigo. (Yepes, 2014). Tan solo en la década de los 80` se implementó esta técnica en los Estados Unidos; en Latinoamérica hizo su aparición en la década de los 90.

El avance más significativo implementado en esta técnica es el cambio de material de concreto reforzado por GRP por su sigla en inglés ((Glass Reinforced Plastic es decir plástico reforzado con vidrio), consiguiendo con esto no sólo un rendimiento más alto en la instalación de un tramo, si no una disminución de costos al no requerir de equipos robustos para la manipulación de la tubería, como se hace usualmente al emplear tuberías en concreto. (Hernandes, 2018)

En Colombia se implementó esta técnica a finales de la década de los 90`, principalmente en zonas densamente pobladas donde la interrupción de las actividades cotidianas de la población no es factible; la ejecución de los proyectos más representativos se ha llevado a cabo en la capital de la república y en municipios aledaños (Sanhez, 2011, pág. 39), como se presenta a continuación:

- En el año 2006 se inició en la localidad de Fontibón en Bogotá D.C. la instalación y renovación de 5.000 metros lineales de redes; diámetros entre 1.500 y 2.400 mm, que hacen parte del sistema de alcantarillado del sector.
- En el año 2007 inició en la ciudad de Bogotá la construcción del interceptor Tunjuelo bajo con una longitud aproximada de 8.500 m.; diámetros entre 2.500 y 2.700 mm.

- En el año 2008 en la localidad de Bosa inició la construcción del colector Piamonte, de 2.000 m de longitud y dimensiones variables de 2.0 m de altura x 2.5 m de base y 2.0 m de altura x 3.0 m de base. (Sanchez, 2011).

En el año 2009 se creó en Colombia el Instituto Colombiano de Tecnologías de Infraestructura Subterránea ICTIS, que a pesar de llevar poco tiempo en el mercado cuenta hoy en día con el apoyo de la industria privada y su crecimiento está en auge, teniendo en cuenta no sólo el rápido avance tecnológico de nuevas metodologías de implementación de excavación sin zanja a nivel mundial, sino también el hecho de que los costos disminuyen cada vez más y por que las adecuaciones o mejoras hechas a estas metodologías, garantizan que la ejecución de un proyecto dado sea exitoso. En la siguiente tabla se muestran algunas de las obras desarrolladas en las ciudades de Bogotá, Cali y Medellín con tecnologías Pipe Jacking, suministrada por las empresas Bessac-Andina y Contelac S.A.S, líderes en Colombia en la ejecución de este tipo de proyectos.

Tabla 1.
Principales obras en Colombia con tecnología Pipe Jacking

CIUDAD	UBICACIÓN	METODOLOGÍA	AÑO	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m)
Bogotá	Interceptor Río Tunjuelo Bajo	Pipe Jacking-sistema hidráulico de retiro de escombros	2009	1600	592
Bogotá	Interceptor Río Tunjuelo Bajo	Pipe Jacking-EPB-	2009	600	1616
Bogotá	Ampliación Autopista Norte, Colector Aguas Lluvias	Pipe Jacking-EPB con tornillo y vagón de retiro de escombros	2009	1600	846
Bogotá	Troncal Transmilenio Calle 26, Colector Expreso sur de aguas lluvias	Pipe Jacking-EPB-	2010	1600	871
Bogotá	Alcantarillado Calle 187	Pipe Jacking-sistema hidráulico de retiro de escombros	2010	1200	946
Cali	Troncal Agua blanca, Colector drenaje	Pipe Jacking-sistema hidráulico de retiro de escombros	2010	600	491
Bogotá	Interceptor Canal Río Fucha	Pipe Jacking-sistema hidráulico de retiro de escombros	2010	600	528.4
Bogotá	Avenida Calle 26, manijas de Aguas Lluvias	Pipe Jacking-Sistema desplazamiento de suelos	2010	600	126

CIUDAD	UBICACIÓN	METODOLOGÍA	AÑO	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m)
Chía	Cruce vial: Chía- San Ignacio, tubería Alcantarillado	Máquina de perforación con tornillo	2011	600	27
Bogotá	Interceptor Canoas	Pipe Jacking-sistema hidráulico de retiro de escombros	2012	1400	82
Cali	Cruce intersección Cra 39 Calle 25	Pipe Jacking-sistema hidráulico de retiro de escombros	2013	1200 y 600	98
Soacha	Saneamiento rio Soacha	Pipe Jacking-sistema hidráulico de retiro de escombros	2014	1600	2000
Medellín	Centro Parrilla	Pipe Jacking-sistema Slurry	2018	1600	2300

Fuente: Elaboracion Propia

Nota: Informacion suministrada por las empresas Bessac-Andina y Contelac S.A.S, 2020

Desde hace varias décadas, empresas de servicios publicos como: la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogota, EAAB ESP, Empresas Publicas de Medellin EPM ESP y Empresas Municipales de Cali, EMCALI ESP, han venido desarrollando gran parte de sus proyectos de renovación o rehabilitación de ductos de alcantarillado a zanja abierta, pero la situación ha tenido cambios importantes teniendo en cuenta la intervención de las instituciones educativas y el empeño de empresas privadas como Contelac SAS, Bessac-Andina, Ingeniería & Contratos S.A.S, Yamid Sabad SAS, entre otras, que a traves de consorcios con empresas internacionales lideres en tecnologia sin Zanja han adquirido la experiencia, permitiendo el desarrollo de este tipo de proyectos en nuestro pais.

Asi mismo, hoy en día los materiales y equipos son más asequibles, como también, a nivel nacional se han ajustado los procedimientos a las condiciones locales favoreciendo la futura implementacion de dichas tecnologías (Hernandes, 2018)

2.3. Gestion del riesgo

De acuerdo a la Ley 1523 de 2012, la Gestión del riesgo Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del

riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible. (UNGRD, 2019, pág. 18)

Así, la gestión del riesgo es responsabilidad de todas las autoridades a través de la implementación de los procesos de la gestión del riesgo y de los habitantes del territorio colombiano al actuar con precaución, solidaridad y autoprotección así como con el acatamiento de lo dispuesto por las jurisdicciones.

En este sentido (Martínez, 2018), citando a (UNGRD, 2017), indica que para la identificación de riesgos potenciales se deben tener en cuenta los riesgos operativos, tecnológicos y naturales a los que se encuentran expuestas las organizaciones o los proyectos, así mismo, el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Colombia, reglamentado por la Ley de 1523 de 2012, con última actualización al 31 de diciembre de 2019, describe que Los riesgos Operativos están asociados a eventos que pueden afectar negativamente al ambiente y que suceden debido a la ejecución de actividades misionales de la institución. Entre estos se incluyen, por ejemplo, la afectación a la calidad del agua, el aire, el suelo, la contaminación visual, etc. Los riesgos tecnológicos son aquellos eventos generados por el uso y acceso a la tecnología, originados tanto por eventos antrópicos, naturales, socio-naturales, como aquellos propios de la operación, entre estos se encuentran las fugas, derrames, incendios y explosiones. Los Riesgos Naturales son sucesos que amenazan vidas, bienes materiales y otros activos, y tienden a ocurrir repetidamente en las mismas zonas geográficas al estar relacionados con las pautas climatológicas como granizadas, sequías, incendios, desbordamiento de ríos, lagos o glaciares, o las condiciones físicas como terremotos, fenómenos de subsidencia del terreno, erupciones volcánicas de un área.

2.4. Gestión del riesgo ambiental

El riesgo ambiental se define como la probabilidad de ocurrencia de un efecto directo o indirecto al medio ambiente y es asociado a accidentes empresariales o catástrofes naturales, lo cual, nos dice que estos pueden ser evaluados o prevenidos, como parte de la prevención y atención de desastres (Lavell, 2015, pág. 15), Las acciones integradas de reducción del riesgo ambiental deben identificar, analizar y evaluar las actividades de prevención, mitigación y preparación para enfrentar el riesgo. Especialmente los fenómenos naturales peligrosos, que en la actualidad son el centro de atención de la gestión del riesgo ambiental.

Para desarrollar la discusión del enfoque actual del riesgo ambiental, es importante conocer el concepto de la Guía Técnica Colombiana GTC 104 (2009) la cual indica que el riesgo ambiental se origina en la relación entre los seres humanos, sus actividades y el ambiente. La gestión del riesgo ecológico, que trata sobre los riesgos asociados con las actividades humanas pasadas, presentes y futuras sobre la flora, la fauna y los ecosistemas, es un subconjunto de la gestión del riesgo ambiental. Los riesgos ambientales se pueden agrupar en dos categorías riesgo para el ambiente y riesgo para una organización debido a temas relacionados con el ambiente (ICONTEC, 2009, pág. 9).

En el marco de la Política de la Gestión Ambiental Urbana de Colombia, adoptada por el documento CONPES 2808 de 2008, la Gestión del Riesgo Ambiental en las áreas urbanas consiste en identificar, prevenir y mitigar amenazas y vulnerabilidades a través de la gestión integral del riesgo. Desde las funciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la problemática ambiental se relaciona con los riesgos de origen natural y antrópico los cuales se sintetizan en:

- Desarrollo de asentamientos humanos en zonas de alto riesgo y amenaza.
- Aumento de la vulnerabilidad por factores inducidos como degradación del paisaje, pérdida de vegetación, deterioro de cuencas, aumento de erosión y sedimentación y cambio climático.

- Desarrollo de actividades productivas y de servicios en zonas pobladas, que generan alto riesgo de origen antrópico.
- Ocupación de suelos de protección con asentamientos formales e informales, suburbanización.
- Baja capacidad y preparación de la mayoría de las administraciones municipales para realizar una efectiva labor de prevención y atención de desastres

Por lo anterior, y en mi concepto se puede inferir que existen muchos factores que crean posibilidades de vulnerabilidad, en términos de riesgo ambiental en los centros urbanos, así mismo y conforme a mi experiencia evidencio que en los estudios de impacto ambiental (EIA) de los proyectos de acueducto y alcantarillado, se realiza una identificación de los impactos por obra como ruido, polvo, ocupación de espacios públicos, emisiones, vertimientos, desechos y cambios paisajísticos, todo en el marco de la normativa vigente. El riesgo que se trata se concentra en toda posibilidad que afecte la ejecución del proyecto y no como este puede generar de riesgos ambientales derivados en el futuro con principal incidencia en el sector donde se ubica.

2.5. Proceso para la gestión del riesgo

Todas las entidades públicas o privadas y demás organizaciones en general, se enfrentan a factores de riesgo internos como: Modelo de operación, cumplimiento de planes y programas, sistemas de información, procesos y procedimientos, recursos humanos y recurso económico o externos como: Social, cultural, económico, tecnológico, político, legal y ambiental, los cuales generan incertidumbre en el efectivo cumplimiento de sus objetivos misionales. Las normas ISO 31000:2011 y la GTC 104: 2009, al igual que otras normas nacionales y diferentes manuales de gestión o administración del riesgo, buscan gestionar dichos riesgos mediante un proceso común para la identificación, análisis y posterior evaluación de los mismos, los cuales son debidamente tratados con el fin de asegurar su seguimiento y control, garantizando el adecuado funcionamiento de las actividades de la organización. En la norma ISO 31000:2011, se resume el proceso para la gestión de riesgos, tal como se muestra en la siguiente ilustración.

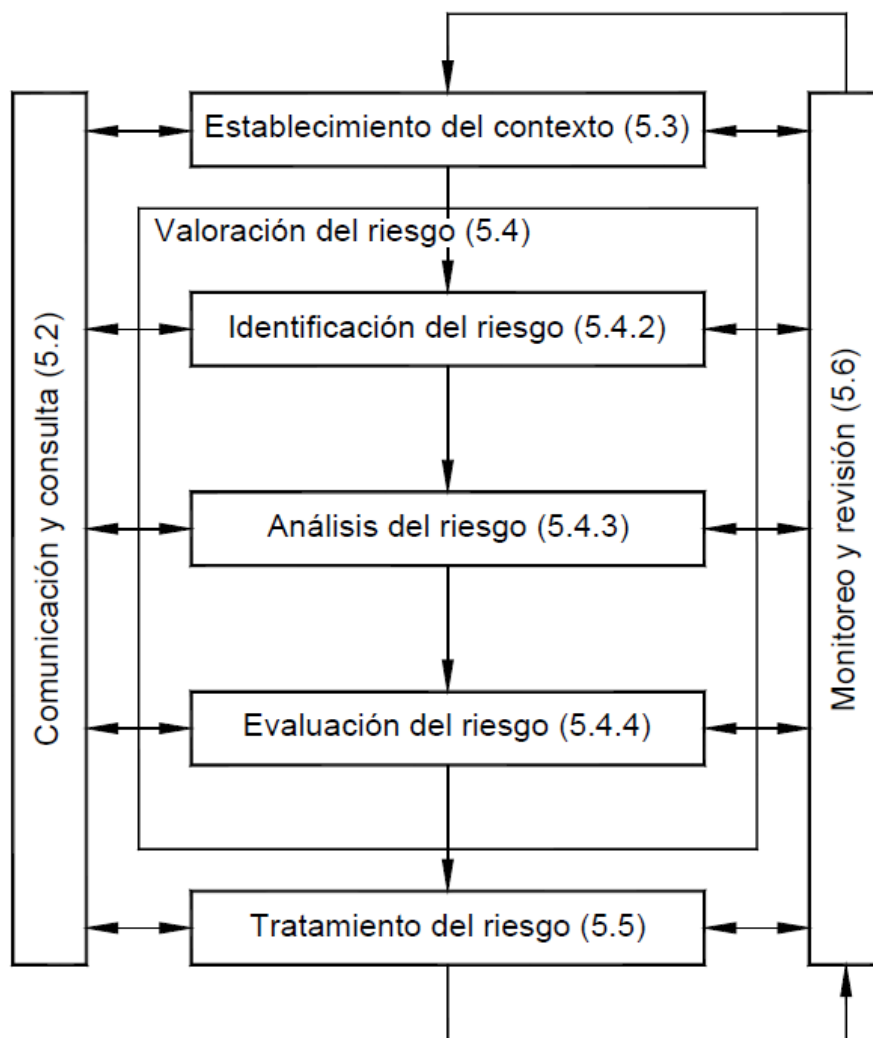


Figura 2. Proceso para Gestión del Riesgo
Tomada del numeral 5 de la norma ISO 31000:2011-

Considerando la información de la ilustración anterior, a continuación, se describe cada una de sus etapas.

- **Establecer el contexto:** Es una etapa preliminar que se podría considerar como de planeación. Hace un reconocimiento tanto del contexto interno (recursos, procesos y procedimientos y estructura organizacional) como del contexto externo (social, económico, entorno natural) de la organización. También se definen aquí, los criterios para la evaluación del riesgo, es decir aquellas consideraciones que se toman en cuenta a la hora de establecer qué tipo de riesgo es tolerable o no.

- **Identificar los riesgos:** Se debe hacer una revisión exhaustiva de información de manera que se pueda conocer que eventos pueden llegar a suceder que impidan el cumplimiento de los objetivos, describiendo causas y consecuencias (en otras palabras, el Qué, Cuándo, Cómo y Porqué). Esta es una de las etapas críticas porque aquello que no se tome en consideración no se tendrá en cuenta en el resto del proceso.
- **Analizar los riesgos:** Hace referencia a la determinación de la probabilidad de que ocurran las consecuencias identificadas en el ítem anterior. De esta manera es posible tomar decisiones (definir cuales riesgos son tolerables) y realizar una priorización de los mismos.
- **Evaluar los riesgos:** Aquí se hace uso de los criterios de evaluación definidos en la etapa de contextualización, los cuales permitirán definir (bajo las condiciones de la empresa, proyecto u organización) aquellos riesgos que deben ser tratados, o si por el contrario ya se han establecido medidas de control, no es necesario establecer ninguna adicional.

Tratar los riesgos: En esta etapa se establece una o más medidas que modifiquen la consecuencia, la probabilidad, eliminación de la fuente o en su defecto compartir el riesgo (asumir una póliza o seguro), esto sólo para aquellos riesgos que no son tolerables

2.6. Marco legal y normativo

En las tablas No. 2 y No. 3 se relaciona el marco legal y de normas técnicas de mayor relevancia en Gestión del Riesgo Ambiental.

Tabla 2
Normas Técnicas Colombianas y otras

COMPONENTE	NOMBRE	ASPECTOS QUE REGULA
Gestión del Riesgo	AS /N/ZS 3931	Risk analysis of technological systems - Application guide.
Gestión del Riesgo	NTC 5254:2006 (AS /N/ZS 4360)	Gestión de Riesgo
Gestión del Riesgo	AS /N/ZD 4804	Occupational health and safety management systems - General guidelines on principles, systems and supporting techniques.
Gestión del Ambiental	NTC-ISO 14001:2015	Sistemas de gestión ambiental. Especificación con guía para su uso

COMPONENTE	NOMBRE	ASPECTOS QUE REGULA
Gestión del Riesgo Ambiental	Guía, Técnica Colombiana GTC 104	Gestión del Riesgo Ambiental. Principios y Proceso
Gestión del Ambiental	NTC -ISO 14004	Sistemas de gestión ambiental. Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo.
Gestión del Ambiental	NTC-ISO 19011	Directrices para la auditoria de los sistemas de la calidad y el ambiente.
Gestión del Ambiental	NTC 14050	Gestión ambiental - Vocabulario

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.
Normatividad general gestión ambiental

COMPONENTE	NOMBRE	ASPECTOS QUE REGULA
Gestión Ambiental	Constitución Política Nacional 1991 Título II Capitulo 3 Artículos 79 81.	Prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables
Gestión Ambiental	Ley 23 de 1973	Por la cual se concede facultades extraordinarias al presidente de la república para expedir el código de recursos naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables.
Gestión Ambiental	Ley 09 de 1979	Código sanitario nacional, título I de la protección del medio ambiente. Art 14, Art 48 sobre vertimientos y emisiones atmosféricas, título III Salud Ocupacional y Seguridad Industrial
Gestión Ambiental	Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental - SINA y se dictan otras disposiciones
Gestión de Riesgos	Ley 1523 del 24 de abril de 2012	Por medio de la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres

COMPONENTE	NOMBRE	ASPECTOS QUE REGULA
Gestión de Riesgos	Decreto 1807 del 19 de septiembre de 2014	Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial
Gestión de Riesgos	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.

Fuente: Elaboración propia

En relación a la información de las tablas anteriores vemos que en Colombia no existe normatividad específica para la Gestión del Riesgo Ambiental, a nivel de normas técnicas existe la Guía Técnica Colombiana GTC 104, Gestión del Riesgo Ambiental. Principios y Procesos. La cual brinda unos lineamientos para el proceso de gestión del riesgo desde el establecimiento del contexto, identificación de los riesgos, análisis de riesgos, evaluación de los riesgos y tratamiento del riesgo.

3. METODOLOGÍA

En este capítulo se describe la forma como se va a realizar el trabajo de monografía, con el propósito de alcanzar una solución adecuada al problema planteado en el Numeral 1.1, en tal sentido, la estrategia se estructuró en tres etapas así:

Etapla 1. Búsqueda de Información: Se realizaron búsquedas amplias por internet. La búsqueda permitió encontrar, información de prensa, artículos científicos, documentos institucionales, y demás fuentes, que trataran temas afines a la investigación tales como estudios de la utilización de tecnologías sin zanja en redes de acueducto y alcantarillado, así como, estudios y normas sobre riesgos ambientales en diferentes sectores económicos.

También se acudió a fuentes institucionales gracias a la colaboración de la empresa Consultoría Técnica Latinoamericana y del Caribe CONTELAC SAS, que permitió revisar las metodologías constructivas de proyectos desarrollados con metodología Pipe Jacking, así como, los Planes de Manejo Ambiental formulados para este tipo de proyectos.

Etapla 2. Análisis y evaluación de la información: Se realizó una lectura comprensiva y amplia de la información, lo que permitió organizar las temáticas y perfilar los temas a analizar. Logrando así, construir un bosquejo de trabajo que consistió en la estructuración de los referentes conceptuales que sustentan el problema, definir las características técnicas de este tipo de proyectos, así como, el proceso para la gestión del riesgo, estableciendo una aproximación al marco teórico y estado del arte del tema seleccionado. El proceso fue seguido por el asesor, para lo cual se tomaron notas de sus recomendaciones.

Etapla 3. Análisis de resultados: Se documentan los resultados en el formato desarrollado para esta actividad, del mismo modo, se definen los controles requeridos para la mitigación de los riesgos identificados, finalmente, las conclusiones y recomendaciones se enmarcan en una mirada integral de la gestión del riesgo ambiental en este tipo de proyectos, definiendo criterios que permiten, identificar evaluar y valorar los riesgos ambientales.

En la Ilustración 3, se evidencia el diagrama metodológico propuesto para el desarrollo de la presente monografía.

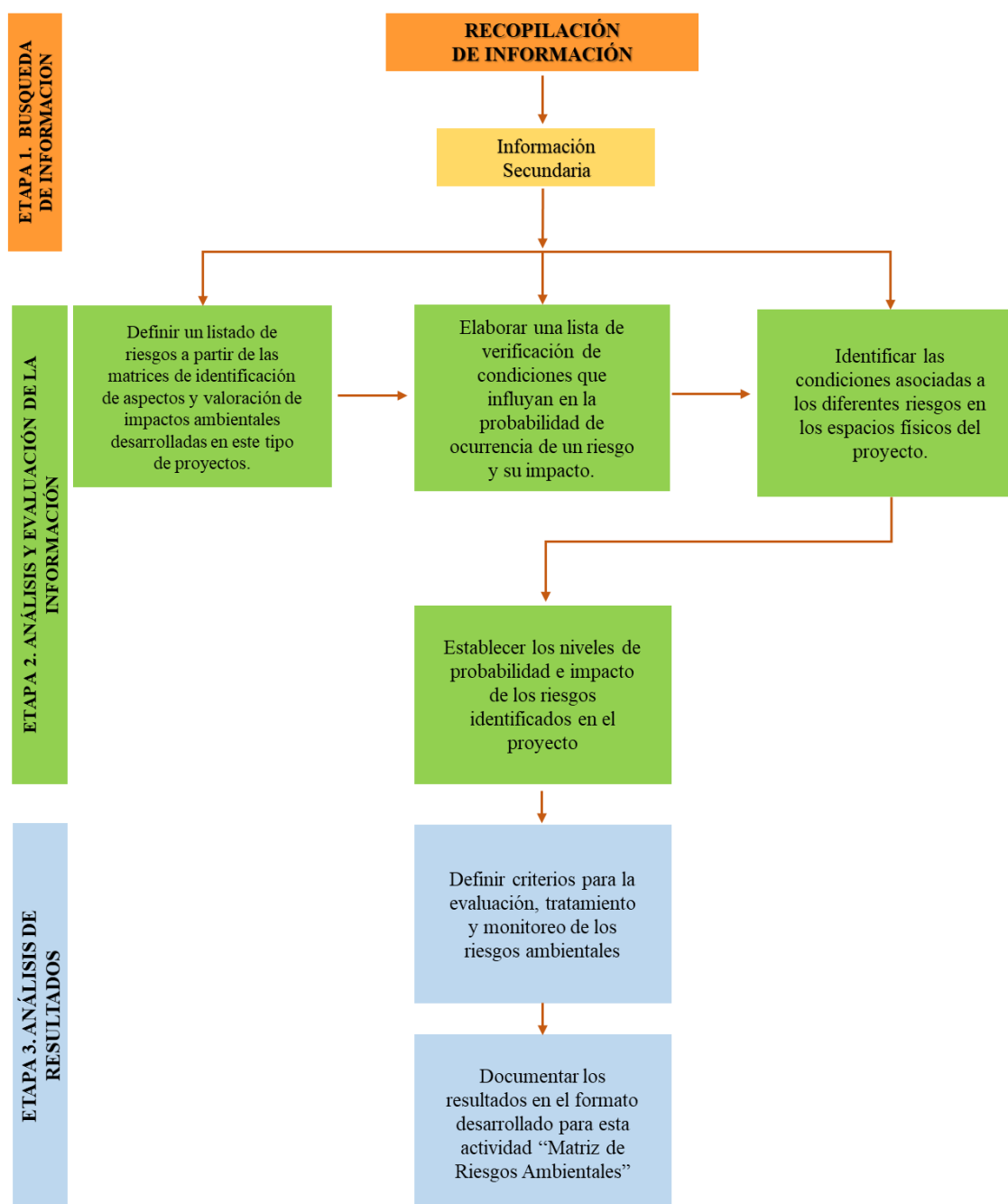


Figura 3. Metodología de trabajo

Se muestra el proceso metodológico para el desarrollo del trabajo inicia con la obtención de la información hasta la definición de controles para la mitigación.

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para identificar, evaluar y valorar los riesgos ambientales se propone el siguiente procedimiento:

4.1. Identificar los riesgos potenciales en el proyecto

En mi concepto, y conforme a mi experiencia de mas de 10 años en la construcción de proyectos de acueductos y alcantarillados con sistema Pipe Jacking , considero que durante su desarrollo se pueden presentar tres tipos de riesgos, siendo estos:

Riesgos operativos: Riesgos asociados a eventos que puedan afectar negativamente al ambiente y que suceden debido a la ejecución de actividades de la organización . Entre estos se incluyen la afectación a la calidad del agua, el aire, el suelo, la contaminación visual, etc. (UNGRD, 2019)

Los riesgos tecnológicos: Son aquellos eventos generados por el uso y acceso a la tecnología, originados tanto por eventos antrópicos, naturales, socio-naturales, como aquellos propios de la operación. Entre estos se encuentran las fugas, derrames, incendios y explosiones (UNGRD, 2019)

Riesgos naturales: Son sucesos naturales que amenazan vidas, bienes materiales y otros activos. Tienden a ocurrir repetidamente en las mismas zonas geográficas porque están relacionados con las pautas climatológicas o las condiciones físicas de un área, por tal razón se pueden pronosticar con frecuencia (UNGRD, 2019)

Para identificar los riesgos que se puedan presentar en el proyecto, se propone adoptar el proceso contenido en el numeral 2.4 de la GTC 104 así como, el numeral 5.4.2. de la NTC ISO 31000 del ICONTEC (presentados como referencia en el Anexo A), de acuerdo con esta metodología. El objeto de esta fase es generar una lista exhaustiva de riesgos con base en aquellos eventos que podrían crear, aumentar, prevenir, degradar, acelerar o retrasar el logro de los objetivos. En tal sentido, para generar esta lista se debe tomar como elemento de entrada los impactos ambientales significativos identificados para el proyecto y agruparlos según corresponda al tipo de riesgo, es decir tecnológicos u operativos, para el caso de los riesgos naturales y conforme a lo sostenido

por (Campos, 2020) del Instituto de Geofísica de la Universidad Autónoma de México y a la Ley 1523 de 2012, por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres de Colombia, los riesgos de origen natural no se pueden predecir, sin embargo, se deben contemplar en los análisis, ya que en caso de materializarse generan consecuencias y daños al medio ambiente. Considerando lo anterior en la Tabla 4, se presentan los riesgos genéricos que de acuerdo con la experiencia y juicio del autor se pueden presentar en este tipo de proyectos, aclarando que estos pueden variar conforme a la dinámica y particularidades de cada proyecto.

Tabla 4.

Tipos de riesgo genéricos

TIPOS DE RIESGOS GENERICOS		
Operativos	Tecnológico	Natural
Afectación a la calidad del aire	Exposición a sustancias radioactivas	Sismo
Afectación a la calidad del agua	Descarga eléctrica	Vendaval
Desabastecimiento de agua	Explosión	Derrumbe
Afectación a la calidad del suelo	Incendios	Caída de árboles
Contaminación visual	Fugas	inundación
Afectación a la salud humana por emisiones	Derrames	Tsunami
Deterioro o destrucción del patrimonio material		Huracanes y tormentas
Intensificación de la exposición al ruido		Caída de rayos - Tormentas eléctricas
Biológico		Epidemia

Fuente: Elaboración propia

4.2. Análisis de los riesgos

El análisis del riesgo busca establecer la probabilidad de ocurrencia y sus consecuencias, este último aspecto puede orientar la clasificación del evento, con el fin de obtener información para establecer el nivel de riesgo y las acciones que se van a implementar. Para el análisis del riesgo se recomienda seguir los lineamientos contenidos en el numeral 2.5 de la GTC 104 así como, el numerales 5.4.3 de la NTC ISO 31000 del ICONTEC (presentados como referencia en el Anexo B), complementados con los siguientes criterios:

4.2.1. Definir las condiciones de operación que podrían aumentar la probabilidad de ocurrencia y el impacto de los riesgos identificados

Para cada riesgo ambiental se deberá elaborar una lista de verificación de las condiciones de operación que pueden incrementar su probabilidad de ocurrencia. Dentro de estas condiciones se deberán tener en cuenta los materiales de construcción, el uso de elementos de protección, la existencia de equipos o sistemas que garanticen el cumplimiento de la normatividad ambiental, entre otros.

A continuación se propone un listado de condiciones para los tres tipos de riesgos identificados:

4.2.1.1. Riesgos Operativos

Afectación a la calidad del aire: La afectación a la calidad del aire o contaminación del mismo se da cuando existe una evidencia perceptible o medida de poco bienestar o de cambio de las condiciones como es el caso de la visibilidad reducida, suciedad en las edificaciones, afectaciones a la naturaleza o a la salud (UNAL, 2018). En esencia, la contaminación atmosférica se da por la presencia de materias, sustancia o formas de energía que impliquen daños, riesgos o molestias en la seguridad, la salud y el estado de los seres humanos y los ecosistemas, y puede ser originaria de actividades humanas o procesos naturales (UNAL, 2018)

Tabla 5.

Condiciones a evaluar para el riesgo de afectación a la calidad del aire

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
1	¿En el proceso de hincado se realizan procesos de combustión?		
2	¿En el proceso se cuenta con equipos de calefacción (de aire o agua) con combustibles?		
3	¿Se evidencian superficies (pisos y paredes) que permitan la emisión de material particulado?		
4	¿El AID del proyecto está cercano a vías principales y medios de transporte masivos?		
5	¿En el proceso de hincado hay maquinaria y equipos que generen combustión?		
6	¿En el AID del proyecto existen vías desprovistas de acabados?		
7	¿Hay focos de acumulación de residuos?		
8	¿Hay almacenamiento de productos que emiten compuestos volátiles o material particulado?		
Condiciones que inciden sobre el impacto			
9	¿Se evidencia la falta de ventilación durante el proceso de Hincado (túnel, pozos, superficie)?		
10	¿Se evidencia que existen equipos de ventilación defectuosos?		
11	¿Se evidencia que los equipos y maquinaria de combustión carecen de mantenimiento?		
12	¿Se evidencia falta de equipos de extracción de aire en zonas donde se realiza el hincado?		
13	¿Se evidencia falta de elementos de protección personal en áreas de exposición a MP?		

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
14	¿Los trabajadores y población expuestos son potencialmente vulnerable a afectaciones por la calidad del aire (niños, personas de la tercera edad, personas con deficiencias inmunitarias)?		

Fuente: Elaboración propia

Afectación a la calidad del agua: Se entiende por afectación de la calidad del agua, la adición de sustancias a un cuerpo de agua, tal que deja de ser apta para su uso y las condiciones de su deterioro hacen que no pueda mantener a un ecosistema equilibrado, debido a que se cambian un conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas. El origen de dichos cambios son generalmente por agentes externos, sean estos naturales o antrópicos (UNAL, 2018)

Tabla 6.

Condiciones a evaluar para el riesgo de afectación a la calidad del agua

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
1	¿El proyecto presenta interferencia con redes de agua potable?		
2	¿En el AID del proyecto hay presencia de cuerpos de agua?		
3	¿Se evidencia que la condición de los tanques de almacenamiento de agua no garantiza su calidad?		
4	¿Hay presencia de agua de infiltración o freática al interior del túnel o pozos?		
5	¿Se implementa algún tratamiento a las aguas acumuladas producto del hincado de tubería?		
6	¿Se protegen los sumideros presentes den el AID del proyecto?		
7	¿Se generan residuos químicos líquidos o sólidos que pueden ser descargados o vertidos en el agua?		
Condiciones que inciden sobre el impacto			
8	¿Se generan residuos con contaminantes biológicos (sangre, fluidos animales, etc.) que pueden ser descargados o vertidos en el agua?		
9	¿La población del AID del proyecto o personal es potencialmente vulnerable a afectaciones por la calidad del agua (niños, personas de la tercera edad, personas con deficiencias inmunitarias)?		
10	¿Se generan residuos químicos líquidos o sólidos que pueden ser descargados o vertidos en el agua los cuerpos de agua?		

Fuente: Elaboración propia

Afectación a la calidad del suelo: La afectación de la calidad de los suelos se da cuando se acumulan sustancias a niveles de concentración tales que alteran las características físicas, químicas o biológicas de manera negativa, tornándose en un riesgo para la salud humana y de los ecosistemas (FAO, 2020).

Tabla 7.

Condiciones a evaluar para el riesgo de afectación a la calidad del suelo

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
1	¿Hay descomposición de materia orgánica en el AID del proyecto?		

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
2	¿Se vierten aguas o residuales o residuos líquidos al suelo durante el proceso de hincado?		
3	¿Hay almacenamiento de productos y/o residuos de sustancias peligrosas en suelos sin cumplir la normatividad vigente?		
4	¿Hay focos de acumulación de residuos?		
Condiciones que inciden sobre el impacto			
5	¿Se generan residuos químicos líquidos o sólidos que pueden ser descargados o vertidos en el suelo?		
6	¿Se generan residuos peligrosos que puedan ser dispuestos en el suelo?		
7	¿El agua utilizada en el hincado de tubería es de baja calidad?		

Fuente: Elaboración propia

Contaminación visual: En esencia el deterioro visual paisajístico se da como resultado del abuso de elementos no arquitectónicos que alteran la estética del paisaje rural o urbano. Específicamente en lo que concierne al entorno urbano, este deterioro puede darse por la acumulación de materias primas, productos, desechos, abandono de edificaciones y bienes materiales, así como el desmedido uso de la publicidad (Decreto-959, 2000)

Tabla 8.

Condiciones a evaluar para el riesgo de contaminación visual

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
1	¿Hay presencia de publicidad en el AID del proyecto?		
2	¿Hay presencia de elementos estructurales expuestos, sin que ese sea su propósito?		
3	¿Hay focos de acumulación de residuos?		
4	¿Se carece de reglas o definición de lugares específicos para la publicación de publicidad y tamaño de la misma?		
5	¿La publicidad del proyecto (vallas informativas) cuentan con los permisos de la autoridad regulatoria?		
6	¿La publicidad del proyecto (vallas informativas) genera incomodidad a la comunidad del AID del proyecto?		
Condiciones que inciden sobre el impacto			
7	¿Se carece de reglas o definición de lugares específicos para la publicación de publicidad y tamaño de la misma?		
8	¿Se carece de estructuras o espacios adecuados para la imagen corporativa del proyecto?		

Fuente: Elaboración propia

Afectación a la salud humana (por alimentos): De acuerdo con la FAO & OMS (2018), La afectación en la salud por los alimentos se puede atribuir a la ingesta de agua o alimentos contaminados. Estos pueden alterarse en cualquier etapa de la cadena alimentaria o debido a elementos ambientales como el agua, la tierra o el aire. Así mismo, existen tres tipos de peligros asociados a la contaminación de los alimentos, que pueden provocar un riesgo para la salud pública. Estos son físicos, químicos o biológicos.

Tabla 9.*Condiciones a evaluar para el riesgo de afectación a la salud humana (por alimentos)*

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
1	¿Se evidencia que la manipulación de alimentos es inadecuada en el proyecto?		
2	¿Los manipuladores carecen de certificación en manipulación de alimentos?		
3	¿Los alimentos están expuestos al aire libre?		
4	¿hay preparación de alimentos en el proyecto?		
5	¿Los lugares en donde se preparan los alimentos carecen de las condiciones higiénicas necesarias?		
6	¿Las personas que manipulan los alimentos carecen de la indumentaria necesaria?		
7	¿Se evidencia el uso de alimentos caducados?		
8	¿El agua empleada para la preparación de alimentos no es potable?		
Condiciones que inciden sobre el impacto			
9	¿Se omite el control de temperaturas de los alimentos?		
10	¿Se carece de equipos y/o elementos que garantice la calidad de agua?		
11	¿Se carece de un sistema de atención inmediata frente a emergencias asociadas a la ingesta de alimentos?		

Fuente: Elaboración propia

Deterioro o destrucción del patrimonio material: La protección del patrimonio arqueológico en Colombia ha presentado una transformación muy clara desde la Ley 397 de 1997 modificada por la Ley 1185 de 2008, junto con los Decretos 833 de 2002 y 763 de 2009. Con las anteriores leyes surgió la práctica de la arqueología preventiva; este nuevo campo de la arqueología asociado a obras de infraestructura, a pesar de encontrarse en una etapa de formación y corrección, ha planteado nuevos retos en cuanto a los estándares y exigencias de la disciplina que se ven reflejados en la refinación de la legislación patrimonial vigente en Colombia y en los lineamientos técnicos de los programas de arqueología preventiva, planteados por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia.

Tabla 10.*Condiciones a evaluar para el riesgo de afectación del patrimonio material y cultural*

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
1	¿Se han analizado los procesos históricos evidenciados en los contextos del proyecto?		
2	¿Se ha generado una zonificación arqueológica preliminar que permita ubicar e identificar las potenciales áreas de interés patrimonial y cultural que pudieran verse afectadas por el proyecto?		
3	¿Se ha realizado una evaluación de los impactos producidos por el proyecto y las intervenciones sobre el componente arqueológico?		
Condiciones que inciden sobre el impacto			
4	¿Carece de un Plan de Manejo Arqueológico que incluya medidas de prevención y mitigación del impacto esperado sobre cualquier posible hallazgo arqueológico?		

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.2. Riesgos tecnológicos

Explosión: Una explosión es una liberación brusca de una gran cantidad de energía, de origen térmico, químico o nuclear, encerrada en un volumen relativamente pequeño, la cual produce un incremento violento y rápido de la presión, con desprendimiento de calor, luz y gases (IDIGER, 2020)

Tabla 11.

Condiciones a evaluar para el riesgo de explosiones

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
1	¿Se cuenta con recipientes a presión no sometidos a fuego? (tuberías, unidad de potencia, compresores, bombas, depósitos y tanques a presión o cilindros para gases comprimidos)		
2	¿Los recipientes a presión carecen de válvulas de seguridad o discos de ruptura?		
3	¿Durante el proceso se utilizan instrumentos o herramientas que pueden producir chispas?		
4	¿Las instalaciones eléctricas del proyecto se encuentra en mal estado? ¿Los aparatos o sistemas productores de polvos, gases o vapores combustibles no cuentan con mantenimiento periódico y controlado?		
Condiciones que inciden sobre el impacto			
	¿Se permite fumar en el lugar?		
	¿Se cuenta con detectores de gases combustibles o explosímetros?		
	¿Se almacenan o emplean grandes volúmenes de sustancias peligrosas?		
	¿El proyecto cuenta con una ruta de evacuación ante emergencias?		

Fuente: Elaboración propia

Incendio: La diferencia entre una explosión y un incendio depende de la franja de tiempo en la cual ocurren estos eventos. Un incendio generalmente es mucho más lento que una explosión pues involucra la combustión de materiales, en contraste con las explosiones las cuales se presentan como consecuencia de una liberación súbita de energía en un breve periodo de tiempo, las cuales pueden o no involucrar la combustión de un material o una reacción química. Sin embargo, un incendio puede iniciar como consecuencia de una explosión y una explosión puede generar incendios y explosiones secundarias, debido a la combustión de gases o líquidos (UNGRD, 2019)

Tabla 12.

Condiciones a evaluar para el riesgo de incendios

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
1	¿En el proyecto hay presencia de materiales o sustancias combustibles?		
2	¿El proyecto cuenta con sistemas a presión que pueden generar explosiones?		
3	¿Los procedimientos realizados en el proyecto pueden producir chispas?		

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
4	¿Si se presentan fallas eléctricas, pueden generar focos de ignición? (chispas)		
5	¿Los materiales empleados en el proyecto son inflamables?		
6	¿La estructura del lugar es resistente al fuego?		
7	¿Se acumulan sustancias inflamables sin condiciones seguras?		
8	¿Se desarrollan operaciones en atmósferas explosivas o inflamables?		
9	¿La indumentaria y EPP de los empleados es inflamable?		
Condiciones que inciden sobre el impacto			
10	¿Faltan sistemas de detección y alarma de incendios?		
11	¿El lugar carece de equipos y medios de extinción de incendios?		
12	¿El lugar carece de sistemas de ventilación y extracción de humo?		
13	¿Se carece de un protocolo de acción ante un incendio?		
14	¿El lugar carece de señalización sobre las rutas de evacuación?		

Fuente: Elaboración propia

Fugas: De acuerdo con la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (2020), la diferencia entre fugas y derrames radica en el estado del fluido que se pierde. Una fuga hace referencia a la pérdida de contención accidental de un material en estado gaseoso o vapor. Teniendo en cuenta este concepto, se pueden presentar fugas de combustibles gaseosos o vapores de agua.

Tabla 13.

Condiciones a evaluar para el riesgo de fugas

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
1	¿Se observan manchas de hollín en equipos del proyecto que usan gases?		
2	¿Los recipientes que contienen gases o vapor de agua se encuentran corroídos o deteriorados?		
3	¿Los tanques estacionarios (unidades de potencia) se llenan a más del 80% de su capacidad?		
4	¿Las mangueras y válvulas de los tanques o recipientes contenedores de gases tienen más de 2 años de duración?		
5	¿Los manómetros necesitan de mantenimiento y/o calibración?		
Condiciones que inciden sobre el impacto			
7	¿Se carece de un sistema de absorción de gases?		
8	¿Se carece de tanques especiales vacíos para la transferencia de fluidos?		
9	¿El proyecto carece de adecuaciones necesarias para evacuar personas?		
10	¿El proyecto carece de señalización visible, incluso en condiciones de baja luminosidad?		
11	¿El proyecto carece de señalización adecuada para discapacitados visuales o auditivos?		
12	¿El proyecto carece de señalización sobre las rutas de evacuación?		
13	¿Se evidencia que los visitantes no tienen conocimiento sobre el protocolo a seguir frente a este tipo de emergencias?		

Fuente: Elaboración propia

Derrames: Un derrame es la pérdida de contención accidental de un material líquido (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2020). Teniendo en cuenta esta distinción, puede contemplarse como riesgo el derrame de sustancias peligrosas y combustibles líquidos, así

como también sustancias en estado líquido en condiciones normales (presión y temperatura ambiente).

Tabla 14.

Condiciones a evaluar para el riesgo de derrames

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
1	¿La tubería que transporta sustancias químicas están expuestas a impactos o intemperie?		
2	¿Los tanques contenedores carecen de válvulas o tubería que permita controlar el flujo del líquido?		
3	¿Los contenedores de las sustancias se encuentran corroídos o deteriorados?		
4	¿Los tanques estacionarios se llenan a más del 80% de su capacidad?		
5	¿Se utilizan mangueras plásticas para transportar combustibles o sustancias líquidas?		
Condiciones que inciden sobre el impacto			
7	¿Los recipientes que contienen las sustancias líquidas carecen de hojas de seguridad?		
8	¿Faltan elementos de protección personal?		
9	¿Se carece de barreras o materiales absorbentes de líquidos? (esponjas, cordones absorbentes o equipos especiales) Kit de derrames?		
10	¿El personal del lugar carece de capacitación para tratar emergencias relacionadas con derrames?		
11	¿Se carece de un sistema de atención de emergencias?		

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.1. Riesgos naturales

Sismo: El sismo se refiere a una sacudida brusca del terreno causado por un proceso de liberación súbita de la energía acumulada en la corteza terrestre, que puede resultar en desplazamiento o deformación de partes de la corteza y en la emisión de ondas elásticas que se propagan por el interior de la tierra. Al llegar a la superficie estas ondas producen la sacudida del terreno, que es la causa del daño y la destrucción. Los sismos son también conocidos como: temblor, terremoto y movimiento telúrico (UNGRD, 2019)

Tabla 15.

Condiciones a evaluar para el riesgo de sismo

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
1	¿El proyecto se encuentra ubicado sobre una zona de riesgo sísmico?		
Condiciones que inciden sobre el impacto			
2	¿Se cuenta con objetos grandes y pesados que puedan rodar fácilmente?		
3	¿El proyecto carece de un plan de acción ante eventos sismológicos?		
4	¿El proyecto carece de señalización sobre las rutas de evacuación?		
5	¿Se evidencia el desconocimiento de los puntos de encuentro para cada frente de trabajo?		
6			

Fuente: Elaboración propia

Vendaval: Se denomina vendaval a una perturbación atmosférica que genera vientos fuertes y destructivos en una sola dirección, con velocidades entre 50 y 80 Km, en intervalos cortos de tiempo y de afectación local. Los vendavales son también conocidos como: ventisca, ráfaga y ventarrón (UNGRD, 2019). Este tipo de fenómenos se relacionan con la aparición de fuertes e inesperados aguaceros que surgen tras el choque de dos masas de temperaturas diferentes. Pueden producir fallas eléctricas, daños a redes de comunicaciones, caída de árboles, pérdida de techos y caída de estructuras, entre otros daños.

Tabla 16.

Condiciones a evaluar para el riesgo de vendaval

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
1	¿El proyecto se encuentra en una zona declarada con amenaza frecuente de vendavales o vientos fuertes?		
Condiciones que inciden sobre el impacto			
2	¿El proyecto cuenta con objetos grandes y pesados que puedan rodar o deslizarse?		
3	¿Los campamentos e instalaciones temporales carecen de refuerzos?		
4	¿Los campamentos e instalaciones temporales carecen de un plan de acción ante vendavales?		
5	¿El proyecto carece de señalización sobre las rutas de evacuación?		
6	¿El proyecto carece de ruta de evacuación?		

Fuente: Elaboración propia

Derrumbe: Los movimientos en masa son también conocidos como: derrumbes, aludes de tierra, avalanchas, volcamientos, fenómenos de remoción en masa, procesos de remoción en masa, desprendimientos de tierra, corrimientos de tierra, movimiento de tierras, caídas de tierra, reptación, hundimientos de la tierra, rompimiento de montañas, escurrimiento de la tierra, resbalamiento de la tierra (UNGRD, 2019)

Tabla 17.

Condiciones a evaluar para el riesgo de derrumbe

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
1	¿El proyecto se encuentra construida sobre o en cercanías a zonas de riesgo sísmológico?		
2	¿El corredor del proyecto se encuentra sobre terrenos inestables?		
3	¿Con frecuencia se presentan temblores, sismos o movimientos telúricos en la zona?		
4	¿En el lugar o cercanías se presentan zonas con árboles inclinados y terreno agrietados?		
Condiciones que inciden sobre el impacto			
5	¿Los campamentos e instalaciones temporales carecen de refuerzos?		
6	¿Los campamentos e instalaciones temporales carecen de un plan de acción ante vendavales?		
7	¿Los campamentos e instalaciones temporales carecen de un plan de acción ante vendavales?		
8	¿El proyecto carece de señalización sobre las rutas de evacuación?		
9	¿El proyecto carece de ruta de evacuación?		

Fuente: Elaboración propia

Riesgo biológico: Los riesgos biológicos están relacionados con la acción de agentes biológicos, definidos como microorganismos, células o endoparásitos humanos genéticamente modificados o no, los cuales pueden causar infecciones, alergias, intoxicación o alguna afectación a la salud humana (UPV, 2020). Las cuatro grandes clases de microorganismos que pueden interactuar con los seres humanos son las bacterias, los hongos, los virus y los protozoos.

Tabla 18.

Condiciones a evaluar para el riesgo biológico

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
1	¿Se presentan focos de humedad en la infraestructura o instalaciones del proyecto?		
2	¿Se realizan procedimientos que incluyen el contacto con residuos anatomopatológicos?		
3	¿La limpieza y desinfección del proyecto no es frecuente?		
4	¿Se almacenan residuos anatomopatológicos?		
5	¿Se almacenan residuos orgánicos?		
6	¿Las personas que desarrollan procedimientos que incluyen el contacto con residuos anatomopatológicos, mucosas y otros líquidos de precaución universal, no están vacunadas contra enfermedades virales y bacterianas?		
7	¿Hay infiltración de aguas residuales o estancadas en los pozos o túnel?		
8	¿Los contenedores de material biológico no están correctamente sellados, etiquetados y organizados?		
Condiciones que inciden sobre el impacto			
9	¿Las personas que desarrollan procedimientos que incluyen el contacto con residuos anatomopatológicos, mucosas y otros líquidos de precaución universal, carecen de elementos de protección personal?		
10	¿Se carece de elementos para realizar primeros auxilios?		
11	¿Se carece de un sistema de atención inmediata frente a accidentes que involucren el contagio con agentes biológicos?		
12	¿Las personas expuestas a agentes biológicos no reconocen los protocolos de acción frente a accidentes inherentes a las prácticas desarrolladas en la edificación?		

Caída de árboles: La caída de árboles es un evento que se puede presentar como consecuencia de factores climáticos, afectación de la especie vegetal o la ubicación del árbol. Los factores climáticos pueden desencadenar vientos fuertes o vendavales que pueden arrasar con los árboles, así mismo, fuertes lluvias pueden incidir en la estabilidad del terreno.

Tabla 19.

Condiciones a evaluar para el riesgo de caída de árboles

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
1	¿Hay presencia de árboles en el AID del proyecto?		
2	¿Los árboles están expuestos a fuertes vientos?		
3	¿El suelo sobre el cual está sembrado el árbol se encuentra erosionado o inestable?		
4	¿El árbol se encuentra en buenas condiciones físicas y sanitarias?		
5	¿Se observan cortes, heridas, grietas, fisuras o deformaciones en el tronco del árbol?		
6	¿El tronco se encuentra inclinado?		

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
Condiciones que inciden sobre el impacto			
7	¿Se carece de señalización sobre el riesgo de caída de árboles?		
8	¿El arbolado carece de un mantenimiento periódico de sus ramas y raíces?		
9	¿El árbol está ubicado en zonas frecuentemente transitadas por población del proyecto.		

Fuente: Elaboración propia

Inundación: Dentro de este riesgo se incluyen los eventos que, debido a la persistencia de las lluvias en una región determinada, llevan al desbordamiento de corrientes de aguas superficiales, arroyos, quebradas, elevación del nivel freático o situaciones de origen antrópico, como fallas en la estructura hidráulica de un lugar, incremento en el nivel de la superficie del agua en cuerpos de agua de manera que se genera invasión o penetración del líquido en lugares en los que normalmente no hay, y que habitualmente generan daños (UNGRD, 2019)

Tabla 20.

Condiciones a evaluar para el riesgo de inundación

No	CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO
Condiciones que inciden sobre la probabilidad de ocurrencia			
1	¿El proyecto se encuentra en cercanía de un cuerpo de agua superficial o subterránea?		
2	¿Se evidencia tubería de acueducto y alcantarillado de material frágil expuesta?		
3	¿Se evidencia falta de mantenimiento de la infraestructura sanitaria?		
4	¿Se evidencian obstrucciones en las redes de drenaje?		
5	¿El proyecto tiene interferencia con redes de acueducto y alcantarillado?		
Condiciones que inciden sobre el impacto			
7	¿Existen materiales no permeables que impiden la infiltración del agua?		
8	¿Falta señalización en torno a la infraestructura sanitaria existente?		
9	¿El túnel del pipe Jacking se encuentra por debajo del nivel freático?		
10	¿Se evidencia la falta de equipos de succión de agua acumulada en el túnel?		
11	¿No existe estudio o planos de interferencias con redes de acueducto y alcantarillado?		

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Calificación de la probabilidad y el impacto en función del riesgo

Una vez establecidas las condiciones de operación se deberá evaluar la probabilidad e impacto de los diferentes riesgos en cada una de las áreas del proyecto. Para esto se deberán tener en cuenta los resultados de la verificación de las condiciones de operación y si es necesario ajustarlas conforme a las condiciones y particularidades de cada proyecto. Para este cálculo se proponen las Ecuaciones 1, 2 y 3 las cuales fueron elaboradas a partir de (UNAL, 2018), considerando que son las más apropiadas conforme a la metodología propuesta, en razón, a que tienen en cuenta los criterios de operación propios de cada proyecto, así mismo, provienen de

una fuente confiable en la que intervino un equipo técnico muy calificado del Instituto de Estudios Ambientales IDEA.

4.2.2.1. Evaluación de la probabilidad

Para este paso se propone considerar los impactos ambientales (antecedentes) y las condiciones de operación que pueden incidir en el desarrollo del riesgo. El uso complementario de esta información permitirá reducir la subjetividad del evaluador y mitigar las limitaciones de la falta de registros, reconociendo que su inexistencia no implica un bajo nivel de probabilidad. Para realizar el cálculo se propone emplear la Ecuación (1).

$$\text{Ecuación 1: } \mathbf{Probabilidad} = (0.5 * \text{Antecedentes}) + [0.5 * (\frac{NCP \text{ indentificados}}{NCP \text{ definidos}} * 5)]$$

Fuente: Elaboración a partir de la metodología de (UNAL, 2018), se modifica el múltiplo de la división de condiciones identificadas y definidas. Se cambia el 20 por el 5, ya que este es el valor máximo que puede tomar la calificación de la probabilidad citada en la Tabla 21. En tal sentido, se tiene los siguiente:

NCP = Numero de condiciones que incrementan la probabilidad para el riesgo evaluado.

Nota 1: Se multiplica a ambos términos de la ecuación por 0.5 para establecer un valor único de probabilidad en el que el 50% está definido por los antecedentes y el otro 50% por las condiciones físicas del área evaluada, que contribuyen a incrementar la probabilidad del riesgo.

Nota 2: Se multiplica la división entre el número de condiciones identificadas y definidas, por cinco (5), ya que este es el valor máximo que puede tomar la calificación de la probabilidad.

Los niveles de probabilidad se presentan en la Tabla 21, incluyendo la frecuencia o “antecedentes” de la concreción del riesgo.

Tabla 21.
Niveles de probabilidad

Valor de probabilidad	Nivel de la probabilidad	Descripción	Frecuencia (Antecedentes)
1	Raro	El evento puede ocurrir solo en circunstancias excepcionales	No se ha presentado en los últimos 3 años
2	Improbable	El evento puede ocurrir en algún momento	Al menos 1 vez en los últimos 3 años
3	Posible	El evento podría ocurrir en algún momento	Al menos 1 vez en los últimos 2 años

Valor de probabilidad	Nivel de la probabilidad	Descripción	Frecuencia (Antecedentes)
4	Probable	El evento probablemente ocurrirá en la mayoría de las circunstancias	Al menos 1 vez en el último año
5	Casi Seguro	Se espera que el evento ocurra en la mayoría de las circunstancias	Más de 1 vez al año

Fuente: Elaborado a partir de la norma GTC 104 (ICONTEC, 2009)

4.2.2.2. Evaluación del impacto

Para evaluar el impacto, derivados de la concreción del riesgo se deberán tener en cuenta los IP y las condiciones de operación que pueden incrementar dichos impactos. Para el cálculo del impacto derivado de la concreción del riesgo se propone emplear la Ecuación (2).

$$\text{Ecuación 2: } \mathbf{Impacto} = (0.5 * IP) + [0.5 * (\frac{NCP \text{ indentificados}}{NCP \text{ definidos}} * 5)]$$

Fuente: Elaboración a partir de la metodología de (UNAL, 2018), se modifica el múltiplo de la división de condiciones identificadas y definidas. Se cambia el 20 por el 5, ya que este es el valor máximo que puede tomar la calificación del impacto citado en la Tabla 22. En tal sentido, se tiene los siguiente:

IP: Impacto potencial

NCP = Numero de condiciones que incrementan el impacto para el riesgo evaluado.

Nota 1: Se multiplican a ambos términos de la ecuación por 0.5 para establecer un valor único de impacto en el que el 50% está definido por un valor de impacto potencial (inherente al riesgo) y el otro 50% por las condiciones físicas del área evaluada, que contribuyen a incrementar el impacto de la concreción del riesgo.

Nota 2: Se multiplica la división entre el número de condiciones identificadas y definidas, por cinco (5), ya que este es el valor máximo que puede tomar la calificación del impacto.

Los niveles de impacto y los criterios empleados para calificarlos se presentan en la Tabla 22 y Tabla 23, respectivamente.

Tabla 22.
Niveles de impacto

Nivel de impacto	Descriptor
1	Insignificante
2	Menor
3	Moderado
4	Mayor
5	Catastrófico

Fuente: Elaborado a partir de la norma GTC 104 (ICONTEC, 2009)

Tabla 23.
Criterios empleados para calificar el impacto derivado de la concreción del riesgo

Nivel	Descriptor	Impacto riesgo
1	Insignificante	<p>Si el hecho llegara a presentarse, tendría consecuencias o efectos mínimos sobre el proyecto:</p> <p>a-Ningún incidente b-Ningún efecto ambiental c-Costo económico cero (0) d-Retraso en cronograma cero - afecta logro de objetivos 0%</p>
2	Menor	<p>Si el hecho llegara a presentarse, tendría bajo impacto o efectos sobre el proyecto:</p> <p>a-Lesión menor sin incapacidad b-Efecto menor ambiental-recuperable c-Perdidas hasta \$15.000.000 d-Retraso en cronograma de 1 a 5% - afecta logro de objetivos de 1 a 10%</p>
3	Moderado	<p>Si el hecho llega a presentarse, tendría medianas consecuencias o efectos sobre el proyecto</p> <p>a-Incapacidad temporal hasta 2 días b-Contaminación ambiental Localizada c-Pérdidas entre \$15.000.001 y \$60.000.000 d-Retraso en cronograma 5.1 a 10% - afecta objetivos entre 10.1% y 20%</p>
4	Mayor	<p>Si el hecho llegara a presentarse, tendría altas consecuencias o efectos sobre el proyecto:</p> <p>a-Incapacidad parcial b-Contaminación Mayor c-Pérdidas entre \$60.000.001 y \$100.000.000 d-Retraso en cronograma 10.1 a 30% - afecta objetivos entre 20.1% - 40%</p>
5	Catastrófico	<p>Si el hecho llegara a presentarse, tendría desastrosas consecuencias o efectos sobre el proyecto:</p> <p>a-Incapacidad total o fatalidad b-Contaminación irreparable c-Pérdidas mayores a \$100.000.000 d-Retraso en cronograma ≥ 30.1 - afecta objetivos más 40.1%</p>

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Cálculo del nivel de los riesgos

Para determinar la calificación del riesgo se propone la Ecuación (3), herramienta de análisis cualitativo de riesgos más utilizada en Colombia que nos permite establecer prioridades en cuanto a los posibles riesgos de un proyecto en función tanto de la probabilidad de que ocurran como de las consecuencias o impactos que podrían tener sobre un proyecto en caso de materializarse.

Ecuación 3. **Riesgo** = Probabilidad * Impacto

Fuente: Elaboración a partir de la metodología de (UNAL, 2018), se modifican los criterios de calificación de 4 rangos a 5, lo mismo que los descriptores, tal como se presenta en la tabla 24.

La interpretación de los resultados del riesgo se muestra en la Tabla 24.

Tabla 24.

Interpretación del riesgo

Calificación	Descriptor
0-25	Aceptable
26-50	Tolerable
51-75	Moderado
76-100	Inaceptable

Fuente: Elaboración propia

Nota: La calificación propuesta se concibe para dividir equitativamente el nivel de riesgo

4.3. Evaluación de los riesgos

La evaluación del riesgo es el producto de confrontar los resultados del análisis con los controles identificados, esto se hace con el objetivo de establecer prioridades para su manejo y para la fijación de políticas y tratamiento. Para realizar esta evaluación del riesgo se recomienda seguir los lineamientos contenidos en el numeral 2.6 de la GTC 104 así como, el numeral 5.4.4 de la NTC ISO 31000 del ICONTEC (presentados como referencia en el Anexo C), complementados con los siguientes criterios:

El procedimiento para la evaluación del riesgo parte de la calificación de los controles existentes, lo cual implica:

- a) Describirlas y definir si el control aplica, para mitigar la probabilidad o el impacto
- b) Revisarlos para determinar si los controles están documentados, si se están aplicando en la actualidad y si han sido efectivos para minimizar el riesgo, realizando la valoración de los controles de acuerdo con los siguientes criterios:

Tabla 25.
Calificación de controles

Parámetros	Criterios	Puntajes
Herramientas para ejercer el control	Posee una herramienta para ejercer el control.	15
	La herramienta tiene manuales instructivos o procedimientos para el manejo de la herramienta	15
	En el tiempo que lleva la herramienta ha demostrado ser efectiva	30
Seguimiento al control	Están definidos los responsables de la ejecución del control y del seguimiento.	15
	La frecuencia de la ejecución del control y seguimiento es adecuada	25

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los criterios y puntajes pueden cambiar conforme a las particularidades del proyecto y juicio del evaluador sin embargo se debe conservar un puntaje Total de 100, el cual es consecuente con la escala de calificación del riesgo.

Dependiendo si el control afecta probabilidad o impacto y de acuerdo con su calificación, se ajusta la evaluación así:

Tabla 26.
Calificación para el riesgo residual

Rango de calificación	Calificación por disminuir en la probabilidad	Calificación por disminuir en el impacto
Entre 0 – 50	0	0
Entre 51 – 75	1	1
Entre 76 – 100	2	2

Fuente: Elaboración propia

Nota: Para disminuir la subjetividad en la calificación del riesgo entiéndase de la siguiente manera: luego de valorado el control y conforme al rango en se encuentre su calificación, disminuya en la escala de probabilidad o impacto el valor asignado en la tabla anterior.

El resultado obtenido a través de la nueva valoración nos arroja el Riesgo residual, al cual se le determina la opción de tratamiento.

4.4. Tratamiento de los riesgos

Para definir las medidas de tratamiento del riesgo se recomienda adoptar la metodología contenida en el numeral 2.7 de la GTC 104 y el numeral 5.5 de la NTC ISO 31000 del ICONTEC. (Presentado como referencia en el Anexo D)

Según esta metodología, *“La Selección de las opciones más adecuadas para el tratamiento del riesgo implica equilibrar los costos y los esfuerzos de la implementación frente a los beneficios derivados con respecto a los requisitos legales, reglamentarios y otros (...)”*

Para la selección de las opciones de control, señala la metodología adoptada que *“(...) se puede considerar y aplicar una cantidad de opciones para el tratamiento ya sea individualmente o en combinación. Normalmente, el proyecto se puede beneficiar de la adopción de una combinación de opciones de tratamiento.”*

Teniendo en cuenta esta metodología, para el diseño e implementación de las medidas conducentes a tratar el riesgo residual se debe hacer un análisis costo-beneficio, con el cual se tomarán las decisiones acerca de la viabilidad de tales controles.

Para la definición de los tratamientos, se debe tener en cuenta cada uno de los eventos identificado y los riesgos. El tratamiento diseñado debe traducirse en una disminución de la probabilidad de ocurrencia y/o el impacto en caso de materializarse.

Las opciones para el tratamiento del riesgo deberán ser alguna o varias de las siguientes, no necesariamente son mutuamente excluyentes:

- **Evitar el riesgo:** tomar las medidas encaminadas a prevenir su materialización. Es siempre la primera alternativa a considerar, se logra cuando al interior de los procesos se generan cambios sustanciales por mejoramiento, rediseño o eliminación, resultado de unos adecuados controles y acciones emprendidas.
- **Reducir el riesgo:** implica tomar medidas encaminadas a disminuir tanto la probabilidad (medidas de prevención), como el impacto (medidas de protección). La reducción del riesgo es probablemente el método más sencillo y económico para superar las debilidades antes de aplicar medidas más costosas y difíciles.
- **Compartir o transferir el riesgo:** reduce su efecto a través del traspaso de las pérdidas a otras organizaciones, como en el caso de los contratos de seguros o a través de otros medios que permiten distribuir una porción del riesgo con otra entidad, como en los contratos a riesgo compartido.
- **Asumir un riesgo:** luego de que el riesgo ha sido reducido o transferido puede quedar un riesgo residual que se mantiene, en este caso, el gerente del proceso simplemente acepta la pérdida residual probable y elabora planes de contingencia para su manejo.
- **Abordar la Oportunidad:** Tomar o incrementar el evento para perseguir una oportunidad. Esta selección debe equilibrar los costos y los esfuerzos para su implementación, así como los beneficios finales, por lo tanto, se deberá considerar los siguientes aspectos:
 - Viabilidad jurídica.
 - Viabilidad técnica.
 - Viabilidad financiera o económica.
 - Análisis de costo-beneficio.

4.5. Monitoreo del riesgo

Una vez diseñado y validado el plan para el tratamiento de los riesgos ambientales, es necesario verificar la efectividad de éste, con el fin de asegurar que las circunstancias cambiantes y el dinamismo de la economía, no afecten el nivel de exposición al riesgo del proyecto, y en caso de afectarlo, se pueda reaccionar modificando las etapas de identificación, medición y control. Esta etapa está a cargo de la Gerencia, los Directores de Proyecto y Líderes de Proceso.

El monitoreo es esencial para asegurar que las acciones se están llevando a cabo, e igualmente, para evaluar la eficiencia en su implementación, adelantando revisiones sobre la marcha que permitan evidenciar las situaciones que influyen en la aplicación de las acciones preventivas

Para ilustrar la aplicación de esta propuesta metodológica en el Anexo E, se presenta una matriz con información de riesgos típicos ambientales más comunes que a juicio y experiencia del autor se pueden presentar durante la construcción de acueductos y alcantarillados mediante sistema Pipe Jacking.

5. CONCLUSIONES

Se propuso una metodología para identificar, evaluar y valorar riesgos ambientales durante la construcción de acueductos y alcantarillados mediante sistema pipe Jacking, partiendo de la identificación de los riesgos potenciales, definiendo criterios de probabilidad e impacto basados en las condiciones de operación, formulando una técnica para la evaluación, tratamiento y monitoreo de los riesgos que se pueden presentar en este tipo de proyectos.

Para la identificación de los riesgos ambientales y conforme a la experiencia y juicio del autor se consideraron tres tipos de riesgos, operativos, tecnológicos y naturales, el enfoque de esta fase es generar una lista exhaustiva de riesgos con base en aquellos eventos que podrían crear, aumentar, prevenir, degradar, acelerar o retrasar el logro de los objetivos, por lo que se recomendó tomar como elemento de entrada los impactos ambientales significativos identificados para el proyecto y agruparlos según corresponda al tipo de riesgo.

Para el análisis del riesgo se establecieron criterios de probabilidad de ocurrencia y sus consecuencias y/o impacto, en primer orden se definieron condiciones locativas o de operación que incrementan la probabilidad de ocurrencia, cuya incorporación al análisis busca mejorar la calidad de la evaluación, esto se logró a partir del listado de riesgos propuestos, el cual conjugó la amenaza (frecuencia de ocurrencia del evento) y la vulnerabilidad (a partir de la identificación de las condiciones locativas), representando las condiciones previas a la posible concreción de un riesgo, en segundo orden y en lo concerniente a la evaluación de los impactos o consecuencias derivados de la concreción de un riesgo, la inclusión de las condiciones que modifican el nivel de impacto permite realizar una evaluación más rigurosa, disminuyendo la subjetividad de la calificación basada en el impacto potencial.

Para la evaluación, tratamiento y monitoreo de los riesgos ambientales se definieron criterios puntuales producto de confrontar los resultados del análisis con los controles identificados, lo que permite establecer prioridades para su manejo, así mismo y para ilustrar la aplicación de todo el proceso de esta propuesta metodológica se diseñó una matriz con

información de riesgos típicos ambientales, la cual permite concluir que la asociación entre los riesgos ambientales y las condiciones de operación, puede ser un enfoque efectivo para mejorar estas evaluaciones en contextos complejos.

La propuesta metodológica desarrollada tiene la posibilidad de ser adaptable a proyectos de distintos tamaños poblacionales o nivel estructural, en diferentes regiones y con distintos contextos físicos y sociales, constituyéndose en una herramienta útil en la gestión de riesgos ambientales.

6. REFERENCIAS

- Campos, X. P. (20 de 05 de 2020). *UNAM GLOBAL. COM*. Obtenido de <http://www.unamglobal.unam.mx/>
- DECRETO 1076. (2015). *Diario Oficial No. 49.523 de 26 de mayo de 2015*. Bogota.
- Decreto-959, A. M. (05 de 11 de 2000). *Secretaria Distrital de Habitat*. Obtenido de <https://www.habitatbogota.gov.co/decreto-959-2000>
- FAO, O. d. (19 de 15 de 2020). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1126977/>
- Hernandes, M. M. (2018). *Desarrollo de una metodología para determinar cual es la técnica que se debe emplear para la renovar/ rehabilitar VS Hecer mantenimiento en redes de alcantarillado*. Bogota.
- ICONTEC. (2009). *GTC 104, Gestion del Riesgo Ambiental, Principios y Proceso*. Bogotá.
- ICONTEC. (2009). *Guia Tecnica Colombiana-GTC 104*. Bogotá: Incontec.
- ICONTEC. (2010). *Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional*. BOGOTA.
- ICONTEC. (2011). *NTC-ISO 31000, Gestión del Riesgo. Pricipios y Directrices*. Bogota.
- ICONTEC. (2015). *NCT-ISO 14001 Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos con orientacion para su uso*. Bogota.
- IDIGER, I. D. (19 de 05 de 2020). *Instituto Distrital para Gestión del Riesgo y Cambio Climatico*. Obtenido de <https://www.idiger.gov.co/rtecnologico>
- ISST. (18 de Abril de 2019). *International Society for Trenchless Technology*. Obtenido de <http://www.istt.com/main/task.pdf?pdfquery=+jacking&bycompany=&bycategory=&byevent=&between1=&between2=&pdfsearch=search>
- Lavell, A. (15 de Febrero de 2015). *PREDECAM*. Obtenido de Sobre la Gestión del Riesgo: Apuntes hacía una Definición: https://www.academia.edu/9808476/Sobre_la_Gesti%C3%B3n_del_Riesgo_Apuntes_hac%C3%ADa_una_Definici%C3%B3n
- Martínez, L. F. (2018). *Propuesta metodológica para la evaluación de riesgos ambientales en contextos complejos*. Bogota: Universidad Nacional.
- MINAM. (2010). *Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales*. Peru: MINAM.

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). *Política de Gestión Ambiental Urbana*. Bogotá.
- MTS. (30 de Abril de 2020). *MTS MICROTUNNELING SYSTEMS GMBH*. Obtenido de www.mts-tunneling.com/en/products/microtunneling.html
- PJA. (8 de mayo de 2020). *The Pipe Jacking Association*. Obtenido de http://www.pipejacking.org/about_pipe_jacking
- Sanchez, L. G. (2011). *Tecnologías promisorias para la renovación y rehabilitación de tuberías en sistemas de alcantarillado*. Bogota : Univeridad de los Andes .
- UNAL, U. N. (2018). *METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES*. Bogota.
- UNGRD. (2019). *Ley 1523 Diario Oficial No. 48.411 de 24 de abril de 2012*. Bogota.
- UPV, U. P. (19 de 05 de 2020). *Servicio Integrado de Prevención y Salud Laboral*. Obtenido de <https://www.spri.upv.es/riesgos-de-origen-biologico>
- Yepes, V. (2014). *Maquinaria para sondeos y perforaciones, Apuntes de la Universitat Politècnica de València*. Valencia: Poli (Blogs).
- Zuñiga, L. (05 de Enero de 2018). *Instituto Superior Politecnico Jose Antonio Echeverria*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3768/376858935004/html/index.html>

7. ANEXOS

Anexo A. Procesos Guía para la Identificación de Riesgos

2009-08-19

**GESTIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL.
PRINCIPIOS Y PROCESO**



E: ENVIRONMENTAL RISK MANAGEMENT. PRINCIPLES AND
PROCESS

CORRESPONDENCIA: esta guía es una adopción modificada
(MOD) del documento *Environmental
Risk Management. Principles and
Process* (HB 203:2006)

DESCRIPTORES: riesgo; gestión de riesgo; medio
ambiente.

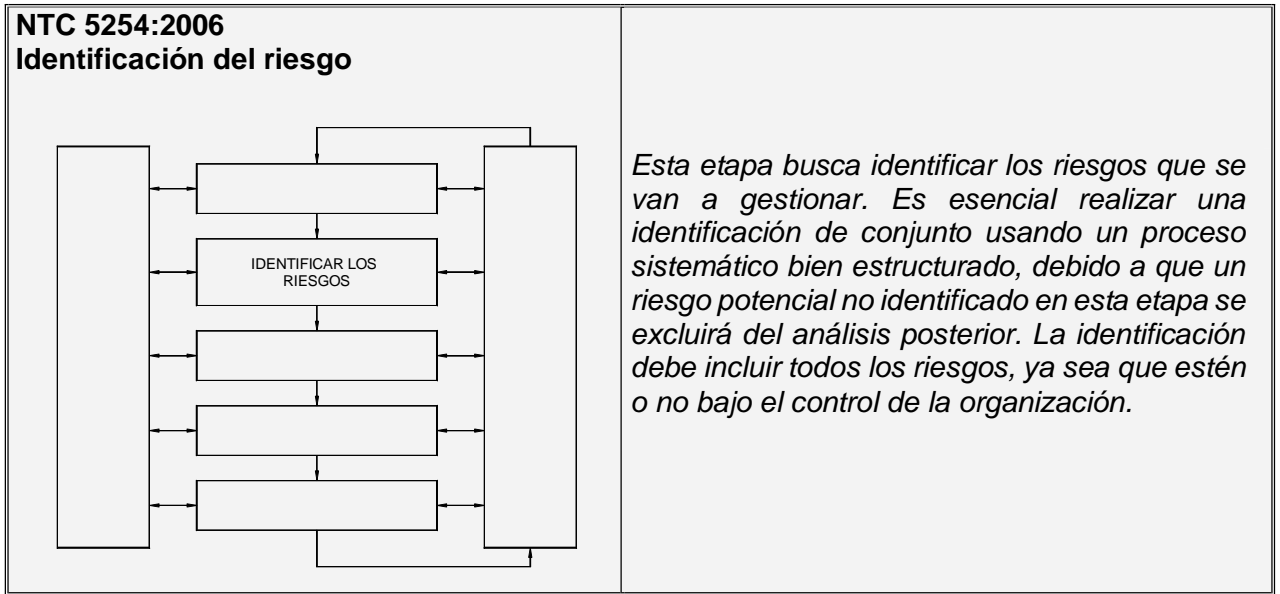
I.C.S.: 13.020.10; 03.100.01

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

Prohibida su reproducción

Primera actualización
Editada 2009-09-01

2.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS



2.4.1 Objetivos

Las decisiones informadas y el desarrollo de un plan ordenado para el tratamiento de los riesgos dependen de conocer con exactitud cuáles son los riesgos y cómo y por qué se pueden originar. La identificación de riesgos considera lo que puede ocurrir, cuándo, dónde, por qué y cómo.

El proceso de identificación de riesgos debería ser estructurado y sistemático e incluir los resultados positivos (es decir, tanto las oportunidades como las amenazas). Esto ayudará a asegurar que todos los riesgos se identifiquen exhaustivamente y demostrará la buena práctica en la gestión del riesgo. El proceso de identificación de riesgos siempre se debería documentar.

Se debería poner mucha atención a la etapa de identificación; de otro modo, existe el peligro de que el sistema que se "entiende" no sea el sistema que se debería haber identificado y que se encuentra en estudio.

2.4.2 Cómo identificar los riesgos

La identificación de los riesgos ambientales se produce en varias etapas. Inicialmente, se identifican los problemas y aspectos ambientales tanto en el área estratégica como en la operativa o a nivel del proyecto. En consecuencia, un examen más detallado debería tener en cuenta los ecosistemas naturales, el medio ambiente general, los pueblos y comunidades, y los negocios.

Las siguientes etapas proporcionan una guía práctica de la manera en que se deben identificar las fuentes de riesgo y los impactos ambientales potenciales.

- Identificar las **fuentes de riesgo**.
- Describir el ambiente circundante.
- Identificar los **impactos ambientales** potenciales.

La Tabla 1 ilustra ejemplos de fuentes de riesgos y áreas de impacto.

Tabla 1. Ejemplos de fuentes de impactos

Fuente		Ruta	Barrera	Receptor	Impacto
Peligro /aspecto	Evento				
Fuentes de energía: - química - eléctrica - mecánica - por presión - por ruido - por gravedad - calor y frío - radiación - biomecánica - microbiológica Maquinaria Procesos - Actividades Inventario de materias primas e insumos	Falla de la planta. Liberación tóxica. Fuego Contaminación Limpieza de la tierra. Actividades de dragado. Disposición de desechos	Dispersión y deposición atmosférica. Superficie acuática: - drenaje local y escurrimiento, - corrientes y sistemas hidrológicos Aguas subterráneas. Suelo Rutas biológicas: - ingestión - cadena alimentaria - vectores biológicos	Física De procedimiento Administrativa Reglamentaria	Humano Social Económico Instalaciones Patrimonio natural Patrimonio cultural	Medidas relacionadas con: - sostenibilidad - seres humanos - sociedad - economía - instalaciones - patrimonio natural - patrimonio cultural

Identificar las fuentes de riesgo

La identificación de las **fuentes de riesgo** implica la identificación de **peligros, aspectos ambientales e incidentes** potenciales que pueden suceder (véase el numeral 1.8). Es necesario identificar y documentar aquellos aspectos que afectan el medio ambiente y los problemas ambientales que pueden tener consecuencias para los negocios de la organización.

Este análisis de los peligros debería producir un listado de todos los peligros y los incidentes potenciales que pueden causar que se presente el peligro. En la mayoría de los casos, la información recopilada sobre los peligros e incidentes será pertinente (y similar) para los aspectos ambientales.

Para empezar, es necesario recopilar la información sobre todos los agentes, actividades y procesos asociados con la operación, o las situaciones y actividades que se consideran. Se registran aquellos que tienen el potencial de afectar el medio ambiente.

Para una actividad nueva esto se puede hacer examinando la descripción del proyecto, y para las actividades existentes, llevando a cabo verificaciones físicas y seguimiento para identificar los problemas ambientales.

Un **incidente** puede ser un suceso corto y momentáneo (por ejemplo, una explosión o un derrame). También puede ser una situación regular, como es el caso de una emisión o fuga continua o la degradación debida al uso excesivo, como por ejemplo en las prácticas agrícolas deficientes.

Un incidente puede ocurrir debido a una falla. Un incidente único puede ser el resultado de una o varias fallas, de modo que es importante considerar todas las fallas posibles que pueden acarrear un incidente único. El análisis del árbol de fallas es un método para hacerlo.

Cualquier actividad, cambio o desarrollo puede afectar potencialmente el medio ambiente sin que se identifique fácilmente un incidente específico, como en el caso del crecimiento poblacional o la tala de bosques.

Descripción del ambiente circundante

Es conveniente definir claramente el alcance del estudio en función de su aplicación (por ejemplo, determinar todos los impactos ambientales significativos asociados con un proyecto, para presentar una evaluación del impacto ambiental a una autoridad competente).

Cuando el alcance es determinar todos los impactos ambientales significativos asociados con una operación o un proyecto particular, se deberían hacer esfuerzos para identificar, describir y entender todos los componentes principales del medio ambiente circundante. Esto podría incluir, por ejemplo, los componentes biológicos (flora, fauna, ecosistemas), físicos (atmósfera, agua subterránea, suelo) y sociales (patrimonio cultural, demografía social) del medio ambiente.

Un **receptor** es el componente específico del medio ambiente sometido a estudio sobre el que puede haber impacto. Algunos ejemplos de receptores pueden ser:

- un subconjunto de la población de una especie o toda la población de la especie,
- las especies indicadoras de la salud de un ecosistema,
- uno o varios hábitats,
- una cadena alimenticia,
- un componente biológico (fauna, flora, hábitat, ecología, biodiversidad),
- un componente físico (suelo, agua subterránea, agua superficial, calidad de aire disponible en una zona determinada, corrientes de agua, forma terrestre),
- un componente social (patrimonio cultural, demografía social), y
- un ecosistema completo, incluidas todas las especies, hábitats y sus interacciones.

Las lluvias de ideas, las listas de verificación y la comparación con proyectos similares son ejemplos de las formas en que se pueden identificar los impactos ambientales potenciales. Sin embargo, ninguno de estos enfoques por sí solo es suficientemente riguroso para asegurar la identificación de todos los impactos significativos.

Puede haber múltiples impactos, tales como:

- comportamiento,
- reproducción,
- enfermedad moderada,
- fatalidad,
- daños al ecosistema,

- extinción de las especies,
- comodidad visual,
- comodidad social,
- agotamiento de recursos, y
- cambio climático.

Un enfoque sistemático, pero simple, implica el uso de la información acerca de los peligros, los aspectos ambientales, los incidentes y el medio ambiente circundante. A su vez, cada aspecto ambiental se considera frente a cada componente del ambiente circundante para determinar la interacción o interfaz potencial. Cuando ésta existe entre el aspecto ambiental y el componente del medio ambiente circundante, existe un impacto ambiental potencial. Este concepto se ilustra en la Tabla 2, en donde X indica una interfaz o posible interacción y, por lo tanto, un impacto potencial.

Las etapas son:

- Hacer el listado de todos los aspectos y componentes ambientales del medio ambiente circundante, en una matriz.
- Considerar cada aspecto ambiental frente a cada componente del ambiente circundante, para determinar la posible interacción o interfaz.
- Cuando se presenta una interacción o interfaz, existe un impacto ambiental potencial y exige evaluación adicional.

Tabla 2. Ejemplo de un proceso sistemático de identificación del impacto ambiental

Componentes del medio ambiente	Aspectos ambientales			
	Emisiones al aire (NO _x SO _x)	Almacenamiento y manipulación de sustancias químicas	Emisiones de ruido	Emisiones de polvo
Demografía social	X	X	X	X
Suelo y agua subterránea		X		
Atmósfera	X			X
Parque nacional	X	X	X	X

La Tabla 3 brinda un ejemplo más detallado de las interacciones.

Tabla 3. Incidentes, medio ambiente circundante e impactos ambientales potenciales

Aspectos /peligros ambientales	Incidentes potenciales	Consecuencias potenciales	Receptor/ medio ambiente circundante	Impactos ambientales potenciales
Proceso de producción que involucra sustancias químicas tóxicas.	Escape de sustancias químicas tóxicas.	Emisiones atmosféricas.	Trabajadores, fauna.	Inhalación que produce enfermedad.
		Derrame hacia el suelo.	Suelo y agua subterránea.	Uso limitado del agua subterránea contaminada.
Buque petrolero que transporta una carga de petróleo	Colisión con otra embarcación.	Derrame de petróleo en el agua que va hacia la playa.	El litoral tiene mangles, cría de peces, aves.	Impacto en el hábitat de las crías de peces, pérdida de biota.
	Liberación accidental.		Guardería náutica.	Capas de petróleo sobre los botes.
Aspecto ambiental (incluido el concepto de incidente): Preparación de un terreno para construcción, que involucra el desmonte de tierra.		Eliminación de la capa superior del suelo.	Parte superior del suelo. Riachuelo.	Erosión del suelo. Perturbaciones por polvo y ruido. Carga de sedimento hacia el riachuelo
		Eliminación de vegetación.	Vegetación. Hábitat para las especies importantes.	Pérdida del hábitat. Elevación del nivel freático que origina salinidad en los suelos.
		Alteración de la forma terrestre.	Forma terrestre.	Interrupción del curso natural del agua; pérdida de las especies que dependen del hábitat del riachuelo.
Aspecto ambiental (incluido el concepto de incidente): Proceso de producción que involucra emisiones continuas de contaminantes hacia el aire (NO _x , SO _x) y el agua (Zn, Hg)		Aporte de contaminantes a la atmósfera.	Atmósfera regional.	Producción de <i>smog</i> dependiente del clima y del terreno.
		Descarga continua de contaminantes hacia el ecosistema marino.	Ecosistema marino. Seres humanos (que capturan y consumen peces).	Captación de metales en la cadena alimenticia y bioacumulación. Enfermedades en seres humanos por envenenamiento con metales.
Aspecto ambiental (incluido el concepto de incidente): Actividades de dragado en un puerto, incluida la disposición de los restos dragados		Dispersión del sedimento suspendido.	Ecosistema del litoral incluyendo los corales.	Asfisia de los corales debido al sedimento.
		Disposición final de los restos dragados que contienen TBT.	Lechos de pasto marino en el sitio de la disposición final.	Asfisia de los lechos de pasto marino debido a los restos dragados. Contaminación del sitio de disposición final con TBT.
		Dispersión de organismos exóticos en los restos dragados desde el interior del puerto hasta el ambiente marino exterior.	Ecosistemas cercanos al sitio del depósito final.	Infestación, pérdida de la biodiversidad a medida que las especies exóticas desplazan a las especies nativas.

Puntos que se deben considerar

Se deberían considerar las fuentes de riesgo y los impactos, para trabajar desde ambos extremos. Se deberían buscar:

- impactos muy duraderos.
- impactos críticos y crónicos,
- impactos acumulativos y sinérgicos.

Recuerde que:

- una sola fuente de riesgo puede tener impactos múltiples,
- muchas fuentes de riesgo pueden contribuir al mismo impacto, y
- fuentes múltiples pueden tener impactos múltiples.

Examine:

- los riesgos para el ambiente provenientes de una organización y de sus actividades,
- los riesgos para la organización y los negocios, provenientes del medio ambiente.

Los riesgos para los negocios "relacionados con el medio ambiente" son aquellos riesgos para la organización que se producen como resultado de problemas o riesgos ambientales. En la mayoría de los casos, un riesgo ambiental (es decir, la posibilidad del impacto sobre el ambiente) tendrá un riesgo correspondiente para los negocios de la organización.

2.4.3 Incertidumbre de la identificación de riesgos

Los factores que introducen incertidumbre en el proceso de identificación incluyen:

- La identificación del riesgo no es necesariamente objetiva, ya que el proceso de identificación puede depender de evaluaciones subjetivas acerca de lo que constituye un riesgo.
- Muchos riesgos ambientales son de largo plazo y sus efectos se ven mucho después de que han sido causados.
- Las interacciones y la complejidad introducen incertidumbre acerca de las estructuras, componentes y procesos detallados de los ecosistemas.
- Los agentes estresantes ambientales con frecuencia tienen impacto sobre múltiples receptores que pueden ser difíciles de identificar.
- Los riesgos no son estáticos y pueden cambiar con el tiempo.

Por estas razones, no es posible que las técnicas basadas en datos históricos identifiquen todos los riesgos.

Los problemas que es conveniente tener en cuenta en la identificación de los riesgos incluyen la posibilidad del error humano, la dificultad para predecir el comportamiento de los sistemas

complejos, el exceso de confianza en el conocimiento científico actual y el conocimiento incompleto de los impactos posibles que no se pueden probar fácilmente.

2.4.4 Herramientas y técnicas

Los ejemplos de herramientas y técnicas para la identificación de riesgos ambientales incluyen:

- Entrevistas y discusiones de grupos de enfoque, experiencias anteriores personales u organizacionales, consultas.
- Auditorías o inspecciones físicas.
- Lluvias de ideas.
- Experiencia, historia y análisis de fallas locales o de otros países.
- Análisis de escenario y el análisis del interrogante ¿qué pasaría si...?.
- Técnicas de ingeniería para los sistemas, análisis de los sistemas, diagramas de flujo, árboles de fallas, árboles de eventos, estudios del peligro y la operabilidad.
- Evaluación de los ciclos de vida (ECV), y
- Bases de datos de los incidentes.

No todas las técnicas mencionadas anteriormente tienen aplicación universal y su conveniencia para cualquier circunstancia determinada será materia del juicio de los expertos.

En el Apéndice E se presenta un listado de ejemplos prácticos de fuentes de información de datos de entrada para el proceso de identificación de riesgos.

2.4.5 Comunicación y consulta

Cuando se identifican los riesgos y beneficios es importante consultar a las partes interesadas, para asegurar que se reconozcan todos los riesgos para todas las partes interesadas. La identificación exhaustiva no es fácil, pero una comunicación amplia ayuda a asegurar que no se pase nada por alto.

2011-02-16

**GESTIÓN DEL RIESGO.
PRINCIPIOS Y DIRECTRICES**



E: RISK MANAGEMENT. PRINCIPLES AND GUIDELINES

CORRESPONDENCIA: esta norma es una adopción idéntica (IDT) por traducción de la norma ISO 31000:2009.

DESCRIPTORES: gestión; riesgo; incertidumbre.

I.C.S.: 03.100.01

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

5.4 VALORACIÓN DEL RIESGO

5.4.1 Generalidades

La valoración del riesgo es el proceso total de identificación del riesgo, análisis del riesgo y evaluación del riesgo.

NOTA ISO/IEC 31010 brinda directrices sobre las técnicas de valoración del riesgo.

5.4.2 Identificación del riesgo

La organización debería identificar las fuentes de riesgo, las áreas de impacto, los eventos (incluyendo los cambios en las circunstancias) y sus causas y consecuencias potenciales. El objeto de esta fase es generar una lista exhaustiva de riesgos con base en aquellos eventos que podrían crear, aumentar, prevenir, degradar, acelerar o retrasar el logro de los objetivos. Es importante identificar los riesgos asociados a la no búsqueda de una oportunidad. La identificación exhaustiva es crítica porque un riesgo que no se identifique en esta fase no será incluido en el análisis posterior.

La identificación debería incluir los riesgos independientemente de si su origen está o no bajo control de la organización, aún cuando el origen del riesgo o su causa pueden no ser evidentes. La identificación del riesgo debería incluir el examen de los efectos colaterales de las consecuencias particulares, incluyendo los efectos en cascada y acumulativos. También se debería considerar un rango amplio de consecuencias incluso si el origen del riesgo o su causa pueden no ser evidentes. Al igual que la identificación de lo que podría suceder, es necesario considerar las causas y los escenarios posibles que muestran que las consecuencias se podrían presentar. Se recomienda considerar todas las causas y consecuencias significativas.

La organización debería aplicar herramientas y técnicas para la identificación del riesgo que sean adecuadas a sus objetivos y capacidades, y a los riesgos que se enfrentan. La información pertinente y actualizada es importante para identificar los riesgos. Esta información debería incluir, siempre que sea posible, la información básica. En la identificación del riesgo se deberían involucrar las personas con el conocimiento apropiado.

5.4.3 Análisis del riesgo

El análisis del riesgo implica el desarrollo y la comprensión del riesgo. Este análisis brinda una entrada para la evaluación del riesgo y para las decisiones sobre si es necesario o no tratar los riesgos y sobre las estrategias y métodos más adecuados para su tratamiento. El análisis del riesgo también brinda una entrada para la toma de decisiones, en la cual se deben hacer elecciones y las opciones implican diversos tipos y niveles de riesgo.

El análisis del riesgo involucra la consideración de las causas y las fuentes de riesgo, sus consecuencias positivas y negativas, y la probabilidad de que tales consecuencias puedan ocurrir. Se deberían identificar los factores que afectan a las consecuencias y a la probabilidad. El riesgo es analizado determinando las consecuencias y su probabilidad, y otros atributos del riesgo. Un evento puede tener consecuencias múltiples y puede afectar a objetivos múltiples. También se deberían considerar los controles existentes y su eficacia y eficiencia.

La forma en la cual las consecuencias y la probabilidad se expresan y la forma en la cual ellas se combinan para determinar un nivel de riesgo debería reflejar el tipo de riesgo, la información disponible y el propósito para el cual se va a usar la salida de la valoración del riesgo. Todo esto debería ser consistente con los criterios del riesgo. También es importante considerar la interdependencia de los diferentes riesgos y sus orígenes.

La confianza en la determinación del nivel de riesgo y su sensibilidad a las precondiciones y asunciones se debería considerar en el análisis y comunicar eficazmente a quienes toman las decisiones y, según corresponda, a otras partes involucradas. Factores tales como la divergencia de opinión entre los expertos, la incertidumbre, la disponibilidad, la calidad, la cantidad y la pertinencia continua de la información, o los limitantes en el modelado se deberían establecer y se pueden enfatizar.

El análisis del riesgo se puede realizar con diversos grados de detalle, dependiendo del riesgo, el propósito del análisis y la información, datos y recursos disponibles. El análisis puede ser cualitativo, semicuantitativo o cuantitativo, o una combinación de ellos, dependiendo de las circunstancias.

Las consecuencias y su probabilidad se pueden determinar modelando los resultados de un evento o grupo de eventos, o mediante extrapolación a partir de estudios experimentales o de los datos disponibles. Las consecuencias se pueden expresar en términos de impactos tangibles e intangibles. En algunos casos, se requiere más de un valor numérico o descriptor para especificar las consecuencias y su probabilidad en diferentes momentos, lugares, grupos o situaciones.

5.4.4 Evaluación del riesgo

El propósito de la evaluación del riesgo es facilitar la toma de decisiones, basada en los resultados de dicho análisis, acerca de cuáles riesgos necesitan tratamiento y la prioridad para la implementación del tratamiento.

La evaluación del riesgo implica la comparación del nivel de riesgo observado durante el proceso de análisis y de los criterios del riesgo establecidos al considerar el contexto. Con base en esta comparación, se puede considerar la necesidad de tratamiento.

En las decisiones se debería tener en cuenta el contexto más amplio del riesgo e incluir consideración de la tolerancia de los riesgos que acarrearán otras partes diferentes de la organización que se benefician de los riesgos. Las decisiones se deberían tomar de acuerdo con los requisitos legales, reglamentarios y otros.

En algunas circunstancias, la evaluación del riesgo puede llevar a la decisión de emprender un análisis adicional. La evaluación del riesgo también puede tener como resultado la decisión de no tratar el riesgo de ninguna manera diferente del mantenimiento de los controles existentes. Esta decisión estará influida por la actitud de la organización hacia el riesgo y por los criterios del riesgo que se han establecido.

5.5 TRATAMIENTO DEL RIESGO

5.5.1 Generalidades

El tratamiento del riesgo involucra la selección de una o más opciones para modificar los riesgos y la implementación de tales opciones. Una vez implementado, el tratamiento suministra controles o los modifica.

El tratamiento del riesgo implica un proceso cíclico de:

- valoración del tratamiento del riesgo;
- decisión sobre si los niveles de riesgo residual son tolerables;

- si no son tolerables, generación de un nuevo tratamiento para el riesgo; y
- valoración de la eficacia de dicho tratamiento.

Las opciones para el tratamiento del riesgo no necesariamente son mutuamente excluyentes ni adecuadas en todas las circunstancias. Las opciones pueden incluir las siguientes:

- a) evitar el riesgo al decidir no iniciar o continuar la actividad que lo originó;
- b) tomar o incrementar el riesgo para perseguir una oportunidad;
- c) retirar la fuente de riesgo;
- d) cambiar la probabilidad;
- e) cambiar las consecuencias;
- f) compartir el riesgo con una o varias de las partes, (incluyendo los contratos y la financiación del riesgo); y
- g) retener el riesgo mediante una decisión informada.

5.5.2 Selección de las opciones para el tratamiento del riesgo

La selección de las opciones más adecuadas para el tratamiento del riesgo implica equilibrar los costos y los esfuerzos de la implementación frente a los beneficios derivados con respecto a los requisitos legales, reglamentarios y otros, como por ejemplo la responsabilidad social y la protección del ambiente natural. En las decisiones también se deberían considerar los riesgos que pueden ameritar el tratamiento que no es justificable en términos económicos, por ejemplo los riesgos graves (consecuencia negativa alta) pero raros (baja probabilidad).

Se puede considerar y aplicar una cantidad de opciones para el tratamiento ya sea individualmente o en combinación. Normalmente, la organización se puede beneficiar de la adopción de una combinación de opciones de tratamiento.

Al seleccionar las opciones para tratar el riesgo, la organización debería considerar los valores y las percepciones de las partes involucradas, y las vías más adecuadas para comunicarse con ellos. Cuando las opciones para tratar el riesgo pueden tener impacto en el riesgo en otras partes de la organización o para otras partes involucradas, estas opciones se deberían incluir en la decisión. Aunque tienen igual eficacia, algunos tratamientos para el riesgo pueden ser más aceptables para algunas partes involucradas que para otras.

El plan de tratamiento debería identificar claramente el orden de prioridad en el cual se deberían implementar los tratamientos individuales para el riesgo.

El tratamiento en sí mismo puede introducir riesgos. Un riesgo significativo puede ser la falla o la ineficacia de las medidas del tratamiento. Es necesario que el monitoreo sea parte integral del plan de tratamiento del riesgo para garantizar que las medidas sigan siendo eficaces.

El tratamiento también puede introducir riesgos secundarios que es necesario valorar, tratar, monitorear y revisar. Estos riesgos secundarios se deberían incorporar en el mismo plan de tratamiento definido para el riesgo original y no se deberían tratar como riesgos nuevos. Es recomendable identificar y mantener el vínculo entre los dos riesgos.

5.5.3 Preparación e implementación de los planes para el tratamiento del riesgo

El propósito de los planes para el tratamiento del riesgo es documentar la forma en que se van a implementar las opciones de tratamiento seleccionadas. La información suministrada en los planes de tratamiento debería incluir:

- las razones para la selección de las opciones de tratamiento, que incluyan los beneficios que se espera obtener;
- aquellos que son responsables de aprobar el plan y los responsables de implementarlo;
- acciones propuestas;
- requisitos de recursos, incluyendo las contingencias;
- medidas y restricciones de desempeño;
- requisitos de monitoreo y reporte; y
- tiempo y cronograma.

Los planes de tratamiento se deberían integrar con los procesos de gestión de la organización y se deberían discutir con las partes involucradas pertinentes.

Los encargados de tomar las decisiones y otras partes involucradas deberían conocer la naturaleza y la extensión del riesgo residual después del tratamiento del riesgo. El riesgo residual se debería documentar y someter a monitoreo, revisión y, cuando así corresponda, a tratamiento adicional.

Anexo B.. Procesos Guía para el Análisis de Riesgos

2009-08-19

GESTIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL. PRINCIPIOS Y PROCESO



E: ENVIRONMENTAL RISK MANAGEMENT. PRINCIPLES AND
PROCESS

CORRESPONDENCIA: esta guía es una adopción modificada
(MOD) del documento *Environmental
Risk Management. Principles and
Process* (HB 203:2006)

DESCRIPTORES: riesgo; gestión de riesgo; medio
ambiente.

I.C.S.: 13.020.10; 03.100.01

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

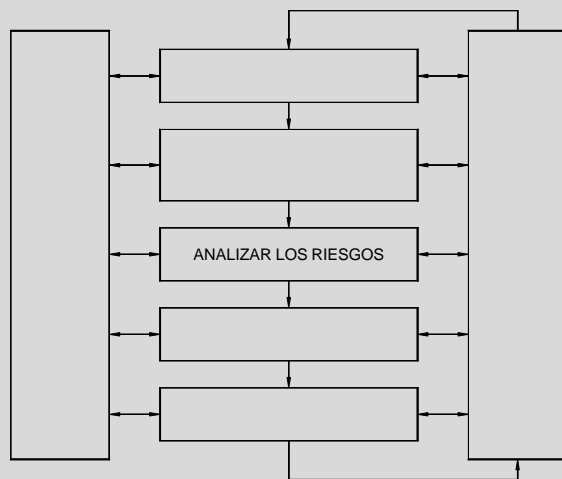
Prohibida su reproducción

Primera actualización
Editada 2009-09-01

2.5 ANÁLISIS DE RIESGOS

NTC 5254:2006

Análisis de los riesgos



El análisis del riesgo consiste en desarrollar el entendimiento del riesgo. Suministra una entrada para las decisiones sobre si es necesario tratar los riesgos y las estrategias de tratamiento del riesgo más adecuadas y eficaces en términos de costo. El análisis del riesgo implica la consideración de las fuentes de riesgo, sus consecuencias positivas y negativas y la posibilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir. Se pueden identificar los factores que afectan las consecuencias y la posibilidad. El riesgo se analiza combinando las consecuencias con su posibilidad. En la mayoría de circunstancias se toman en consideración los controles existentes.

Se puede realizar un análisis preliminar de modo que se combinen los riesgos similares o que los riesgos de bajo impacto se excluyan del estudio detallado. Cuando sea posible, es recomendable indicar los riesgos excluidos, para demostrar que el análisis de riesgo esta completo.

2.5.1 Objetivos

Los objetivos de un análisis del riesgo ambiental son suministrar información:

- que permita determinar la dimensión de los riesgos,
- que permita priorizar los riesgos,
- para tomar decisiones acerca de si un riesgo es tolerable, y
- tomar decisiones informadas acerca del tratamiento de los riesgos.

2.5.2 Cómo analizar los riesgos

Los **riesgos** se analizan combinando sus posibles **consecuencias** y la **posibilidad** de que ocurran estas consecuencias en el contexto de las medidas existentes para controlar el riesgo. Las consecuencias y la posibilidad de cada riesgo determinan el nivel de riesgo. Se deberían identificar los factores que afectan las consecuencias y la posibilidad. Estos se pueden determinar cuantitativa o cualitativamente. Entonces las dos mediciones se consideran conjuntamente.

Hay que recordar que las consecuencias pueden ser impactos sobre el medio ambiente o impactos sobre los negocios.

La **posibilidad** se aplica específicamente al **impacto ambiental** resultante (véase el numeral 1.8). No se recomienda usar únicamente la frecuencia ni la probabilidad del incidente inicial ni del evento peligroso (ya que en ocasiones está en la disciplina de la seguridad). Con frecuencia, una cadena de eventos, cada uno con una posibilidad asociada, conduce a un impacto

ambiental final. Cada evento en la cadena depende del evento previo que sucedió en primer lugar. Es necesario tener en cuenta estas "probabilidades condicionales" o "posibilidades condicionales" en la determinación de la posibilidad final del impacto ambiental que se produce.

EJEMPLO Considere las siguientes situaciones:

- La probabilidad de un derrame de petróleo de un volumen determinado, proveniente de un buque cisterna.
- La probabilidad de que el petróleo, una vez derramado en el agua, se desplace hasta la línea costera.
- La posibilidad de causar impactos ambientales en el ecosistema de la línea costera.

Es necesario tener en cuenta los dos primeros eventos al determinar la posibilidad final del impacto ambiental. La posibilidad final del impacto ambiental se calcula multiplicando las probabilidades en conjunto. Cuando sólo están disponibles los datos cualitativos, es necesario hacer una estimación de la posibilidad final del impacto ambiental.

Los datos históricos pueden ser referencia útil al estimar la posibilidad de que ocurra un evento similar, si la tecnología y las prácticas de gestión son comparables.

Analice los riesgos en el contexto de los controles existentes.

Los controles existentes dependen de la cultura, el comportamiento, la actitud, las destrezas, la capacitación, los procesos y los procedimientos dentro de la organización.

Existen dos extremos que se pueden determinar para el nivel de riesgo:

- un nivel de riesgo en el que se supone que los controles existentes funcionan efectivamente,
- un nivel de riesgo en el que se supone que todos los controles fallan.

Dependiendo de las circunstancias, se deberían determinar uno o ambos niveles.

Por ejemplo, es útil conocer el riesgo creíble máximo cuando se hace la preparación para las emergencias. Sin embargo, cuando se decide sobre la distribución de recursos, usualmente es más rentable centrarse en los riesgos que aún no están bien controlados. Determinar el nivel de riesgo máximo suponiendo que todos los controles fallan, y el nivel de riesgo suponiendo que los controles funcionan, puede ayudar a enfocar la atención en aquellos riesgos para los cuales los controles son particularmente cruciales y, por lo tanto, cuáles se deberían verificar y hacer el seguimiento.

El riesgo residual es el riesgo restante cuando los niveles de riesgo se determinan con los controles establecidos. Se puede abordar el riesgo de que los controles existentes no funcionen. La evaluación de la eficacia de los controles existentes es parte del proceso de análisis.

Los métodos para determinar los niveles de riesgo generalmente se clasifican como análisis cualitativo, análisis semicuantitativo y análisis cuantitativo. La profundidad del análisis depende de la magnitud del riesgo. El enfoque usado debería ser apropiado y rentable. Por ejemplo, el análisis del riesgo de una instalación principal podría justificar un análisis muy detallado y costoso, mientras que el análisis del riesgo para una bodega pequeña puede requerir solamente un examen simple.

Los estudios sobre riesgos ambientales usualmente son de naturaleza cualitativa, excepto en algunas circunstancias específicas. Es posible que no haya una alternativa sencilla al análisis cualitativo si hay altos niveles de complejidad, muchas entradas, muchos receptores y muchos impactos.

En donde el alcance del análisis está limitado a una variable de un solo receptor y a una variable de un solo impacto, puede ser factible y rentable realizar estudios de riesgos cuantitativos.

Algunas veces el riesgo global para un ecosistema se predice por la respuesta de una sola especie de indicador, para el cual hay disponibles datos de respuesta a las dosis químicas. Este enfoque simplista se debería usar con precaución, ya que es bastante improbable que la respuesta de una especie sea representativa de las complejas interacciones de todo un ecosistema.

2.5.3 Análisis cualitativo y cuantitativo

Análisis cualitativo

Las Tablas 4 (A), 4 (B) y 4 (C) presentan ejemplos del análisis cualitativo (véanse también las secciones 6.2 y 6.3 de la norma HB 436:2004, *Risk Management Guidelines - Companion to AS/NZS 4360*).

El análisis cualitativo se usa cuando no es posible realizar el análisis cuantitativo completo, por ejemplo, debido a la falta de información apropiada. Es útil para priorizar los riesgos con el fin de prestarles una atención más detallada, o para distribuir el presupuesto. El análisis cualitativo se puede usar cuando el nivel de riesgo no justifica el tiempo ni los recursos necesarios para hacer un análisis numérico, cuando los datos numéricos no son adecuados, o para un examen inicial previo a un análisis más detallado.

El análisis cualitativo usa una escala de palabras o descripciones para examinar los impactos de cada evento que se origina y su posibilidad.

Una matriz de riesgo con base en estas mediciones cualitativas (o declaradas) de las consecuencias y la posibilidad se puede usar como un medio para combinar las consecuencias y la posibilidad de producir una medición del riesgo, como se ilustra en la Tabla 4 (C), de tal manera que se puedan priorizar los riesgos.

Tabla 4 (A). Medición cualitativa de la posibilidad

Nivel	Descriptor	Descripción
A	Casi seguro	Se espera que ocurra en la mayoría de las circunstancias.
B	Probable	Probablemente ocurra en la mayoría de las circunstancias.
C	Posible	Podría ocurrir.
D	Improbable	Podría ocurrir, pero no se espera.
E	Raro	Ocurre solamente en circunstancias excepcionales.

Tabla 4 (B). Mediciones cualitativas del impacto

Nivel	Descriptor	Ejemplo de descripción detallada
1	Catastrófico	Muerte, liberación de tóxicos en lugares alejados con efecto nocivo, enormes costos financieros.
2	Importante	Lesiones extensas, pérdida de la capacidad productiva, liberación en lugares alejados contenida con asistencia externa y poco impacto nocivo, pérdida financiera importante.
3	Moderado	Exige tratamiento médico, liberación en el lugar contenida con asistencia externa, pérdida financiera alta.
4	Secundario	Tratamiento de primeros auxilios, liberación en el sitio contenida inmediatamente, pérdida financiera media.
5	Insignificante	Sin lesiones, pérdida financiera baja, impacto ambiental insignificante.

NOTA Las mediciones empleadas deberían reflejar las necesidades y naturaleza de la organización y actividad bajo estudio.

Tabla 4 (C). Matriz para el análisis cualitativo del riesgo: Nivel de riesgo

Posibilidad	Consecuencia				
	Catastrófica	Importante	Moderada	Menor	Insignificante
Casi seguro	E	E	E	A	A
Probable	E	E	A	A	M
Posible	E	E	A	M	A
Improbable	E	A	M	B	A
Raro	A	A	M	B	A
Convenciones: E = riesgo extremo, exige acción inmediata. A = riesgo alto, es necesaria la atención por parte de la alta dirección. M = riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección. B = riesgo bajo, gestionado mediante procedimientos de rutina.					

La cantidad de categorías debería reflejar la necesidad de estudio y la capacidad para distinguir de manera confiable entre las categorías.

La información que se obtiene al intentar determinar las mediciones cualitativas de las consecuencias y la posibilidad también puede ayudar a identificar las estrategias para el tratamiento de los riesgos.

En el Apéndice F, las Tablas F1 y F2 ilustran ejemplos más detallados de matrices cualitativas para la clasificación de los riesgos para el medio ambiente y para los negocios, que se originan en problemas de gestión ambiental. La Tabla F3 contiene un ejemplo de un registro cualitativo del riesgo.

Análisis semicuantitativo

Este análisis le asigna valores a las escalas cualitativas, y después aplica una de varias fórmulas, para producir una clasificación de los riesgos.

El análisis semicuantitativo no tiene como propósito producir estimados cuantitativos para el riesgo. El número adjudicado a cada descripción no tiene una relación precisa con la magnitud ni posibilidad reales de las consecuencias, siempre y cuando el sistema usado para priorizar corresponda al sistema escogido para la asignación de los números y para su combinación.

Se debe tener cuidado en la interpretación del análisis semicuantitativo, puesto que la selección de números que no reflejen totalmente las relatividades puede conducir a resultados inconsistentes. De igual modo, es posible que el análisis semicuantitativo no establezca una diferencia apropiada entre los riesgos cuando las consecuencias o la posibilidad son extremas.

Análisis cuantitativo

Este análisis usa valores numéricos tanto para las consecuencias como para la posibilidad. Comúnmente, usa datos procedentes de una variedad de fuentes. La calidad y validez del análisis de riesgos dependen de la disponibilidad de datos, de la exactitud y de la totalidad de los valores numéricos y de los métodos usados.

Los impactos se pueden estimar modelando los posibles resultados de un evento o conjunto de eventos o mediante la extrapolación de estudios experimentales o datos históricos. En algunos casos, se requiere más de un valor numérico para especificar las consecuencias para diferentes momentos, lugares, grupos o situaciones.

Los ejemplos de análisis cuantitativo de consecuencia o posibilidad incluyen:

- probabilidades de falla en instalaciones de ingeniería y sistemas de gestión,
- mecanismos de liberación y modelos de dispersión para el exceso de energía o materiales con propiedades tóxicas o perjudiciales, y
- modelos fisiológicos de impacto, incluidos los modelos de respuesta a las dosis, en donde sea apropiado, sobre las especies objetivo o receptores identificados, tomados como indicadores de salud ambiental.

Emplee los modelos apropiados para la aplicación y el grado de detalle disponible.

Debido a la imprecisión de algunas de las estimaciones realizadas y de los datos usados en los análisis cuantitativos, se debería realizar un análisis de sensibilidad para probar el efecto de los cambios en los valores y los límites. También es pertinente la directriz sobre los cálculos y sus incertidumbres.

El análisis del riesgo puede depender, en grados variables, de las suposiciones, las extrapolaciones de los casos conocidos, los estimados y las aproximaciones. Aún aquellas técnicas cuantitativas que parecen sofisticadas pueden tener debilidades que es necesario recordar. Es conveniente documentar y mantener bajo revisión cualquier suposición y conclusión.

2.5.4 Incertidumbres

El análisis del riesgo ambiental con frecuencia produce resultados con un alto grado de incertidumbre. Las explicaciones son:

Complejidad

El medio ambiente tiene una gran cantidad de componentes que interactúan en formas complejas y puede que no se entiendan completamente. Una fuente única de riesgo puede tener muchos impactos diferentes en diferentes especies o componentes del sistema ambiental. Del mismo modo, componentes diferentes en el ambiente pueden verse afectados por una gran cantidad de fuentes de riesgo diferentes. Pocas veces es posible hallar una medición única ya sea de los impactos sobre el ambiente o de la posibilidad de que ellos ocurran.

Fluctuaciones estadísticas

La posibilidad de un resultado particular es una medición estadística y dependerá de varias contingencias y de la vulnerabilidad de los diferentes componentes del sistema sometido a estudio. Por ejemplo, la posibilidad de un impacto ambiental sobre un área particular debido a la liberación accidental de una sustancia en el aire dependerá de la probabilidad de que se presente la liberación, la naturaleza de ésta, los patrones climáticos y si aquellos en riesgo están protegidos o no. Así mismo, las personas (y otras especies) no reaccionarán de la misma manera cuando se exponen al mismo contaminante durante el mismo periodo de tiempo.

Falta de datos confiables

Con frecuencia, los datos sobre el impacto ambiental de los eventos o de las circunstancias particulares no están disponibles, puesto que en raras ocasiones hay un seguimiento detallado del efecto del cambio.

Factores relacionados con el tiempo

La escala de tiempo pertinente a un análisis del riesgo ambiental puede ser larga. Esto significa que las extrapolaciones se hacen cada vez más inciertas.

Debido a la imprecisión de algunos de los estimados y de los datos usados en el análisis cuantitativo, se recomienda realizar un análisis de sensibilidad para poner a prueba el efecto de la incertidumbre en los valores y en los límites en el resultado del análisis.

Es necesario discutir las formas de abordar la incertidumbre en el análisis del nivel de riesgo, incluyendo, por ejemplo, el uso del principio de precaución (véase Apéndice B).

Incluso si un análisis del riesgo ambiental es incierto, el proceso de análisis puede proporcionar comprensión acerca de la estructura de los riesgos ambientales y de los factores que afectan la magnitud del riesgo. El rigor asociado con un proceso formal le brinda a los involucrados el beneficio de una mayor profundidad en la comprensión de los problemas, de lo que lo haría un análisis más superficial. También puede suministrar una base firme para estudios posteriores.

Los riesgos pueden cambiar. Por ejemplo, los desarrollos tecnológicos pueden introducir métodos de control nuevos o la investigación puede identificar riesgos desconocidos previamente.

Los riesgos ambientales pueden tener resultados tanto tangibles como intangibles. Aunque pocas veces es posible cuantificar el impacto de los resultados intangibles, no se deberían ignorar.

EJEMPLO Considere el riesgo que tiene para los seres humanos el consumo de peces procedentes de una corriente de agua contaminada con carcinógenos:

Comúnmente, se realizaría una evaluación del riesgo para la salud, que involucraría habitualmente las siguientes etapas:

(a) Identificar el riesgo

En este caso, el riesgo es la probabilidad de que un miembro de un grupo objetivo (cohorte) desarrolle cáncer debido a la exposición en el transcurso de la vida.

(b) Analizar el riesgo

Se requiere estimar la dosis de la sustancia recibida por los individuos en la cohorte, la cantidad esperada de pescado consumido y el peso corporal humano promedio. Idealmente, se estimaría la distribución probabilística de cada uno de los parámetros y se combinarían para obtener una distribución probabilística de la exposición (evaluación probabilística de la exposición).

Cuando las distribuciones de probabilidad no están disponibles, es común calcular un estimado puntual de la dosis para el individuo con el "peor caso" en la cohorte y posteriormente determinar la relación dosis-respuesta (remítase a la literatura sobre toxicología respecto a las relaciones comunes derivadas de ensayos en animales o en estudios epidemiológicos).

Posteriormente el riesgo se estima combinando la dosis con la relación dosis-respuesta. Los factores de seguridad se tienen en cuenta para las incertidumbres.

(c) Evaluar el riesgo

El estimado del riesgo se compara con los criterios del riesgo aceptable establecidos previamente, para evaluar la aceptabilidad del riesgo. Cuando no se cuenta con criterios de riesgo claros, cuantitativos y aceptables, los riesgos se pueden comparar con los riesgos para las opciones de tratamiento alternativas.

Contraste este ejemplo con el análisis del riesgo para un ecosistema natural complejo que es sometido a descargas industriales mixtas. Potencialmente, aquí existen múltiples sustancias químicas con toxicología aguda o crónica desconocida que pueden afectar varias especies en el ecosistema impactado. No es posible identificar todas las especies presentes (particularmente los microorganismos) ni entender todas sus funciones dentro del ecosistema.

Es necesario obtener datos cuantitativos cuando sea posible y rentable, y hacer un juicio con base tanto en los aspectos para los que hay disponibles datos cuantitativos, como en aquellos para los cuales la información es descriptiva y no hay información cuantitativa disponible.

En circunstancias en que la incertidumbre es alta, es necesario que las decisiones sean más conservadoras que cuando se entienden mejor los riesgos.

2.5.5 Herramientas

El Apéndice G enumera los métodos de análisis del riesgo que se han aplicado a los sistemas tecnológicos.

Muchos de estos métodos se pueden aplicar a sistemas ambientales. En situaciones como el modelado de la calidad del aire, la evaluación de sustancias químicas nuevas y el análisis de los sitios contaminados, las autoridades ambientales han acreditado métodos particulares o modelos de computador particulares. En otras situaciones, la elección del método de análisis dependerá del juicio profesional.

2.5.6 Comunicación y consulta

El uso del análisis cuantitativo del riesgo para determinar patrones ambientales proporciona un método relativamente objetivo para establecer dichos patrones. Sin embargo, para asegurar que hay un conocimiento amplio por parte de la comunidad sobre el proceso y la aceptación de tales patrones, desde el principio se deberían realizar las consultas apropiadas.

El análisis del riesgo ambiental implica numerosas disciplinas tales como ingeniería, ecotoxicología, hidrogeología, ciencias biológicas y sociales. Se recomienda emplear una mezcla pertinente de pericia profesional para realizar el trabajo y es necesario que todas las personas involucradas se entiendan entre sí con claridad.

Los resultados del análisis cuantitativo pueden ser difíciles de comunicar a las partes interesadas. Si las personas se involucran activamente en todo el proceso, esto les puede ayudar a entender los resultados de los análisis complejos.

2.5.7 Seguimiento y validación

Puede ser difícil analizar el grado del daño inmediato y futuro debido a un peligro ambiental identificado, pero usualmente es posible hacer seguimiento a los indicadores de salud ambiental, en ocasiones llamados "indicadores de estado". Dicho seguimiento ambiental es una parte integral de la gestión del riesgo ambiental, y se puede usar para decidir si la situación está empeorando o mejorando, especialmente si se realiza durante un periodo de tiempo.

La validación consiste en determinar si el análisis es apropiado y adecuado para el propósito previsto. Las etapas de la validación pueden incluir, por ejemplo, el análisis de sensibilidad de los modelos analíticos, y la validación física de las predicciones del modelo por medio de bioensayos y bioevaluaciones.

2.5.8 Documentación

El análisis se documenta de manera que haya suficiente información disponible para permitir que el proceso se repita y se valide.

La documentación debería incluir detalles de los siguientes aspectos:

- Metodología aplicada.
- Suposiciones y aproximaciones hechas.
- Fuentes de datos.
- Procesos de modelado utilizados.
- Cualquier incertidumbre en los datos y en los resultados del análisis.
- Procedimientos usados para la validación de los datos o de los resultados.

2011-02-16

**GESTIÓN DEL RIESGO.
PRINCIPIOS Y DIRECTRICES**



E: RISK MANAGEMENT. PRINCIPLES AND GUIDELINES

CORRESPONDENCIA: esta norma es una adopción idéntica (IDT) por traducción de la norma ISO 31000:2009.

DESCRIPTORES: gestión; riesgo; incertidumbre.

I.C.S.: 03.100.01

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

5.4 VALORACIÓN DEL RIESGO

5.4.1 Generalidades

La valoración del riesgo es el proceso total de identificación del riesgo, análisis del riesgo y evaluación del riesgo.

NOTA ISO/IEC 31010 brinda directrices sobre las técnicas de valoración del riesgo.

5.4.2 Identificación del riesgo

La organización debería identificar las fuentes de riesgo, las áreas de impacto, los eventos (incluyendo los cambios en las circunstancias) y sus causas y consecuencias potenciales. El objeto de esta fase es generar una lista exhaustiva de riesgos con base en aquellos eventos que podrían crear, aumentar, prevenir, degradar, acelerar o retrasar el logro de los objetivos. Es importante identificar los riesgos asociados a la no búsqueda de una oportunidad. La identificación exhaustiva es crítica porque un riesgo que no se identifique en esta fase no será incluido en el análisis posterior.

La identificación debería incluir los riesgos independientemente de si su origen está o no bajo control de la organización, aún cuando el origen del riesgo o su causa pueden no ser evidentes. La identificación del riesgo debería incluir el examen de los efectos colaterales de las consecuencias particulares, incluyendo los efectos en cascada y acumulativos. También se debería considerar un rango amplio de consecuencias incluso si el origen del riesgo o su causa pueden no ser evidentes. Al igual que la identificación de lo que podría suceder, es necesario considerar las causas y los escenarios posibles que muestran que las consecuencias se podrían presentar. Se recomienda considerar todas las causas y consecuencias significativas.

La organización debería aplicar herramientas y técnicas para la identificación del riesgo que sean adecuadas a sus objetivos y capacidades, y a los riesgos que se enfrentan. La información pertinente y actualizada es importante para identificar los riesgos. Esta información debería incluir, siempre que sea posible, la información básica. En la identificación del riesgo se deberían involucrar las personas con el conocimiento apropiado.

5.4.3 Análisis del riesgo

El análisis del riesgo implica el desarrollo y la comprensión del riesgo. Este análisis brinda una entrada para la evaluación del riesgo y para las decisiones sobre si es necesario o no tratar los riesgos y sobre las estrategias y métodos más adecuados para su tratamiento. El análisis del riesgo también brinda una entrada para la toma de decisiones, en la cual se deben hacer elecciones y las opciones implican diversos tipos y niveles de riesgo.

El análisis del riesgo involucra la consideración de las causas y las fuentes de riesgo, sus consecuencias positivas y negativas, y la probabilidad de que tales consecuencias puedan ocurrir. Se deberían identificar los factores que afectan a las consecuencias y a la probabilidad. El riesgo es analizado determinando las consecuencias y su probabilidad, y otros atributos del riesgo. Un evento puede tener consecuencias múltiples y puede afectar a objetivos múltiples. También se deberían considerar los controles existentes y su eficacia y eficiencia.

La forma en la cual las consecuencias y la probabilidad se expresan y la forma en la cual ellas se combinan para determinar un nivel de riesgo debería reflejar el tipo de riesgo, la información disponible y el propósito para el cual se va a usar la salida de la valoración del riesgo. Todo esto debería ser consistente con los criterios del riesgo. También es importante considerar la interdependencia de los diferentes riesgos y sus orígenes.

La confianza en la determinación del nivel de riesgo y su sensibilidad a las precondiciones y asunciones se debería considerar en el análisis y comunicar eficazmente a quienes toman las decisiones y, según corresponda, a otras partes involucradas. Factores tales como la divergencia de opinión entre los expertos, la incertidumbre, la disponibilidad, la calidad, la cantidad y la pertinencia continua de la información, o los limitantes en el modelado se deberían establecer y se pueden enfatizar.

El análisis del riesgo se puede realizar con diversos grados de detalle, dependiendo del riesgo, el propósito del análisis y la información, datos y recursos disponibles. El análisis puede ser cualitativo, semicuantitativo o cuantitativo, o una combinación de ellos, dependiendo de las circunstancias.

Las consecuencias y su probabilidad se pueden determinar modelando los resultados de un evento o grupo de eventos, o mediante extrapolación a partir de estudios experimentales o de los datos disponibles. Las consecuencias se pueden expresar en términos de impactos tangibles e intangibles. En algunos casos, se requiere más de un valor numérico o descriptor para especificar las consecuencias y su probabilidad en diferentes momentos, lugares, grupos o situaciones.

5.4.4 Evaluación del riesgo

El propósito de la evaluación del riesgo es facilitar la toma de decisiones, basada en los resultados de dicho análisis, acerca de cuáles riesgos necesitan tratamiento y la prioridad para la implementación del tratamiento.

La evaluación del riesgo implica la comparación del nivel de riesgo observado durante el proceso de análisis y de los criterios del riesgo establecidos al considerar el contexto. Con base en esta comparación, se puede considerar la necesidad de tratamiento.

En las decisiones se debería tener en cuenta el contexto más amplio del riesgo e incluir consideración de la tolerancia de los riesgos que acarrean otras partes diferentes de la organización que se benefician de los riesgos. Las decisiones se deberían tomar de acuerdo con los requisitos legales, reglamentarios y otros.

En algunas circunstancias, la evaluación del riesgo puede llevar a la decisión de emprender un análisis adicional. La evaluación del riesgo también puede tener como resultado la decisión de no tratar el riesgo de ninguna manera diferente del mantenimiento de los controles existentes. Esta decisión estará influida por la actitud de la organización hacia el riesgo y por los criterios del riesgo que se han establecido.

5.5 TRATAMIENTO DEL RIESGO

5.5.1 Generalidades

El tratamiento del riesgo involucra la selección de una o más opciones para modificar los riesgos y la implementación de tales opciones. Una vez implementado, el tratamiento suministra controles o los modifica.

El tratamiento del riesgo implica un proceso cíclico de:

- valoración del tratamiento del riesgo;
- decisión sobre si los niveles de riesgo residual son tolerables;

- si no son tolerables, generación de un nuevo tratamiento para el riesgo; y
- valoración de la eficacia de dicho tratamiento.

Las opciones para el tratamiento del riesgo no necesariamente son mutuamente excluyentes ni adecuadas en todas las circunstancias. Las opciones pueden incluir las siguientes:

- a) evitar el riesgo al decidir no iniciar o continuar la actividad que lo originó;
- b) tomar o incrementar el riesgo para perseguir una oportunidad;
- c) retirar la fuente de riesgo;
- d) cambiar la probabilidad;
- e) cambiar las consecuencias;
- f) compartir el riesgo con una o varias de las partes, (incluyendo los contratos y la financiación del riesgo); y
- g) retener el riesgo mediante una decisión informada.

5.5.2 Selección de las opciones para el tratamiento del riesgo

La selección de las opciones más adecuadas para el tratamiento del riesgo implica equilibrar los costos y los esfuerzos de la implementación frente a los beneficios derivados con respecto a los requisitos legales, reglamentarios y otros, como por ejemplo la responsabilidad social y la protección del ambiente natural. En las decisiones también se deberían considerar los riesgos que pueden ameritar el tratamiento que no es justificable en términos económicos, por ejemplo los riesgos graves (consecuencia negativa alta) pero raros (baja probabilidad).

Se puede considerar y aplicar una cantidad de opciones para el tratamiento ya sea individualmente o en combinación. Normalmente, la organización se puede beneficiar de la adopción de una combinación de opciones de tratamiento.

Al seleccionar las opciones para tratar el riesgo, la organización debería considerar los valores y las percepciones de las partes involucradas, y las vías más adecuadas para comunicarse con ellos. Cuando las opciones para tratar el riesgo pueden tener impacto en el riesgo en otras partes de la organización o para otras partes involucradas, estas opciones se deberían incluir en la decisión. Aunque tienen igual eficacia, algunos tratamientos para el riesgo pueden ser más aceptables para algunas partes involucradas que para otras.

El plan de tratamiento debería identificar claramente el orden de prioridad en el cual se deberían implementar los tratamientos individuales para el riesgo.

El tratamiento en sí mismo puede introducir riesgos. Un riesgo significativo puede ser la falla o la ineficacia de las medidas del tratamiento. Es necesario que el monitoreo sea parte integral del plan de tratamiento del riesgo para garantizar que las medidas sigan siendo eficaces.

El tratamiento también puede introducir riesgos secundarios que es necesario valorar, tratar, monitorear y revisar. Estos riesgos secundarios se deberían incorporar en el mismo plan de tratamiento definido para el riesgo original y no se deberían tratar como riesgos nuevos. Es recomendable identificar y mantener el vínculo entre los dos riesgos.

5.5.3 Preparación e implementación de los planes para el tratamiento del riesgo

El propósito de los planes para el tratamiento del riesgo es documentar la forma en que se van a implementar las opciones de tratamiento seleccionadas. La información suministrada en los planes de tratamiento debería incluir:

- las razones para la selección de las opciones de tratamiento, que incluyan los beneficios que se espera obtener;
- aquellos que son responsables de aprobar el plan y los responsables de implementarlo;
- acciones propuestas;
- requisitos de recursos, incluyendo las contingencias;
- medidas y restricciones de desempeño;
- requisitos de monitoreo y reporte; y
- tiempo y cronograma.

Los planes de tratamiento se deberían integrar con los procesos de gestión de la organización y se deberían discutir con las partes involucradas pertinentes.

Los encargados de tomar las decisiones y otras partes involucradas deberían conocer la naturaleza y la extensión del riesgo residual después del tratamiento del riesgo. El riesgo residual se debería documentar y someter a monitoreo, revisión y, cuando así corresponda, a tratamiento adicional.

Anexo C. Procesos Guía para la Evaluación de Riesgos

2009-08-19

GESTIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL. PRINCIPIOS Y PROCESO



E: ENVIRONMENTAL RISK MANAGEMENT. PRINCIPLES AND
PROCESS

CORRESPONDENCIA: esta guía es una adopción modificada
(MOD) del documento *Environmental
Risk Management. Principles and
Process* (HB 203:2006)

DESCRIPTORES: riesgo; gestión de riesgo; medio
ambiente.

I.C.S.: 13.020.10; 03.100.01

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

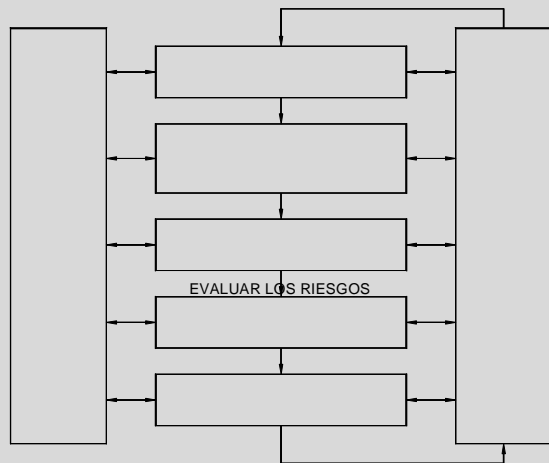
Prohibida su reproducción

Primera actualización
Editada 2009-09-01

2.6 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS

NTC 5254:2006

Evaluación de los riesgos



El propósito de la evaluación del riesgo es tomar decisiones, basadas en los resultados del análisis del riesgo, sobre los riesgos que necesitan tratamiento y las prioridades del tratamiento.

La evaluación del riesgo implica la comparación del nivel de riesgo hallado durante el proceso de análisis con los criterios de riesgo establecidos al considerar el contexto.

Es recomendable tener en cuenta los objetivos de la organización y la extensión de la oportunidad que podría resultar. Cuando se ha de hacer una elección entre opciones, las pérdidas potenciales superiores se pueden asociar con ganancias potenciales superiores, y la elección adecuada dependerá del contexto de la organización.

Las decisiones deberían considerar el contexto más amplio del riesgo e incluir la consideración de la tolerabilidad de los riesgos soportados por las partes diferentes a la organización que se beneficia de ello.

En algunas circunstancias, la evaluación del riesgo puede llevar a la decisión de realizar análisis adicional.

2.6.1 Objetivos

La evaluación del riesgo establece prioridades para las decisiones acerca de los riesgos. El propósito de la evaluación del riesgo es comparar el nivel de riesgo encontrado durante el proceso de análisis, contra criterios establecidos previamente, para determinar:

- Si proceder o continuar con una actividad,
- si se requiere un tratamiento para el riesgo, y
- si priorizar (clasificar) los riesgos para tratamiento.

La evaluación del riesgo debería tener en cuenta los valores, las percepciones y actitudes de la sociedad. Está ligada a los valores y actitudes sociales y de la comunidad, por medio del proceso de establecimiento de criterios. Los pasos precedentes de la identificación y análisis de riesgos pueden dar una idea y comprensión valiosas y una clasificación inicial, pero no pueden capturar todas las variables que son pertinentes para evaluar y tomar decisiones acerca de los riesgos ambientales. Los beneficios y costos son consideraciones de gran pertinencia al evaluar los riesgos. Un componente crítico para entender y manejar los riesgos ambientales son los juicios cuidadosos y bien informados.

2.6.2 Criterios

El proceso de evaluación de riesgos requiere una comunicación eficaz entre la organización y sus partes interesadas, para asegurar que los criterios escogidos y las decisiones tomadas reflejen apropiadamente los valores y las inquietudes.

Algunos criterios son fijos, y con frecuencia están especificados en la legislación o por la práctica industrial, mientras que otros son solamente guías para tomar decisiones. Los criterios fijos usualmente especifican niveles aceptables e inaceptables de riesgo (véanse los numerales 2.6.3, 2.6.4).

Los criterios establecidos previamente (véase el numeral 2.3.4) contra los que se va a juzgar el nivel de riesgo, se deberían revisar en esta etapa para confirmar que siguen siendo pertinentes, y para determinar si se requieren criterios adicionales.

El resultado de la evaluación del riesgo es una decisión sobre el nivel de riesgo que se considera aceptable en comparación con los criterios determinados previamente para las actividades que son evaluadas. Las decisiones acerca de los niveles de riesgo aceptables tomadas a partir de la evaluación del riesgo son específicas para la actividad analizada y gestionada, y no se pueden transferir desde/hacia otras actividades.

2.6.3 Categorías de riesgo

Generalmente, los riesgos se pueden dividir en tres categorías:

- Riesgos con nivel aceptable y que no necesitan consideración adicional.
- Riesgos que actualmente son demasiado altos para ser aceptables, y para los cuales se deben considerar medidas para el tratamiento del riesgo, con el fin de llevarlos a un nivel aceptable. En ocasiones estos riesgos se denominan "tolerables" porque son tolerados bajo circunstancias específicas o durante un tiempo especificado.
- Riesgos que son inaceptables en cualquier circunstancia o a cualquier nivel (intolerables).

Estas categorías de riesgo se pueden usar como base para el establecimiento de prioridades.

La Figura 4 ilustra las tres categorías y el efecto de los procesos de reducción de riesgos. Es un modelo simplificado y no necesariamente cubre todas las circunstancias. Los riesgos pueden ser acumulativos o pueden cambiar con el tiempo.

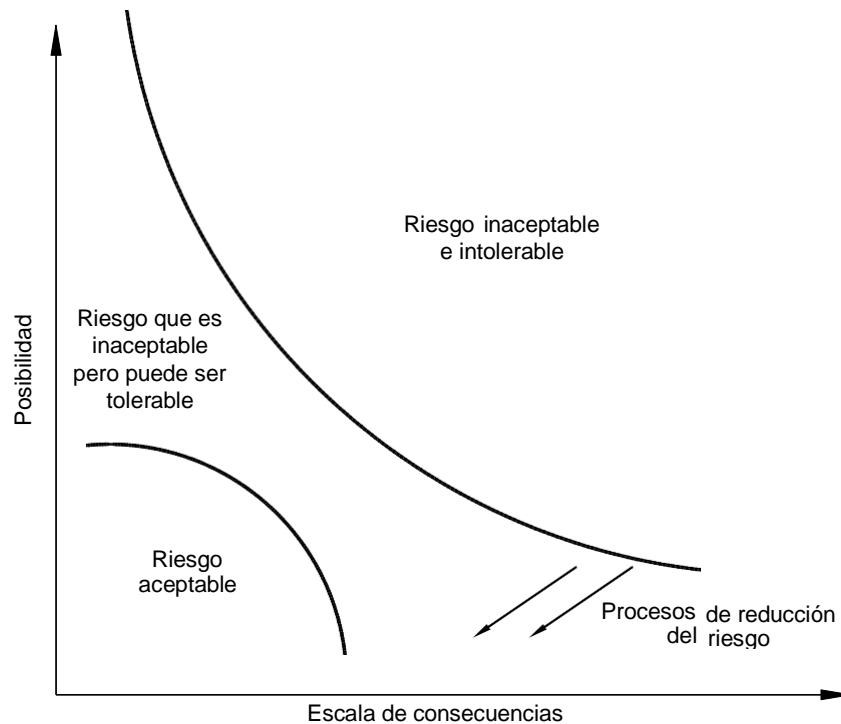


Figura 4. Ilustración de las categorías del riesgo

2.6.4 Tolerabilidad y aceptabilidad

La "**tolerabilidad**" se refiere a la disposición para vivir con un riesgo con el fin de asegurar beneficios, entendiendo que dicho riesgo se controla apropiadamente. La "tolerabilidad" no significa "aceptabilidad" (véase el numeral 2.6.3). Tolerar un riesgo no significa que se considera insignificante o como algo que podemos ignorar, sino algo que es necesario revisar continuamente y reducir aún más, si podemos y cuando podamos.

Los individuos "toleran" el riesgo por los beneficios que les proporcionan, como por ejemplo el empleo. De forma similar, la sociedad puede tolerar el riesgo ambiental por sus beneficios. Sin embargo, si hay disponibles alternativas que se consideran de riesgo inferior, entonces la sociedad no puede "aceptar" el riesgo durante más tiempo. Por ejemplo, las comunidades han "tolerado" que los sistemas de alcantarillado envíen desechos sin procesar hacia el mar porque creían que no había alternativa posible. Actualmente, muchas comunidades rehúsan seguir aceptándolo, pues ya saben que hay mejores sistemas disponibles.

La "**aceptabilidad**" se relaciona con los riesgos que no necesitan tratamiento adicional en esta etapa. La expresión *nivel aceptable de riesgo* se refiere al nivel en el cual se decide que no vale la pena una restricción adicional u otra cosa que altere la actividad, por ejemplo, un esfuerzo adicional no dará como resultado reducciones significativas en los niveles de riesgo.

2.6.5 Incertidumbre

La evaluación del riesgo debe explicar la variabilidad, la falta de conocimiento o comprensión de los resultados posibles que pueden derivarse de la toma de decisiones y las implicaciones de dichos resultados.

Existen diferentes clases de incertidumbre. La diferenciación más simple se presenta entre la variabilidad y la ignorancia (falta de conocimiento de los procesos físicos y biológicos y de las relaciones causa - efecto). *Wynne*¹ describe cuatro niveles de riesgo e incertidumbre:

- Riesgo - cuando conocemos las probabilidades.
- Incertidumbre - cuando no conocemos las probabilidades pero podemos conocer los parámetros principales.
- Ignorancia - cuando no sabemos qué es lo que no sabemos.
- Indeterminación - cuando las cadenas o redes causales no se pueden especificar.

La variabilidad o la incertidumbre de la medición se pueden especificar en términos de límites (límites superior e inferior), o los límites de confianza se pueden establecer usando la teoría del muestreo.

Las organizaciones deben tomar decisiones, pero en algunos casos, quien toma la decisión debe reconocer explícitamente que existen factores desconocidos y aplicar un planteamiento preventivo.

2.6.6 Comunicación y consulta

La etapa de evaluación involucra decisiones sobre el establecimiento de prioridades para las acciones que se van a tomar. Como parte de este proceso, puede ser necesario consultar a las partes interesadas; por tanto, incluya desde el principio la planificación para una comunicación y consulta apropiadas. Es posible que los costos y los beneficios sean diferentes para las diversas partes interesadas, y es necesario considerar sus preocupaciones cuando se toman las decisiones. También puede ser necesario comunicar las razones que llevaron a las decisiones, para ayudar a su aceptación.

¹ *WYNNE Uncertainty and Environmental Learning: Preconceiving Science and Policy in the Preventive Paradigm. Global Climate Change, June 1992.*

2011-02-16

**GESTIÓN DEL RIESGO.
PRINCIPIOS Y DIRECTRICES**



E: RISK MANAGEMENT. PRINCIPLES AND GUIDELINES

CORRESPONDENCIA: esta norma es una adopción idéntica (IDT) por traducción de la norma ISO 31000:2009.

DESCRIPTORES: gestión; riesgo; incertidumbre.

I.C.S.: 03.100.01

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

5.4 VALORACIÓN DEL RIESGO

5.4.1 Generalidades

La valoración del riesgo es el proceso total de identificación del riesgo, análisis del riesgo y evaluación del riesgo.

NOTA ISO/IEC 31010 brinda directrices sobre las técnicas de valoración del riesgo.

5.4.2 Identificación del riesgo

La organización debería identificar las fuentes de riesgo, las áreas de impacto, los eventos (incluyendo los cambios en las circunstancias) y sus causas y consecuencias potenciales. El objeto de esta fase es generar una lista exhaustiva de riesgos con base en aquellos eventos que podrían crear, aumentar, prevenir, degradar, acelerar o retrasar el logro de los objetivos. Es importante identificar los riesgos asociados a la no búsqueda de una oportunidad. La identificación exhaustiva es crítica porque un riesgo que no se identifique en esta fase no será incluido en el análisis posterior.

La identificación debería incluir los riesgos independientemente de si su origen está o no bajo control de la organización, aún cuando el origen del riesgo o su causa pueden no ser evidentes. La identificación del riesgo debería incluir el examen de los efectos colaterales de las consecuencias particulares, incluyendo los efectos en cascada y acumulativos. También se debería considerar un rango amplio de consecuencias incluso si el origen del riesgo o su causa pueden no ser evidentes. Al igual que la identificación de lo que podría suceder, es necesario considerar las causas y los escenarios posibles que muestran que las consecuencias se podrían presentar. Se recomienda considerar todas las causas y consecuencias significativas.

La organización debería aplicar herramientas y técnicas para la identificación del riesgo que sean adecuadas a sus objetivos y capacidades, y a los riesgos que se enfrentan. La información pertinente y actualizada es importante para identificar los riesgos. Esta información debería incluir, siempre que sea posible, la información básica. En la identificación del riesgo se deberían involucrar las personas con el conocimiento apropiado.

5.4.3 Análisis del riesgo

El análisis del riesgo implica el desarrollo y la comprensión del riesgo. Este análisis brinda una entrada para la evaluación del riesgo y para las decisiones sobre si es necesario o no tratar los riesgos y sobre las estrategias y métodos más adecuados para su tratamiento. El análisis del riesgo también brinda una entrada para la toma de decisiones, en la cual se deben hacer elecciones y las opciones implican diversos tipos y niveles de riesgo.

El análisis del riesgo involucra la consideración de las causas y las fuentes de riesgo, sus consecuencias positivas y negativas, y la probabilidad de que tales consecuencias puedan ocurrir. Se deberían identificar los factores que afectan a las consecuencias y a la probabilidad. El riesgo es analizado determinando las consecuencias y su probabilidad, y otros atributos del riesgo. Un evento puede tener consecuencias múltiples y puede afectar a objetivos múltiples. También se deberían considerar los controles existentes y su eficacia y eficiencia.

La forma en la cual las consecuencias y la probabilidad se expresan y la forma en la cual ellas se combinan para determinar un nivel de riesgo debería reflejar el tipo de riesgo, la información disponible y el propósito para el cual se va a usar la salida de la valoración del riesgo. Todo esto debería ser consistente con los criterios del riesgo. También es importante considerar la interdependencia de los diferentes riesgos y sus orígenes.

La confianza en la determinación del nivel de riesgo y su sensibilidad a las precondiciones y asunciones se debería considerar en el análisis y comunicar eficazmente a quienes toman las decisiones y, según corresponda, a otras partes involucradas. Factores tales como la divergencia de opinión entre los expertos, la incertidumbre, la disponibilidad, la calidad, la cantidad y la pertinencia continua de la información, o los limitantes en el modelado se deberían establecer y se pueden enfatizar.

El análisis del riesgo se puede realizar con diversos grados de detalle, dependiendo del riesgo, el propósito del análisis y la información, datos y recursos disponibles. El análisis puede ser cualitativo, semicuantitativo o cuantitativo, o una combinación de ellos, dependiendo de las circunstancias.

Las consecuencias y su probabilidad se pueden determinar modelando los resultados de un evento o grupo de eventos, o mediante extrapolación a partir de estudios experimentales o de los datos disponibles. Las consecuencias se pueden expresar en términos de impactos tangibles e intangibles. En algunos casos, se requiere más de un valor numérico o descriptor para especificar las consecuencias y su probabilidad en diferentes momentos, lugares, grupos o situaciones.

5.4.4 Evaluación del riesgo

El propósito de la evaluación del riesgo es facilitar la toma de decisiones, basada en los resultados de dicho análisis, acerca de cuáles riesgos necesitan tratamiento y la prioridad para la implementación del tratamiento.

La evaluación del riesgo implica la comparación del nivel de riesgo observado durante el proceso de análisis y de los criterios del riesgo establecidos al considerar el contexto. Con base en esta comparación, se puede considerar la necesidad de tratamiento.

En las decisiones se debería tener en cuenta el contexto más amplio del riesgo e incluir consideración de la tolerancia de los riesgos que acarrean otras partes diferentes de la organización que se benefician de los riesgos. Las decisiones se deberían tomar de acuerdo con los requisitos legales, reglamentarios y otros.

En algunas circunstancias, la evaluación del riesgo puede llevar a la decisión de emprender un análisis adicional. La evaluación del riesgo también puede tener como resultado la decisión de no tratar el riesgo de ninguna manera diferente del mantenimiento de los controles existentes. Esta decisión estará influida por la actitud de la organización hacia el riesgo y por los criterios del riesgo que se han establecido.

5.5 TRATAMIENTO DEL RIESGO

5.5.1 Generalidades

El tratamiento del riesgo involucra la selección de una o más opciones para modificar los riesgos y la implementación de tales opciones. Una vez implementado, el tratamiento suministra controles o los modifica.

El tratamiento del riesgo implica un proceso cíclico de:

- valoración del tratamiento del riesgo;
- decisión sobre si los niveles de riesgo residual son tolerables;

- si no son tolerables, generación de un nuevo tratamiento para el riesgo; y
- valoración de la eficacia de dicho tratamiento.

Las opciones para el tratamiento del riesgo no necesariamente son mutuamente excluyentes ni adecuadas en todas las circunstancias. Las opciones pueden incluir las siguientes:

- a) evitar el riesgo al decidir no iniciar o continuar la actividad que lo originó;
- b) tomar o incrementar el riesgo para perseguir una oportunidad;
- c) retirar la fuente de riesgo;
- d) cambiar la probabilidad;
- e) cambiar las consecuencias;
- f) compartir el riesgo con una o varias de las partes, (incluyendo los contratos y la financiación del riesgo); y
- g) retener el riesgo mediante una decisión informada.

5.5.2 Selección de las opciones para el tratamiento del riesgo

La selección de las opciones más adecuadas para el tratamiento del riesgo implica equilibrar los costos y los esfuerzos de la implementación frente a los beneficios derivados con respecto a los requisitos legales, reglamentarios y otros, como por ejemplo la responsabilidad social y la protección del ambiente natural. En las decisiones también se deberían considerar los riesgos que pueden ameritar el tratamiento que no es justificable en términos económicos, por ejemplo los riesgos graves (consecuencia negativa alta) pero raros (baja probabilidad).

Se puede considerar y aplicar una cantidad de opciones para el tratamiento ya sea individualmente o en combinación. Normalmente, la organización se puede beneficiar de la adopción de una combinación de opciones de tratamiento.

Al seleccionar las opciones para tratar el riesgo, la organización debería considerar los valores y las percepciones de las partes involucradas, y las vías más adecuadas para comunicarse con ellos. Cuando las opciones para tratar el riesgo pueden tener impacto en el riesgo en otras partes de la organización o para otras partes involucradas, estas opciones se deberían incluir en la decisión. Aunque tienen igual eficacia, algunos tratamientos para el riesgo pueden ser más aceptables para algunas partes involucradas que para otras.

El plan de tratamiento debería identificar claramente el orden de prioridad en el cual se deberían implementar los tratamientos individuales para el riesgo.

El tratamiento en sí mismo puede introducir riesgos. Un riesgo significativo puede ser la falla o la ineficacia de las medidas del tratamiento. Es necesario que el monitoreo sea parte integral del plan de tratamiento del riesgo para garantizar que las medidas sigan siendo eficaces.

El tratamiento también puede introducir riesgos secundarios que es necesario valorar, tratar, monitorear y revisar. Estos riesgos secundarios se deberían incorporar en el mismo plan de tratamiento definido para el riesgo original y no se deberían tratar como riesgos nuevos. Es recomendable identificar y mantener el vínculo entre los dos riesgos.

5.5.3 Preparación e implementación de los planes para el tratamiento del riesgo

El propósito de los planes para el tratamiento del riesgo es documentar la forma en que se van a implementar las opciones de tratamiento seleccionadas. La información suministrada en los planes de tratamiento debería incluir:

- las razones para la selección de las opciones de tratamiento, que incluyan los beneficios que se espera obtener;
- aquellos que son responsables de aprobar el plan y los responsables de implementarlo;
- acciones propuestas;
- requisitos de recursos, incluyendo las contingencias;
- medidas y restricciones de desempeño;
- requisitos de monitoreo y reporte; y
- tiempo y cronograma.

Los planes de tratamiento se deberían integrar con los procesos de gestión de la organización y se deberían discutir con las partes involucradas pertinentes.

Los encargados de tomar las decisiones y otras partes involucradas deberían conocer la naturaleza y la extensión del riesgo residual después del tratamiento del riesgo. El riesgo residual se debería documentar y someter a monitoreo, revisión y, cuando así corresponda, a tratamiento adicional.

Anexo D. Procesos Guía para el Tratamiento de Riesgos

2009-08-19

GESTIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL. PRINCIPIOS Y PROCESO



E: ENVIRONMENTAL RISK MANAGEMENT. PRINCIPLES AND
PROCESS

CORRESPONDENCIA: esta guía es una adopción modificada
(MOD) del documento *Environmental
Risk Management. Principles and
Process* (HB 203:2006)

DESCRIPTORES: riesgo; gestión de riesgo; medio
ambiente.

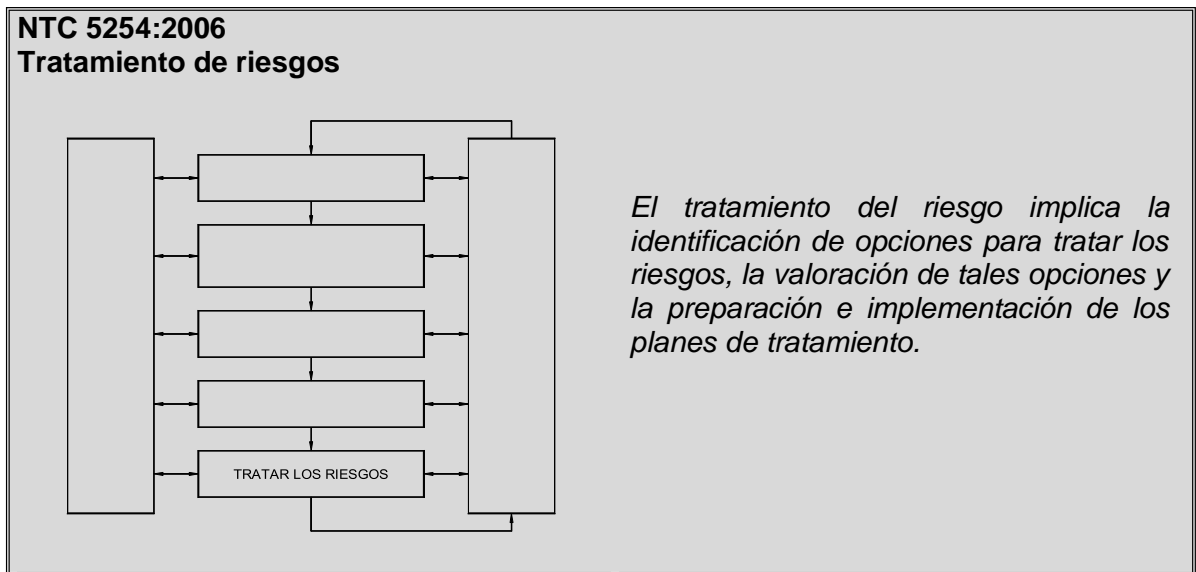
I.C.S.: 13.020.10; 03.100.01

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

Prohibida su reproducción

Primera actualización
Editada 2009-09-01

2.7 TRATAMIENTO DE RIESGOS



2.7.1 Generalidades

Se deben tratar los riesgos que no son tolerables.

El tratamiento del riesgo es el proceso de identificación del rango de opciones, la evaluación de las opciones para minimizar los impactos adversos en el ambiente, la preparación de los planes de tratamiento del riesgo y su implementación.

El análisis y la evaluación del riesgo dan como resultado un listado clasificado de los riesgos. Generalmente, se le dará la mayor prioridad de tratamiento a los riesgos clasificados como altos. Si los riesgos menores se pueden mitigar de manera simple y barata, esto se puede hacer simultáneamente. Considere las circunstancias y los niveles en los cuales los riesgos clasificados como altos se vuelven intolerables, y en los cuales los riesgos clasificados como bajos son insignificantes y se pueden dejar sin tratamiento diferente de hacer seguimiento para asegurar que permanezcan insignificantes.

2.7.2 Identificar las opciones de tratamiento

Las opciones para el tratamiento de riesgos, diseñadas para minimizar los impactos adversos, siguen una o más de las siguientes estrategias:

Evitar el riesgo

Evitar la exposición al peligro, por ejemplo, decidiendo no continuar con una actividad, eligiendo una ubicación más adecuada o adoptando procesos o materiales alternativos. Un fabricante podría evitar el riesgo adoptando materiales y técnicas que reduzcan las emisiones y contribuyan a un aire más limpio.

Mitigar el riesgo

Hacer progresivamente más estrictas las normas de calidad del aire se puede considerar como una aplicación de esta opción. Las mejoras en la tecnología y los cambios en el comportamiento pueden llevar a niveles más bajos de contaminantes en el ambiente. También puede haber beneficios indirectos, como por ejemplo, los pronósticos sobre emisión de contaminación hacia el aire (es decir, "alerta de Smog") con base en predicciones

meteorológicas pueden apresurar el cambio suficiente en las actividades relacionadas con las emisiones para que el evento real de *Smog* sea menos grave de lo que sería sin dicha advertencia.

Reducir la posibilidad

Las acciones para reducir o controlar la posibilidad pueden incluir, por ejemplo, la planificación inicial de las actividades o el diseño de procesos y controles, el seguimiento continuo del cumplimiento, el mantenimiento preventivo, la capacitación, la supervisión, las auditorías y las revisiones.

Un ejemplo de la planeación de actividades para reducir la posibilidad podría ser una organización que restringe sus actividades a un momento particular del día o de la estación, como es el caso de decidir irrigar un huerto temprano en la mañana cuando hay pocas personas cerca y hay menos posibilidad de que el viento arrastre la irrigación.

Reducir las consecuencias

El impacto ambiental se puede reducir con medidas como:

- minimizar la exposición a las fuentes de riesgo,
- planificación y preparación de respuestas ante contingencias y emergencias.

Los ejemplos incluyen la previsión de pasos subterráneos para animales con el fin de reducir las consecuencias adversas cuando se construyen carreteras u oleoductos que atraviesan las rutas de los animales migratorios.

La reducción de las consecuencias y de la posibilidad, referida como control de riesgo, puede implicar la determinación de los beneficios potenciales de nuevos controles en relación con la eficacia de los controles existentes.

Transferir el riesgo

La transferencia del riesgo implica que otra organización brinde soporte o comparta parte del riesgo, usualmente por medio de un contrato. Por ejemplo, puede ser posible subcontratar actividades con una organización que puede gestionarlas mejor. Un ejemplo común de transferencia del riesgo es la compra de una póliza de seguros, de manera que haya una recompensa económica si se presenta un impacto adverso. Sin embargo, puede no ser posible transferir el riesgo ambiental puesto que en muchas jurisdicciones la responsabilidad por el daño ambiental queda en manos de quien origina la contaminación (conocido como el principio de "quien contamina paga").

Retener el riesgo

Los riesgos que no se pueden reducir ni transferir, se retienen, y se deberían implementar planes para tratar los resultados, si los peligros se hacen realidad. Esto puede incluir la planeación ante emergencias y desastres, y la planeación de estrategias de recuperación. Recuerde que los riesgos retenidos incluyen los riesgos residuales que permanecen después de que los riesgos iniciales han sido reducidos o transferidos.

Separar físicamente

La separación del medio ambiente de la fuente de peligro mediante barreras físicas o zonas de amortiguación puede ser factible como una opción local, pero puede no ser posible a gran escala. Algunos ejemplos son las barreras para reducir el ruido o ataguías para controlar escapes y derrames. La reubicación de un establecimiento lejos de áreas sensibles como escuelas o hábitat de vida salvaje sería un ejemplo de la separación física.

Duplicar los recursos

Algunas especies en peligro sólo se pueden preservar introduciéndolas en hábitat adecuados. Por ejemplo, en Nueva Zelanda, muchas especies nativas se han conservado al introducir poblaciones en islas libres de depredadores.

Transformar el riesgo

La instalación de depuradores en las chimeneas es un ejemplo de transformación del riesgo. Finalmente se deberá disponer de las sustancias químicas que se hallan dentro de los depuradores, lo cual significa que el funcionamiento de los depuradores convierte un problema de contaminación del aire en un problema de disposición final de residuos sólidos o líquidos.

Considerar el contexto

Las opciones para el tratamiento del riesgo se deberían considerar en un contexto amplio y se deberían considerar sus efectos más amplios. Por ejemplo, los controles biológicos introducidos para controlar una forma de plaga pueden introducir otros problemas más o menos destructivos que el problema que deberían resolver.

2.7.3 Valoración de las opciones para el tratamiento del riesgo

Las opciones y estrategias para el tratamiento de riesgos se valoran en términos de:

- sus beneficios potenciales,
- su eficacia para reducir las pérdidas,
- el costo de implementar la opción (s), y
- el impacto de las medidas de control sobre los objetivos de otras partes interesadas, incluida la introducción de nuevos riesgos o problemas.

Generalmente, las opciones elegidas optimizarán la reducción del impacto ambiental y los costos de hacerlo, y originarán efectos colaterales menos adversos.

Se pueden aplicar los mismos métodos usados para estimar la frecuencia y las consecuencias en el análisis del riesgo, con el fin de estimar los cambios potenciales en los parámetros que se espera resulten de la aplicación de las medidas para el tratamiento de riesgos; por ejemplo, los datos históricos, los análisis de árboles de fallas, las advertencias de peligro y el juicio profesional. Al igual que con otras estimaciones, todas las suposiciones e incertidumbres asociadas se deberían reconocer y documentar.

Las medidas de tratamiento reducen los riesgos provenientes de fuentes identificadas. Sin embargo, la implementación de una medida de tratamiento puede introducir nuevos riesgos ambientales o incrementar otros riesgos identificados. Por ejemplo, el uso de detergentes sin

fosfato reduce el riesgo que ocasionan los fosfatos, pero puede introducir riesgos asociados con las sustancias químicas utilizadas para reemplazar los fosfatos.

Considerar los riesgos comparativos de las opciones disponibles puede ayudar a la determinación inicial de la aceptabilidad de un riesgo individual. Se recomienda evaluar cualquier escenario de riesgo nuevo que las opciones de tratamiento generen, de la misma manera que otros escenarios, empezando con la etapa del análisis de riesgos.

Los costos son una consideración significativa cuando se busca la aprobación de un proyecto o programa para el tratamiento de riesgos. Se recomienda hacer seguimiento de los costos iniciales y regulares de la implementación y el mantenimiento de un sistema de gestión del riesgo ambiental, preferiblemente como parte de los procedimientos normales de contabilidad de costos de la organización.

La línea de referencia con base en la cual una organización usualmente mide los costos de la gestión del riesgo ambiental es el costo del cumplimiento o el "costo de permanecer en el negocio". Para establecer esta línea de referencia se debe desarrollar un modelo que contenga o pueda suministrar las cifras pertinentes para la comparación, tales como:

- el costo actual de las actividades y las operaciones,
- el costo y el impacto económico que se deriva de no realizar el tratamiento del riesgo,
- el costo de las operaciones después de implementar el tratamiento propuesto para el riesgo.

Con frecuencia, los sistemas de control financiero no se establecen para capturar los costos de manera tal que se relacionen con la gestión del riesgo, y los costos totales reales y otros costos de las operaciones y actividades pueden ser difíciles de identificar y medir.

El tratamiento de cada plan o estrategia de gestión del riesgo ambiental como un proyecto separado puede ser un medio útil para identificar y aislar su costo total.

En el Apéndice H se suministra información adicional sobre los costos y las consideraciones económicas.

2.7.4 Planes para el tratamiento del riesgo

Antes de implementar cualquiera de las estrategias seleccionadas para el tratamiento o comunicación de riesgos, debería desarrollarse y documentarse un plan para el tratamiento de riesgos. Este plan debería suministrar suficiente información para que las personas entiendan cuáles son sus obligaciones y responsabilidades e incluir detalles de la distribución de recursos, así como un cronograma. Puede ser parte de un plan de negocios, la evaluación de un impacto ambiental para un proyecto nuevo, o la planificación dentro del sistema de gestión ambiental de la organización. Dicha planificación también puede ser un requisito de la legislación, por ejemplo, como parte de un proceso de declaración del impacto ambiental.

Durante la fase de desarrollo es esencial considerar la integridad económica y ecológica del plan y de la estrategia es esencial. La documentación final debería incluir el presupuesto, los objetivos apropiados y los acontecimientos importantes en el camino hacia el logro de dichos objetivos. En el plan para tratamiento de riesgos ambientales es necesario identificar los objetivos ambientales; los problemas ambientales de interés que se van a usar para determinar la eficacia de las opciones de implementación y los medios para hacer seguimiento al progreso.

La implementación del plan de tratamiento de riesgos implica asegurar la disponibilidad de los recursos y la definición de una escala temporal, las responsabilidades y el método para hacer seguimiento del progreso en comparación con el plan.

En esta etapa usualmente se seleccionan las opciones para el control de riesgos y luego se implementan a través del sistema de gestión ambiental. Los mensajes clave se envían usando los contactos identificados en todo el proceso de planificación de la comunicación en la gestión del riesgo ambiental. Puede ser necesario un esfuerzo de comunicación pública amplia.

2011-02-16

**GESTIÓN DEL RIESGO.
PRINCIPIOS Y DIRECTRICES**



E: RISK MANAGEMENT. PRINCIPLES AND GUIDELINES

CORRESPONDENCIA: esta norma es una adopción idéntica (IDT) por traducción de la norma ISO 31000:2009.

DESCRIPTORES: gestión; riesgo; incertidumbre.

I.C.S.: 03.100.01

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

5.4 VALORACIÓN DEL RIESGO

5.4.1 Generalidades

La valoración del riesgo es el proceso total de identificación del riesgo, análisis del riesgo y evaluación del riesgo.

NOTA ISO/IEC 31010 brinda directrices sobre las técnicas de valoración del riesgo.

5.4.2 Identificación del riesgo

La organización debería identificar las fuentes de riesgo, las áreas de impacto, los eventos (incluyendo los cambios en las circunstancias) y sus causas y consecuencias potenciales. El objeto de esta fase es generar una lista exhaustiva de riesgos con base en aquellos eventos que podrían crear, aumentar, prevenir, degradar, acelerar o retrasar el logro de los objetivos. Es importante identificar los riesgos asociados a la no búsqueda de una oportunidad. La identificación exhaustiva es crítica porque un riesgo que no se identifique en esta fase no será incluido en el análisis posterior.

La identificación debería incluir los riesgos independientemente de si su origen está o no bajo control de la organización, aún cuando el origen del riesgo o su causa pueden no ser evidentes. La identificación del riesgo debería incluir el examen de los efectos colaterales de las consecuencias particulares, incluyendo los efectos en cascada y acumulativos. También se debería considerar un rango amplio de consecuencias incluso si el origen del riesgo o su causa pueden no ser evidentes. Al igual que la identificación de lo que podría suceder, es necesario considerar las causas y los escenarios posibles que muestran que las consecuencias se podrían presentar. Se recomienda considerar todas las causas y consecuencias significativas.

La organización debería aplicar herramientas y técnicas para la identificación del riesgo que sean adecuadas a sus objetivos y capacidades, y a los riesgos que se enfrentan. La información pertinente y actualizada es importante para identificar los riesgos. Esta información debería incluir, siempre que sea posible, la información básica. En la identificación del riesgo se deberían involucrar las personas con el conocimiento apropiado.

5.4.3 Análisis del riesgo

El análisis del riesgo implica el desarrollo y la comprensión del riesgo. Este análisis brinda una entrada para la evaluación del riesgo y para las decisiones sobre si es necesario o no tratar los riesgos y sobre las estrategias y métodos más adecuados para su tratamiento. El análisis del riesgo también brinda una entrada para la toma de decisiones, en la cual se deben hacer elecciones y las opciones implican diversos tipos y niveles de riesgo.

El análisis del riesgo involucra la consideración de las causas y las fuentes de riesgo, sus consecuencias positivas y negativas, y la probabilidad de que tales consecuencias puedan ocurrir. Se deberían identificar los factores que afectan a las consecuencias y a la probabilidad. El riesgo es analizado determinando las consecuencias y su probabilidad, y otros atributos del riesgo. Un evento puede tener consecuencias múltiples y puede afectar a objetivos múltiples. También se deberían considerar los controles existentes y su eficacia y eficiencia.

La forma en la cual las consecuencias y la probabilidad se expresan y la forma en la cual ellas se combinan para determinar un nivel de riesgo debería reflejar el tipo de riesgo, la información disponible y el propósito para el cual se va a usar la salida de la valoración del riesgo. Todo esto debería ser consistente con los criterios del riesgo. También es importante considerar la interdependencia de los diferentes riesgos y sus orígenes.

La confianza en la determinación del nivel de riesgo y su sensibilidad a las precondiciones y asunciones se debería considerar en el análisis y comunicar eficazmente a quienes toman las decisiones y, según corresponda, a otras partes involucradas. Factores tales como la divergencia de opinión entre los expertos, la incertidumbre, la disponibilidad, la calidad, la cantidad y la pertinencia continua de la información, o los limitantes en el modelado se deberían establecer y se pueden enfatizar.

El análisis del riesgo se puede realizar con diversos grados de detalle, dependiendo del riesgo, el propósito del análisis y la información, datos y recursos disponibles. El análisis puede ser cualitativo, semicuantitativo o cuantitativo, o una combinación de ellos, dependiendo de las circunstancias.

Las consecuencias y su probabilidad se pueden determinar modelando los resultados de un evento o grupo de eventos, o mediante extrapolación a partir de estudios experimentales o de los datos disponibles. Las consecuencias se pueden expresar en términos de impactos tangibles e intangibles. En algunos casos, se requiere más de un valor numérico o descriptor para especificar las consecuencias y su probabilidad en diferentes momentos, lugares, grupos o situaciones.

5.4.4 Evaluación del riesgo

El propósito de la evaluación del riesgo es facilitar la toma de decisiones, basada en los resultados de dicho análisis, acerca de cuáles riesgos necesitan tratamiento y la prioridad para la implementación del tratamiento.

La evaluación del riesgo implica la comparación del nivel de riesgo observado durante el proceso de análisis y de los criterios del riesgo establecidos al considerar el contexto. Con base en esta comparación, se puede considerar la necesidad de tratamiento.

En las decisiones se debería tener en cuenta el contexto más amplio del riesgo e incluir consideración de la tolerancia de los riesgos que acarrearán otras partes diferentes de la organización que se benefician de los riesgos. Las decisiones se deberían tomar de acuerdo con los requisitos legales, reglamentarios y otros.

En algunas circunstancias, la evaluación del riesgo puede llevar a la decisión de emprender un análisis adicional. La evaluación del riesgo también puede tener como resultado la decisión de no tratar el riesgo de ninguna manera diferente del mantenimiento de los controles existentes. Esta decisión estará influida por la actitud de la organización hacia el riesgo y por los criterios del riesgo que se han establecido.

5.5 TRATAMIENTO DEL RIESGO

5.5.1 Generalidades

El tratamiento del riesgo involucra la selección de una o más opciones para modificar los riesgos y la implementación de tales opciones. Una vez implementado, el tratamiento suministra controles o los modifica.

El tratamiento del riesgo implica un proceso cíclico de:

- valoración del tratamiento del riesgo;
- decisión sobre si los niveles de riesgo residual son tolerables;

- si no son tolerables, generación de un nuevo tratamiento para el riesgo; y
- valoración de la eficacia de dicho tratamiento.

Las opciones para el tratamiento del riesgo no necesariamente son mutuamente excluyentes ni adecuadas en todas las circunstancias. Las opciones pueden incluir las siguientes:

- a) evitar el riesgo al decidir no iniciar o continuar la actividad que lo originó;
- b) tomar o incrementar el riesgo para perseguir una oportunidad;
- c) retirar la fuente de riesgo;
- d) cambiar la probabilidad;
- e) cambiar las consecuencias;
- f) compartir el riesgo con una o varias de las partes, (incluyendo los contratos y la financiación del riesgo); y
- g) retener el riesgo mediante una decisión informada.

5.5.2 Selección de las opciones para el tratamiento del riesgo

La selección de las opciones más adecuadas para el tratamiento del riesgo implica equilibrar los costos y los esfuerzos de la implementación frente a los beneficios derivados con respecto a los requisitos legales, reglamentarios y otros, como por ejemplo la responsabilidad social y la protección del ambiente natural. En las decisiones también se deberían considerar los riesgos que pueden ameritar el tratamiento que no es justificable en términos económicos, por ejemplo los riesgos graves (consecuencia negativa alta) pero raros (baja probabilidad).

Se puede considerar y aplicar una cantidad de opciones para el tratamiento ya sea individualmente o en combinación. Normalmente, la organización se puede beneficiar de la adopción de una combinación de opciones de tratamiento.

Al seleccionar las opciones para tratar el riesgo, la organización debería considerar los valores y las percepciones de las partes involucradas, y las vías más adecuadas para comunicarse con ellos. Cuando las opciones para tratar el riesgo pueden tener impacto en el riesgo en otras partes de la organización o para otras partes involucradas, estas opciones se deberían incluir en la decisión. Aunque tienen igual eficacia, algunos tratamientos para el riesgo pueden ser más aceptables para algunas partes involucradas que para otras.

El plan de tratamiento debería identificar claramente el orden de prioridad en el cual se deberían implementar los tratamientos individuales para el riesgo.

El tratamiento en sí mismo puede introducir riesgos. Un riesgo significativo puede ser la falla o la ineficacia de las medidas del tratamiento. Es necesario que el monitoreo sea parte integral del plan de tratamiento del riesgo para garantizar que las medidas sigan siendo eficaces.

El tratamiento también puede introducir riesgos secundarios que es necesario valorar, tratar, monitorear y revisar. Estos riesgos secundarios se deberían incorporar en el mismo plan de tratamiento definido para el riesgo original y no se deberían tratar como riesgos nuevos. Es recomendable identificar y mantener el vínculo entre los dos riesgos.

5.5.3 Preparación e implementación de los planes para el tratamiento del riesgo

El propósito de los planes para el tratamiento del riesgo es documentar la forma en que se van a implementar las opciones de tratamiento seleccionadas. La información suministrada en los planes de tratamiento debería incluir:




- las razones para la selección de las opciones de tratamiento, que incluyan los beneficios que se espera obtener;
- aquellos que son responsables de aprobar el plan y los responsables de implementarlo;
- acciones propuestas;
- requisitos de recursos, incluyendo las contingencias;
- medidas y restricciones de desempeño;
- requisitos de monitoreo y reporte; y
- tiempo y cronograma.

Los planes de tratamiento se deberían integrar con los procesos de gestión de la organización y se deberían discutir con las partes involucradas pertinentes.

Los encargados de tomar las decisiones y otras partes involucradas deberían conocer la naturaleza y la extensión del riesgo residual después del tratamiento del riesgo. El riesgo residual se debería documentar y someter a monitoreo, revisión y, cuando así corresponda, a tratamiento adicional.

Anexo E. Matriz propuesta para la Gestión de Riesgos Ambientales

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAR, EVALUAR Y VALORAR RIESGOS AMBIENTALES
DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS MEDIANTE SISTEMA PIPE JACKING**

-  **Tablas de calificación:** Criterios de calificación de probabilidad, impacto y controles
-  **Matriz de Riesgo:** Registro de riesgos, su análisis, evaluación y tratatamiento
-  **Mapa de Riesgo:** Representación gráfica del nivel del riesgo

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAR, EVALUAR Y VALORAR RIESGOS AMBIENTALES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE CUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS MEDIANTE SISTEMA PIPE JACKING



TABLAS DE CALIFICACIÓN

Tabla 1. CALIFICACIÓN DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
1	Raro	El Evento puede ocurrir solo en circunstancias excepcionales	No se ha presentado en los últimos 3 años
2	Improbable	El evento podría ocurrir en algún momento	Al menos una vez en los últimos 3 años
3	Posible	El evento podrá ocurrir en algún momento	Al menos una vez en los últimos 2 años
4	Probable	El evento ocurrirá en la mayoría de las circunstancias	Al menos una vez en el último año
5	Casi Seguro	Se espera que el evento suceda en la mayoría de las circunstancias	Más de una vez al año

CONICIONES DE OPERACIÓN PROBABILIDAD

NCP Indefinidas	8
NCP Definido	12
Antecedente	1
K1	0.5
K2	5

Nivel de probabilidad **2**

TABLA 2. CALIFICACIÓN DEL IMPACTO DEL RIESGO

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
1	Insignificante	Si el hecho llegara a presentarse, tendría consecuencias o efectos mínimos sobre la entidad: a-Ningún incidente b-Ningún efecto ambiental c-Costo económico cero (0) d-Retraso en cronograma cero - afecta logro objetivos 0%
2	Menor	Si el hecho llegara a presentarse, tendría bajo impacto o efectos sobre la entidad: a-Lesión menor sin incapacidad b-Efecto menor ambiental-recuperable c-Pérdidas hasta \$15,000,000 d-Retraso en cronograma de 1 a 5% - afecta logro objetivos de 1 a 10%
3	Moderado	Si el hecho llega a presentarse, tendría medianas consecuencias o efectos sobre la entidad: a-Incapacidad temporal hasta 2 días b-Contaminación ambiental Localizada c-Pérdidas entre \$15,000,001 y \$60,000,000 d-Retraso en cronograma 5.1 a 10% - afecta objetivos entre 10.1% y 20%
4	Mayor	Si el hecho llegara a presentarse, tendría altas consecuencias o efectos sobre la entidad: a-Incapacidad parcial b-Contaminación Mayor c-Pérdidas entre \$60,000,001 y \$100,000,000 d-Retraso en cronograma 10.1 a 30% - afecta objetivos entre 20.1% - 40%
5	Catastrófico	Si el hecho llegara a presentarse, tendría desastrosas consecuencias o efectos sobre la entidad: a-Incapacidad total o fatalidad b-Contaminación irreparable c-Pérdidas mayores a 100,000,001 d-Retraso en cronograma ≥ 30.1 - afecta objetivos más 40.1%

CONICIONES DE OPERACIÓN IMPACTO

NCI Indefinidos	8
NCI Definido	12
Impacto potencial	5
K1	0.5
K2	5

Nivel de Impacto **4**

RIESGO (-)					
PROBABILIDAD					
5 Casi Seguro					
4 Probable					
3 Posible					
2 Improbable					
1 Raro					
ESCALA RELATIVA RIESGO	1	2	3	4	5
	Insignificante	Menor	Moderado	Mayor	Catastrófico

DESCRIPCIÓN ZONA DE RESULTADO		Riesgo Negativo (Amenaza)
	Aceptable	Aceptar - Plan de Trabajo
	Tolerable	Asumir el Riesgo (Contingencia) - Reducir el Riesgo
	Moderado	Reducir el Riesgo - Compartir o Transferir
	Inaceptable	Evitar el Riesgo - Reducir el Riesgo

TABLA 3. VALORACIÓN DE CONTROLES

PARÁMETROS	CRITERIOS	PUNTAJES
Herramientas para ejercer el control	Posee una herramienta para ejercer el control	15
	La herramienta tiene manuales instructivos o procedimientos para el manejo de la herramienta	15
	En el tiempo que lleva a la herramienta ha demostrado ser efectiva	30
Seguimiento control	Están definidos los responsables de la ejecución del control y del seguimiento.	15
	La frecuencia de la ejecución del control y seguimiento es adecuada	25

Rango de calificación	CALIFICACIÓN A DISMINUIR O AUMENTAR EN LA PROBABILIDAD	CALIFICACIÓN A DISMINUIR O AUMENTAR EN EL IMPACTO
Entre 0 - 50	0	0
Entre 51 - 75	1	1
Entre 76 - 100	2	2



PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAR, EVALUAR Y VALORAR RIESGOS AMBIENTALES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS MEDIANTE SISTEMA PIPE JACKING

MATRIZ PARA IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y TRATAMIENTO DE RIESGOS AMBIENTALES

1. IDENTIFICACIÓN			2. ANÁLISIS			3. EVALUACIÓN						4. TRATAMIENTO															
FUENTE DE INFORMACIÓN	TIPO DE RIESGO	INTERNO / EXTERNO	DESCRIPCIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	IMPACTO	RIESGO INHERENTE	CONTROLES EXISTENTES	TIPO DE CONTROL	VALORACIÓN DEL CONTROL			ANÁLISIS		RIESGO RESIDUAL	TRATAMIENTO	ACCIONES		RESPONSABLE		PLAZO					
											HERAMIENTA	SEGUIMIENTO	TOTAL	PROBABILIDAD	IMPACTO							INICIO	FIN				
Confianza	Operativos	Interno	Ausencia de condiciones para el manejo ambiental en las zonas donde se desarrollan los proyectos.	Empazamiento de los proyectos en áreas aptas para o sin control ambiental.	Omisión en la implementación de la totalidad de las medidas de manejo ambiental en obra.	Casi Seguro	5	Moderado	0	0	Aceptable	Planes de Gestión Ambiental, innovación en la implementación de medidas de manejo ambiental conformes a las particularidades del proyecto.	Impacto	60	40	100	Raro	1	Moderado	0	0	Aceptable	Transferir	Responsabilidad compartida con las entes de control y territorios territoriales.	Construcción	N.A.	N.A.
Confianza	Operativos	Interno	Ataques en el inicio de las obras por los límites para la obtención de licencias y/o permisos ambientales.	Falta de diligencia en las entidades de control ambiental.	Perfiles económicos y/o multas y sanciones por el atrasado en la obtención de licencias y permisos, cancelamiento de permisos, cancelación y/o multas de permisos, ciclo usuarios y/o conductores a causa de accidentes por infracciones al uso de vehículos.	Probable	4	Mayor	0	0	Aceptable	Planes de Gestión Ambiental - Programa IA.	Impacto	60	40	100	Posible	3	Mayor	0	0	Aceptable	Asumir	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Matriz de aspectos e impactos ambientales	Operativos	Interno	Daños de seguridad vial y afectación a la movilidad vehicular, peatonal y ciclovías por incremento en los tiempos de viaje y congestión.	Empazamiento de los proyectos en áreas urbanas.	Quiebra de establecimiento comerciales por atracción de la movilidad.	Raro	1	Catastrófico	0	0	Aceptable	P.G.A. IME de cada proyecto.	Impacto	60	30	90	Raro	1	Moderado	0	0	Aceptable	Asumir	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
						Raro	1	Mayor	0	0	Aceptable	P.G.A. IME de cada proyecto.	Impacto	45	25	70	Improbable	2	Menor	0	0	Aceptable	Asumir	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Matriz de aspectos e impactos Ambientales	Operativos	Interno	Afectación al patrimonio arqueológico Nacional por hallazgos fortuitos.	Excavaciones en áreas de interés arqueológico.	Cierre o suspensión de la obra por hallazgo fortuito de interés nacional.	Improbable	2	Mayor	0	0	Aceptable	P.G.A. Programa de arqueología preventiva.	Impacto	30	40	70	Raro	1	Moderado	0	0	Aceptable	Asumir	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
						Improbable	2	Mayor	0	0	Aceptable	P.G.A. Programa de arqueología preventiva.	Probabilidad	30	40	70	Raro	1	Moderado	0	0	Aceptable	Asumir	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Matriz de Impacto Ambiental	Operativos	Interno	Afectación al paisaje, zonas verdes y arbolado urbano por intervención silvicultural de obra.	Excavaciones en áreas de interés ambiental (Receptores sensibles).	Cierre, suspensión y/o multas elevadas de la obra por actos administrativos derivados de los daños irreversibles de obra.	Improbable	2	Catastrófico	0	0	Aceptable	P.G.A. de obra e inventario forestal "Resoluciones ambientales de aprobación"	Probabilidad	60	40	100	Raro	1	Significante	0	0	Aceptable	Asumir	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Matriz de Impacto Ambiental	Operativos	Interno			Daños irreversibles a los cuerpos de agua, zonas verdes y arbolado urbano.	Improbable	2	Catastrófico	0	0	Aceptable	P.G.A. de obra e inventario forestal "Resoluciones ambientales de aprobación"	Probabilidad	60	40	100	Raro	1	Significante	0	0	Aceptable	Asumir	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Matriz de Impacto Ambiental	Operativos	Interno	Resistencia de la comunidad frente al proyecto por información no asertiva.	Desinformación del proyecto.	No adecuación de la obra por oposición de la comunidad. "Caso de actividades por el control ambiental sensible".	Posible	3	Mayor	0	0	Aceptable	Programa de Información y comunicación del los Planes de Gestión Social.	Impacto	60	40	100	Raro	1	Menor	0	0	Aceptable	Asumir	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Matriz de Impacto Ambiental	Operativos	Interno	Afectación del suelo, cuerpos de agua y redes de alcantarillado por RCD de obra.	Generación de RCD de obra.	Multas o sanciones de las Autoridades Ambientales, y/o ESP.	Posible	3	Mayor	0	0	Aceptable	"Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demoliciones RCD" "Plan de Gestión Ambiental para obras civiles"	Probabilidad	60	40	100	Raro	1	Menor	0	0	Aceptable	Asumir	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
					Aumento en los costos de la implementación de las medidas de mitigación.	Casi Seguro	5	Moderado	0	0	Aceptable	"Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demoliciones RCD" "Plan de Gestión Ambiental para obras civiles"	Probabilidad	60	40	100	Posible	3	Significante	0	0	Aceptable	Asumir	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Matriz de Impacto Ambiental	Tecnológico	Interno	Contaminación del suelo y agua por inadecuado manejo de RESPEL.	Mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, equipos, refuercos e instalaciones.	Multas o sanciones de las Autoridades Ambientales, y/o ESP.	Improbable	2	Mayor	0	0	Aceptable	"Plan Integral de riesgos peligrosos" "Plan de Gestión Ambiental para obras civiles"	Probabilidad	60	40	100	Raro	1	Menor	0	0	Aceptable	Asumir	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
					Daños irreversibles a los cuerpos de agua y/o suelo.	Improbable	2	Catastrófico	0	0	Aceptable	"Plan Integral de riesgos peligrosos" "Plan de Gestión Ambiental para obras civiles"	Probabilidad	60	40	100	Raro	1	Moderado	0	0	Aceptable	Asumir	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Matriz de Impacto Ambiental	Tecnológico	Interno	Afectación a receptores sensibles por otros niveles de vibraciones (comunidad y ambiente).	Proceso de instalación de tabletas.	Caídas o daños a la infraestructura por vibraciones.	Posible	3	Mayor	0	0	Aceptable	"Programa para Control de emisiones atmosféricas y ruido" "Plan de Gestión Ambiental para obras civiles"	Impacto	15	40	55	Improbable	2	Moderado	0	0	Aceptable	Reducir	Generar procedimiento específico para el control de vibraciones conforme a las particularidades del equipo de vibración.	Área Técnica	N.A.	N.A.
					Daños y afectación a salud pública por emisiones ruido.	Posible	3	Moderado	0	0	Aceptable	"Programa para control de emisiones atmosféricas y ruido" "Plan de Gestión Ambiental para obras civiles"	Impacto	30	25	55	Improbable	2	Menor	0	0	Aceptable	Asumir	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Matriz de Impacto Ambiental	Tecnológico	Interno	Afectación a receptores sensibles por otros niveles de emisiones de ruido (Comunidad y ambiente).	Operación de la maquinaria y equipos de los proyectos.	Rehabilitación de actores sensibles como hogares periféricos, centros de salud, centros de salud y de rehabilitación especial.	Improbable	2	Moderado	0	0	Aceptable	"Programa para control de emisiones atmosféricas y ruido" "Plan de Gestión Ambiental para obras civiles"	Impacto	30	25	55	Raro	1	Menor	0	0	Aceptable	Asumir	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Matriz de Impacto Ambiental	Operativos	Interno	Afectación a receptores sensibles por otros niveles de emisiones material particulado (Comunidad y ambiente).	Manejo de Materia prima compacta por material particulado.	Daños y afectación a salud pública por emisiones MP.	Casi Seguro	5	Moderado	0	0	Aceptable	"Programa para control de emisiones atmosféricas y ruido" "Plan de Gestión Ambiental para obras civiles"	Impacto	30	25	55	Raro	1	Menor	0	0	Aceptable	Asumir	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Matriz de Impacto Ambiental	Operativos	Interno	Afectación a receptores sensibles por otros niveles de emisiones de H ₂ S (Comunidad y ambiente).	Operación de maquinaria y equipos de servicio de los proyectos.	Daños y afectación a salud pública por emisiones H ₂ S y CO.	Improbable	2	Moderado	0	0	Aceptable	"Programa para control de emisiones atmosféricas y ruido" "Plan de Gestión Ambiental para obras civiles"	Impacto	30	40	70	Raro	1	Menor	0	0	Aceptable	Asumir	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Matriz de Impacto Ambiental	Naturales	Externo	Afectación del proyecto por inundación o encharcamientos.	Pluviometría fuera del promedio del comportamiento histórico.	Suspensión del Contrato, Mayores Costos y Retraso de ejecución de las Obras.	Probable	4	Mayor	0	0	Aceptable	Inspecciones permanentes por parte de la interventoría y/o Supervisión.	Impacto	30	25	55	Raro	1	Menor	0	0	Aceptable	Asumir	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

MAPA DE RIESGO AMBIENTAL

MAPA DE RIESGOS INHERENTE					
RIESGO (-)					
PROBABILIDAD					
5	Casi Seguro				
4	Probable				
3	Posible				
2	Improbable				
1	Raro				
ESCALA RELATIVA RIESGO		1	2	3	4
		Insignificante	Menor	Moderado	Mayor
		5			
		IMPACTO (-)			
		TOTAL DE RIESGOS	Riesgo Negativo (Amenaza)		
		0	Aceptable	Aceptar - Plan de Trabajo	
		0	Tolerable	Asumir el Riesgo (Contingencia) - Reducir el Riesgo	
		0	Moderado	Reducir el Riesgo - Compartir o Transferir	
		0	Inaceptable	Evitar el Riesgo - Reducir el Riesgo	

MAPA DE RIESGOS RESIDUAL					
RIESGO (-)					
PROBABILIDAD					
5	Casi Seguro				
4	Probable				
3	Posible				
2	Improbable				
1	Raro				
ESCALA RELATIVA RIESGO		1	2	3	4
		Insignificante	Menor	Moderado	Mayor
		5			
		IMPACTO (-)			
		TOTAL DE RIESGOS	Riesgo Negativo (Amenaza)		
		0	Aceptable	Aceptar - Plan de Trabajo	
		0	Tolerable	Asumir el Riesgo (Contingencia) - Reducir el Riesgo	
		0	Moderado	Reducir el Riesgo - Compartir o Transferir	
		0	Inaceptable	Evitar el Riesgo - Reducir el Riesgo	