



PROTOCOLO DE MONITOREO DE VERTIMIENTOS A LAS AGUAS SUPERFICIALES CONTINENTALES Y AL ALCANTARILLADO PÚBLICO

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RECURSO HÍDRICO
GRUPO DE ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO**

**BOGOTÁ D.C.
JUNIO DE 2026**



PROTOCOLO DE MONITOREO DE VERTIMIENTOS A LAS AGUAS SUPERFICIALES CONTINENTALES Y AL ALCANTARILLADO PÚBLICO

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

REPÚBLICA DE COLOMBIA
Gustavo Francisco Petro Urrego
Presidente de la República

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
Irene Vélez Torres
Ministra (e)

Edith Bastidas Calderón
Viceministro de Políticas y Normalización Ambiental

Oscar Puerta Luchini
Director de Gestión Integral del Recurso Hídrico

Equipo técnico	Colaboradores
Andrea del Pilar Torres Gallardo - Profesional Especializada Henry Guillermo Acosta Pérez – Profesional Especializado Diana Carolina Callejas Moncaleano -Contratista Rafael de Jesús Sierra Montealegre - Contratista Luisa Fernanda Uribe Laverde – Contratista Grupo de Administración del Recurso Hídrico Nelson Mauricio Anillo Rincón – Coordinador Grupo de Administración del Recurso Hídrico - MinAmbiente	ANLA - Regionalización y SIPTA Cornare Corpocesar CARDER Cortolima CAR CAM EPA CORPAMAG Corpoamazonia CVC CRA IDEAM - Subdirección de Hidrología y Acreditación

Introducción	7
1. Marco Normativo	9
Marco Normativo Nacional	9
Normativas técnicas y estándar	11
2. Marco Conceptual	13
3. Alcance	20
4. Punto de Control e Infraestructura	25
4.1 Infraestructura Técnica Mínima Requerida	27
5. Metodología para la toma de muestra	31
5.1 Consideraciones previas para la toma de muestras	32
5.1.1 Personal capacitado	33
5.1.2 Conocimiento del proceso productivo	34
5.1.3 Representatividad	34
5.1.4 Calibración de equipos	34
5.1.5 Actualización del procedimiento de muestreo	35
5.2 Muestreo de calidad	35
5.2.1 Selección de los parámetros a monitorear	36
5.2.2 Selección de parámetros de campo	37
5.2.3 Tipo de muestra	37
5.2.4 Duración y frecuencia para la toma y composición de las muestras compuestas	39
5.2.5 Cadena de custodia	40
5.2.6 Métodos de muestreo	40
5.2.7 Número y volumen de muestras	41
5.2.8 Alistamiento de equipos de muestreo y materiales	41
5.2.9 Llenado de recipientes donde se almacena la muestra	42
5.2.10 Almacenamiento, preservación y transporte de muestras	42
5.2.11 Control de calidad	43
5.2.12 Manejo de residuos generados en campo	44
5.2.13 Informes	44
5.3 Muestreo de cantidad	45
5.4 Monitoreo de vertimientos con propósitos de modelación de calidad del agua	45
6. Metodología para análisis de muestras	48
7. Parámetro de Temperatura y Zona de Mezcla Térmica	49
7.1 Caso 1. Parámetro de temperatura para vertimientos puntuales de agua residual a los sistemas de alcantarillado público	51
7.2. Determinación de factor de dilución (FD) menor a 0,15	51
7.3. Caso 2. Parámetro de temperatura para vertimientos puntuales de agua residual a cuerpos de agua superficial para actividades industriales, comerciales o servicios (excepto termoeléctricas). 51	
7.3.1. Caso 2a. Longitud de Zona de Mezcla < 100,00 m	52
7.3.2. Caso 2b. Longitud de Zona de Mezcla ≥ 100,00 m	53
7.4. Caso 3. Parámetro de temperatura para vertimientos puntuales de agua residual a cuerpos de aguas superficiales por parte de la actividad de generación de energía eléctrica por procesos térmicos (termoeléctricas)	56



7.4.1	Lineamientos para que la Autoridad Ambiental determine parámetro de temperatura y zona de mezcla térmica.....	60
7.4.2	Seguimiento y control por parte de la Autoridad Ambiental	63
8	Frecuencias de Monitoreo	65
8.1	Frecuencia tipo I. Frecuencia de monitoreo para caracterización del vertimiento.....	65
8.2	Frecuencia tipo II. Frecuencia de reporte por tipo de actor y objetivo de monitoreo.....	68
9	Reporte de Información	72
9.1	Alistamiento.....	72
9.2	Toma de muestras en campo	73
9.3	Análisis de resultados.....	73
9.4	Entrega de resultados.....	73
10	Medidas de Seguridad.....	75
10.1	Integración con el SG-SST institucional.....	75
10.2	Identificación de peligros y valoración del riesgo	76
10.3	Medidas de control	77
11	Plan de Monitoreo	78
11.1	Alistamiento del plan de monitoreo	78
11.2	Presentación del plan de monitoreo a la autoridad ambiental	79
11.3	Definición de punto de control de vertimiento (PCV).....	79
11.4	Georreferenciación de los puntos de monitoreo	80
11.5	Determinación de la frecuencia de monitoreo Y REPORTE.....	80
11.6	Definición del tipo de muestra	80
11.7	Selección de parámetros de análisis	80
11.8	Equipos requeridos	80
11.9	Control de calidad	81
11.10	Preservación de la muestra	81
11.11	Cantidad de la muestra.....	81
11.12	Cadena de custodia.....	81
11.13	Almacenamiento y transporte de muestras	82
11.14	Gestión de residuos	82
11.15	Reporte de resultados	82
11.16	Implementación de medidas de seguridad y salud en el trabajo	82
11.17	Consideración de la variabilidad hidrometeorológica.....	82
12.	Referencias	84
13.	Anexos	92
	Anexo 1. Marco Normativo relacionado con el PMVA.....	92
	Anexo 2. Resumen de criterios para recolección y preservación de muestras de acuerdo con el parámetro de análisis (adaptado de APHA et al, 2017).	97

Ambiente

Índice de siglas

ARD. Aguas Residuales Domésticas
ARnD. Aguas Residuales no Domésticas
DGIRH. Dirección de Gestión Integral de Recurso Hídrico
ESP. Empresa de servicios públicos
EVA. Evaluación Ambiental del Vertimiento
FD. Fracción de dilución
ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IPPH. Índice promedio ponderado hidrobiológico
GIRH. Gestión Integral de Recurso Hídrico
MinAmbiente. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
PCV. Punto de Control del Vertimiento
PMVA. Protocolo de Monitoreo de Vertimientos a las Aguas Superficiales y al Alcantarillado Público
PNGIRH. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico
PSMV. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos
RURH. Registro Único de Usuarios del Recurso Hídrico

Índice de Figuras

FIGURA 1 ALCANCE DEL PMVA	21
<i>Figura 2 .Mapa de actores del PMVA</i>	23
<i>Figura 3 Roles de los actores para el PMVA</i>	24
<i>Figura 4. Ubicación de Punto de Control de Vertimientos – PCV</i>	26
<i>Figura 5. Sugerencia de Separación de redes para descargas puntuales de vertimientos al sistema de alcantarillado público – Caso 1.</i>	27
<i>Figura 6. Sugerencia de separación de redes para descargas puntuales de vertimientos al cuerpo de agua superficial - Caso 2.</i>	29
<i>Figura 7. Sugerencia de separación de Redes descargas puntuales de vertimientos a cuerpo de agua superficial con manejo separado de ARD y ARnD – Caso 3.</i>	29
<i>Figura 8. Consideraciones previas a la toma de muestras</i>	33
<i>Figura 9. Casos para determinación zona de mezcla térmica</i>	49
<i>Figura 10 Caso 2a Todos los usuarios a excepción de generación de energía térmica. Longitud de mezcla <100,00 m.</i>	52
<i>Figura 11. Caso 2b. Todos los usuarios a excepción de generación de energía térmica. Longitud de MEZCLA ≥100,00 m.</i>	53
<i>Figura 12 Esquema para identificar los puntos de medición de temperatura en la sección transversal</i>	56
<i>Figura 13 Información de línea base</i>	60
<i>Figura 14. Determinación de ΔT_{100} y X_3.</i>	61
<i>Figura 15. Criterios para determinar la distancia máxima a la cual se tiene una diferencia de temperatura menor o igual a 5,00 °C (X_3)</i>	63
<i>Figura 16 Calendario reporte de monitoreo de vertimientos</i>	71
<i>Figura 17. Plan de Monitoreo de Vertimientos</i>	78



Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Documentos técnicos de Referencia para toma de muestras</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 2. Tabla resumen para consultar los aspectos a tener en cuenta para la metodología de muestreo</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 3. Duración y frecuencia para toma de muestras puntuales de acuerdo con el propósito del monitoreo.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 4. Documentos guía para muestreo de cantidad.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 5. Métodos para la estimación de la longitud de la zona de mezcla</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 6. ΔT para Longitud de mezcla a 100,00 m</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 7 Criterios recomendados para seleccionar el número de secciones en el área transversal.</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 8 Métodos y criterios recomendados para la selección de los puntos de medición de temperatura en la vertical de la sección transversal.</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 9 Parámetros Hidrobiológicos en X_0 y X_1.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 10. (ΔT_{100}) La diferencia máxima de temperatura a una distancia de cien metros (100,00 m)..</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 11. Actor, instrumento, objetivo del monitoreo y normatividad vigente.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 12 Frecuencia mínima de monitoreo de vertimiento para los prestadores del servicio público de alcantarillado.</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 14 Frecuencia reporte por tipo de actor y objetivo del monitoreo</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 15 Ejemplos de Peligros Asociados al Monitoreo de Vertimientos</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 16 Medidas de Control</i>	<i>77</i>



El monitoreo de los vertimientos puntuales que son descargados al sistema de alcantarillado público y a los cuerpos de agua superficial continental, es fundamental para el control, la prevención y la disminución de la contaminación de los cuerpos de agua. Así mismo, el monitoreo de los vertimientos es necesario para contar con datos e información que le permitan a la autoridad ambiental realizar sus funciones de evaluación, seguimiento y control ambiental, en el marco del cumplimiento normativo ambiental. Adicionalmente, la información de la caracterización de los vertimientos permite tomar decisiones para realizar intervenciones de gestión tendientes a la prevención de la contaminación, las cuales se verán reflejadas en el mejoramiento de la calidad de los cuerpos de agua superficial. La información sobre la gestión de los vertimientos a nivel local y regional es fundamental para las decisiones de nivel regional y nacional, como, por ejemplo, la elaboración de políticas públicas, estrategias y programas orientadas a la depuración de los cuerpos de agua, la reducción y prevención de la contaminación para su recuperación y sostenibilidad.

El Protocolo de Monitoreo de Vertimientos a las Aguas Superficiales Continentales y al Alcantarillado Público (PMVA), es el instrumento técnico unificado a nivel nacional para el monitoreo de vertimientos de aguas residuales domésticas (ARD) y aguas residuales no domésticas (ARnD) a cuerpos de agua y de ARnD al sistema de alcantarillado público. Este Protocolo establece las condiciones técnicas, los requisitos mínimos, los criterios generales y las actividades a seguir para realizar el monitoreo de vertimientos. Adicionalmente, se incluye las orientaciones técnicas para el monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua superficial receptores de vertimientos puntuales.

Las actividades para realizar el monitoreo de vertimientos incluyen, las mediciones en el terreno (in situ) y la recolección de las muestras que posteriormente son transportadas al laboratorio para su análisis. También se incluyen las mediciones de caudal del vertimiento, que son fundamentales para la evaluación, control y seguimiento y dar cumplimiento a la normativa ambiental vigente.

Este protocolo aplica a los generadores de vertimientos de ARD y ARnD y a los prestadores del servicio público domiciliario del sistema de alcantarillado público que sean usuarios de la autoridad ambiental competente. Así como, a usuarios y/o suscriptores de una Empresa Prestadora del Servicio Público de Alcantarillado que realicen vertimientos puntuales de ARnD a los sistemas de alcantarillado público.

El PMVA incluye un mapa de actores que permite identificar las responsabilidades, los flujos de información y las interacciones institucionales asociadas al monitoreo de vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales continentales y al sistema de alcantarillado público. En este esquema se articulan seis actores principales: los usuarios con permiso de vertimiento, los usuarios y/o suscriptores del servicio de alcantarillado, la Empresa Prestadora del Servicio Público de Alcantarillado, las autoridades ambientales competentes, los laboratorios acreditados y el IDEAM. Cada uno cumple funciones específicas en materia de ejecución del monitoreo, aseguramiento de la calidad y representatividad de la información, consolidación y reporte de datos, seguimiento y control ambiental, así como reporte de información y administración del Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH).

Este PMVA se aplica en el marco de la evaluación, seguimiento y control por parte de las autoridades ambientales competentes, dando cumplimiento a lo establecido en el Artículo 2.2.3.3.4.13 del Decreto 1076 de 2015 o el que lo modifique, adiciona o sustituya, y sus disposiciones reglamentarias tales como, la Resolución 631 de 2015 o la norma que la modifique, adicione o sustituya. Adicionalmente, este protocolo se aplica en el marco del permiso de vertimientos, el Plan de Saneamiento y Manejo



de Vertimientos (PSMV), la Tasa Retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico, establecidos en el Decreto 1076 de 2015, o de aquellas normas que las modifiquen, adicionen o sustituyan. Adicionalmente, este PMVA hace parte de lo establecido frente al monitoreo del recurso hídrico en la Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico para aguas superficiales continentales (MinAmbiente, 2018, pp. 54,58) y en el Programa Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico (MinAmbiente, 2024).

Existen dos diferencias principales entre la “*Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas*” (IDEAM, 2002) y el presente protocolo. La primera es que este protocolo acoge los instrumentos de política, normativos y técnicos actualizados y vigentes en relación con los vertimientos a las aguas superficiales y al sistema de alcantarillado público. La segunda diferencia es que este PMVA orienta, entre otros aspectos, el punto de control, la infraestructura técnica mínima requerida y la metodología para la toma de muestras, de acuerdo con lo establecido en el artículo 2.2.3.3.4.13 del Decreto 1076 de 2015.

En la Sección 1, se presenta el **Marco Normativo** en el que se referencian las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas que regulan la expedición del presente PMVA; además, se listan los documentos técnicos, que, si bien no son vinculantes, son de referencia nacional e internacional y soportan la base técnica utilizada para la elaboración de este protocolo.

La sección 2, presenta el **Marco Conceptual** donde se encuentran las definiciones necesarias para la aplicación e interpretación del PMVA; mientras que en la sección 3, se presenta el **Alcance** y a quién(es) está dirigido el PMVA para su aplicación. En la sección 4 se desarrolla lo relacionado con el **Punto de Control e Infraestructura**, mientras que la sección 5 se presenta la



Metodología para la toma de muestras para el monitoreo de vertimientos, y en la sección 6 se incluye la **Metodología para análisis de muestras**.

En la sección 7 de este PMVA se desarrolla la medición del **Parámetro de Temperatura y Zona de Mezcla Térmica**, al que hace referencia el artículo 5 de la Resolución 631 de 2015; la sección 8 trata sobre las **Frecuencias de Monitoreo y frecuencias de reporte de información**. En la sección 9 se incluyen los lineamientos en relación al **Reporte de Información**, en la sección 10 se presentan las orientaciones frente a las **Medidas de Seguridad** y en la sección 11 se presenta el **Plan de Monitoreo** en el cual se compilan el conjunto de actividades sistemáticas y organizadas para el monitoreo de vertimientos de agua residual.



1. MARCO NORMATIVO

Marco Normativo Nacional

Colombia cuenta con un amplio marco normativo ambiental, especialmente para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, este marco normativo tiene sus inicios con el Decreto - Ley 2811 de 1974 “*Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*”. Este marco normativo establece los lineamientos y visión para la gestión del agua en el país. Dentro del mencionado marco, el monitoreo de los vertimientos y cuerpos de agua es fundamental para el seguimiento, control, mitigación y prevención de la contaminación de las fuentes hídricas. Desde la expedición del Decreto - Ley 2811 de 1974 se han establecido lineamientos en relación con la información ambiental, específicamente para medir los niveles de contaminación (artículo 20), construir el inventario de fuentes de contaminación (artículo 21) y realizar el análisis físico, químico y biológico de vertimientos (artículo 134). Lo anterior, con el objetivo de ejercer control sobre los vertimientos y prevenir la contaminación de los cuerpos de agua.

En esta sección se presenta el marco normativo vigente que incluye las regulaciones relacionadas con los temas que se desarrollan en el PMVA (véase el Anexo 1). El conocimiento de este marco normativo es fundamental para los actores a los cuales les aplica este protocolo, ya que les permite identificar el rol de cada uno, las corresponsabilidades y la importancia del monitoreo para la gestión de las aguas residuales y la sostenibilidad del recurso hídrico.

Inicialmente, se presenta el rol de Min Ambiente en el marco de este Protocolo, en este contexto el artículo 2 de la Ley 99 de 1993, establece que:

“(…)el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de impulsar una relación de respeto y armonía del hombre con la naturaleza y de definir, en los términos de la presente ley, las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible”.

En este marco de la Ley 99 de 1993, el MinAmbiente expidió en el año 2010, la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) para el manejo del agua en el país. Esta Política tiene como objetivo general orientar la planificación, administración, seguimiento y monitoreo a nivel nacional del recurso hídrico, bajo un criterio de gestión integral.

La PNGIRH estableció dentro de los seis objetivos específicos, el objetivo tres (3) asociado a la calidad del recurso hídrico: “*Mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico*”.

Para lograr este objetivo la PNGIRH estableció tres estrategias, dentro de las cuales la estrategia 3.3. “*Monitoreo, seguimiento y evaluación de la calidad del agua*”, se orienta a “*mejorar las prácticas y herramientas de monitoreo y seguimiento del recurso hídrico, como medio para realizar una gestión eficiente del agua y medir el logro de los objetivos y metas de la PNGIRH*”. Esta estrategia a su vez plantea como una de sus líneas estratégicas, respecto al monitoreo de vertimientos lo siguiente:

- “*Articular y optimizar las redes y programas de monitoreo regional del recurso hídrico superficial, mediante acciones como la integración de redes de monitoreo, el establecimiento de reglamentos y protocolos de monitoreo de la calidad del recurso hídrico, entre otros.*”

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Dirección: Calle 37 #8 - 40, Bogotá D.C., Colombia
Conmutador: (+57) 601 332 3400 - 3133463676
Línea Gratuita: (+57) 01 8000 919301

Página 10 | 102

F-E-SIG-26:V7 02-08-2024



- *Incrementar y/o mejorar los sistemas de monitoreo, seguimiento y evaluación de los vertimientos, de tal forma que permitan conocer periódicamente su evolución, así como, la calidad y estado de los cuerpos de agua*

Adicionalmente, el Decreto 1076 de 2015 “*Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*”, en su artículo 2.2.3.3.4.13 establece:

“El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expedirá el Protocolo de Monitoreo de Vertimientos, en el cual se establecerán, entre otros aspectos: el punto de control, la infraestructura técnica mínima requerida, la metodología para la toma de muestras”.

Posteriormente, el artículo 12 del Decreto 050 de 2018, sustituyó la expresión “*Protocolo para el Monitoreo de los Vertimientos Aguas Superficiales, Subterráneas*” por la expresión “*Protocolo de monitoreo de vertimientos*” y se suprimió la expresión “*y los métodos de análisis para los parámetros a determinar en vertimientos y en los cuerpos de agua o sistemas receptores*” de que trata el artículo 2.2.3.3.4.13 del Decreto 1076 de 2015.

Con la expedición del Decreto 3570 de 2011, el artículo 18 estableció las funciones de la Dirección de Gestión Integral de Recurso Hídrico (DGIRH), entre las que se destacan:

“(…) 4. Dirigir las acciones destinadas a velar por la gestión integral del recurso hídrico a fin de promover la conservación y el aprovechamiento sostenible del agua. (...)”
y “(…) 5. Proponer, en coordinación con las dependencias competentes, los criterios de calidad y las normas de vertimiento a los cuerpos de agua continentales. (...)”.

Por otra parte, la Ley 99 de 1993, en el artículo 31, numeral 12, establece lo siguiente:

“Artículo 31. Funciones. Las Corporaciones Autónomas Regionales ejercerán las siguientes funciones:

12) Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos, a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos, estas funciones comprenden expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos concesiones, autorizaciones y salvoconductos.

Artículo 66. Competencias de grandes centros urbanos. Los municipios, distritos o áreas metropolitanas cuya población urbana fuere igual o superior a un millón de habitantes (1.000.000) ejercerán dentro del perímetro urbano las mismas funciones atribuidas a las Corporaciones Autónomas Regionales, en lo que fuere aplicable al medio ambiente urbano. Además de las licencias ambientales, concesiones, permisos y autorizaciones que les corresponda otorgar para el ejercicio de actividades o la ejecución de obras dentro del territorio de su jurisdicción, las autoridades municipales, distritales o metropolitanas tendrán la responsabilidad de efectuar el control de vertimientos y emisiones contaminantes, disposición de desechos sólidos y de residuos tóxicos y peligrosos, dictar las medidas de corrección o mitigación de daños ambientales y adelantar proyectos de saneamiento y descontaminación.



Los municipios distritos o áreas metropolitanas de que trata el presente artículo asumirán ante las Corporaciones Autónomas Regionales la obligación de transferir el 50% del recaudo de las tasas retributivas o compensatorias causadas dentro del perímetro urbano y de servicios, por el vertimiento de afluentes contaminantes conducidos por la red de servicios públicos y arrojados fuera de dicho perímetro, según el grado de materias contaminantes no eliminadas con que se haga el vertimiento”.

Y la Ley 1450 de 2011, en su artículo 215, numeral d, establece lo siguiente:

“Artículo 215. Competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, de los grandes centros urbanos y de los establecimientos públicos ambientales en gestión integral del recurso hídrico. La Gestión Integral del Recurso Hídrico - GIRH en relación con las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, los grandes centros urbanos y los Establecimientos Públicos Ambientales implica en su área de jurisdicción:

d) La evaluación, control y seguimiento ambiental de la calidad del recurso hídrico, de los usos del agua y de los vertimientos;”.

Adicionalmente, el Decreto 1076 de 2015, establece, entre otras, las funciones Parques Nacionales Naturales de Colombia y de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) lo siguiente:

“Artículo 1.1.2.1.1. Funciones. Parques Nacionales Naturales de Colombia, ejercerá las siguientes funciones:

7. Otorgar permisos, concesiones y demás autorizaciones ambientales para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables en las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales y emitir concepto en el marco del proceso de licenciamiento ambiental de proyectos, obras o actividades que afecten o puedan afectar las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, conforme a las actividades permitidas por la Constitución y la ley.

Artículo 1.1.2.2. Autoridad nacional de licencias ambientales (ANLA).

Artículo 1.1.2.2.1. Objeto. La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) es la encargada de que los proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible ambiental del País”.

En virtud del marco normativo presentado, la DGIRH, expide el PMVA. En el **Anexo 1** se presenta la normatividad vigente establecida para la GIRH superficial del país y que está directamente relacionada con la gestión de los vertimientos y los temas desarrollados en el presente PMVA.

Normativas técnicas y estándar

Estas referencias se clasifican en tres grupos: 1) Documentos técnicos publicados por el IDEAM; 2) Normas técnicas publicadas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), las cuales tienen su origen en la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés); 3) Documentos técnicos publicados por organizaciones internacionales. A continuación, se lis-



tan las siguientes referencias normativas que corresponde a guías y normas técnicas que son referencia para la aplicación del presente PMVA. Para las referencias que no incluyen fecha, se debe utilizar la edición más actualizada referenciada.

Documentos técnicos publicados por el IDEAM:

- Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas (*IDEAM, 2002*).
- Guía para el monitoreo y seguimiento del Agua (*IDEAM, 2004*).
- Protocolo para monitoreo y seguimiento del agua (*IDEAM, 2007*).
- Protocolo de monitoreo del agua (*IDEAM & INVEMAR, 2017*).
- Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua (*IDEAM, 2021*).

Normas técnicas publicadas por el ICONTEC - ISO

- Norma Técnica Colombiana NTC – ISO 5667-1. Calidad del Agua- Muestreo. Directrices para el Diseño de Programas de Muestreo. (Versión vigente).
- Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 5667-3. Calidad del Agua. Muestreo. Parte 3: Directrices para la Preservación y Manejo de las Muestras. (Versión vigente).
- Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 5667-10. Calidad del Agua. Muestreo. Parte 10: Gestión ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Muestro de aguas residuales. (Versión vigente).
- Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 5667-14. Calidad del Agua. Muestreo. Parte 14: Guía para el Control de la Calidad en el Muestreo y el Manejo Ambiental del Agua. (Versión vigente).
- Norma Técnica Colombiana NTC 6151. Calidad del Agua. Muestreo para análisis microbiológico. (Versión vigente).
- Norma Técnica Colombiana NTC-ISO-IEC 17025:2017. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. (Versión vigente)

Documentos técnicos publicados por organizaciones internacionales

- Guía de Prácticas Hidrológicas. Volumen I: De la medición hidrológica (OMM-N.º 168), (OMM, 2020).
- Guidance on Surface Water Chemical Monitoring Under the Water Framework Directive (Guidance Document No. 19) (2009).
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al., 2017) o la versión vigente.



2. MARCO CONCEPTUAL

Para la aplicación del presente documento se tendrán en cuenta las siguientes definiciones establecidas en el marco legal vigente, o la norma que la modifique, adicione o sustituya.

Acreditación. Es el reconocimiento formal de la competencia técnica y la idoneidad de un laboratorio ambiental para que lleve a cabo funciones específicas, de acuerdo con los criterios establecidos (IDEAM, Resolución 176 de 2003).

Aforo. Es la medición de caudal para determinar la magnitud de ese caudal en ciertos instantes. (IDEAM, 2021, pp. 147).

Aguas Residuales Domésticas (ARD). Son las procedentes de los hogares, así como las de las instalaciones en las cuales se desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios y que correspondan a:

1. Descargas de los retretes y servicios sanitarios.
2. Descargas de los sistemas de aseo personal (duchas y lavamanos), de las áreas de cocinas y cocinetas, de las pocetas de lavado de elementos de aseo y lavado de paredes y pisos y del lavado de ropa (No se incluyen las de los servicios de lavandería industrial)

(MinAmbiente, Resolución 631 de 2015, Artículo 2).

Aguas Residuales no Domésticas (ARnD). Son las procedentes de las actividades industriales, comerciales o de servicios distintas a las que constituyen aguas residuales domésticas (MinAmbiente Resolución 631 de 2015, Artículo 2).

Alcantarillado convencional. Los sistemas convencionales se dividen en alcantarillados separados y alcantarillados combinados. Alcantarillado de aguas combinadas o combinado. Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias (MinVivienda, Resolución 0330 de 2017).

Alcantarillado de aguas lluvias o pluvial. Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de aguas lluvias (MinVivienda, Resolución 0330 de 2017; RAS, Título D, RAS, 2016.).

Alcantarillado de aguas residuales o sanitario. Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales domésticas y/o industriales (MinVivienda, Resolución 0330 de 2017).

Analito: Sustancia que se está identificando y midiendo en el análisis. (NTC ISO 5667-14).

Autoridades Ambientales Competentes. Se entiende por Autoridad Ambiental Competente, de acuerdo con sus respectivas competencias las siguientes:

- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, para efectos de lo establecido en materia de licenciamiento ambiental.
- Las Corporaciones Autónomas Regionales y las de Desarrollo Sostenible.
- Los municipios, distritos y áreas metropolitanas cuya población dentro de su perímetro urbano sea igual o superior a un millón de habitantes.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Dirección: Calle 37 #8 - 40, Bogotá D.C., Colombia

Conmutador: (+57) 601 332 3400 - 3133463676

Línea Gratuita: (+57) 01 8000 919301

Página 14 | 102

F-E-SIG-26:V7 02-08-2024



- Las autoridades ambientales de que trata el artículo 13 de la Ley 768 de 2002.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Distrito de Buenaventura (artículo 124 de la Ley 1617 de 2013)
- Las áreas metropolitanas en el marco de la Ley 1625 de 2013.

(MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1.3. Definiciones, Numeral 8).

Blanco. Valor observado que se obtiene cuando la medición se realiza sobre una muestra idéntica a la muestra de interés, pero en ausencia del analito. (NTC-ISO 5667-14).

Cadena de custodia. Los formatos de captura de información de campo y laboratorio deben estar diseñados y diligenciados para garantizar la integridad de la muestra desde su recolección hasta que se genere el informe de los resultados. El formato debe permitir el rastreo de la tenencia y el manejo de la muestra desde el momento de la recolección, seguido por el análisis hasta la disposición final de la misma. Este proceso se conoce como cadena de custodia y se requiere para demostrar el control de la muestra; es particularmente útil cuando los datos se colectan para ser usados por las autoridades ambientales, para la regulación o para resolver un litigio. Los procedimientos de cadena de custodia son útiles para el control de rutina de las muestras. Un formato de captura de datos debe acompañar cada muestra o grupo de muestras (IDEAM, 2021).

Carga contaminante. Es el producto de la concentración másica de una sustancia por el caudal volumétrico del líquido que la contiene determinado en el mismo sitio. Se expresa en unidades de masa sobre tiempo (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1.3, Numeral 11).

Calibración. Operación que, bajo condiciones especificadas, establece la relación entre los valores de la magnitud y sus incertidumbres de medida obtenidos de los patrones de medida y de las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas, y, en una segunda etapa, usa esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medición a partir de una indicación (IDEAM, Resolución 268 de 2015).

Canal. Cauce artificial, revestido o no, que se construye para conducir las aguas lluvias hasta su entrega final en un cauce natural. Conducto descubierto que transporta agua a flujo libre (MinVivienda, Resolución 0330 de 2017)

Cauce natural. Faja de terreno que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus niveles máximos por efecto de las crecientes ordinarias (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1.3. N. 2. Definiciones).

Cauces artificiales. Conductos descubiertos, contruidos por el ser humano para diversos fines, en los cuales discurre agua de forma permanente o intermitente (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1.3).

Caudal. Caudal es el volumen de agua que fluye a través de una sección transversal de un río o canal en una unidad de tiempo y se expresa en metros cúbicos por segundo (m^3/s) o en litros por segundo (l/s) (IDEAM, 2021, pp. 147).

Concentración de una sustancia, elemento o compuesto en un líquido. La relación existente entre su masa y el volumen del líquido que lo contiene (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1.3).



Cuerpo de agua. Sistema de origen natural o artificial localizado, sobre la superficie terrestre, conformado por elementos físicos-bióticos y masas o volúmenes de agua, contenidas o en movimiento (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1.3).

Decisión de acreditación. Decisión sobre otorgar, mantener, ampliar, reducir, suspender y/o terminar la acreditación (IDEAM, Resolución 0104 de 2022).

Descarga Continua. El caudal y la concentración del agua residual no varían, debido a que se derivan de un mismo ciclo productivo que no presenta cambios apreciables en el tiempo (MinAmbiente, Resolución 955 de 2012).

Descarga Irregular. El tiempo de descarga y la producción no es constante creando una variación continua tanto en el caudal como en la carga contaminante (MinAmbiente, Resolución 955 de 2012).

Descarga Periódica Irregular. El tiempo entre descarga y descarga es constante, pero los ciclos productivos varían frecuentemente (aumento o disminución del volumen de producción), viéndose afectado el caudal y la concentración de los contaminantes (MinAmbiente, Resolución 955 de 2012).

Descarga Periódica Regular. El tiempo entre descarga y descarga es el mismo y los ciclos productivos no varían (volumen de producción constante), lo cual implica que no habrá alteraciones en el caudal y las concentraciones de los contaminantes permanecerán aproximadamente constantes (MinAmbiente, Resolución 955 de 2012).

Eficiencia de tratamiento o remoción. Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el afluente, para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico; normalmente se expresa en porcentaje (MinVivienda, Resolución 0330 de 2017)

Fracción de dilución. La fracción de dilución (FD) es un parámetro adimensional que expresa la proporción entre el caudal de un vertimiento puntual y el caudal del cuerpo de agua receptor en el punto de descarga. Se define como: $FD = Q_{vert} / Q_{receptor}$

Donde:

- Q_{vert} es el caudal del vertimiento puntual, en las mismas unidades de caudal que el receptor.
- $Q_{receptor}$ es el caudal del cuerpo de agua receptor en el tramo inmediatamente aguas arriba del punto de descarga, medido bajo condiciones representativas del régimen hidrológico.

(Fischer, H. B., List, E. J., Koh, R. C. Y., Imberger, J. & Brooks, N. H., 1979).

Frecuencia de monitoreo. Periodicidad con la cual se realiza el monitoreo para la caracterización de los vertimientos.

Georreferenciar (Referenciación). Acción de ubicar uno o varios puntos a partir de un grupo de puntos semejantes previamente localizados (MinVivienda, Resolución 0330 de 2017).

Índice Promedio Ponderado Hidrobiológico (IPPH). Es la obtención de un único valor indicador basado en los valores de calidad hidrobiológica de cada una de las comunidades evaluadas en la cuenca priorizada. La ponderación de cada índice es requerida para darle un valor de importancia de acuerdo a las respuestas entre los factores bióticos y abióticos, esto se debe a que los organismos de cada una de las comunidades presentan respuestas distintas a las variables físico-químicas, de esta manera, se da más peso a los valores que mejor respuesta presenten a la calidad (MinAmbiente, 2018)



Laboratorio ambiental acreditado. Laboratorio que posee la competencia e idoneidad necesarias para llevar a cabo en forma general la determinación de los parámetros de calidad ambiental y que ha sido acreditado por el IDEAM (IDEAM, Resolución 176 de 2003).

Límite de cuantificación del método analítico (LCM). este corresponde al nivel más bajo en el cual el desempeño de un método es aceptable para una aplicación determinada. Es así como el LCM es el mínimo nivel de analito que puede ser determinado con desempeño aceptable (es decir, considerado con exactitud y precisión, o incertidumbre de medición) (Eurachem, 2014).

Límites permisibles de vertimiento. Es el contenido permitido de una sustancia, elemento o parámetro contaminante, en forma individual, mezclado o en combinación, o sus productos de metabolismo establecidos en los permisos de vertimiento y/o en los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.9.7.2.1).

MAGNA-SIRGAS. Marco geocéntrico nacional de referencia - Sistema de referencia geocéntrico para las Américas (MinVivienda, Resolución 0799 de 2021).

Monitoreo. Actividad consistente en efectuar observaciones, mediciones y evaluaciones continuas en un sitio y período determinados, con el objeto de identificar los impactos y riesgos potenciales hacia el ambiente y la salud pública o para evaluar la efectividad de un sistema de control (MinVivienda, Resolución 0330 de 2017).

Monitoreo del Agua. El monitoreo del agua es entendido como un sistema continuo de observación, medición y evaluación de las variables que definen y representan los fenómenos relacionados con este recurso (MinAmbiente, 2024, pp. 29)

Muestra puntual o simple. Es la muestra individual representativa en un determinado momento. (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1.3).

Muestra compuesta. Es la mezcla de varias muestras puntuales de una misma fuente, tomadas a intervalos programados y por periodos determinados, las cuales pueden tener volúmenes iguales o ser proporcionales al caudal durante el periodo de muestras. (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1.3).

Muestreo. Selección y/o recolección de material o datos respecto a un objeto de evaluación de la conformidad (IDEAM, Resolución 0104 de 2022).

Muestreo in situ sitio. Son muestras que pueden ser recogidas manualmente o de manera automática. Por lo general, cada muestra representa la calidad del agua en el momento y lugar específicos donde se toma (APHA et al, 2017).

Norma de vertimiento. Conjunto de parámetros y valores que debe cumplir el vertimiento en el momento de la descarga (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1.3).

Norma técnica colombiana. Norma técnica aprobada o adoptada como tal por el organismo nacional de normalización de Colombia (Ministerio de comercio, industria y turismo, Decreto 1595 de 2015).



Organismo Nacional de Acreditación. Organismo con autoridad, que lleva a cabo la acreditación, actividad ejercida de manera exclusiva por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia – ONAC (MinVivienda, Resolución 0330 de 2017).

Organismo Nacional de Certificación. Organismo con actividades normativas reconocido a nivel nacional, regional o internacional, que en virtud de sus estatutos tiene como función principal la preparación, aprobación o adopción y publicación de normas que se ponen a disposición del público. (Ministerio de comercio, industria y turismo, Decreto 1595 de 2015).

Parámetro. Variable que, en una familia de elementos, sirve para identificar cada uno de ellos mediante su valor numérico (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1.3).

Plan de monitoreo. Para la aplicación de este protocolo entiéndase como el conjunto de actividades sistemáticas organizadas para, establecer el punto de control de vertimientos, realizar la toma de muestras, analizar la muestra, establecer la frecuencia y reportar la información.

Protocolo de Monitoreo de Vertimientos (PMVA): Instrumento técnico unificado a nivel nacional para el monitoreo de vertimientos de aguas residuales domésticas (ARD) y aguas residuales no domésticas (ARnD) a cuerpos de agua y no domésticas al alcantarillado público.

Punto de Control del Vertimiento. Lugar técnicamente definido y acondicionado para la toma de muestras de las aguas residuales de los usuarios de la autoridad ambiental o de los suscriptores y/o usuarios del prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado, localizado entre el sistema de tratamiento y el punto de descarga (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1.3.).

Punto de descarga. Sitio o lugar donde se realiza un vertimiento al cuerpo de agua, al alcantarillado o al suelo (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1).

Recurso hídrico. Corresponde a las aguas superficiales, subterráneas, meteóricas y marinas (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1).

REDLAM. Red de Laboratorios Ambientales de Colombia. A ella podrán pertenecer todos aquellos laboratorios ambientales que han sido acreditados por el IDEAM y que cumplan con los requisitos establecidos para el funcionamiento de la red (IDEAM, Resolución 176 de 2003).

Representatividad. Se considera que una muestra es representativa, cuando es posible recolectar una porción de agua residual, lo suficientemente pequeña para poder ser transportada convenientemente, y lo suficientemente grande para poder ser utilizada para propósitos analíticos mientras puede representar con certeza el agua residual que ha sido recolectada (APHA et al, 2017). El dato recolectado durante el muestreo debe representar el agua residual Tchobanoglous et al., 2003, p.29)

Replicabilidad. Se define como la capacidad de obtener resultados consistentes y comparables al repetir las mediciones de caudal, la toma de muestras y los análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos bajo las mismas condiciones operativas y metodológicas (Tchobanoglous et al., 2003).

Sistema de alcantarillado. Conjunto de elementos y estructuras cuya función es la recolección, conducción y evacuación hacia las plantas de tratamiento y/o cuerpos receptores de agua, de las aguas residuales y/o lluvias producidas en una ciudad o municipio. También se incluyen las obras requeridas



para el transporte, tratamiento y disposición final de estas aguas (MinVivienda, Resolución 0330 de 2017)

Sistema de Información del Recurso Hídrico, SIRH. Es el conjunto que integra y estandariza el acopio, registro, manejo y consulta de datos, bases de datos, estadísticas, sistemas, modelos, información documental y bibliográfica, reglamentos y protocolos que facilita la gestión integral del recurso hídrico (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.5.1.2. Definición).

Sistema de información geográfico (SIG). Sistema de información que permite relacionar una base de datos que esté georreferenciada, y así poder generar mapas de acuerdo con la información disponible dentro del proyecto. Determina de una manera rápida y eficaz, los planos de tuberías de acuerdo con la rugosidad, pérdidas menores, edad, diámetro, o caudal según se requiera. Así mismo permite generar planos de estratificación de usuarios de una manera ágil (MinVivienda, Resolución 0330 de 2017).

Tubería o tubos. Conducto prefabricado, o construido en sitio, de materiales cuya tecnología y proceso de fabricación cumplan con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular (MinVivienda, Resolución 0330 de 2017).

Usuario de la autoridad ambiental competente. Toda persona natural o jurídica de derecho público o privado, que cuente con permiso de vertimientos, plan de cumplimiento o plan de saneamiento y manejo de vertimientos para la disposición de sus vertimientos a las aguas superficiales, marinas o al suelo (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1.3).

Usuario y/o suscriptor de una Empresa Prestadora del Servicio Público de Alcantarillado. Toda persona natural o jurídica de derecho público o privado, que realice vertimientos al sistema de alcantarillado público (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1.3).

Variables in situ: Son las variables que se miden cuando se toma una muestra in situ. Usualmente variables a medir in situ corresponden a parámetros inestables en el sitio, como temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, caudal y nivel (IDEAM 2021, pp. 315).

Vertimiento. Descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1.3).

Vertimiento puntual. El que se realiza a partir de un medio de conducción, del cual se puede precisar el punto exacto de descarga al cuerpo de agua, al alcantarillado o al suelo (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1.3).

Vertimiento no puntual: Aquel en el cual no se puede precisar el punto exacto de descarga al cuerpo de agua o al suelo, tal es el caso de vertimientos provenientes de escorrentía, aplicación de agroquímicos u otros similares (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1.3).

Zona de Mezcla. Zona técnicamente determinada a partir del sitio de vertimiento, indispensable para que se produzca mezcla homogénea de este con el cuerpo receptor; en la zona de mezcla se permite sobrepasar los criterios de calidad de agua para el uso asignado, siempre y cuando se cumplan las normas de vertimiento. (MinAmbiente, Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.1.3).



La zona de mezcla se podrá determinar aplicando los lineamientos establecidos en la Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico para las Aguas Superficiales (MinAmbiente, 2018).



3. ALCANCE

El PMVA es un instrumento técnico aplicable a nivel nacional para el monitoreo de vertimientos puntuales de ARD y ARnD a cuerpos de aguas superficiales y al sistema de alcantarillado público, que establece las condiciones técnicas, los requisitos mínimos, los criterios generales y las actividades a seguir para realizar el monitoreo de vertimientos así como algunas orientaciones técnicas para el monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua superficial receptores de vertimientos, dando cumplimiento a lo establecido en los Decreto 1076 de 2015, Decreto 050 de 2018 y Decreto 1553 de 2024.

Para el monitoreo de vertimientos a cuerpos de aguas superficiales y al sistema de alcantarillado público, los análisis de cantidad y calidad del vertimiento, así como la determinación de los parámetros establecidos en la Resolución 631 de 2015 o la norma que la modifique, adicione o sustituya, deberán ser realizados por laboratorios acreditados por el IDEAM, de conformidad con el Parágrafo 2 del Artículo 2.2.8.9.1.5 del Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 104 de 2022 o la norma que la modifique, sustituya o adicione. La información resultante de estos monitoreos se tendrá en cuenta por parte de las autoridades ambientales competentes en el marco de sus funciones de evaluación, seguimiento y control ambiental.

Adicionalmente, en este PMVA se desarrollan las condiciones para la estimación de la zona de mezcla térmica, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5 de la Resolución 631 de 2015.

El alcance de este PMVA (véase la **Figura 1 ALCANCE DEL PMVA**

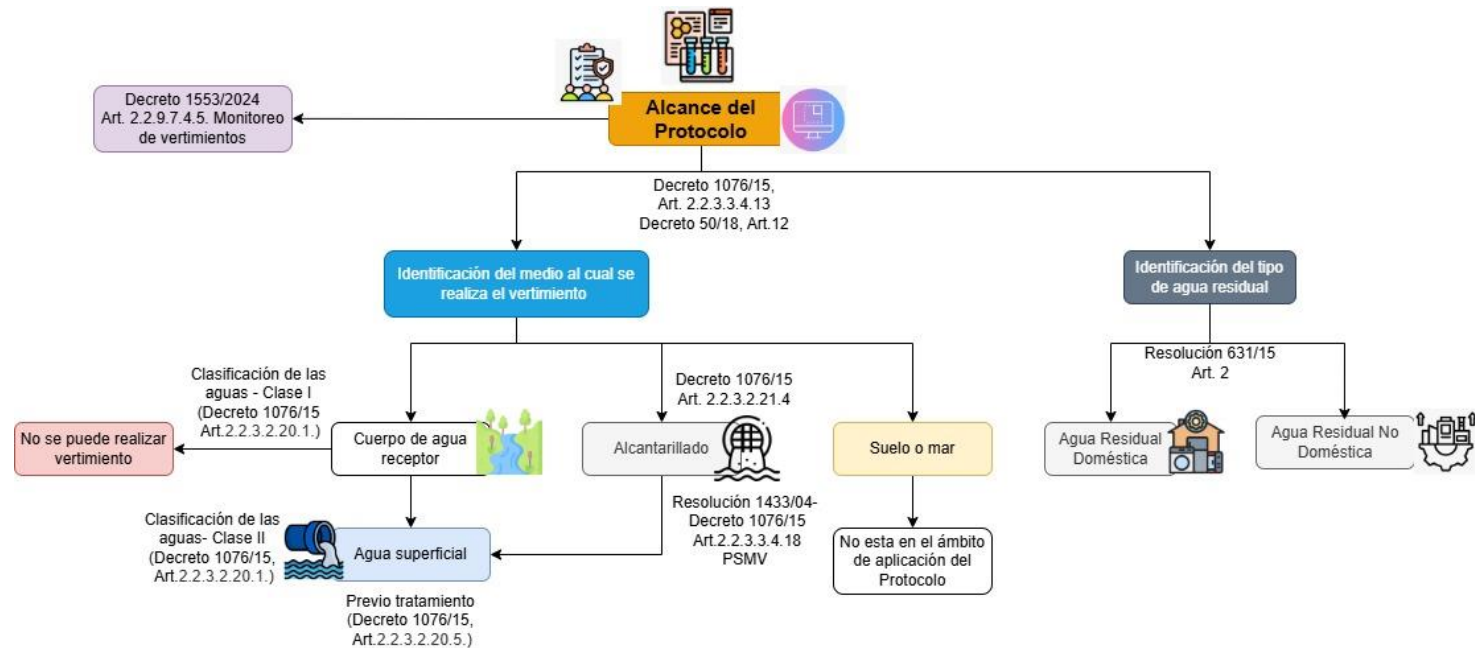
) está dirigido a:

1. Los generadores de vertimientos puntuales de ARD y ARnD que descarguen a cuerpos de aguas superficiales y que sean usuarios de la autoridad ambiental competente.
2. Los usuarios y/o suscriptores de Empresas Prestadoras del Servicio Público de Alcantarillado que realicen vertimientos puntuales de ARnD al sistema de alcantarillado público.
3. Las autoridades ambientales competentes, en el ejercicio de sus funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de vertimientos, conforme a lo dispuesto en los *artículos 31 y 66 de la Ley 99 de 1993, el artículo 215 de la Ley 1450 de 2011, el artículo 3 del Decreto 3573 de 2011, el artículo 2 del Decreto 3572 de 2011 y los artículos 1.1.2.1.1 y 1.1.2.2.1 del Decreto 1076 de 2015 o aquella que los modifique, adicione o sustituya.*

La distinción entre aguas residuales domésticas y no domésticas, tiene efectos procedimentales diferentes, en tanto determina la aplicación diferenciada de los parámetros a monitorear y las obligaciones previstas en el Decreto 1076 de 2015 (artículos 2.2.3.2.20.5 y 2.2.3.2.21.4), y la Resolución 631 de 2015 o la norma que la modifique, sustituya o adicione.

La clasificación de las aguas respecto al vertimiento es un factor determinante para seleccionar el punto de vertimiento. El artículo 2.2.3.2.20.1. del Decreto 1076 de 2015, establece dos clases de aguas respecto al vertimiento. La Clase I corresponde a los cuerpos de agua que no admiten vertimientos y la Clase II se refiere a cuerpos de aguas que admiten vertimientos con algún tratamiento.

FIGURA 1 ALCANCE DEL PMVA



Fuente: Elaboración Propia



Para estos últimos, el presente PMVA resulta aplicable y exige, entre otros aspectos, la implementación de tratamiento, de conformidad con el artículo 2.2.3.2.20.5 del Decreto 1076 de 2015 o aquella lo modifique, adicione o sustituya.

Los usuarios y/o suscriptores generadores de ARD y ARnD, están sujetos a obligaciones ambientales orientadas a prevenir y controlar la contaminación del recurso hídrico, como lo son los valores máximos permisibles en los vertimientos realizados de acuerdo con lo establecido por la Resolución 631 de 2015 o la norma que la modifique, adicione o sustituya, y considerando lo que establezca el permiso de vertimiento otorgado por la autoridad ambiental y los parámetros establecidos de acuerdo con el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico o establecidos bajo el principio de rigor subsidiario.

La gestión de los vertimientos tiene un enfoque de responsabilidad compartida entre el usuario y/o suscriptor generador y las empresas prestadoras del servicio público de alcantarillado, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 (2.2.3.3.4.17, 2.2.3.3.4.18) o aquella que lo modifique, adicione o sustituya.

El PMVA, establece las frecuencias con la cual las actividades generadora de aguas residuales, de acuerdo con la clasificación de actividades establecida en la Resolución 631 de 2015, deberán caracterizar sus vertimientos y fija la periodicidad con la que el usuario y/o suscriptor debe reportar dichas caracterizaciones a la autoridad ambiental competente o a la empresa prestadora de servicio público de alcantarillado, si el vertimiento se realiza a un cuerpo de agua superficial o al sistema de alcantarillado público, respectivamente.

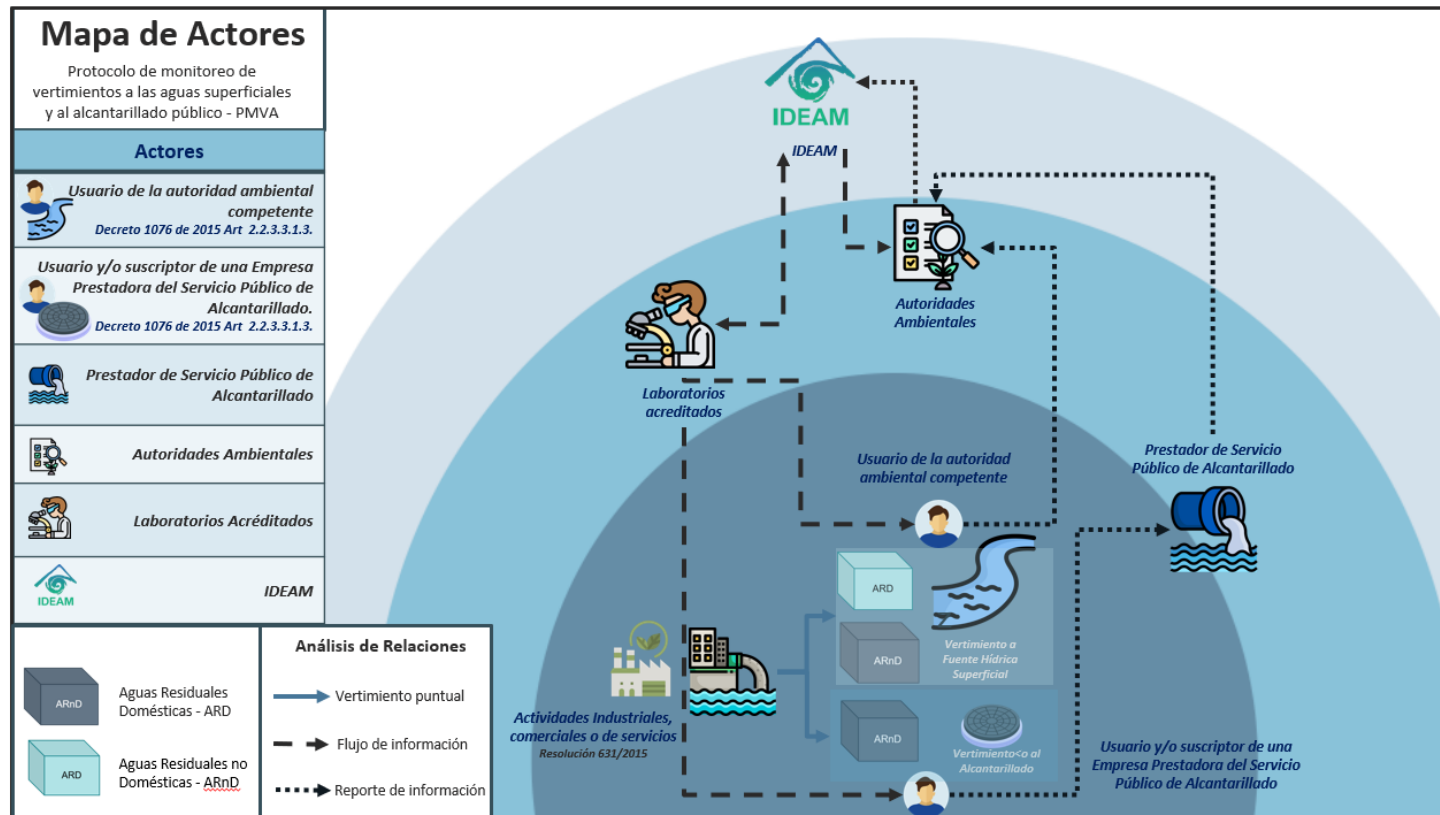
Adicionalmente, este PMVA contribuye a la generación de información, la cual es fundamental para la vigilancia de la calidad del recurso hídrico en las corrientes receptoras a nivel nacional, generando una base de información confiable con la que puedan contar las autoridades ambientales competentes y demás entes de control. Además de ser un insumo para la modelación de la calidad del agua en el marco de los instrumentos para la gestión del recurso hídrico.

Para dar un mayor entendimiento frente a los roles y responsabilidades de los actores a los cuales les aplica este PMVA, se elaboró un mapa de actores. Este mapa permite identificar los flujos en relación frente al monitoreo de vertimientos puntuales, los flujos de información y los procesos de reporte (véase la **Figura 2 .Mapa de actores del PMVA**).

En la **Figura 2 .Mapa de actores del PMVA**

se evidencia la interacción de los actores en el marco de la normativa vigente. En este esquema, en primer lugar, se encuentran los usuarios de la autoridad ambiental competente (artículo 2.2.3.3.1.3 del Decreto 1076 de 2015, o aquella que lo modifique, adicione o sustituya), siendo responsables de realizar el monitoreo conforme a las frecuencias establecidas, reportar resultados a la autoridad ambiental, y asegurar que los análisis se efectúen mediante laboratorios acreditados. En segundo lugar, los usuarios y/o suscriptores de una empresa prestadora del servicio público de alcantarillado realizan vertimientos al sistema, debiendo monitorear y reportar sus descargas a la empresa prestadora contribuyendo a la consolidación de información sobre cargas contaminantes. En tercer lugar, la empresa prestadora del servicio público de alcantarillado cumple un rol integrador, al consolidar la información de sus usuarios, monitorear sus propios vertimientos, reportar a la autoridad ambiental y dar cumplimiento a los programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones, siendo clave en el control y prevención de la contaminación.

FIGURA 2 . MAPA DE ACTORES DEL PMVA



Fuente: Elaboración Propia



En cuarto lugar, las autoridades ambientales competentes actúan como eje regulador del sistema, ejerciendo funciones de evaluación, seguimiento y control, verificando el cumplimiento normativo, contribuyendo a la gestión del registro del RURH; tiene la potestad de aplicación de principios ambientales como el de precaución y rigor subsidiario. En quinto lugar, los laboratorios acreditados garantizan la validez técnica de la información mediante la ejecución de monitoreos bajo estándares definidos, asegurando la representatividad, trazabilidad y calidad de los datos conforme a los lineamientos del IDEAM. Finalmente, el sexto actor, el IDEAM cumple un rol estratégico como entidad nacional encargada de administrar el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH), consolidar la información reportada por las autoridades ambientales y acreditar a los laboratorios, integrando la información técnica a nivel nacional.

La descripción de roles se presenta de manera resumida en la [Figura 3](#). No se encuentra el origen de la referencia..

FIGURA 3 ROLES DE LOS ACTORES PARA EL PMVA

Actores	Roles
 <i>Usuario de la autoridad ambiental competente</i> Decreto 1076/2015 Art 2.2.3.3.1.3	• Monitorear vertimiento conforme a las frecuencias establecidas en el PMVA. • Cumplir lo establecido en el Decreto 1553 de 2024 o el que lo modifique, adicione o sustituya en lo relacionado con la Tasa Retributiva. • Reportar a la AA. • Para el monitoreo contar con el servicio de laboratorios acreditados. • Garantizar que el monitoreo se realice cumpliendo las condiciones de representatividad y los métodos estándar como establece este PMVA.
 <i>Usuario y/o suscriptor de una Empresa Prestadora del Servicio Público de Alcantarillado</i> Decreto 1076/2015 Art 2.2.3.3.1.3	• Monitorear el vertimiento conforme a las frecuencias establecidas en el PMVA. • Reportar a la ESP o a la AA. • Para el monitoreo contar con el servicio de laboratorios acreditados. • Garantizar que el monitoreo se realice cumpliendo las condiciones de representatividad y los métodos estándar como establece este PMVA.
 <i>Prestador de Servicio Público de Alcantarillado</i>	• Monitorear vertimiento conforme a las frecuencias establecidas en el PMVA. • Cumplir lo establecido en el Decreto 1553 de 2024 o el que lo modifique, adicione o sustituya en lo relacionado con la Tasa Retributiva. • Reportar a la AA. • Para el monitoreo contar con el servicio de laboratorios acreditados.
 <i>Autoridades Ambientales</i>	• Realizar el seguimiento y control a los vertimientos. • Solicitar monitoreo de acuerdo a las frecuencias establecidas. • Realizar el seguimiento a los PSMV. • Reportar el cumplimiento de la Resolución 631 de 2015 o la que la modifique, adicione o sustituya. • Registrar usuarios RURH. • Reportar a IDEAM. • Reportar las tasas retributivas (Resolución 326 de 2026 o la que la modifique, adicione o sustituya)
 <i>Laboratorios Acreditados</i>	• Contar con la acreditación de acuerdo con lo establecido en la Resolución 104 de 2022, o la que la modifique, adicione o sustituya. • Ejecutar la actividad de monitoreo de vertimientos a agua superficiales y al alcantarillado, bajo los estándares establecidos por la acreditación. • Elaborar el plan de monitoreo y el informe de monitoreo.
 <i>IDEAM</i>	• Administrar el SIRH • Acreditar laboratorios de acuerdo con lo establecido en la Resolución 104 de 2022, o la que la modifique, adicione o sustituya.

Fuente: Elaboración propia



4 PUNTO DE CONTROL E INFRAESTRUCTURA

El Punto de Control del Vertimiento (de ahora en adelante, PCV), se define en el numeral 25 del artículo 2.2.3.3.1.3. del Decreto 1076 de 2015, como el *“Lugar técnicamente definido y acondicionado para la toma de muestras de las aguas residuales de los usuarios de la autoridad ambiental o de los suscriptores y/o usuarios del prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado, localizado entre el sistema de tratamiento y el punto de descarga”*.

A continuación, se presentan los criterios mínimos a tener en cuenta para la selección y ubicación del PCV para la toma de muestras de las aguas residuales de los usuarios de la autoridad ambiental o de los usuarios y/o suscriptores del prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado (artículo 2.2.3.3.1.3. del Decreto 1076 de 2015). En el marco del PMVA, las características físicas del PCV corresponden a las estructuras hidráulicas y de accesibilidad que debe reunir el sitio seleccionado por el usuario y evaluado y aprobado por la autoridad ambiental en el marco del permiso de vertimientos y el cumplimiento de la resolución 631 de 2015.

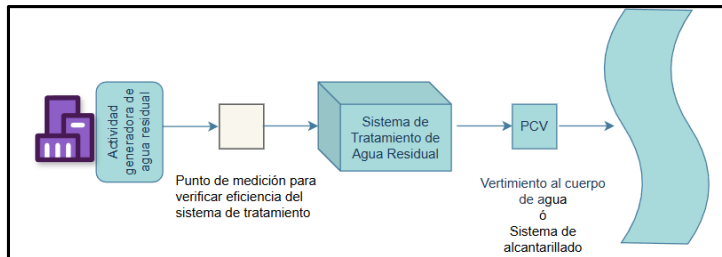
- El PCV debe permitir realizar el muestreo y medición de caudal homogéneo en todo momento.
- Los PCV deberán seleccionarse teniendo en cuenta que se garantice: flujo continuo, flujo representativo, evitando zonas de sedimentación, estancamiento o turbulencia, que no existan diluciones, ni filtraciones o escorrentía, y se den condiciones de replicabilidad y representatividad de la muestra. Además, su identificación mediante coordenadas GPS (MAGNA-SIRGAS/origen nacional), señales físicas o mojones, descripción detallada y registro fotográfico y condiciones de seguridad para el personal técnico. Adicionalmente se debe tener especial atención en las disposiciones establecidas en el numeral 2 del artículo 2.2.3.3.4.4. del Decreto 1076 de 2015.
- El PCV no debe cambiar a menos que se justifique debidamente conforme lo dispuesto en el Artículo 2.2.3.3.5.9., 2.2.3.3.4.11 y 2.2.3.3.4.12 del Decreto 1076 de 2015.
- La ubicación del PCV se realizará entre la salida del sistema de tratamiento y la descarga al cuerpo de agua receptor o al sistema de alcantarillado público (véase la **Figura 4. Ubicación de Punto de Control de Vertimientos – PCV**
-)
- Se debe garantizar un punto de toma de muestras ubicado antes de la entrada al sistema de tratamiento de agua residual, primero, para determinar las condiciones de eficiencia del sistema de tratamiento de acuerdo con lo establecido en el numeral 17 del Artículo 2.2.3.3.5.2 del Decreto 1076 de 2015 y segundo, para tomar las muestras para determinar la carga máxima de DBO₅ en los casos que trata el artículo 6 de la Resolución 631 de 2015.
- En términos de accesibilidad y condiciones de seguridad, tanto para el personal técnico como para la toma de muestras y la operación de equipos, es preciso indicar que, en el caso que los vertimientos correspondan a descargas puntuales a un cuerpo de agua, el lugar idóneo para ubicar el PCV es antes de que la descarga ingrese a dicho cuerpo de agua, y que el PCV no interfiera con la dinámica del cuerpo de agua. Así mismo, esta condición debe prevalecer para los vertimientos que descarguen en el sistema de alcantarillado público. Adicionalmente, se



deben tener en cuenta las condiciones de seguridad indicadas en la **Sección 10** del presente PMVA.

- La georreferenciación del PCV, se realizará con el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS), de acuerdo con el sistema oficial de coordenadas planas para Colombia (MAGNA-SIRGAS/Origen Nacional), establecido en la Resolución 370 de 2021 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) o la norma que la modifique, adicione o sustituya.
- El registro del PCV se realizará en la cadena de custodia de campo y en el informe de seguimiento al permiso de vertimiento que presente el usuario a la autoridad ambiental (CORPOCALDAS, 2021); IDEAM). Adicionalmente, incluye la siguiente información de localización del predio: nombre del departamento, municipio, dirección (si aplica) y vereda/corregimiento u otro (si aplica), para facilitar la ubicación del PCV.
- Se recomienda que el PCV se construya en concreto reforzado, mampostería impermeabilizada y/o elementos prefabricados de acuerdo con lo establecido en la última edición de la NTC 3789. Es indispensable, y de obligatorio cumplimiento, que la construcción del PCV cumpla con estas características: resistencia a la corrosión, infiltraciones y cargas externas.
- Las condiciones del PCV, deben permitir la aplicación de distintos métodos estandarizados de monitoreo de cantidad y calidad del agua. Los métodos de medición deben estar acreditados por el IDEAM, y entre ellos se pueden encontrar:
 - Aforo volumétrico: aplicado cuando el flujo es conducido en recipientes o estructuras que permiten medir el volumen directamente en un tiempo determinado.
 - Método del vertedero: mediante la instalación de vertederos normalizados (rectangulares, triangulares o trapezoidales) para calcular el caudal a partir de la altura de lámina de agua.
 - Canaleta Parshall: utilizada para medir caudales en canales abiertos, con fórmulas estandarizadas basadas en la profundidad del flujo.
- Para el uso de los métodos de monitoreo o medición de caudal es importante que, previamente a la realización del monitoreo, se identifiquen y controlen los riesgos relacionados con eventos donde se presenten picos de caudal. Se recomienda que, para el uso de métodos volumétricos o uso de vertederos, la infraestructura del PCV cuente con una zona seca que permita minimizar los riesgos que se identifiquen en el Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo definido por el usuario.
- El PCV debe ubicarse en un lugar libre de intermitencias o interrupciones durante el muestreo.

FIGURA 4. UBICACIÓN DE PUNTO DE CONTROL DE VERTIMIENTOS – PCV



Fuente: Elaboración Propia

4.1 INFRAESTRUCTURA TÉCNICA MÍNIMA REQUERIDA

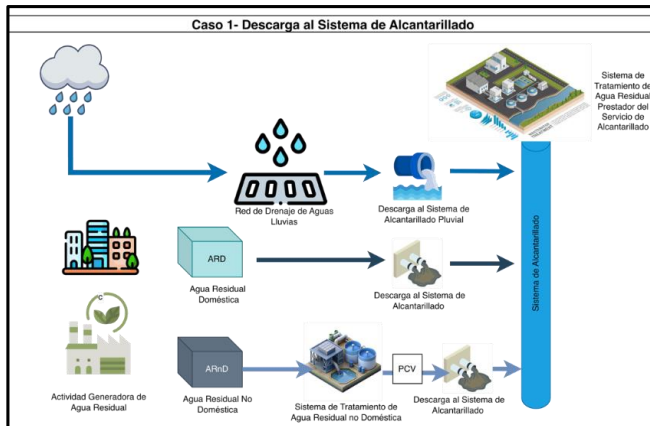
En el marco del PMVA, la infraestructura técnica mínima requerida se refiere a los requisitos mínimos de infraestructura en relación con las condiciones en las que se encuentran las redes internas y la separación de las aguas residuales y la ubicación del PCV.

La separación de redes internas se divide entre: aguas pluviales, ARD y ARnD y, tiene el propósito de asegurar que el volumen y las características fisicoquímicas de las aguas residuales que serán objeto de monitoreo, sean apropiadas para garantizar el sistema de tratamiento que permita el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 631 de 2015 o la norma que la modifique, adicione o sustituya.

Para el caso de las aguas lluvias, generalmente no requieren tratamiento antes de su descarga a menos que sus características fisicoquímicas y microbiológicas se hayan cambiado por algún agente externo; por ejemplo, lluvia ácida, contacto con aguas de escorrentía resultado de un derrame o contacto con otro contaminante en el suelo o la superficie por donde escurre el agua lluvia.

La combinación de la red pluvial con la red de aguas residuales sea ARD o ARnD, implica la construcción de sistemas de tratamiento de mayor tamaño o sistemas de tratamiento más avanzados y podría afectar la operación y la eficiencia de estos sistemas. Por lo tanto, la separación de las redes internas tiene como ventajas: el uso potencial de aguas lluvias, la recuperación de materias primas para recirculación o reúso y posiblemente menores costos de tratamiento (MAVDT,2002). La configuración de este sistema de redes separadas que vierten al sistema de alcantarillado para el presente PMVA se denomina Caso 1 y se describe en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

FIGURA 5. SUGERENCIA DE SEPARACIÓN DE REDES PARA DESCARGAS PUNTUALES DE VERTIMIENTOS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO – CASO 1.



Fuente: Elaboración propia.

Cuando el usuario generador del agua residual se encuentra conectado al sistema de alcantarillado público de áreas urbanas, la separación de las redes de ARD de las ARnD es relevante, ya que, en este caso, el usuario y/o suscriptor del prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado no tiene la obligación de solicitar un permiso de vertimientos, de conformidad con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 y el artículo 13 de la Ley 1955 de 2019 o la norma que lo modifique, adicione o sustituya. En ese escenario, no es necesario la presentación de la caracterización de ARD por parte del usuario y/o suscriptor a la empresa prestadora del servicio público de alcantarillado. Lo anterior, de acuerdo con lo establecido en el artículo 2.2.3.3.4.18 del Decreto 1076 de 2015, que indica lo siguiente:

“Compete al prestador de servicio público de alcantarillado dar cumplimiento a la norma de vertimientos a través del respectivo permiso o plan de saneamiento y de manejo de vertimientos (PSMV) y por ende ser sujeto de seguimiento de la Autoridad Ambiental competente”.

Por otro lado, para el caso que el usuario y/o suscriptor realice el vertimiento de ARnD al sistema de alcantarillado público, deberá presentar la caracterización de las ARnD al prestador del servicio público de alcantarillado, para que este pueda usar esta información para el reporte que debe presentar a la autoridad ambiental competente.

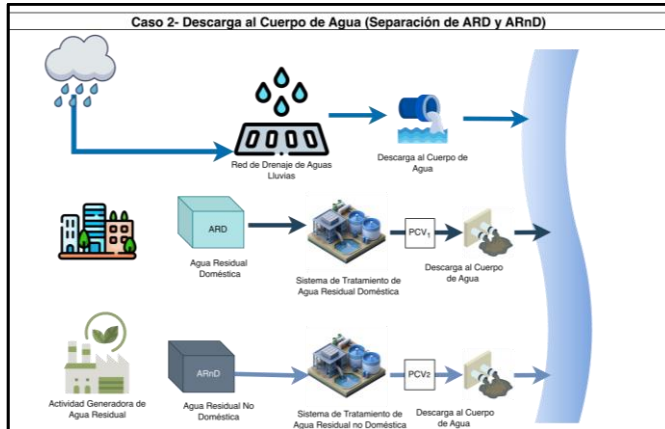
Cuando el vertimiento de las aguas residuales se realiza a un cuerpo de agua superficial, se debe optar por la separación de las redes de ARD de las ARnD al ser relevante ya que, se pueden presentar una o más de las siguientes condiciones:

- a. Cuando el tratamiento del efluente resultante de la mezcla de ARD y ARnD implique limitaciones en su viabilidad técnica y económica.

- b. En el escenario en el cual el manejo conjunto de ambas clasificaciones impida el cumplimiento de la normatividad vigente y/o lo establecido en los permisos de vertimientos, o configure alguna de las causales de prohibición establecidas en los artículos 2.2.3.3.4.3 y 2.2.3.3.4.4 del Decreto 1076 de 2015; por ejemplo:
 - i. No se admiten vertimientos que alteren las características existentes en un cuerpo de agua que lo hacen apto para todos los usos determinados.
 - ii. Que ocasionen altos riesgos para la salud o para los recursos hidrobiológicos, y/o
 - iii. La utilización del recurso hídrico, de las aguas lluvias, de las provenientes de acueductos públicos o privados, de enfriamiento, del sistema de aire acondicionado, de condensación y/o de síntesis química, con el propósito de diluir los vertimientos, con anterioridad al PCV.
- c. Cuando el manejo conjunto de ambas clasificaciones de agua residual, pueda generar incremento en la magnitud de los impactos ambientales identificados en la evaluación ambiental del vertimiento.

La configuración de este sistema de redes separadas que vierten a un cuerpo de agua superficial para el presente PMVA se denomina Caso 2 y se describe en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

FIGURA 6. SUGERENCIA DE SEPARACIÓN DE REDES PARA DESCARGAS PUNTUALES DE VERTIMIENTOS AL CUERPO DE AGUA SUPERFICIAL - CASO 2.

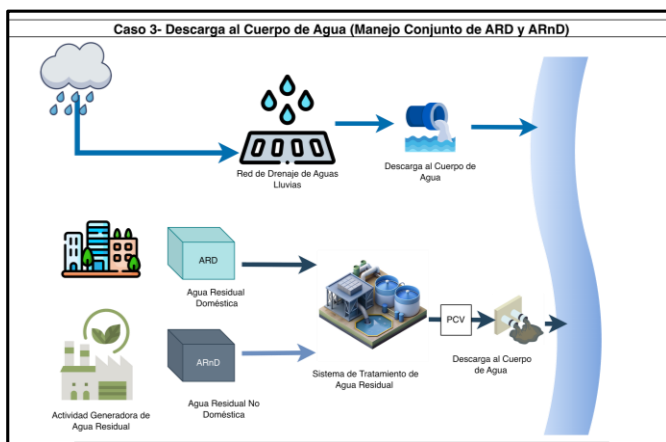


Fuente: Elaboración propia.

En el caso que el usuario del recurso hídrico vierta a un cuerpo de agua superficial y en el cumplimiento de la normatividad vigente, PSMV y/o lo establecido en los permisos de vertimientos y se posibilite el tratamiento de las aguas residuales de manera conjunta resultante de la mezcla de ARD

y ARnD, para el presente PMVA se denomina Caso 3 y se describe en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

FIGURA 7. SUGERENCIA DE SEPARACIÓN DE REDES DESCARGAS PUNTUALES DE VERTIMIENTOS A CUERPO DE AGUA SUPERFICIAL CON MANEJO SEPARADO DE ARD Y ARnD – CASO 3.



Fuente: Elaboración propia.

En todos los casos, la separación de redes internas debe contar con su respectivo PCV y garantizar la representatividad y la replicabilidad del monitoreo de vertimientos de agua residual que vaya a realizar el usuario de la autoridad ambiental competente y el usuario y/o suscriptor de una empresa prestadora del servicio público de alcantarillado. Esto en el entendido que se deben desarrollar los ajustes necesarios a la infraestructura que sean requeridos para cumplir lo consignado en el **Sección 4** del presente PMVA.



5 METODOLOGÍA PARA LA TOMA DE MUESTRA

El monitoreo de vertimientos incluye la toma y el análisis de las muestras. La metodología de muestreo y las técnicas analíticas son esenciales para caracterizar el agua residual (Tchobanoglous et al., 2003, p. 125, pp. 29). El objetivo del monitoreo de vertimientos es contar con datos confiables para tomar decisiones sobre la gestión de las aguas residuales y el diseño de un conjunto de acciones a los que haya lugar para la prevención y mitigación de la contaminación de los cuerpos de agua, así como, para el control y seguimiento de la normatividad vigente por parte de la autoridad ambiental.

En esta sección se presentan los aspectos mínimos que deben tenerse en cuenta para la metodología de muestreo y las generalidades sobre el análisis de muestras, sin desarrollar ampliamente cada uno de estos aspectos debido a que este desarrollo y los detalles de las metodologías y los métodos ya que se encuentran en los documentos referenciados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Adicionalmente, el artículo 2.2.3.3.10.4. del Decreto 1076 de 2015 “*Transitorio. Toma de muestras*”, establece, “*La toma de muestras se hará de tal manera que se obtenga una caracterización representativa de los vertimientos y del cuerpo receptor, para lo cual el Ministerio de Salud o la autoridad ambiental competente o la entidad que haga sus veces determinarán el sitio o sitios y demás condiciones técnicas*”.

También, en esta sección se incluye un marco general con relación al monitoreo de vertimientos con propósitos de modelación de calidad del agua en el marco de la Evaluación Ambiental del Vertimiento (EAV) (Véase Evaluación ambiental del vertimiento del Decreto 1076 de 2015).

El monitoreo de vertimientos permite al usuario de la autoridad ambiental competente, al usuario y/o suscriptor de una Empresa Prestadora del Servicio Público de Alcantarillado y a la autoridad ambiental, identificar el desempeño del sistema de tratamiento del agua residual y si es el caso, diseñar e implementar las medidas correctivas a las que haya lugar. La metodología para toma de muestras no incluye vertimientos no puntuales ni el muestreo de derrames.

Los datos recolectados durante el muestreo deben ser representativos, precisos, replicables y útiles. Estos datos deberán estar disponibles para poder verificar el cumplimiento de los objetivos del plan de monitoreo, para validar el procedimiento de muestreo por la autoridad ambiental o la Empresa Prestadora del Servicio Público de Alcantarillado (Tchobanoglous et al., 2003, p.29) y para que la autoridad ambiental competente pueda realizar el proceso de seguimiento, vigilancia y control en el marco de sus funciones.

Los procedimientos para la recolección de muestras varían dependiendo del propósito del muestreo y los procedimientos analíticos. Adicionalmente, cada plan de monitoreo se debe ajustar a cada vertimiento, especialmente cuando la concentración o carga del vertimiento varía considerablemente, por lo tanto, no existe un único procedimiento para la toma de muestras. Sin embargo, en este PMVA se presentan las consideraciones generales y los aspectos mínimos que deben tenerse en cuenta para la metodología de la toma de muestra.



Para el desarrollo de esta sección se utilizaron seis referencias que se citan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Estas referencias corresponden a guías y documentos estándar expedidos por entidades oficiales nacionales e internacionales, en el campo del análisis de agua residual, relacionados con las metodologías de muestreo y análisis de muestras. En estos documentos se encuentra la información detallada sobre la metodología y métodos de muestreo.

TABLA 1. DOCUMENTOS TÉCNICOS DE REFERENCIA PARA TOMA DE MUESTRAS

	Documento	Referencia
1	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater	APHA et al, 2017 o la edición vigente
2	NTC-ISO 5667-10. Calidad del agua. Muestreo. Parte 10. Guía para el muestreo de aguas residuales.	(ICONTEC, 2022)
3	Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua	(IDEAM, 2021)
4	Guidance on Surface Water Chemical Monitoring Under the Water Framework Directive (Guidance Document No. 19)	(EC,2009)
5	Wastewater engineering: Treatment and reuse	(Tchobanoglous et al.,2003)
6	Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas	(IDEAM, 2002)

Fuente: Elaboración propia

El presente PMVA incluye únicamente vertimientos a aguas superficiales continentales y al sistema de alcantarillado público. Adicionalmente, es necesario que el usuario que realiza un vertimiento tenga en cuenta las prohibiciones establecidas en el artículo 2.2.3.3.4.3. del Decreto 1076 de 2015.

Finalmente, esta sección incluye los métodos y criterios que deben tenerse en cuenta para el muestreo de cantidad y calidad de las aguas residuales. Para el muestreo de cantidad, se indican los métodos acreditados para la medición de caudal para descargas que se realicen al sistema de alcantarillado público y al agua superficial continental. En el caso del muestreo de calidad, se incluyen los criterios mínimos que deben tenerse en cuenta para la toma de muestras y posterior análisis físico, químico y microbiológico del vertimiento.

5.1 CONSIDERACIONES PREVIAS PARA LA TOMA DE MUESTRAS

Antes de tomar la muestra se deben identificar y seleccionar los aspectos para el monitoreo de vertimientos de acuerdo con los componentes presentados en la **Figura 8. Consideraciones previas a la toma de muestras**

El monitoreo se puede realizar con más de un propósito, siempre y cuando cumpla los criterios normativos y técnicos requeridos. Por ejemplo, la frecuencia de monitoreo puede ser diferente dependiendo de la planeación y el objetivo del monitoreo, un solo monitoreo puede tener dos o más propósitos como se muestra en la **Figura 8**, en este caso, deberá estar debidamente justificado.



El realizar un monitoreo multipropósito (por ejemplo, para seguimiento del permiso de vertimiento y tasa retributiva) y justificado con los criterios mencionados, podría ayudar a optimizar los recursos económicos y de personal requeridos para el monitoreo.

FIGURA 8. CONSIDERACIONES PREVIAS A LA TOMA DE MUESTRAS

Propósito del monitoreo	Variables y parámetros a medir y unidades de reporte	Tipo de medio receptor	Tipo de muestra	Tipo de muestreo
Permiso de vertimiento (Decreto 1076 de 2015).	Cantidad	Agua superficial	Puntual	Manual
Parámetros y valores límites permisibles para vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y sistemas de alcantarillado público (Resolución 631 de 2015).				
Seguimiento al Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) (Decreto 1076 de 2015).			Compuesta	
Seguimiento a la tasa retributiva (Decreto 1553 de 2024).	Calidad	Alcantarillado	Integrada	Automático*
Modelación de la Calidad del Agua				

Fuente: Elaboración propia

*Tener en cuenta la acreditación para poder aplicar el tipo de muestreo

A continuación, se presentan los aspectos generales para tener en cuenta para el muestreo de calidad y de cantidad del vertimiento.

5.1.1 PERSONAL CAPACITADO

Es fundamental que todo el personal que participa en el muestreo tenga la formación, capacitación y entrenamiento previo al monitoreo, en los procedimientos que se aplicarán para el monitoreo y que tengan conocimiento de los riesgos y consecuencias de tomar muestras inapropiadas (EC,2009). De acuerdo con lo establecido en la NTC 17025:2017 numeral 6.2 Personal: “*Todo el personal del laboratorio ... debe ... ser competente y trabajar de acuerdo con el sistema de gestión ... El laboratorio debe documentar los requisitos de competencia para cada función ... incluidos requisitos de educación, calificación, formación, conocimiento técnico, habilidades y experiencia*”. Adicionalmente, el laboratorio debe seguir lo establecido en su Sistema de Gestión de Calidad interno en relación con



las competencias requeridas para que el personal cumpla sus funciones y capacitación permanente requerida.

5.1.2 CONOCIMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO

El personal que realiza el monitoreo deberá conocer, previo al monitoreo, el proceso productivo de la actividad que genera el vertimiento. Este conocimiento incluye, la identificación del tipo de actividad económica, las etapas del proceso, horarios de operación y funcionamiento de las operaciones y los posibles parámetros o sustancias que se pueden encontrar en el vertimiento generado.

Se recomienda coordinar el muestreo con el ciclo productivo de forma tal que o se realice la toma de muestra cuando el proceso este en operación para la representatividad de la muestra y que corresponda a la carga y concentración del vertimiento. Adicionalmente, esta es información relevante para identificar el número de muestras requeridas y la frecuencia de toma de muestras en caso de que se realicen muestras compuestas. El conocimiento previo de las características fisicoquímicas y biológicas del efluente es esencial para la seguridad del personal y evitar posibles accidentes, ya que existe la posibilidad que se generen reacciones químicas con los preservantes o por contacto directo con ciertas sustancias que puedan afectar la salud y seguridad del personal (IDEAM, 2002).

5.1.3 REPRESENTATIVIDAD

El objetivo de la toma de muestras es recolectar un volumen suficiente para facilidad de transporte y al mismo tiempo para poder realizar el análisis, con el objetivo que represente la composición de la muestra recolectada. Es decir que la concentración de cada uno de los parámetros a monitorear tendrá que ser igual tanto en las muestras recolectadas como en el vertimiento, cumpliendo así con el criterio de representatividad de la muestra. Por lo tanto, la muestra será preservada y transportada sin que ocurran cambios antes de su análisis (APHA et al., 2017, pp. 1-38). La NTC-ISO-5667-10, p.22 (2022), indica un volumen de referencia para un muestreo representativo, para lo cual se sugiere revisar esta norma técnica.

Las condiciones hidráulicas se relacionan con la representatividad del flujo. Durante el monitoreo y toma de la muestra se debe garantizar que el sistema o actividad que descarga el efluente este activo y que haya un flujo suficiente para la recolección de la muestra.

5.1.4 CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

Para todas las variables y los parámetros a medir que están en el alcance de este PMVA se deberán tener en cuenta la calibración de equipos para análisis in situ o en el laboratorio. Por otra parte, las variables, técnicas, métodos y equipos utilizados por los laboratorios en el monitoreo de vertimientos a aguas superficiales y al sistema de alcantarillado público deben corresponder al listado de laboratorios acreditados vigente expedido por el IDEAM y cumplir con lo establecido en la NTC17025 en su versión más actualizada, numeral 6.4. “Equipamiento” el cual indica, como se cita a continuación, que “El laboratorio debe establecer un programa de calibración para mantener la confianza en el estado de la calibración”.



5.1.5 ACTUALIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

La información histórica del procedimiento de muestreo permite evaluar los cambios en los procedimientos a través del tiempo, lo cual es fundamental para mantener la trazabilidad de los datos generados e identificar el origen de los cambios que en estos se puedan presentar. Por lo tanto, se recomienda mantener la información histórica del procedimiento de monitoreo, laboratorio y personal que realiza el monitoreo, límite de cuantificación, métodos de muestreo y punto de muestreo.

5.2 MUESTREO DE CALIDAD

La metodología para la toma de muestras incluye aspectos mínimos que el personal que toma la muestra deberá seguir y tener en cuenta. Estos aspectos mínimos se listan a continuación, el desarrollo y la información detallada de estos aspectos se encuentran en las referencias que se citan en la **Tabla 2. Tabla resumen para consultar los aspectos a tener en cuenta para la metodología de muestreo**

TABLA 2. TABLA RESUMEN PARA CONSULTAR LOS ASPECTOS A TENER EN CUENTA PARA LA METODOLOGÍA DE MUESTREO

N.	Documento	Referencia	Sección Subsección	Página	Selección de parámetros a monitorear	Tipo de muestra	Duración y frecuencia para la toma de muestras	Cadena de custodia	Métodos de muestreo	Número y volumen de muestra	Alistamiento de equipos de muestreo y materiales	Llenado de recipientes donde se almacena la muestra	Control de calidad	Almacenamiento, preservación y transporte	Manejo de residuos generados en campo	Informes
1	Resolución 631 de 2015	MinAmbiente, 2015			X											
2	Decreto 1076 de 2015	MinAmbiente, 2015			X											
3	Decreto 1553 de 2024	MinAmbiente, 2024			X											
4	Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas	IDEAM, 2002	6	16	X											
			9.2			X										
			7	17						X						
			9	26							X					
			10	27								X				
			10	27										X		



en el artículo 2.2.3.3.4.1. y los artículos transitorios 2.2.3.3.9.14., 2.2.3.3.9.15. y 2.2.3.3.9.16. del Decreto 1076 de 2015. 4) Los parámetros establecidos en el Decreto 1553 de 2024, en lo relacionado con “(...) la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales (...)”.

Cuando el propósito del monitoreo es evaluación, control y seguimiento por parte de la autoridad ambiental competente (Ley 99 de 1993), es importante que en el tramo a monitorear se tengan en cuenta los usos del agua asignados, las actividades que se realizan que podrían generar ARD y/o ARnD, los objetivos de calidad y para vertimientos de ARnD, el tipo de actividad económica que realiza el vertimiento (artículo 20 de la Resolución 631 de 2015). Esta información es indispensable para la elaboración del plan de monitoreo y la optimización de recursos a destinar en el monitoreo.

Los componentes en el agua residual generalmente se agrupan en cuatro categorías, según sus características: físicas, químicas inorgánicas, químicas orgánicas y biológicas. Adicionalmente, existe un grupo de parámetros por monitorear que son de alta importancia por los efectos que producen a la salud humana y al ambiente. Estos parámetros se agrupan en: sólidos suspendidos, orgánicos biodegradables, patógenos, nutrientes, contaminantes prioritarios, orgánicos refractarios, metales y metaloides (Tchobanoglous et al., 2003). Adicionalmente, estos parámetros son de alta importancia para el diseño, operación, medición del desempeño y eficiencia de remoción de los sistemas de tratamiento de agua residual. La caracterización y medición de los parámetros permite el control de la carga contaminante y de las concentraciones del vertimiento que descarga a los cuerpos de aguas superficiales continentales o al sistema de alcantarillado público. Esta información a su vez contribuye a la prevención y control de la contaminación en el caso que el vertimiento incumpla con los límites máximos permisibles de la Resolución 631 de 2015 o la norma que la modifique, adicione o sustituya.

5.2.2 SELECCIÓN DE PARÁMETROS DE CAMPO

Dentro del grupo de parámetros a medir se encuentran los parámetros *in situ*. La medición de estos parámetros usualmente se realiza directamente en el sitio de muestreo (*in situ*) debido a que sus características pueden cambiar rápidamente. Por lo tanto, el análisis de estos parámetros o variables *in situ* (véase la **Sección 2**) se debe realizar inmediatamente a partir de la recolección de la muestra. La información recolectada en campo debe registrarse en los formatos correspondientes (IDEAM, 2002).

Los parámetros de campo más comunes que puede ser medidos a partir de un equipo portátil corresponde a: temperatura, pH, conductividad. Para medir estos parámetros, usualmente se utilizan equipos portátiles, como, por ejemplo, potenciómetro, conductímetros o sondas multiparamétricas. Estas sondas deben calibrarse previamente al monitoreo y la persona que coordina el monitoreo debe garantizar que las sondas estén calibradas.

5.2.3 TIPO DE MUESTRA

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Dirección: Calle 37 #8 - 40, Bogotá D.C., Colombia

Conmutador: (+57) 601 332 3400 - 3133463676

Línea Gratuita: (+57) 01 8000 919301

Página 38 | 102

F-E-SIG-26:V7 02-08-2024



En general, las muestras se clasifican en tres categorías: puntual, compuesta e integrada. La selección del tipo de muestra dependerá de criterios como: el medio receptor, las variables a medir, los cambios de concentración que se puedan presentar en el medio receptor debido a variables hidráulicas como, el caudal, el ancho, la profundidad y la variación temporal. Para ampliar la información acerca de los criterios de selección, las ventajas y desventajas y la metodología de muestreo para cada tipo de muestra, los cuales son aspectos que deben tenerse en cuenta para el monitoreo, se recomienda consultar (APHA et al, 2017; ICONTEC, 2022, NTC-ISO 5667-10, p.12) (véase la ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.) o la edición más actualizada de estos documentos.

Dependiendo de los criterios anteriores, las muestras pueden tomarse proporcionales al flujo o proporcionales al tiempo (APHA et al, 2017; EU, 2009). La metodología para tomar las muestras proporcionales al flujo o al tiempo se encuentran en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al, 2017, p. 1060B).

En cuerpos de agua superficial como lagos, las muestras de agua se pueden tomar a diferentes profundidades de la columna de agua, ya que esta es más representativa comparada con una muestra tomada a una sola profundidad (EU, 2009).

- Muestra puntual: esta muestra se toma en el punto de monitoreo en un periodo corto de tiempo, generalmente segundos o minutos. Esta muestra representa el vertimiento en un espacio y tiempo específico (APHA et al, 2017). El tipo de muestra puntual se puede seleccionar, por ejemplo, para el monitoreo de parámetros medidos in situ (IDEAM, 2002).
- Muestra compuesta: esta muestra resulta de la mezcla de varias muestras puntuales. Esta puede ser una muestra más representativa de matrices heterogéneas donde la concentración de los parámetros de interés puede variar en periodos cortos de tiempo o en el espacio. Este tipo de muestra se pueden obtener de forma manual o usando muestreadores automáticos (APHA et al, 2017; ICONTEC, 2022, NTC-ISO 5667-10; (IDEAM, 2002).

La muestra se toma a intervalos programados, es decir, a una frecuencia determinada y por un período específico. Las muestras tomadas pueden tener volúmenes iguales o pueden ser proporcionales al caudal durante el período durante el cual se realiza el muestreo (IDEAM, 2002; APHA et al, 2017). Para seleccionar el período de muestreo durante el cual se toma la muestra se deben tener en cuenta dos criterios: el objetivo del muestreo y la estabilidad de la muestra. El periodo de muestreo puede variar entre horas a días dependiendo del muestreo a analizar (ICONTEC, 2022, NTC-ISO 5667-10, p. 12).

La muestra compuesta no debe seleccionarse cuando los componentes o parámetros a analizar tengan cambios que no pueden ser evitados durante el almacenamiento y transporte de la muestra. En este caso, se deben analizar las muestras individuales a la mayor brevedad posible después de la recolección y en el punto de muestreo. Los componentes que pueden cambiar rápidamente son: gases disueltos, cloro residual, sulfuro disuelto, temperatura y pH. Por lo tanto, la muestra compuesta en el tiempo se debe seleccionar únicamente para medir



parámetros que no cambian durante las condiciones de muestreo, preservación, almacenamiento y transporte (APHA et al, 2017).

- Muestra integrada: esta muestra se integra a partir de varias muestras puntuales, pero a diferencia de la compuesta, en la muestra integrada se toman muestras puntuales de diferentes puntos simultáneamente o entre puntos ubicados lo más cerca posible. La muestra integrada puede usarse en cuerpos de aguas superficiales en las cuales la concentración puede variar en la sección transversal, es decir, de acuerdo con las características hidráulicas del cauce, como ancho y profundidad. Para evaluar la concentración promedio o la descarga total, se usa una mezcla de muestras simples que representan varios puntos en la sección transversal en proporción al caudal. Cuando hay variaciones importantes en el medio receptor se deben tomar muestras separadas y no integradas (IDEAM, 2002; APHA et al, 2017).

Para la selección del tipo de muestra se debe tener en cuenta, como mínimo, el propósito del monitoreo y las características del medio receptor. Adicionalmente, es importante considerar que cada uno de los métodos tiene ventajas y desventajas en relación del muestreo de agua residual. Esta información se encuentra en la norma NTC 5667-10: Calidad del agua. Muestreo. Parte 10: Guía para el muestreo de aguas residuales (ICONTEC, 2022, NTC-ISO 5667-10) y en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al, 2017, p. 1060B).

5.2.4 DURACIÓN Y FRECUENCIA PARA LA TOMA Y COMPOSICIÓN DE LAS MUESTRAS COMPUESTAS

La duración del periodo de muestreo, los intervalos para la composición de la muestra y la frecuencia para tomar la muestra dependen de diferentes factores. La estimación de la frecuencia para la toma de muestras puntuales de un mismo efluente para obtener una muestra compuesta se puede consultar en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017, 1060).

Por otra parte, para seleccionar o estimar la frecuencia para la toma de muestras y composición se recomienda tener en cuenta los aspectos mínimos que se presentan a continuación.

- Tipo de operación: continua o discontinua.
- Frecuencia de la operación: número de horas al día/días por semana/ días por mes
- Dinámica de caudales representativos del proceso productivo
- Objetivo del monitoreo: dentro de los objetivos del monitoreo se pueden encontrar, las condiciones establecidas en el permiso de vertimiento, cobro de tasa retributivas o seguimiento del recurso hídrico (IDEAM, 2002, p.17)
- Caracterización del agua residual: para identificar las características fisicoquímicas y micro-biológicas, la estabilidad de la muestra y si los parámetros a medir cambian rápidamente.

Adicionalmente, la Guía para el monitoreo de vertimientos a aguas superficiales elaborada por el IDEAM y la NTC-ISO 5667-10, incluyen criterios que pueden tenerse en cuenta para estimar la frecuencia para la composición de las muestras ((ICONTEC, 2022, NTC-ISO 5667-10), p.13; IDEAM, 2002, p.17, IDEAM, 2021, p. 313).



En la **Tabla 3** se encuentran unas frecuencias de monitoreo recomendadas de acuerdo con los objetivos de monitoreo, vertimiento de aguas residuales no domésticas y cobro de tasa retributiva.

TABLA 3. DURACIÓN Y FRECUENCIA PARA TOMA DE MUESTRAS PUNTUALES DE ACUERDO CON EL PROPÓSITO DEL MONITOREO

Propósito del monitoreo	Tipo de muestra	Duración	Frecuencia
Vertimiento de aguas residuales no domésticas (Resolución 631 de 2015)	Muestra compuesta	Depende del horario de funcionamiento de las operaciones que se realicen en el proceso.	2,4,6,8,16 ó 24 horas.
Cobro de tasa retributiva (Decreto 1553 de 2024). Conocer características y fluctuaciones del cuerpo de agua receptor durante un período de tiempo.	Muestra compuesta	24 horas	1, 2, 4 o 6 horas

Fuente: IDEAM, 2002, p. 17

5.2.5 CADENA DE CUSTODIA

La cadena de custodia es el proceso de mantener la trazabilidad de cada una de las muestras mediante registros detallados de recolección para garantizar la integridad de la muestra desde la recolección hasta el reporte de los datos. Este proceso es necesario para demostrar el control de la muestra para el propósito del monitoreo. El registro de información incluye, por ejemplo, la fecha y hora de la toma de muestra, nombre de la entidad que realiza la campaña de monitoreo y del personal que toma las muestras, nombre o localización del punto de monitoreo, número y tipo de envases utilizados para el muestreo, método de preservación de la muestra, parámetro por analizar de la muestra y observaciones de campo en el momento de la toma de la muestra, como por ejemplo, las condiciones ambientales y operativas en ese momento (IDEAM, 2021, p. 342). Adicionalmente, se debe incluir en esta información, si la muestra es puntual o compuesta, el transporte y la recepción y aceptación de la muestra por parte del laboratorio. Esta información se encuentra con mayor detalle en la **Sección 9**. Este documento deberá evidenciar la delimitación de responsabilidades entre la entidad y organización que solicita el monitoreo (generalmente es el “*Usuario de la autoridad ambiental competente*” (véase la **Sección 2**), el laboratorio que realiza el monitoreo, transportador (si lo hubiera) y el laboratorio a cargo de analizar las muestras.

Los aspectos que incluye la cadena de custodia son: etiquetado de muestras, sello de seguridad de la muestra, bitácora de campo, formato de cadena de custodia, formulario de solicitud de análisis de la muestra, registro de recepción de muestras en el laboratorio, designación de la muestra para análisis, documento de disposición final de las muestras (previa verificación de que los datos hayan sido revisados y aceptados (APHA et al, 2017, 1060, o versión vigente).

5.2.6 MÉTODOS DE MUESTREO

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Dirección: Calle 37 #8 - 40, Bogotá D.C., Colombia

Conmutador: (+57) 601 332 3400 - 3133463676

Línea Gratuita: (+57) 01 8000 919301



Corresponde a las técnicas específicas y los equipos que se usarán, generalmente se usan muestreos manuales o automáticos.

- Muestreo manual: requiere pocos equipos; sin embargo, puede requerir mayor tiempo, más personal y mayores costos económicos. Requiere personal técnico de campo capacitado que pueda tomar las muestras de acuerdo con los lineamientos técnicos como los establecidos en el presente PMVA y la capacidad y habilidad para realizar una evaluación objetiva de las condiciones de campo.

Los equipos que incluye el muestreo manual son: balde, botellas de laboratorio, muestreador de agua vertical, que consiste en un tubo de 1 Litro a 3 Litros, entre otros. El material de los equipos no debe influir en los análisis de las muestras, por lo tanto, se debe considerar que los equipos sean de material inerte.

- Muestreo automático: este muestreo puede disminuir o incluso eliminar errores humanos que pueden ocurrir con el muestreo manual. Adicionalmente, puede reducir el tiempo y costos de monitoreo, ya que permiten cierta autonomía. Otra de las ventajas de este muestreo es la facilidad de programar el muestreador de acuerdo con las necesidades del muestreo. Los muestreadores automáticos se clasifican en fijos o portátiles y existen otros tipos de muestreadores que incluyen una cámara refrigerada.

Para ampliar la información respecto a este tipo de muestreadores se puede consultar los siguientes documentos, NTC-ISO 5667-10 y NTC-ISO 5667-3, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al, 2017, 1060).

5.2.7 NÚMERO Y VOLUMEN DE MUESTRAS

- Número de muestras: por la variabilidad inherente a los procedimientos de muestreo y análisis, una sola muestra no es suficiente para obtener un nivel de confianza adecuado en los resultados. Por lo tanto, es necesario estimar el número de muestras que se requiere. Para estimar el número de muestras necesarias, usualmente se utilizan métodos estadísticos. Estos métodos se pueden consultar en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al, 2017, 1060), ISO-2602, ISO-3534, NTC-ISO 5667-1, NTC-ISO 5667-10).
- Volumen de muestras: de acuerdo con APHA et al (2017), para la mayoría de los análisis físico-químicos se debe recolectar como mínimo un 1 litro (L) de volumen de muestra. Siempre se debe recolectar suficiente cantidad de muestra en el recipiente adecuado para cumplir con las normas de manejo, almacenamiento y preservación. No se deben usar muestras del mismo recipiente para distintos tipos de pruebas (orgánicas, inorgánicas, microbiológicas o de otro tipo), ya que cada prueba requiere métodos específicos de recolección y manejo.

5.2.8 ALISTAMIENTO DE EQUIPOS DE MUESTREO Y MATERIALES

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Dirección: Calle 37 #8 - 40, Bogotá D.C., Colombia

Conmutador: (+57) 601 332 3400 - 3133463676

Línea Gratuita: (+57) 01 8000 919301

Página 42 | 102

F-E-SIG-26:V7 02-08-2024



La persona responsable del monitoreo debe garantizar que todos los equipos a utilizar estén calibrados, certificados (certificación vigente), en condiciones óptimas de funcionamiento y operativos antes de la toma de muestras; además, el personal encargado de operar los equipos deberá contar con competencias requeridas.

Los materiales del equipo de muestreo se deben elegir de manera tal que sean consistentes con el parámetro objeto de análisis y sin generar interferencia fisicoquímica con el parámetro a medir (ICONTEC, 2022, NTC-ISO 5667-10, p. 21).

En esta etapa se hace necesario elaborar y diligenciar una lista de chequeo que contenga como mínimo lo siguiente: la información de los materiales y equipos para la medición de parámetros de campo, la toma de muestras, la protección y seguridad del personal que efectúa el muestreo, localización física, aforo (de acuerdo con el tipo de aforo a realizar. Adicionalmente, la limpieza de los recipientes y equipos de muestreo, el alistamiento y transporte de envases y preservantes y la revisión y calibración de los equipos de muestreo son aspectos esenciales que se deben incluir en esta etapa del muestreo (IDEAM, 2002).

5.2.9 LLENADO DE RECIPIENTES DONDE SE ALMACENA LA MUESTRA

El llenado de los recipientes donde se almacena la muestra incluye dos acciones principales: la homogenización del volumen recolectado y la distribución del volumen recogido en el recipiente. Para todos los tipos de muestras es necesario contar con un recipiente de volumen suficiente que cuente con un accesorio tipo válvula o llave para distribuir el contenido en muestras puntuales homogéneas. Para obtener información más detallada se puede consultar la NTC-ISO 5667-10 (ICONTEC, 2022, NTC-ISO 5667-10, p. 24) y la Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas (IDEAM, 2002, p. 26).

5.2.10 ALMACENAMIENTO, PRESERVACIÓN Y TRANSPORTE DE MUESTRAS

Este aspecto se refiere al tipo de contenedores, métodos de preservación y tiempo máximo de preservación de muestras.

Se debe garantizar mantener las condiciones físicas, químicas y biológicas de las muestras durante el período comprendido entre la recolección y el análisis de las muestras. De lo contrario, el plan de monitoreo (véase la **Sección 11**) y las muestras recolectadas no podrán ser tenidas en cuenta para el propósito que se fijó en el plan de monitoreo.

El personal que coordina y realiza el muestreo debe garantizar que las muestras sean recibidas por el laboratorio dentro del periodo de tiempo máximo para el análisis de la muestra a partir de la hora de su recolección. Si el período de almacenamiento, transporte, entrega y análisis excede el tiempo máximo, las muestras estarán sujetas a deterioro, lo cual tiene implicaciones en el análisis de las propiedades de las muestras y los resultados. Cada parámetro tiene un tiempo diferente, por lo tanto, se sugiere revisar el numeral 1060: I del “*Standard Methods*” (2017) (véase el **Anexo 2**) y en la NTC-ISO 5667-3 “*Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Directrices para la preservación y manejo*



de las muestras”. El deterioro de las muestras podría generar errores que serán evidentes en los resultados de los análisis e incluso se podría llegar a considerar que las muestras no sean válidas (APHA et al, 2017, 1060, Tabla 1060: I; Tchobanoglous et al., 2003; IDEAM, mesas de trabajo, 2025).

La estabilidad de una muestra no se logra en su totalidad; sin embargo, las técnicas de preservación de muestras se implementan para retardar los cambios químicos y biológicos que inevitablemente se pueden presentar después de la recolección de la muestra (APHA et al, 2017, o la versión vigente). En la Tabla 1060: I del “*Standard Methods*” (APHA et al, 2017, o la versión vigente) y en la NTC-ISO 5667-3 “*Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Directrices para la preservación y manejo de las muestras*”, se encuentran los lineamientos para la preservación de muestras.

5.2.11 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad permite revisar la calidad del proceso de muestreo y utiliza técnicas para corregir la desviación que pueda ocurrir en este proceso, con el fin de detectar y evitar posibles errores que se puedan presentar durante el monitoreo.

Las muestras de control o blanco, la prevención de la contaminación de la muestra, la identificación de las muestras y el registro, así como, el aseguramiento de la calidad, son los cuatro aspectos relacionados con el control de la calidad del muestreo.

- Las muestras de control o blanco: estas muestras se utilizan para realizar el seguimiento analítico a las condiciones de las muestras durante las etapas de preservación, transporte y almacenamiento de muestras. Las muestras de control se utilizan para verificar si los reactivos están contaminados, medir la señal del sistema analítico, evaluar contaminación externa y confirmar que no hay aporte de interferencias, contaminación por materiales, equipos y manipulación. Dentro de las muestras de control se encuentran: muestra testigo, blanco, adicionado y muestra duplicada (APHA et al, 2017; ICONTEC, 2022, NTC-ISO 5667-10).
- Prevención de contaminación de la muestra: se deben identificar todas las posibles fuentes de contaminación de la muestra e implementar el control necesario cuando se requiera. Se recomienda considerar, como mínimo, los siguientes aspectos: 1) el personal responsable del muestreo debe estar capacitado en los procedimientos para evitar la contaminación de la muestra y el registro de cualquier alteración que se pueda presentar. 2) Revisar y garantizar que los materiales de muestreo a utilizar no alteren las muestras. 3) La manipulación y los lugares de almacenamiento de las muestras deben estar lejos de fuentes de contaminación (por ejemplo, combustible, polvo, tráfico). 4) Utilización de elementos de protección personal, como guantes adecuados para la manipulación de las muestras. 5) Etiquetado de las botellas o recipientes utilizados para la recolección de muestras (véase la NTC-ISO 5667-14; NTC-ISO 5667-10).

Con el fin de evitar la contaminación cruzada entre muestras, se deberá realizar un adecuado lavado y enjuague del material y los equipos utilizados entre cada toma, y evitar el contacto



directo con el contenido de las muestras. En caso de utilizar instrumentos de medición portátiles, estos deberán limpiarse con agua destilada o desionizada antes y después de cada uso.

- Identificación de las muestras y registro: toda la información debe verificarse en los formatos o formularios de campo elaborados o adoptados por el prestador del servicio de monitoreo. La información para registrar incluye: condiciones ambientales, aspectos de la descarga, presencia de cualquier contaminante, presencia de cualquier anomalía observada, localización del PCV (véase la **Sección 4**). Si por algún motivo el monitoreo no puede realizarse, esta información también debe ser registrada y reportada. La información registrada en el rótulo, en la etiqueta u otro elemento usado para la identificación de las muestras, debe ser legible y tener un duplicado. El rótulo o etiqueta no debe estar deteriorado (ICONTEC, 2022, NTC-ISO 5667-10).
- Aseguramiento de la calidad: la identificación de los requisitos de calidad de un proceso y las técnicas para corregir cualquier desviación de un proceso se pueden encontrar de forma detallada en la NTC-ISO 5667-14, (ICONTEC, 2022, NTC-ISO 5667-10).

5.2.12 MANEJO DE RESIDUOS GENERADOS EN CAMPO

La gestión y manejo adecuado de los residuos líquidos y sólidos generados durante todo el proceso de monitoreo es fundamental, entre otros aspectos, para: 1) Evitar la contaminación de las muestras recolectadas, 2) Prevenir cualquier afectación al personal que realiza el monitoreo o a personas que residen o transitan por la zona del muestreo, 3) Evitar la afectación a la flora o fauna que habita o transita por el lugar de monitoreo, 4) Evitar la contaminación directa o indirecta de cuerpos de aguas superficiales, el suelo o contaminación del aire. Se debe contar un plan de gestión de residuos, que como mínimo debe incluir: la identificación y clasificación de los residuos generados, el transporte y disposición. El transporte y la disposición de los residuos, en los casos que se requiera, deben contar con los permisos exigidos, por lo cual se recomienda consultar a la autoridad ambiental competente de la jurisdicción donde se realiza el monitoreo. Adicionalmente, se debe tener especial cuidado con los residuos peligrosos que se puedan generar y seguir la normatividad vigente y procedimientos internos de la organización que realiza el monitoreo en relación con el manejo de residuos peligrosos.

5.2.13 INFORMES

Dependiendo de los objetivos del muestreo se realizará el informe. Se deben tener en cuenta todos los aspectos que puedan influir en los resultados de las muestras, es decir, los resultados analíticos. En la NTC-ISO 5667-10, (ICONTEC, 2022) se puede consultar información más detallada. Adicionalmente, es importante que este informe este articulado con el reporte de información de la **Sección 9**.

En el **Anexo 2** se presenta resumen que indica el tipo de muestra, el tamaño de la muestra, las condiciones de preservación, el tipo de recipiente y el tiempo máximo de almacenamiento para



varios parámetros fisicoquímicos. Esta información fue obtenida y adaptada del documento técnico Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al, 2017, 1060).

5.3 MUESTREO DE CANTIDAD

El muestreo de cantidad se refiere a la medición de volumen por unidad de tiempo o caudal del efluente o descarga al sistema de alcantarillado público o al cuerpo de agua superficial. La selección del método para la medición de caudal dependerá principalmente del PCV e infraestructura disponible, accesibilidad al punto de muestreo y operación del sistema. Los criterios para la sección del método y los métodos existentes que han sido ampliamente usados para la medición de caudal se pueden consultar en los documentos técnicos presentados en la *Listado de Laboratorios Acreditados* publicado por el IDEAM en su página web.

Métodos para medir caudal. Existen diferentes métodos de medir el caudal, entre los cuales se encuentran: método área-velocidad, método volumétrico, método con trazadores (dilución) y estructuras aforadas (IDEAM, 2021).

TABLA 4. DOCUMENTOS GUÍA PARA MUESTREO DE CANTIDAD

	Documento	Referencia	Sección/subsección
1	International Standard ISO 748 de 2021. Hydrometry-Measurement of liquid flow in open channels – Velocity area methods using point velocity measurements.	International Organization for Standardization (2021). Hydrometry – Measurement of liquid flow in open channels – Velocity area methods using point velocity measurements (ISO No. 748).	
2	Guía de Prácticas Hidrológicas. De la medición a la información hidrológica - Volumen I (2020)	OMM (2020). Guía de prácticas hidrológicas: De la medición a la información hidrológica (Vol. I; WMONo. 168). Ginebra: Organización Meteorológica Mundial.	5.3. Mediciones y cálculo de caudal. 5.3.1. Consideraciones generales. 5.3.2. Mediciones de caudales mediante molinetes.
3	Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua (2021)	IDEAM (2021)	8. Monitoreo de agua superficial.

Fuente: Elaboración propia

5.4 MONITOREO DE VERTIMIENTOS CON PROPÓSITOS DE MODELACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA

Para dar cumplimiento a los establecido en la guía y los requerimientos de la EAV establecida en el Decreto 1076 de 2015 o aquella norma que lo modifique, adicione o sustituya. El monitoreo de vertimientos a cuerpos de aguas superficiales y al sistema de alcantarillado público es parte integral de la gestión de aguas residuales para la reducción de la contaminación, control de la calidad y la



sostenibilidad ambiental de los cuerpos de agua. Dentro del marco de la gestión de vertimientos, la modelación del recurso hídrico es indispensable para la EAV y también se encuentra en el marco del cumplimiento del artículo 2.2.3.3.5.3. del Decreto 1076 de 2015 o aquella norma que lo modifique, adicione o sustituya.

La modelación del recurso hídrico es fundamental para *“La Predicción y valoración de los impactos que puedan derivarse de los vertimientos puntuales generados por el proyecto, obra o actividad al cuerpo de agua y la identificación de usos potenciales del agua”*, así como, para el caso en que la autoridad ambiental requiera realizar un modelo regional de calidad del agua. Dicha modelación se realiza de acuerdo con lo establecido en la Guía nacional para la modelación del recurso hídrico para las aguas superficiales (MinAmbiente, 2018).

Esta guía fue expedida por el MinAmbiente en el año 2018, en su alcance establece *“(…) la modelación de la calidad del agua es requerida para el desarrollo de instrumentos de planificación y administración del recurso hídrico como los planes de ordenamiento del recurso hídrico, como parte de la evaluación ambiental del vertimiento y en la estimación de la zona de mezcla en vertimientos, entre otros”*.

Esta misma guía en el Capítulo 4 *“Protocolo de modelación de calidad del agua”*, establece tres aspectos relacionados con el monitoreo de vertimientos para que sean considerados por los usuarios de este PMVA en el marco de la modelación de la calidad del agua. El primer aspecto consiste en verificar la lista de las variables físicas, químicas, microbiológicas e hidrobiológicas sugeridas para el monitoreo de vertimientos a cuerpos de agua (véase la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). El segundo aspecto es la *“Planeación y ejecución del programa de monitoreo”* (ver numeral 4.6., p. 52) y como parte del numeral 4.6. se encuentra el tercer aspecto *“Monitoreo de vertimientos”* (ver numeral 4.6.3., p 58). A continuación, se citan los aspectos para tener en cuenta en el monitoreo de vertimientos relacionados con el medio receptor, el tipo de muestra, la frecuencia y otras consideraciones (MinAmbiente, 2018).

“Para la caracterización detallada de los vertimientos, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- *La medición de caudales debe ser como mínimo de 8 horas para las descargas a los sistemas de alcantarillado.*
- *Se debe hacer la toma de muestras compuestas proporcionales al caudal, para un periodo de tiempo representativo de la actividad que lo produce.*
- *Los vertimientos se deben seleccionar de acuerdo con su nivel de impacto sobre el cuerpo de agua, o por deficiencias de información, entre otros.*

Para cualquier tipo de cuerpo de agua, los resultados del programa de monitoreo deben ser analizados en detalle, incluyendo gráficos y perfiles que permitan analizar la variabilidad espaciotemporal de las variables monitoreadas, identificar cargas contaminantes y vertimientos no monitoreados, posibles conflictos uso-calidad, entre otros aspectos.

En todo caso, la toma de muestras y los análisis de las variables fisicoquímicos y microbiológicos deben estar acreditados por el IDEAM”.



Teniendo en cuenta en la Guía nacional de modelación del recurso hídrico para aguas superficiales continentales (MinAmbiente, 2018), se está considerando la elaboración de un modelo de calidad del agua en estado estable, en el plan de monitoreo se debe considerar la toma de muestras en el vertimiento siguiendo un programa de tiempos de viaje y en sincronización con la toma de muestras en el cuerpo de agua superficial del sector o tramo donde se realiza el vertimiento, siguiendo la masa de agua.

La longitud de influencia de vertimiento de cada usuario corresponde a una zona entre aguas arriba y aguas abajo del vertimiento. El punto de referencia aguas arriba del vertimiento corresponde a cualquier punto sobre el cuerpo de agua. El punto aguas abajo, corresponde a un punto inmediatamente aguas abajo de la zona de mezcla garantizando que las condiciones de concentración de la fuente son iguales a las condiciones en el punto aguas arriba antes del vertimiento, y de esta forma en esta zona aguas abajo posiblemente el cuerpo de agua retomará las características que tenía antes del vertimiento. Esta información se conoce a partir del modelo de calidad del agua y la determinación de la longitud de mezcla.

El modelo de calidad del agua se hará de acuerdo al régimen de precipitaciones donde se localice el vertimiento, sea este monomodal o bimodal



6 METODOLOGÍA PARA ANÁLISIS DE MUESTRAS

Varios métodos son utilizados para analizar el agua residual. Existen métodos que incluyen análisis químicos, físicos o microbiológicos y que, según el tipo de análisis, los métodos pueden ser cuantitativos o cualitativos, siendo los cuantitativos los de mayor precisión. El IDEAM por razones de innovaciones en tecnología o como resultado de investigaciones científicas, podrá validar métodos de análisis diferentes a los contemplados en la presente sección, conforme lo establezca el IDEAM en el marco de sus competencias.

Para ampliar la información relacionada con los métodos de análisis se puede consultar la versión más actualizada del listado de "*Laboratorios acreditados por el IDEAM*" donde se encuentran los métodos acreditados por el IDEAM en la matriz agua para las diferentes variables, la cual puede consultarse y descargarse directamente del sitio web del IDEAM. Adicionalmente, puede consultarse el documento técnico *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA et al, 2017) o la versión vigente.

Los resultados de análisis ambiental para la evaluación de los parámetros para el monitoreo de vertimientos deben provenir de laboratorios acreditados de acuerdo con la Resolución 104 de 2022 del IDEAM, o aquella que la modifique, adicione o sustituya.

El Decreto 1076 de 2015, en el párrafo 2 su artículo 2.2.3.3.5.2 "*requisitos del permiso de vertimiento*", establece que, "*Se aceptarán los resultados de análisis de laboratorios extranjeros acreditados por otro organismo de acreditación, hasta tanto se cuente con la disponibilidad de capacidad analítica en el país*". Sin embargo, prevalece la lista de parámetros y laboratorios acreditados por el IDEAM, con la excepción que el parámetro a analizar no se encuentre en este listado y el usuario deberá hacer la consulta directamente al IDEAM.

Para el análisis de las muestras se tendrán en cuenta los resultados en términos del límite de cuantificación del método analítico. En todo caso, el límite de cuantificación del método analítico debe ser inferior a los valores establecidos en la Resolución 631 de 2015 o la norma que la modifique, adicione o sustituya. Lo anterior, conforme a lo dispuesto en los procedimientos de acreditación a cargo del IDEAM.

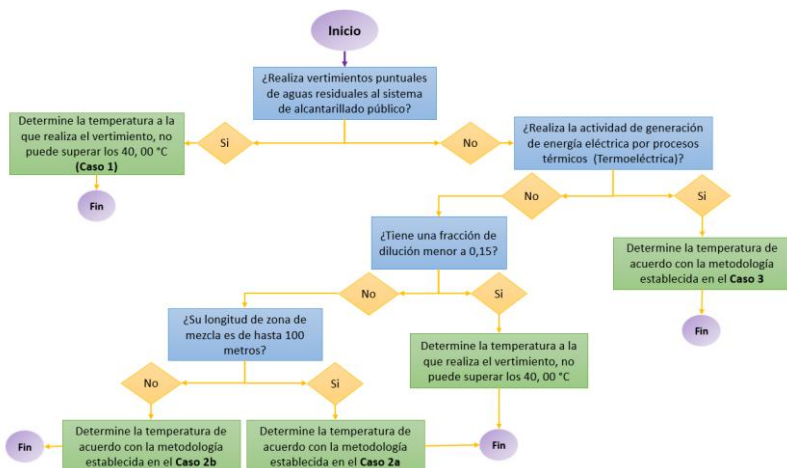
7 PARÁMETRO DE TEMPERATURA Y ZONA DE MEZCLA TÉRMICA

Para las descargas a cuerpos de aguas superficiales se debe tener en cuenta la fracción de dilución y la zona de mezcla definidas en la **Sección 2**. El artículo 5 de la Resolución 631 de 2015 fija un límite máximo permisible de temperatura de 40,00 °C y define criterios diferenciados según el medio receptor y el tipo de actividad de donde procede el vertimiento. Adicionalmente, para la determinación de la zona de mezcla, se debe tener en cuenta la Guía nacional de modelación del recurso hídrico para aguas superficiales continentales (MinAmbiente, 2018), donde se establece que es posible realizar la estimación de la longitud de la zona de mezcla mediante la aplicación de ecuaciones empíricas, o mediante modelos numéricos. El concepto de zona de mezcla aplica principalmente a sistemas lóticos, debido a que la dilución está controlada por la turbulencia y el transporte advectivo propios del flujo (Chapra, 2008).

Considerando las particularidades de cada usuario y de cada cuerpo de agua, la longitud de zona de mezcla es el resultado de la variación hidráulica y fisicoquímica del sistema que relaciona el cauce, el vertimiento y el cuerpo receptor, por lo tanto, es posible que la longitud de mezcla pueda ser antes o posterior de los 100,00 metros establecidos en el artículo 5 de la Resolución 631 de 2015.

En la Figura 9 se presentan los criterios generales para la medición del parámetro de temperatura para vertimientos puntuales de agua residual a los cuerpos de agua superficial continentales y a los sistemas de alcantarillado público y la determinación de la zona de mezcla para vertimientos que descargan a cuerpos de agua superficiales (lóticos). En el caso que se deba estimar el factor de dilución, deberá tener en cuenta la definición de la **Sección 2**.

FIGURA 9. CASOS PARA DETERMINACIÓN ZONA DE MEZCLA TÉRMICA



Fuente: Elaboración propia



La longitud de la zona de mezcla térmica podrá estimarse mediante la aplicación de ecuaciones empíricas o a través del uso de modelos de simulación numérica; Se recomienda al usuario la utilización de los siguientes métodos (véase la **Tabla 5. Métodos para la estimación de la longitud de la zona de mezcla**

)los cuales corresponden a enfoques con fundamento físico, analítico o experimental, que permiten representar explícitamente los procesos de advección y dispersión que controlan la mezcla en cuerpos de aguas superficiales. Su aplicación deberá realizarse bajo condiciones críticas, considerando caudales bajos del cuerpo receptor de vertimientos, concentraciones máximas esperadas en el medio receptor y la máxima carga contaminante prevista en el vertimiento, de conformidad con la Guía de Modelación del Recurso Hídrico (MinAmbiente, 2018). Para la aplicación de estos métodos tenga en cuenta que la mezcla este centrada o en mezcla lateral (orilla).

TABLA 5. MÉTODOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA LONGITUD DE LA ZONA DE MEZCLA

Enfoque metodológico	Autor(es)	Año	Aplicación
Analítico – advección y dispersión transversal	Mixing in inland and coastal waters. Academic Pres. Fischer, H. B., List, E. J., Koh, R. C. Y., Imberger, J., & Brooks, N. H.	1979	Estimación de la longitud de mezcla transversal en ríos y canales naturales, con fundamento físico en los procesos de transporte
Analítico – tubos de corriente	Transverse diffusion of solutes in natural streams (U.S. Geological Survey Professional Paper 582-C). U.S. Geological Survey. Yotsukura, N., & Cobb, E. D.	1972	Fundamento teórico para la evaluación de la mezcla lateral; base conceptual para desarrollos analíticos y numéricos
Empírico–experimental (trazadores)	Measurement of time of travel in streams by dye tracing (Techniques of Water-Resources Investigations of the United States Geological Survey, Book 3, Chapter A9). U.S. Geological Survey. Kilpatrick, F. A., & Wilson, J. F..	1989	Aplicación en estudios de campo con trazadores; calibración y validación de coeficientes de dispersión
Ensayo con trazadores	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	2018	Ver p.54 Guía nacional de modelación del recurso hídrico

Fuente: Elaboración propia

Una vez calculada la longitud de zona de mezcla es importante precisar el factor de dilución (FD), que es el indicador para dimensionar a priori el impacto potencial de un vertimiento sobre el cuerpo receptor y, en consecuencia, las exigencias de monitoreo sean acorde al vertimiento. Por esta razón para fracciones de dilución menores a 0,15, la capacidad de dilución del cuerpo receptor es superior a 6,7 veces el caudal del vertimiento. El incremento máximo teórico de temperatura en el cuerpo receptor del agua, bajo el balance de masa más conservador (mezcla completa, sin atenuación por transferencia de calor), es $FD \times \Delta T_{inicial}$. Aún para un $\Delta T_{inicial}$ de 20 °C (valor extremo para usuarios no termoeléctricos), el incremento sería de más o menos 3,0 °C, por debajo del umbral de 5,0 °C. A



distancias de 100 metros, la dispersión longitudinal y la transferencia de calor reducen aún más este diferencial de temperatura, haciendo que la variabilidad transversal de temperatura sea indistinguible de la variabilidad natural del cauce (Doneker, R. L. & Jirka, G. H., 2007).

7.1 Caso 1. Parámetro de temperatura para vertimientos puntuales de agua residual a los sistemas de alcantarillado público

Para el parámetro de temperatura en el monitoreo de los vertimientos puntuales de agua residual (ARD y ARnD) a sistemas de alcantarillado público, estos no pueden en ningún momento sobrepasar el límite permisible establecido en la Resolución 631 de 2015 correspondiente a 40,00 °C.

En el monitoreo de la temperatura, se pueden utilizar distintos métodos y equipos como: termómetros o sondas, equipos multiparámetros portátiles y/o muestreadores automáticos, entre otros, y previamente calibrados.

7.2. Determinación de factor de dilución (FD) menor a 0,15

Cuando el FD sea inferior a 0,15, el monitoreo requerido por las actividades industriales, comerciales o servicios que realicen vertimientos a cuerpo de agua (Excepto la actividad de generación de energía eléctrica por procesos térmicos - termoeléctricas) será el reporte de la temperatura del vertimiento en el PCV, que no podrá superar los 40,00°C en ningún caso (véase la **Figura 9**). Para la determinación del factor de dilución se debe tener en cuenta que el caudal del cuerpo de agua debe ser representativo de la época de estiaje y el caudal del vertimiento debe corresponder al otorgado en el acto administrativo del permiso de vertimientos.

7.3. Caso 2. Parámetro de temperatura para vertimientos puntuales de agua residual a cuerpos de agua superficial para actividades industriales, comerciales o servicios (excepto termoeléctricas).

Para el parámetro de temperatura en el monitoreo de los vertimientos puntuales de agua residual de las actividades industriales, comerciales o de servicios (excepto la de generación de energía eléctrica por procesos térmicos - termoeléctricas), el valor límite máximo permisible del parámetro de temperatura, en ningún caso debe superar los 40,00 °C.

Adicionalmente, la diferencia de los valores de temperatura del cuerpo de agua receptor, en un punto aguas arriba (X_0) del punto de descarga del vertimiento y a una distancia máxima de cien metros (100,00 m) aguas abajo del punto de descarga del vertimiento (X_1) deberá ser menor o igual a 5,00 °C.

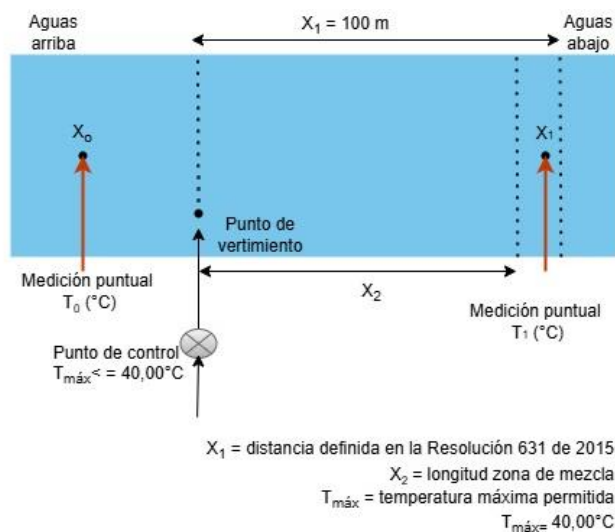
Dentro de los requerimientos de los permisos de vertimiento puntuales de agua residual a cuerpos de agua superficial (artículo 2.2.3.3.5.2. Decreto 1076 de 2015 o aquella norma que lo modifique, adicione o sustituya), se solicita la elaboración de la evaluación ambiental del vertimiento, la cual debe realizarse a través de modelos de simulación, para lo cual es necesario la determinación de la longitud de la zona de mezcla, conforme a lo establecido en la Guía nacional de modelación del

recurso hídrico para aguas superficiales continentales (MinAmbiente, 2018). Esta longitud de zona de mezcla es la que se tendrá en cuenta para los siguientes casos: 2a y 2b.

7.3.1. CASO 2A. LONGITUD DE ZONA DE MEZCLA < 100,00 M

En el caso en el que la longitud de la zona de mezcla sea menor a 100 metros (Caso 2a), se considera que, a partir de esta distancia longitudinal medida desde el punto de descarga de agua residual, se ha realizado una mezcla homogénea con el cuerpo de agua receptor. Para el monitoreo del parámetro de temperatura para los casos en que la longitud de zona de mezcla sea menor a cien metros se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

FIGURA 10 CASO 2A TODOS LOS USUARIOS A EXCEPCIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA. LONGITUD DE MEZCLA <100,00 M.



Fuente: Elaboración propia

- Tomar una muestra puntual para medir la temperatura (T_0) en un punto del cauce aguas arriba del punto de descarga de agua residual (X_0), escogido discrecionalmente y justificado técnicamente¹.

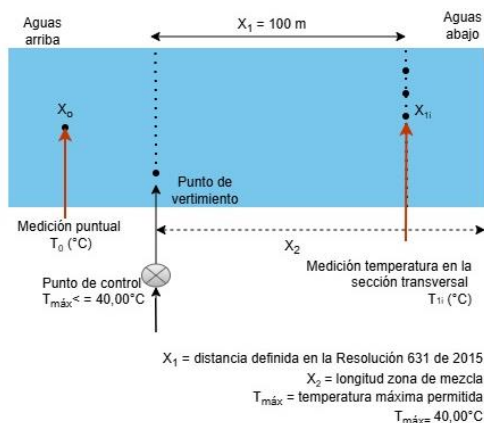
¹ Sin embargo, se debe tener en cuenta, que "en el caso de vertimientos a aguas superficiales de ser evidente que la descarga no se mezcla por completo al entrar en el cuerpo de agua, sino que se canaliza a lo largo de un lado o se dispersa en una dirección específica, entonces ubique los puntos de muestreo en la sección evidentemente afectada (orillas o canal medio)" (IDEAM, 2021)

- El punto (X_0) donde se mide (T_0) puede ser elegido a cualquier distancia longitudinal aguas arriba del punto de descarga del vertimiento y en cualquier punto de la sección transversal del cauce.²
- Tomar otra muestra puntual para medir la temperatura a una distancia longitudinal menor a 100 metros aguas abajo del punto de vertimiento (X_1), en cualquier punto de la sección transversal del cauce, escogido discrecionalmente y justificado técnicamente (T_1).³ Los criterios mínimos a tener en cuenta para la selección del punto son: fácil de acceso, localización inmediatamente aguas arriba del punto antes del vertimiento, sobre la misma margen del cuerpo de agua y que no esté localizado en una zona muerta.
- Conforme al artículo 5 de la Resolución 631 de 2015 la diferencia de temperatura entre los dos puntos ($\Delta T = T_1 - T_0$), deberá ser menor o igual a 5,00 C.

7.3.2. CASO 2B. LONGITUD DE ZONA DE MEZCLA $\geq 100,00$ M

En el caso en el que la longitud de la zona de mezcla sea mayor o igual de 100 metros (Caso 2b), se considera que, para esta distancia longitudinal medida desde el punto de descarga de agua residual, aún no se ha realizado una mezcla homogénea con el cuerpo receptor. Para el monitoreo del parámetro de temperatura para los casos en que la longitud de zona de mezcla sea mayor o igual a 100 metros se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

FIGURA 11 CASO 2B. TODOS LOS USUARIOS A EXCEPCIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA. LONGITUD DE MEZCLA $\geq 100,00$ M.



Fuente: Elaboración propia

² Ibidem

³ Ibidem



- Similar al Caso 2a, se debe tomar una muestra puntual para medir la temperatura (T_0) en un punto del cauce aguas arriba del punto de descarga de agua residual (X_0), escogido discrecionalmente y en cualquier punto de la sección transversal del cauce y justificado técnicamente⁴.

El punto (X_0) donde se mide (T_0) podrá establecerse a cualquier distancia longitudinal aguas arriba del punto de descarga del vertimiento y en cualquier punto de la sección transversal del cauce, siempre que su localización esté técnicamente justificada, dados estos criterios mínimos: por lo menos de fácil de acceso, y que sea el punto inmediatamente aguas arriba del punto antes del vertimiento, que sea sobre la misma margen del cuerpo de agua y que no esté localizado en una zona muerta.

- La medición de la temperatura (T_{1i}) aguas abajo del punto de vertimiento sobre la fuente superficial se realiza a una distancia longitudinal máxima de 100,00 metros aguas abajo del punto de descarga de agua residual (X_{1i}). En este punto, es necesario realizar varias mediciones en la sección transversal del cauce (véase la ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. y **Tabla 8** y la ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).
- Conforme al artículo 5 de la Resolución 631 de 2015, la diferencia de temperatura entre cualquiera de los puntos ($\Delta T = T_i - T_0$), deberá ser siempre menor o igual a 5,00 C.

En este escenario (Longitud de mezcla a 100,00 m), se debe garantizar que la diferencia de temperatura entre el punto del cauce aguas arriba (X_0) del punto de descarga de agua residual (T_0), y las mediciones de cada punto (X_{1i}) de la sección transversal del cauce aguas abajo (T_i) siempre deben ser menor o igual a 5,00 C. Se debe realizar una comparación uno a uno entre la temperatura (T_0) y cada temperatura (T_i) de la sección transversal como se muestra en la ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..

TABLA 6. ΔT PARA LONGITUD DE MEZCLA A 100,00 M

Medición de Temperatura (T_0) en el Punto (X_0)	Medición de temperatura (T_{1i}) en cada punto de la sección transversal del cauce X_{1i}
T_0	T_{1i}
T_0	T_{1i+1}
T_0	T_{1i+2}
T_0	T_{1i+3}
...	...
...	...
T_0	T_{1n}

Fuente: Elaboración propia

⁴ Ibidem



Para realizar la medición de temperatura en la sección transversal, se propone utilizar la metodología empleada para la medición de caudal mediante molinete, teniendo en cuenta la medición de la sección transversal y el método de medición de velocidades. Los documentos de referencia para esta metodología incluyen, la norma ISO 748 de 2021 y la “Guía de prácticas hidrológicas - Volumen 1. Hidrología - De la medición a la información hidrológica” (ISO, 2021; OMM, 2020). Para la selección de los puntos de medición de temperatura en la sección transversal, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- 1) El número de verticales en la sección transversal
- 2) La distancia entre estas verticales en la sección transversal
- 3) El número de puntos en la vertical y la distancia medida en cada punto de la vertical, lo cual corresponde a la profundidad tomando como referencia la superficie del agua.

Los criterios para establecer el mínimo número de verticales en el área transversal son los siguientes:

TABLA 7 CRITERIOS RECOMENDADOS PARA SELECCIONAR EL NÚMERO DE SECCIONES EN EL ÁREA TRANSVERSAL.

Ancho total de la sección (m)	Distancia entre abscisas – A(m)
A<2	0,2
2<A<10	0,6
A>10	1,5

Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía de prácticas hidrológicas: Volumen I de la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2020)

El número de verticales y el ancho de las abscisas se determina a partir del ancho de la sección transversal. Generalmente, el intervalo entre dos verticales diferentes en una sección transversal dada no será mayor a 1/20 del ancho total (OMM, 2020).

El tiempo de duración de la medición de temperatura varía de acuerdo con el tipo de sonda, el rango de temperatura, el tipo de sensor y el rango de respuesta. Por lo anterior, es necesario que el personal encargado de la medición verifique el manual del fabricante del equipo o sonda de medición.

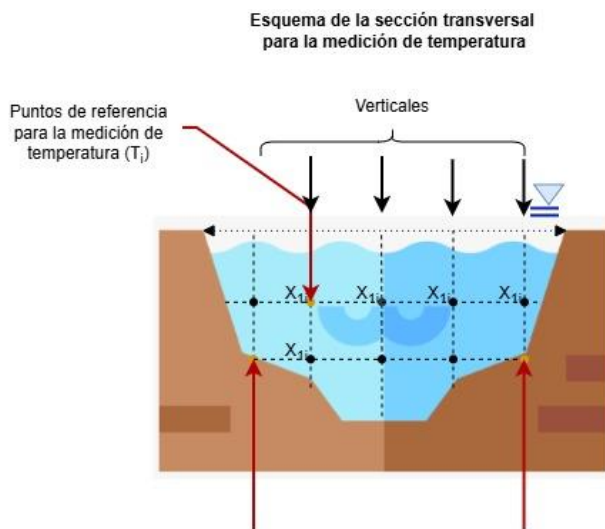
A continuación, se presentan los criterios que se recomiendan para identificar los puntos de medición de temperatura en la vertical. Para cada vertical de la sección transversal, se selecciona la X_{1i} de medición de temperatura. Esta profundidad se mide a partir de la profundidad total de la vertical (h), la cual corresponde a la distancia medida entre la superficie del agua y el lecho del cauce, medida en una unidad de longitud, por ejemplo, metros. Las mediciones de temperatura (T_i) en cada vertical se realizan instalando la sonda o equipo de medición a un valor X veces la profundidad (h) por debajo de la superficie. El valor X_{1i} que corresponde a la profundidad medida desde la superficie depende de los criterios presentados en la siguiente tabla:

TABLA 8 MÉTODOS Y CRITERIOS RECOMENDADOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA EN LA VERTICAL DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL.

Método	Valor de X_i (m)- profundidad	Criterio
Método de un solo punto	0,6	$h < 60$ cm
Método de dos puntos	$X_1=0,2$; $X_2=0,8$	La distribución de velocidades es normal y la profundidad es superior a aproximadamente 60 centímetros.
Método de tres puntos	$X_1=0,2$; $X_2=0,6$; $X_3=0,8$	En canales con abundancia de vegetación acuática.
Método de cinco puntos	$X_1=0,2$; $X_2=0,6$; $X_3=0,8$; X_4 = lo más cerca de la superficie; X_5 = lo más cerca al fondo	Se utilizará cuando la distribución vertical de la velocidad sea muy irregular.
Método de seis puntos	$X_1=0,2$; X_2 : 0,4; $X_3=0,6$; $X_4=0,8$; X_5 = lo más cerca de la superficie; X_6 = lo más cerca al fondo	Cuando hay vegetación acuática.
Método de velocidad superficial	Se efectuarán observaciones de la temperatura lo más cerca posible a la superficie.	Puede utilizarse para medir temperatura en flujos de velocidades tan altas que no sea posible obtener sondeos de profundidad.

Fuente: Adaptado de OMM, 2020, pp. I.5-7, I.5-8

FIGURA 12 ESQUEMA PARA IDENTIFICAR LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA EN LA SECCIÓN TRANSVERSAL



Fuente: Adaptado de Flaticon.es, (2025)



7.4. Caso 3. Parámetro de temperatura para vertimientos puntuales de agua residual a cuerpos de aguas superficiales por parte de la actividad de generación de energía eléctrica por procesos térmicos (termoeléctricas)

Para el parámetro de temperatura en el monitoreo de los vertimientos puntuales de agua residual por parte de una actividad de generación de energía por procesos térmicos (Termoelectricas), se requiere que el valor límite máximo permisible del parámetro de temperatura, antes de la descarga, en ningún caso supere los 40,00 °C.

Para actividades de generación de energía por procesos térmicos, la autoridad ambiental competente debe determinar las siguientes variables, de conformidad con el artículo 5 de la Resolución 631 de 2015:

- a) La diferencia máxima de temperatura a una distancia de cien metros (100,00 m) (ΔT_{100}), en la zona de mezcla térmica (X_2) y simultáneamente (ΔT_{100}),
- b) La distancia máxima a la cual se tiene una diferencia de temperatura menor o igual a 5,00 °C (X_3).

Con el fin de que la autoridad ambiental competente pueda determinar la diferencia máxima de temperatura a una distancia de cien metros (100, 00 m) y la distancia máxima a la cual se tiene una diferencia de temperatura menor o igual a 5,00 °C, se debe tener en cuenta la siguiente información:

La modelación de calidad del agua en el marco de la EAV. Lo anterior, exigido como requisito del permiso de vertimientos, en el numeral 19 del Artículo 2.2.3.3.5.2 del Decreto 1076 de 2015. La información que se requiere en este caso es, la Longitud de la Zona Mezcla, debido a que la estimación de la extensión de la zona de mezcla es necesaria para delimitar el punto a partir del cual las autoridades ambientales deben realizar el control del parámetro de temperatura y de la zona de mezcla térmica (MinAmbiente, 2018). Para la estimación de la longitud de mezcla, se recomienda tener en cuenta lo establecido en la “*Guía nacional de modelación del recurso hídrico para aguas superficiales Continentales*” (MinAmbiente, 2018). Es importante recordar que los usuarios generadores de energía por procesos térmicos que realicen vertimientos puntuales y requieran licencia ambiental conforme a lo establecido en los artículos 2.2.2.3.2.2. y 2.2.2.3.2.3. del Decreto 1076 de 2015, deben realizar la EAV y la estimación de la Longitud de Zona de Mezcla.

En el contexto de la EAV y la longitud de la zona de mezcla, en la evaluación de impactos del vertimiento al cuerpo de agua superficial, relacionados con el parámetro de temperatura, se deben analizar los patrones de variación estacional. Por lo tanto, el análisis del parámetro de temperatura se debe realizar con base en series de tiempo que representen el régimen térmico anual del cuerpo de agua, disminuyendo sesgos asociados a períodos de muestreo de corta duración y garantizando condiciones críticas como son los períodos de estiaje (Chapra, 2008).

Los usuarios generadores de vertimientos puntuales de agua residual a cuerpos de aguas superficiales por parte de una actividad de generación de energía por procesos térmicos, deberán recopilar



y reportar a la autoridad ambiental competente, la siguiente información, que se utilizará como línea base para determinar la información descrita en los literales a y b:

1. Información de temperatura. Las determinaciones de las diferencias de los valores de temperatura del cuerpo de agua superficial receptor de vertimientos se establecen tomando como referencia las condiciones de la temperatura antes del punto de vertimiento puntual (X_0), de conformidad a lo establecido en el Artículo 5 de la Resolución 631 de 2015.

Para conocer las condiciones iniciales del cuerpo de agua y de acuerdo con el régimen hidroclimatológico, se debe medir el parámetro de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) diariamente para determinar el promedio mensual, en el punto aguas arriba (X_0) y a una distancia máxima de cien metros (100,00 m) (X_1) aguas abajo del punto de descarga del vertimiento. A partir de los datos de temperatura diaria el usuario deberá determinar el promedio mensual de temperatura.

Únicamente para las mediciones de temperatura de la línea base, el usuario térmico podrá desarrollar directamente la medición conforme al método establecido en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al, 2017 o la edición vigente) y teniendo en cuenta las medidas de seguridad de la **Sección 10**.

La información de temperatura debe ser recolectada y consolidada durante veinticuatro meses (24) (período de línea base) para ser presentada por primera vez a la autoridad ambiental competente, a partir de la entrada en vigencia de este PMVA. Esta información debe ser reportada a la autoridad ambiental competente durante los primeros tres meses del año siguiente al vencimiento del periodo de línea base.

La información de temperatura recolectada debe representar las condiciones hidroclimatológicas para dos años completos, con el fin de caracterizar las condiciones naturales del cuerpo de agua y los efectos asociados a los vertimientos en temporalidades anuales diferentes, procedentes de usuarios térmicos. Con esta información la autoridad ambiental competente podrá evaluar los efectos térmicos en el cuerpo de agua, teniendo en cuenta el régimen monomodal o bimodal. La información de línea base deberá ser actualizada por los usuarios cada dos años.

Si la autoridad ambiental competente considera que se genera impacto negativo al cuerpo de agua por el vertimiento dada la temperatura y cuenta con los soportes técnicos correspondientes, podría solicitar que la frecuencia de actualización sea menor.

2. Información de los parámetros fisicoquímicos e hidrobiológicos. Determinaciones mensuales de los cambios de los componentes fisicoquímicos e hidrobiológicos del cuerpo de agua superficial receptor de vertimientos y tomando como referencia las condiciones antes del punto de vertimiento puntual. El muestreo de los parámetros se debe realizar simultáneamente el mismo día.

Respecto a los parámetros fisicoquímicos, la actividad de generación de energía eléctrica por procesos térmicos (termoeléctricas), deberá realizar una medición mensual de los parámetros



in situ: temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica y consolidar la información durante veinticuatro (24) meses y entregar a la autoridad ambiental competente, con el fin de determinar los cambios en los componentes fisicoquímicos en un punto aguas arriba (X_0) y en un punto aguas abajo (X_1), del punto de descarga del vertimiento (véase la **Figura 13**).

Si bien la temperatura del vertimiento no constituye un contaminante en sí mismo, su variación (incremento o disminución) puede influir directa o indirectamente en el comportamiento de parámetros fisicoquímicos del cuerpo de agua receptor de vertimientos, especialmente aquellos asociados a procesos biológicos, reacciones químicas y equilibrio de especies. En este sentido, la comparación de los parámetros fisicoquímicos en un punto aguas arriba (X_0) y un punto aguas abajo (X_1) permite evaluar posibles variaciones asociadas a la descarga de vertimientos, sin que ello implique que todos los parámetros monitoreados respondan de manera directa al parámetro de temperatura del vertimiento.

En relación con los parámetros hidrobiológicos, el usuario deberá consolidar mensualmente durante veinticuatro (24) meses (período de línea base) y presentar a la autoridad ambiental competente la información hidrobiológica requerida en un punto aguas arriba (X_0) y en un punto aguas abajo (X_1) del punto de descarga del vertimiento. Se deben tomar muestras, como mínimo de las comunidades de macroinvertebrados, fitoperifiton, macrófitas acuáticas (helófitas e hidrófitas) e ictiofauna (peces) (MinAmbiente, 2018) y con base en esta información determinar el IPPH. Generalmente, estos son los grupos de organismos más usados en la evaluación de los ecosistemas acuáticos (Johnson, 2006). Todas las comunidades hidrobiológicas deben muestrearse como mínimo en dos épocas climáticas totalmente contrastantes (época de aguas bajas y aguas altas) y de ser posible en las épocas de transición.

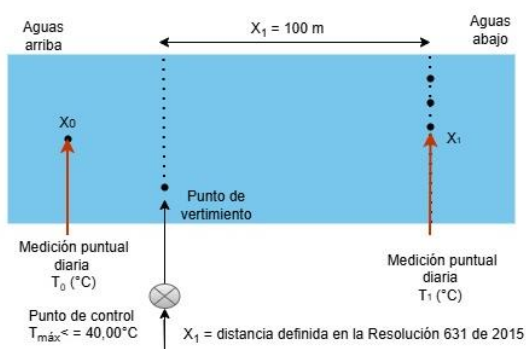
TABLA 9 PARÁMETROS HIDROBIOLÓGICOS EN X_0 Y X_1

Parámetro	Unidades
Macroinvertebrados acuáticos	Índice BMWP/Col
Fitoperifiton	Clorofila-a (mg/m ²)
Macrófitas acuáticas	Cobertura (%)
Ictiofauna (peces)	CPUE (ind/unidad de esfuerzo)
Índice promedio ponderado hidrobiológico	IPPH

Fuente: Elaboración propia

Esta información debe ser capturada y consolidada por primera vez, para ser presentada por los usuarios a la autoridad ambiental competente a la entrada en vigencia de este PMVA. Se requiere que los monitoreos en el punto aguas arriba y aguas abajo se realicen simultáneamente y que el punto de monitoreo sea el mismo para cada mes, de manera tal que los datos sean comparables y replicables. Esta información debe ser reportada a la autoridad ambiental competente durante los primeros tres meses del año siguiente al vencimiento del periodo de la línea base. Posteriormente, los usuarios deben consolidar y actualizar la información de parámetros fisicoquímicos e hidrobiológicos con una frecuencia de cada dos años.

FIGURA 13 INFORMACIÓN DE LÍNEA BASE



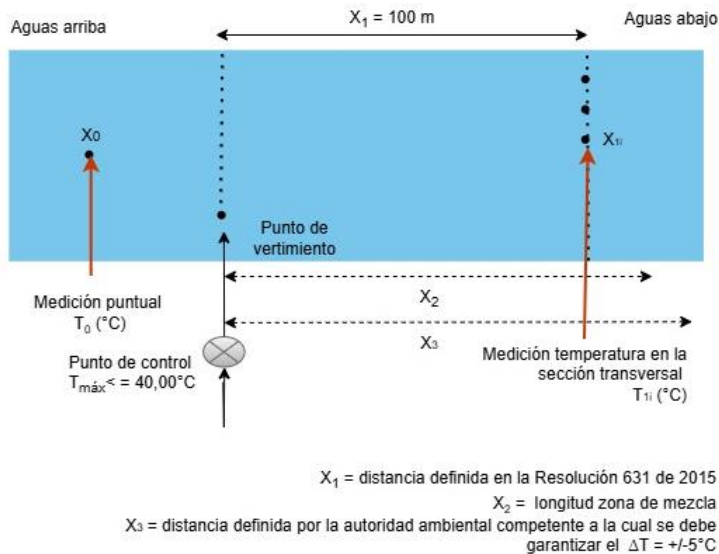
Fuente: Elaboración propia

Si la autoridad ambiental competente considera que se genera impactos negativos al cuerpo de agua por el vertimiento relacionados con la temperatura y cuenta con los soportes técnicos correspondientes, podría solicitar que la frecuencia de actualización sea menor.

7.4.1 LINEAMIENTOS PARA QUE LA AUTORIDAD AMBIENTAL DETERMINE PARÁMETRO DE TEMPERATURA Y ZONA DE MEZCLA TÉRMICA

En el artículo 5 de la Resolución 631 de 2015, se indica que la autoridad ambiental competente establecerá: i) La diferencia máxima de temperatura a una distancia de cien metros (100,00 m), en la zona de mezcla térmica (ΔT_{100}) y simultáneamente ii) La distancia máxima a la cual se tiene una diferencia de temperatura menor o igual a $5,00^\circ\text{C}$ (X_3). La información de los numerales i y ii, serán determinados por la autoridad ambiental competente con base en la información recolectada y reportada por el usuario térmico (períodos de línea base y actualización).

FIGURA 14. DETERMINACIÓN DE ΔT_{100} Y X_3



Fuente: Elaboración propia

- (ΔT_{100}) La diferencia máxima de temperatura a una distancia de cien metros (100,00 m), en la zona de mezcla térmica

Para la determinación de ΔT_{100} , la autoridad ambiental competente debe utilizar la información correspondiente a los datos de temperatura (°C) en promedios mensuales (véase el numeral 7.4) del cuerpo de agua receptor del vertimiento, en un punto aguas arriba (X_0) donde se mide la temperatura (T_0) del punto aguas arriba de la descarga del vertimiento y a una distancia máxima de cien metros (100,00 m) aguas abajo del punto de descarga del vertimiento (X_1) donde se mide la temperatura (T_1); información recolectada y presentada por la actividad de generación de energía eléctrica por procesos térmicos (termoeléctricas)

Para la definición de ΔT_{100} , la autoridad ambiental competente podrá emplear métodos estadísticos apropiados que representen la variabilidad anual y las condiciones de máximos y mínimos de temperatura del cuerpo de agua receptor. En particular, debe estimar ΔT_{100} a partir de la diferencia



entre percentiles altos de temperatura en (T_1) , y (T_0) (por ejemplo, P90 o P95), calculados con series mensuales que cubran al menos un ciclo anual completo.

Se recomienda que la autoridad ambiental competente, establezca por primera vez ΔT_{100} , con base en los datos presentados por el usuario en el periodo de línea base, y que sea renovado con la consolidación y actualización cada dos años por parte de la actividad de generación de energía eléctrica por procesos térmicos (termoeléctricas).

Para el seguimiento y cumplimiento del parámetro de temperatura en ΔT_{100} , se debe garantizar que la diferencia de temperatura entre el punto del tramo aguas arriba (X_0) del punto de vertimiento, y las mediciones de cada punto de la sección transversal del cauce (T_i) a los 100,00 metros (X_1), deben ser menor o igual la diferencia entre percentiles altos (P90 o P95) de temperatura en (T_1) , y (T_0) . Se debe realizar una comparación uno a uno entre T_0 y cada T_i de la sección transversal.

TABLA 10. (ΔT_{100}) LA DIFERENCIA MÁXIMA DE TEMPERATURA A UNA DISTANCIA DE CIENTO METROS (100,00 M)

Medición de Temperatura (T_0) en Punto aguas arriba (X_0)	Medición de temperatura (T_i) en cada punto de la sección transversal del cauce a los 100 metros (X_1)	
T_0	T_i	Siempre menor o igual la diferencia entre percentiles altos de temperatura en (T_1) , y (T_0) .
T_0	T_{i+1}	
T_0	T_{i+2}	
T_0	T_{i+3}	
...	...	
...	...	
T_0	T_n	

Fuente: Elaboración Propia

Para realizar la medición de temperatura en la sección transversal se recomienda utilizar la metodología empleada en el numeral 0 de este PMVA.

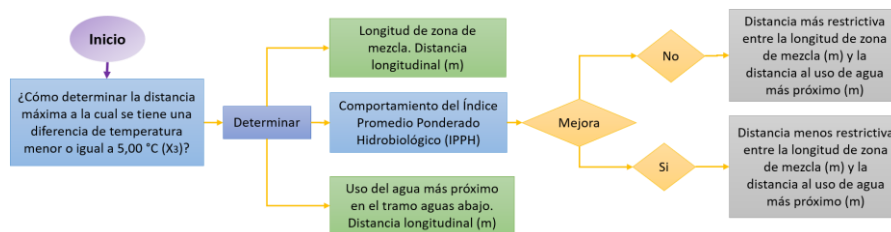
- La distancia máxima a la cual se tiene una diferencia de temperatura menor o igual a 5,00 °C (X_3)

Para determinar X_3 se recomienda que la autoridad ambiental competente use los siguientes criterios: i) Longitud de zona de mezcla, ii) Determinación de las comunidades hidrobiológicas y iii) Uso del agua más próximo aguas abajo.

La autoridad ambiental competente determinará con base en la información hidrobiológica reportada por el usuario, si el IPPH (véase la **Sección 2**) (MinAmbiente, 2018) determinado aguas arriba del vertimiento (X_0) en comparación con la medición de aguas abajo en la longitud de mezcla (X_2) ha sido susceptible de mejora, deterioro o no presenta ningún cambio.

Si el IPPH empeora, la autoridad ambiental competente decidirá la distancia más restrictiva entre: i) la longitud de zona de mezcla (X_2) y ii) la distancia longitudinal (m) medida a partir del punto de vertimiento al uso del agua más próximo aguas abajo. Si el IPPH mejora o queda igual, la autoridad ambiental competente decidirá la distancia menos restrictiva entre estas, que será X_3 (Véase la Figura 15).

FIGURA 15. CRITERIOS PARA DETERMINAR LA DISTANCIA MÁXIMA A LA CUAL SE TIENE UNA DIFERENCIA DE TEMPERATURA MENOR O IGUAL A 5,00 °C (X_3)



Fuente: Elaboración propia

Uso del agua más próximo en el tramo aguas abajo

La autoridad ambiental competente utilizará adicionalmente como criterio para determinar la distancia máxima a la cual se tiene una diferencia de temperatura menor o igual a 5,00 °C (X_3), los usos del agua por parte de otros usuarios conforme a los usos establecidos en el artículo 2.2.3.2.7.1. del Decreto 1076 de 2015 o aquella norma que lo modifique, adicione o sustituya o en el marco del ordenamiento del recurso hídrico.

Acorde con la información obtenida en el monitoreo se deberá evaluar la matriz de impactos de la EAV en las modificaciones, solicitudes o renovación de permisos de proyectos licenciados y considerarlas en las medidas a proponer en el PMA.

7.4.2 SEGUIMIENTO Y CONTROL POR PARTE DE LA AUTORIDAD AMBIENTAL

Una vez determinados ii) La diferencia máxima de temperatura a una distancia de cien metros (100,00 m), en la zona de mezcla térmica (ΔT_{100}) y simultáneamente ii) La distancia máxima a la cual se tiene una diferencia de temperatura menor o igual a $\pm 5,00$ °C (X_3), por parte de la autoridad ambiental competente, se procederá a realizar el seguimiento y control. A continuación, se indica el monitoreo que el usuario térmico debe realizar para el seguimiento y control por parte de la autoridad ambiental competente.

El usuario deberá realizar una medición puntual de temperatura (T_o) aguas arriba del vertimiento en X_o y aguas abajo en X_1 en la sección transversal (T_{11}) y debe cumplir con el (ΔT_{100}) establecido por



la autoridad ambiental. Por otra parte, el usuario, deberá realizar una medición puntual de temperatura (T_o) aguas arriba del vertimiento en X_o y aguas abajo en X_3 en la sección transversal (T_{3i}), en la distancia máxima determinada por la autoridad ambiental competente, en donde ΔT no debe superar una temperatura de ± 5 .

Para el monitoreo de parámetros hidrobiológicos y fisicoquímicos, el usuario realizará el monitoreo en los siguientes puntos, aguas arriba del vertimiento (X_o) y aguas abajo en el punto donde se encuentra la longitud de la zona de mezcla (X_2). Para el monitoreo de parámetros fisicoquímicos se deben incluir los parámetros establecidos en el artículo 14 de la Resolución 631 de 2015 y para el caso de parámetros hidrobiológicos se deben utilizar los mismos parámetros utilizados en la línea base (véase la **Tabla 9**).

El monitoreo para seguimiento y control se realizará de acuerdo con la frecuencia establecida por el calendario de frecuencias (véase la **Figura 16**) o la que estableció la autoridad ambiental competente en el acto administrativo.

Para todos los parámetros a medir que están en el alcance de este PMVA se deberá tener en cuenta la calibración de equipos para análisis in situ o en el laboratorio teniendo en cuenta el listado vigente de laboratorios acreditados por el IDEAM.



8 FRECUENCIAS DE MONITOREO

El monitoreo consiste en observaciones, medición y evaluación de las variables; proceso que se debe realizar de forma continua, para lo cual se requiere definir una frecuencia de monitoreo (véase la **Sección 2**, Marco conceptual) y también una frecuencia para el reporte de información, la cual indica la normatividad vigente.

Este PMVA establece dos tipos de frecuencias, Tipo I dirigida a la caracterización del vertimiento y Tipo II orientada a la frecuencia de reporte por tipo de actor y objeto de monitoreo, de acuerdo con la normatividad vigente. De acuerdo con el marco normativo (véase la **Sección 1**). A continuación, se presentan estos dos tipos de frecuencias.

8.1 FRECUENCIA TIPO I. FRECUENCIA DE MONITOREO PARA CARACTERIZACIÓN DEL VERTIMIENTO

Este tipo de frecuencia establece la realización del monitoreo de vertimientos al sistema de alcantarillado público y aguas superficiales continentales cada cierto periodo de tiempo para los usuarios que generen aguas residuales y estén obligados a realizar el monitoreo de los vertimientos. Lo anterior, de acuerdo con lo establecido en el marco normativo que se encuentra en la **Sección 1** Marco Normativo.

Para establecer las frecuencias tipo I se tienen en cuenta los siguientes aspectos y recomendaciones, 1) Actor, instrumento, objetivo del monitoreo y la normatividad vigente (véase la **Tabla 11**, Actor, instrumento, objetivo del monitoreo y normatividad vigente.) y 2) Frecuencias diferenciadas por sector y actividad económica. Estos aspectos se describen a continuación:

- 1) Actor, objetivo y normatividad del monitoreo

TABLA 11. ACTOR, INSTRUMENTO, OBJETIVO DEL MONITOREO Y NORMATIVIDAD VIGENTE

Actor	Instrumento	Objetivo del monitoreo	Normatividad
Autoridad Ambiental		Seguimiento, control y verificación del cumplimiento de lo dispuesto en los permisos de vertimiento y PSMV.	Decreto 1076 de 2015. Artículo 2.2.3.3.5.18. Numeral 10 del artículo 2.2.3.3.5.8. del Decreto 1076 de 2015
Usuario y/o suscriptor al sistema de alcantarillado público o una Empresa Prestadora del Servicio		Caracterización de los vertimientos.	Decreto 1076 de 2015. Artículos Artículos, 2.2.3.3.1.3, 2.2.3.3.4.17., 2.2.3.3.4.1., 2.2.3.3.4.2,



Público de Alcantarillado. Prestador del servicio comercial, industrial, oficial y especial	Usuarios con PSMV	Cumplimiento de la normatividad de vertimiento	Decreto 1076 de 2015. Artículo 2.2.3.3.5.18.
Usuarios con permiso de vertimiento	Usuarios de la autoridad ambiental competente	Cumplimiento de la normatividad de vertimiento	Resolución 631 de 2015 Decreto 1076 de 2015. Artículos 2.2.3.3.1.3, 2.2.3.3.4.1, 2.2.3.3.4.2.
Usuario y/o suscriptor al sistema de alcantarillado público o una Empresa Prestadora del Servicio Público de Alcantarillado.	De los obligados al diligenciamiento y actualización del RUA	Cumplimiento de la normatividad de vertimiento y reporte de información	Resolución 631 de 2015 Resolución 839 de 2023 (artículos 7 y 15)
Usuarios con permiso de vertimiento	Sujetos de pago de tasa retributiva	Cobro y pago de tasa retributiva	Decreto 1553 de 2024

Fuente: Elaboración propia

2) Frecuencias diferencias por sector y actividad económica.

El artículo 2.2.3.3.4.17. del Decreto 1076 de 2015, establece entre otros, que “la caracterización de los vertimientos de los suscriptores y/o usuarios, en cuyos predios o inmuebles se requiera de la prestación del servicio comercial, industrial, oficial y especial, deberán presentar al prestador del servicio, la caracterización de sus vertimientos, de acuerdo con la frecuencia que se determine en el Protocolo de Monitoreo de Vertimientos, el cual expedirá el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible”.

Por otra parte, en la Resolución 631 de 2015 se establecen “los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público”. En esta misma resolución, se determinan los parámetros que deben ser analizados y reportados por los usuarios de actividades industriales, comerciales o de servicios, conforme a lo dispuesto en el artículo 18 de esta Resolución. A partir de la clasificación por usuarios que incluye la Resolución 631 de 2015, se propone una frecuencia de monitoreo por sectores y actividad económica.

En las **Tabla 12 Frecuencia mínima de monitoreo de vertimiento para los prestadores del servicio público de alcantarillado**.

y ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., se presenta la frecuencia de monitoreo mínimas recomendadas. Sin embargo, la autoridad ambiental competente, en el marco de sus funciones,



tiene la potestad de solicitar una mayor frecuencia para el año de reporte, de acuerdo a las características del vertimiento, al objetivo del monitoreo y el cumplimiento del objetivo de monitoreo que se persiga.

TABLA 12 FRECUENCIA MÍNIMA DE MONITOREO DE VERTIMIENTO PARA LOS PRESTADORES DEL SERVICIO PÚBLICO DE ALCANTARILLADO.

Sector o tipo de usuario	Carga contaminante (Cc) (Art. 8, Resolución 631 de 2015)	Frecuencia mínima	Prioridad	Referencia
Actividades 631 de 2015				
Prestadores del servicio público de Alcantarillado*	Cc < 625 Kg/día DBO ₅	Anual	Baja	Resolución 631 de 2015
	625 Kg/día DBO ₅ Cc ≤ 3000	Anual	Baja	
	Cc > 3000 Kg/día DBO ₅	Anual	Media	
Prestadores del servicio público de alcantarillado (con licencia ambiental)	> 200.000 Hab.	Trimestral	Alta	Decreto 1076 de 2015 2.2.2.3.2.3

*Estos incluyen a los usuarios que tienen PSMV

Fuente: Elaboración propia

Todos los usuarios y/o suscriptores de Empresas Prestadoras del Servicio Público de Alcantarillado deben entregar a la autoridad ambiental competente la información relacionada con la EAV, teniendo en cuenta el régimen de precipitación ya sea bimodal o monomodal (IDEAM, 2021, p. 445). En todo caso, de acuerdo con lo establecido “Guía nacional de modelación del recurso hídrico para aguas superficiales Continentales” (MinAmbiente, 2018), establece, “la evaluación del impacto del vertimiento sobre la calidad del cuerpo de agua debe realizarse teniendo en cuenta condiciones de caudal críticas, para lo cual se deberá simular por lo menos un escenario en el que se consideren condiciones de caudales bajos en el cuerpo de agua y la máxima carga contaminante prevista en el vertimiento proyectado”. De acuerdo con lo anterior el monitoreo deber realizar con una frecuencia que cubra al menos las condiciones de caudal crítico es decir en período de estiaje.

El consumo de agua, el caudal del efluente, las características del vertimiento y del cuerpo de agua receptor, el tipo y tamaño de la actividad económica de la cual proviene el vertimiento son aspectos que permiten priorizar el seguimiento y control de los vertimientos. Lo anterior, teniendo en cuenta, que los vertimientos dependiendo de sus características y procedencia pueden tener un mayor impacto o no sobre los cuerpos de agua.

Por lo anterior, la priorización de las actividades de seguimiento y control a los vertimientos, entre otros, se enfoca en la optimización de recursos requeridos por la entidad que tiene la función de vigilancia y en la necesidad de priorizar los vertimientos de las actividades que podrían contribuir a una reducción de la contaminación mayor de los cuerpos de agua en comparación con los vertimientos que podrían generar un menor impacto (Ministerio del Medio Ambiente, 2002, p. 30). Esta priorización justifica la necesidad de establecer frecuencias diferenciadas de acuerdo con las actividades económicas establecidas en la Resolución 631 de 2015. Sin embargo, se aclara que las frecuencias



son una guía y por lo tanto prevalecerán las frecuencias establecidas por la autoridad ambiental competente.

TABLA 13. FRECUENCIA MÍNIMA DE MONITOREO DE VERTIMIENTO PARA LOS PRESTADORES DEL SERVICIO PÚBLICO DE ALCANTARILLADO. LOS USUARIOS DE ACUERDO CON LAS ACTIVIDADES DE LA RESOLUCIÓN 631 DE 2015.

Sector o tipo de usuario	Frecuencia Mínima	Prioridad	Referencia
Actividades 631 de 2015			
Agroindustria	Trimestral	Alta	Resolución 631 de 2015, artículo 9
Ganadería	Trimestral	Alta	Resolución 631 de 2015, artículo 9
Minería	Trimestral	Alta	Resolución 631 de 2015, artículo 10
Hidrocarburos	Trimestral	Alta	Resolución 631 de 2015, artículo 11
Energía	Trimestral	Alta	Resolución 631 de 2015, artículo 11
Alimentos y bebidas	Semestral	Media	Resolución 631 de 2015, artículo 12
Fabricación y manufactura de bienes	Trimestral	Alta	Resolución 631 de 2015, artículo 13
Actividades asociadas con servicios y otras actividades	Trimestral	Alta	Resolución 631 de 2015, artículo 14
Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los Capítulos 5 y 6 – aguas superficiales	Semestral	Media	Resolución 631 de 2015, artículo 15
Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los Capítulos 5 y 6 – al alcantarillado público	Anual	Baja	Resolución 631 de 2015, artículo 16

Fuente: Elaboración propia

8.2 FRECUENCIA TIPO II. FRECUENCIA DE REPORTE POR TIPO DE ACTOR Y OBJETIVO DE MONITOREO

El monitoreo del vertimiento incluye el reporte de la información resultante de la caracterización, este reporte es fundamental para que la autoridad ambiental competente pueda realizar las actividades de control y seguimiento a los vertimientos. La normatividad ambiental vigente especifica la frecuencia y el medio por el cual se debe reportar la información. En la **Tabla 13** se presentan las



frecuencias de reporte de información de la caracterización del vertimiento, incluyendo la normatividad, el actor que debe reportar y a quién debe reportar.

TABLA 13 FRECUENCIA REPORTE POR TIPO DE ACTOR Y OBJETIVO DEL MONITOREO

Actor	Normatividad	Objetivo	Reporta a	Formato/Sistema de información	Frecuencia
Autoridad ambiental	Resolución 631 de 2018. Art. 18. Recopilación de información de resultados de los parámetros. Resolución 955 de 2012.	Reporte sobre el Estado de Cumplimiento de la Norma de Vertimiento	RURH	Anual Con corte al 31 de diciembre de cada año y dentro de los dos (2) meses siguientes a esta fecha.	
	Decreto 1553 de 2024. Art. 2.2.9.7.5.1	Reporte de aplicación del instrumento económico Tasa retributiva MinAmbiente	Formato adoptado por la Resolución 326 de 2026 o el que lo modifique, adicione o sustituya.	Anual (periodo comprendido entre el 1 de enero y 31 de diciembre el año anterior) Antes del 30 de junio de cada año.	
	Resolución 839 de 2023 (SIUR_RUA). Art. 5 y 16	Diligenciamiento del Subsistema de Información sobre el Uso de Recursos Naturales Renovables (SIUR).	Resolución 839 de 2023 (SIUR_RUA). Art.5.	Resolución 839 de 2023 (SIUR_RUA). Art.16. 31 de agosto de cada año	
Prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado	Resolución 1433 de 2004. Art. 6. Seguimiento y control	Cumplimiento de PSMV: seguimiento meta individual de reducción de carga contaminante	Autoridad ambiental competente		Semestral



Suscriptores y/o usuarios que realizan vertimientos puntuales al alcantarillado público, en cuyos predios o inmuebles se preste el servicio comercial, industrial, oficial	Resolución 75 de 2011. Art. 3 "Reporte de la información".	Seguimiento Resolución 631 de 2015	Prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado	Formato de Reporte sobre el Estado de Cumplimiento de la Norma de Vertimiento Puntual al Alcantarillado Público, Resolución 75 de 2011.	Anual
Prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado	Resolución 75 de 2011	Seguimiento Resolución 631 de 2015	Autoridad ambiental competente	Formato de Reporte sobre el Estado de Cumplimiento de la Norma de Vertimiento Puntual al Alcantarillado Público, Resolución 75 de 2011.	Anual Corte a 31 de diciembre de cada año y dentro de los dos (2) meses siguientes a esta fecha
Prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado	Decreto 1076 de 2015. Art. 2.2.3.3.4.18.		Autoridad ambiental competente	Formato para la presentación de la información requerida (Resolución 075 de 2011).	Anual
Usuario que cuenta con uno o más permisos de vertimiento vigente y realiza al menos una actividad económica	Resolución 839 de 2023 (SIUR_RUA). Art.7.	Diligenciamiento del Registro Único Ambiental (RUA).		Resolución 839 de 2023 (SIUR_RUA). Art.13.	Resolución 839 de 2023 (SIUR_RUA). Art.15. Plazos.

Fuente: propia

FIGURA 16 CALENDARIO REPORTE DE MONITOREO DE VERTIMIENTOS



Fuente: Elaboración propia

Comentado [NR1]: revisar Febrero



9 REPORTE DE INFORMACIÓN

El registro y reporte de la información asociada al monitoreo de vertimientos es obligatorio y transversal del presente PMVA, y se deberá garantizar en todas las etapas del proceso, incluyendo el alistamiento, la toma de muestras en campo, el análisis de laboratorio, la consolidación de resultados y el reporte a la autoridad ambiental competente o prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado según corresponda. Lo anterior, en cumplimiento del Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 631 de 2015, y las normas que las modifiquen, adicionen o sustituyan.

Es importante resaltar que para los suscriptores y/o usuarios del prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado (artículo 2.2.3.3.4.17 del Decreto 1076 de 2015 y las normas que las modifiquen, adicionen o sustituyan) que tienen la obligación de presentar la caracterización de los monitoreos y los usuarios que cuentan con un permiso de vertimiento vigente, la información de algunos ítems de los que se presentan a continuación ya está disponible. Esta información puede estar en los formatos de seguimiento de años anteriores y/o en la información que fue presentada en la solicitud del permiso de vertimientos, en el acto administrativo por el cual se otorgó el permiso de vertimientos. Por lo cual, el usuario cuenta con esta información previamente. Sin embargo, es importante incluir información actualizada en el caso que haya habido algún cambio desde el momento del otorgamiento del permiso hasta la fecha del monitoreo

9.1 ALISTAMIENTO

El usuario y/o suscriptor del sistema de alcantarillado y los otros usuarios de la autoridad ambiental competente responsables del vertimiento de agua residual deberá recopilar, organizar y documentar la información necesaria para la planificación y la ejecución de las actividades, incluyendo, como mínimo:

- i) Identificación del usuario y del predio, en el que se relacione el generador del vertimiento de agua residual (de acuerdo con la resolución y/o expediente que otorga el permiso de vertimiento.
- ii) Descripción del proceso asociado a la actividad.
- iii) Localización y características del PCV.
- iv) Identificación del tipo de usuario y actividad económica (Resolución 631 de 2015 o la norma que la modifique, adicione o sustituya).
- v) Identificación del tipo de agua residual del efluente (ARD, ARnD).
- vi) Parámetros a evaluar, de acuerdo con la Resolución 631 de 2015 (o la norma que la modifique, adicione o sustituya) y la actividad económica.
- vii) Frecuencia de monitoreo.
- viii) Verificación de los métodos analíticos y la acreditación del laboratorio que realizará el monitoreo y análisis (Resolución 104 de 2022, o la norma que la modifique, adicione o sustituya).



9.2 TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO

Se debe garantizar el diligenciamiento completo y veraz de los registros de campo, el formato de cadena de custodia, el registro fotográfico, los datos de mediciones in situ y demás anotaciones en campo que aseguren trazabilidad, replicabilidad y representatividad de la información generada. También, se debe incluir información de la descripción general de las condiciones climáticas del día del muestreo e imprevistos que se puedan presentar que alteren la planeación previa realizada. Por ejemplo, cancelación de la campaña monitoreo en campo debido a condiciones de seguridad, climáticas u otra(s) que se pueda presentar.

9.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados de laboratorio deberán ser emitidos por laboratorios acreditados por el IDEAM conforme a la normatividad vigente (véase la **Sección 1** Marco Normativo), garantizando la trazabilidad metrológica, el control de calidad analítico, la identificación de los límites de cuantificación, la incertidumbre asociada a las mediciones y la consistencia técnica de los datos reportados.

9.4 ENTREGA DE RESULTADOS

El informe para la presentación y entrega de resultados del monitoreo por parte del laboratorio a los usuarios de la autoridad ambiental competente, además de usuarios y/o suscriptores de una Empresa Prestadora del Servicio Público de Alcantarillado deberá realizarse mediante un informe integrado, en formato físico o digital, priorizando este último para optimizar la sostenibilidad y la eficiencia en el manejo de datos. Los actores obligados a presentar los resultados de caracterización de los vertimientos deben tener en cuenta los formatos de acuerdo con la normatividad vigente (véase el **Anexo 1**) y las fechas de reporte los cuales se indicaron en la **Figura 15**.

Los aspectos mínimos que deberá contener el informe del monitoreo por el laboratorio son los siguientes:

1. Información general del usuario: Razón social, localización, número de turnos, jornada laboral diaria y mensual.
2. Código CIU relacionado con lo indicado por la Resolución 631 de 2015 o la norma que la modifique, adicione o sustituya, frente a los sectores y actividades.
3. Descripción del proceso de la actividad, ya sea para la prestación de servicios o la producción de bienes y servicios, realizado el día de muestreo.
4. Consumo de agua ya sea que esta sea suministrada por una empresa prestadora de servicios de acueducto o por cada una de las fuentes de abastecimiento (lectura de contador de agua antes y después de la jornada de monitoreo, presentar un balance hídrico, consumos de agua mensuales del último año y caudal de descarga en litros por segundo).
5. Descripción del proceso de producción que genera el agua residual e indicar la clasificación, es decir ARD o ARnD, según la Resolución 0631 de 2015 o la que modifique, adicione o sustituya; además debe indicar las horas de vertimiento efectivo por día, los días de vertimiento efectivo por mes y el tipo de vertimiento (Descarga continua, descarga irregular,



- descarga periódica irregular, descarga periódica regular) y para cada uno especificar periodicidad y tiempo de vertimiento; especificar si hay recirculación indicando el porcentaje y también indicar si hay reúso el cual debe contar con concesión de aguas residuales otorgada por la autoridad ambiental competente (Resolución 1256 de 2021 o la que modifique, adicione o sustituya) .
6. Descripción del proceso productivo (cuando aplique).
 7. Sistema de abastecimiento cuando la fuente es un cuerpo de agua superficial: nombre del cuerpo de agua, caudal otorgado, consumo diario en litros, porcentaje utilizado para consumo industrial y doméstico (cuando aplique).
 8. Descripción de los sistemas de pretratamiento y/o tratamiento de aguas residuales existentes, capacidad, unidades del sistema. Anexar esquema de estos sistemas.
 9. Descripción de la red interna antes de la descarga al sistema de alcantarillado.
 10. Informar si cerca del PCV se identifican cajas de inspección de aguas lluvias y se pudo validar la no descarga de agua residual por las mismas.
 11. Datos de campo: hora del muestreo, variables in situ (véase el numeral 5.2.2), (indicar las alícuotas tomadas a partir de los caudales registrados) y la descripción de condiciones meteorológicas.
 12. Descripción del proceso de toma de muestras, período del monitoreo, métodos utilizados, frecuencia para la composición de la toma de muestras si se tomaron muestras compuestas.
 13. Reporte original de los resultados del laboratorio donde se analizaron las muestras, anexando los documentos que soporten la acreditación del o los laboratorios que realizaron el monitoreo y los métodos utilizados.
 14. Los informes de resultados deberán tener en cuenta lo establecido en la NTC-ISO/IEC 17025, en especial lo relacionado con el registro de datos, resultados e informes que se encuentran en los numerales 7.3 *Muestreo*, 7.5 *Registros técnicos* e 7.8 *Informe de resultados*.
 15. Todos los parámetros monitoreados deberán estar acreditados por el IDEAM.
 16. Los límites de cuantificación de los parámetros requeridos para la actividad o sector específico (Resolución 631 de 2015 o aquella que la modifique, adicione o sustituya), reportados por el laboratorio acreditado, deberán ser menores o iguales a los límites máximos permisibles del parámetro en particular.
 17. Anexo en original de los datos y observaciones obtenidas en el trabajo de campo.
 18. Con los datos obtenidos en monitoreos de años anteriores, se sugiere realizar un análisis multitemporal de los resultados obtenidos frente al histórico de resultados, con el fin de hacer un seguimiento comparativo e identificar la necesidad de acciones de mejora si es el caso.
 19. Registro fotográfico del PCV, fecha, hora, localización e información necesaria para identificar el registro.

Tenga en cuenta que esta información también está incluida en la solicitud del permiso de vertimientos del usuario.

Comentado [NR2]: revisar

Comentado [LU3R2]: Ya habíamos conversado al respecto, esta como se converso con Julián, se tomo como se toma en laboratorios y no en criterios



10 MEDIDAS DE SEGURIDAD

En la presente sección se establecen las recomendaciones de seguridad para tener en cuenta en la elaboración e implementación del plan de monitoreo de vertimientos de agua residual a cuerpos de agua superficial o al sistema de alcantarillado público. A continuación, se cita la normatividad colombiana vigente relacionada con la Seguridad y Salud en el Trabajo:

- Ley 1562 de 2012 o aquella que la modifique, adicione o sustituya “Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional” (modifica el Sistema de Riesgos Laborales),
- Decreto 1072 de 2015 o aquella que la modifique, adicione o sustituya “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo”, Libro 2, Parte 2, Título 4, Capítulo 6, expedido por el Ministerio de Trabajo, (Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo – SG-SST).
- Resolución 0312 de 2019 o aquella que la modifique, adicione o sustituya “Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)”, expedida por el Ministerio de Trabajo (estándares mínimos del SG-SST).
- Normativa específica para trabajo en alturas (Resolución 4272 de 2021 o aquella que la modifique, adicione o sustituya) y espacios confinados (Resolución 0491 de 2020 o aquella que la modifique, adicione o sustituya).

Las medidas de seguridad que se recomiendan en esta sección aplican a todas las actividades asociadas al monitoreo de vertimientos: desplazamiento, preparación, toma de muestras, mediciones de variables in situ, manejo de equipos, transporte y entrega al laboratorio.

10.1 INTEGRACIÓN CON EL SG-SST INSTITUCIONAL

El laboratorio acreditado por el IDEAM responsable de las actividades de monitoreo de vertimientos, deben contar con un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). De acuerdo con lo establecido en el Decreto 1072 de 2015 o aquella que la modifique, adicione o sustituya, se citan las siguientes funciones, en el marco de sus obligaciones legales⁵:

- Empleador: Responsabilidad de garantizar las condiciones seguras, los equipos, los elementos de protección personal, la capacitación y el seguimiento en la actividad de monitoreo de agua residual.
- Trabajador: Cumplir con los procedimientos establecidos, reportar condiciones inseguras y utilizar los Elementos de Protección Personal.
- Responsable del SG-SST: Validar procedimientos, los permisos de trabajo y el cumplimiento de estándares del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

⁵ Estas sugerencias se enmarcan en las responsabilidades legales ya establecidas en el Decreto 1072 de 2015



10.2 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y VALORACIÓN DEL RIESGO

En el marco del monitoreo de vertimientos a las aguas superficiales y al alcantarillado público hay actividades en las que el personal que realizan el monitoreo podría estar expuesto a peligros y riesgos. Las precauciones de seguridad son importantes ya que pueden tener un efecto en las actividades de monitoreo (NTC-ISO 5667-10, 2022 o la más actualizada). Por lo tanto, el usuario de la autoridad ambiental competente o el usuario y/o suscriptor de una empresa prestadora del servicio público de alcantarillado que realiza el vertimiento y el laboratorio que desarrolla el monitoreo de vertimientos debe tener en cuenta lo establecido en el artículo 2.2.4.6.15. del Decreto 1072 de 2015 o aquel que lo modifique, adicione o sustituya, en relación con la identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos. Adicionalmente, se recomienda tener en cuenta las precauciones de seguridad indicadas en el capítulo 12 “Precauciones de Seguridad” de la NTC-ISO 5667-10, 2022 o la más actualizada.

Para la identificación de peligros y valoración de riesgos se sugiere utilizar la Guía Técnica Colombiana GTC 45: 2012- Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. A continuación, se listan algunos ejemplos de los peligros que se podrían presentar durante el desarrollo de las actividades para el monitoreo de vertimientos de aguas residuales, los cuales se deberían identificar con anticipación al desarrollo de las actividades de monitoreo

TABLA 14 EJEMPLOS DE PELIGROS ASOCIADOS AL MONITOREO DE VERTIMIENTOS

Peligros físicos	• Caídas al mismo y distinto nivel. • Contacto con superficies resbaladizas o inestables. • Alta temperatura del efluente. • Golpes o atrapamientos con tapas de alcantarillado o maquinaria. • Caída accidental a ríos, canales, pozos, cárcamos o estructuras hidráulicas profundas. • Arrastre por corrientes o crecientes súbitas. • Inestabilidad al manipular equipos cerca de la orilla del cauce o canal. • Orden público
Peligros químicos	• Exposición a sustancias peligrosas presentes en ARD y ARnD. • Salpicaduras por aguas contaminadas. • Exposición a reacciones químicas con los preservantes que se adicionen a la muestra (IDEAM,2002)
Peligros biológicos	• Exposición a microorganismos patógenos. • Exposición a fauna o vegetación que genere riesgos.
Peligros ergonómicos	• Posturas forzadas, manipulación de cargas, uso de equipos pesados.
Peligros ambientales	• Clima extremo, alta temperatura, tormentas, crecientes, presencia de fauna o vectores.

Fuente: Elaboración propia



Para la propuesta de valoración del riesgo, se sugiere calificar el riesgo de cada peligro, incluyendo los controles ya implementados. Se sugiere considerar la eficacia de los controles, la probabilidad y las consecuencias. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (GTC-45), 2012).

10.3 MEDIDAS DE CONTROL

Las medidas de control se establecen de acuerdo con la priorización del SG-SST que indica el *Decreto 1072 de 2015* o aquel que lo modifique, adicione o sustituya. Algunas de las medidas de control que se sugiere plasmar para el desarrollo del monitoreo de vertimientos de aguas residuales se presentan a continuación:

TABLA 15 MEDIDAS DE CONTROL

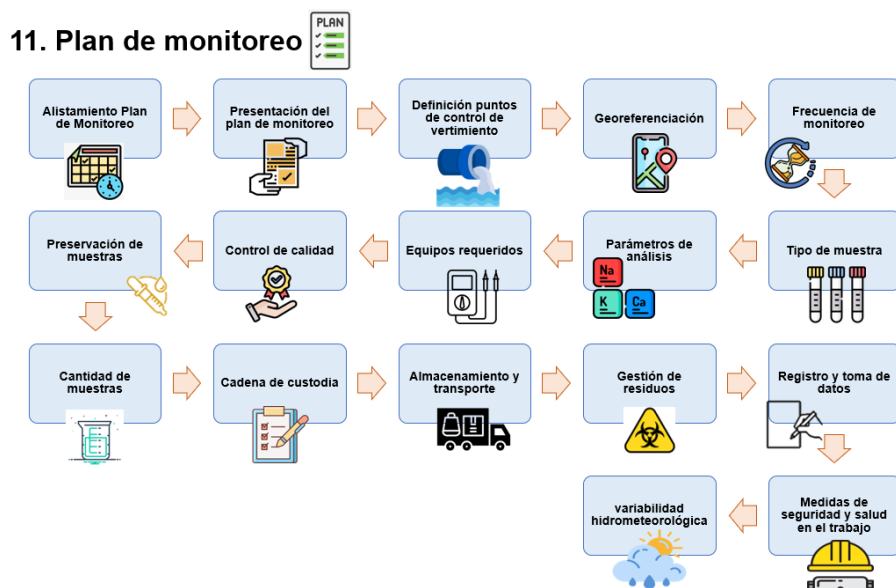
Controles de ingeniería	• Plataformas, pasamanos y puntos estables de apoyo. • Canastillas o sistemas de bajada controlada para sondas. • Protección a la corrosión. • Medición previa de gases en estructuras profundas. • Definición física de límites en bordes de cuerpos de agua. • Barreras y prevención en zonas de riesgo de caída al agua.
Controles administrativos	• Permisos de trabajo para alturas y espacios confinados. • Permiso de manejo defensivo (si aplica). • Análisis de trabajo seguro (ATS) previo al muestreo. • Prohibición de trabajar solo en puntos de riesgo por ahogamiento. • Revisión de condiciones climáticas y caudal antes de ingresar. • Señalización temporal del área de trabajo.
Elementos de Protección Personal (EPP)	• Botas antideslizantes. • Guantes de nitrilo/neopreno. • Gafas de seguridad. • Overol impermeable. • Chaleco salvavidas certificado cuando haya riesgo de ahogamiento. • Arnés y línea de vida en estructuras elevadas. • Arnés de rescate o trípode cuando aplique. • Respirador para protección contra gases o vapores tóxicos.

Fuente: Elaboración propia

11 PLAN DE MONITOREO

El presente plan de monitoreo es el conjunto de actividades organizadas de forma sistemática para, establecer el PCV, hacer la toma de muestras, analizar la muestra, establecer la frecuencia del monitoreo y reportar la información obtenida, para conocer el estado de los vertimientos a las aguas superficiales o al sistema de alcantarillado público, respaldar la toma de decisiones en la protección del recurso hídrico y dar cumplimiento de la normatividad ambiental vigente. Se propone de manera general un paso a paso de 17 ítems en los cuales los actores descritos en la **Sección 3** podrán encontrar una guía, conforme al esquema general presentado en la **Figura 17**.

FIGURA 17. PLAN DE MONITOREO DE VERTIMIENTOS



Fuente: Elaboración propia

11.1 ALISTAMIENTO DEL PLAN DE MONITOREO

Antes de la realización del monitoreo se debe revisar, verificar e incluir la siguiente información:

- Descripción y ubicación del PCV, detallando el método de aforo a utilizar y si el PCV está al interior o al exterior de la empresa, véase la **Sección 4**.



- ii) Conocimiento del proceso productivo de la actividad que genera el vertimiento (razón social, actividad económica, dirección de la ubicación de la empresa, esquema de los procesos productivos y de mantenimiento), véase el numeral 5.1.2
- iii) Funcionamiento de las operaciones para identificar los horarios en los que se deberá realizar el muestreo, cuando el proceso este en operación y haya descarga de vertimientos. Es recomendable relacionar una posible hora de inicio del muestreo y número de horas que durará el muestreo, véase el numeral 5.1.2.
- iv) Breve descripción de los vertimientos generados incluyendo sus controles y sistemas de pretratamiento y tratamiento y periodicidad de mantenimiento, véase el numeral 5.2.1.
- v) Número de muestras, la frecuencia de toma de muestras en caso de que se realicen muestras compuestas. Las características fisicoquímicas y microbiológicas del efluente, medidas preventivas para la seguridad del personal y evitar posibles accidentes, por ejemplo, existe la posibilidad que se generen reacciones químicas con los preservantes o por contacto directo con ciertas sustancias que puedan afectar la salud y seguridad del personal (ICONTEC, 2022; IDEAM, 2002), véase el numeral 5.2.4 y **Sección 10**.
- vi) Listado de las herramientas, equipos e insumos necesarios para la recolección, preservación y transporte de las muestras, véase el numeral 5.2.8.
- vii) Listado de las medidas de seguridad a preparar, de acuerdo con la evaluación de riesgos que se haya realizado previamente en el PCV, véase la **Sección 10**.
- viii) Cualquier otra información que el laboratorio se considere pertinente informar a la autoridad ambiental y/o Empresa Prestadora del Servicio Público de Alcantarillado. para el desarrollo del monitoreo.

11.2 PRESENTACIÓN DEL PLAN DE MONITOREO A LA AUTORIDAD AMBIENTAL

Los usuarios que generen vertimientos a los cuerpos de agua superficiales deberán comunicar el plan de monitoreo a la autoridad ambiental competente, como mínimo 30 días hábiles de anticipación para dar inicio a las actividades de monitoreo.

Si dentro de los plazos establecidos en el permiso de vertimientos la autoridad ambiental competente definió tiempos de comunicación diferentes a los señalados en el presente PMVA, prevalecerán los periodos establecidos por la autoridad ambiental competente para los usuarios que vienes a cuerpos de agua superficiales.

La autoridad ambiental y/o Empresa Prestadora del Servicio Público de Alcantarillado será potestativa de acompañar la actividad, conforme a la disponibilidad de profesionales. Si la autoridad ambiental o empresa prestadora del servicio público de alcantarillado se le imposibilita asistir al monitoreo esto no invalidará los resultados de la caracterización.

11.3 DEFINICIÓN DE PUNTO DE CONTROL DE VERTIMIENTO (PCV)

El PCV se define de acuerdo con lo indicado en la **Sección 4** Punto de Control e Infraestructura



11.4 GEORREFERENCIACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

Se debe garantizar el registro fotográfico del PCV indicando fecha, hora, y localización del punto con la información necesaria para identificar el registro del PCV a través del Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS) de acuerdo con el sistema oficial de coordenadas planas para Colombia (MAGNA – SIRGAS / Origen Nacional), establecido en la Resolución 370 de 2021 del IGAC o aquella que la modifique, adicione o sustituya, y se debe registrar esta información en la cadena de custodia, véase la Sección 4 .

11.5 DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA DE MONITOREO Y REPORTE

La frecuencia para el monitoreo de los vertimientos se presenta en la **Sección 8** (véase la **Tabla 12 Frecuencia mínima de monitoreo de vertimiento para los prestadores del servicio público de alcantarillado**).

). En esta sección se establece la Frecuencia tipo I para caracterización del vertimiento y la Frecuencia tipo II para el reporte de información. Las frecuencias de caracterización y reporte deben cumplir con la normatividad vigente y/o lo que establezca el acto administrativo por el cual, la autoridad ambiental competente otorgo el permiso de vertimiento.

11.6 DEFINICIÓN DEL TIPO DE MUESTRA

El tipo de muestra se debe definir de acuerdo con los objetivos de monitoreo, puede ser: simples, compuestas, o puntuales, según se definió en el Marco Conceptual y como se establece en la sección 5. En todo caso, el alistamiento y la información previa serán indispensables para la definición del tipo de muestra (véase la sección 5.2.3).

Comentado [NR4]: ?? y las integradas?

Comentado [LU5R4]: Lo discutimos, no aplican para aguas residuales

11.7 SELECCIÓN DE PARÁMETROS DE ANÁLISIS

Los parámetros para monitorear los vertimientos corresponderán a los señalados en la Resolución 631 de 2015 o aquella que la modifique, adicione o sustituya, de acuerdo con la(s) actividad(es) productiva de cada usuario concordante con lo establecido en la citada Resolución y/o lo que establezca el acto administrativo por el cual, la autoridad ambiental competente otorgo el permiso de vertimiento.

Todos los parámetros a medir y los métodos de medición deberán estar acreditados por el IDEAM y de cumplir con las metodologías para toma y análisis de muestra, como se describe en las secciones correspondientes de este PMVA, siempre tenga en cuenta los parámetros in situ y los ex situ (véase sección 5.2.2).

11.8 EQUIPOS REQUERIDOS

El actor responsable del monitoreo de vertimientos debe garantizar antes de la toma de muestras que todos los equipos a utilizar en campo y en el laboratorio estén calibrados, en condiciones óptimas de funcionamiento, con las certificaciones respectivas y que se encuentren vigentes, además

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Página 81 | 102

Dirección: Calle 37 #8 - 40, Bogotá D.C., Colombia

Conmutador: (+57) 601 332 3400 - 3133463676

F-E-SIG-26:V7 02-08-2024

Línea Gratuita: (+57) 01 8000 919301



que el personal encargado cumpla con las competencias requeridas y demostrables para manejar dichos equipos.

En el numeral 5.2.8 Alistamiento de equipos de muestreo y materiales se aportan directrices generales de los implementos recomendados en el momento de realizar el monitoreo.

11.9 CONTROL DE CALIDAD

Quien ejecute el monitoreo de vertimientos deberá implementar controles en campo y en el laboratorio (por ejemplo, blancos de campo, prevención de la contaminación cruzada, identificación de muestras y aseguramiento de la calidad) para garantizar la representatividad de la muestra, la validez y la confiabilidad de los resultados, véase el numeral 5.2.11.

Se debe garantizar que las técnicas analíticas del proceso de monitoreo y análisis de aguas residuales tengan una correcta ejecución en terreno y por tanto se validen los ensayos que sobre las muestras se practiquen y el reporte de datos obtenidos.

Antes de realizar la lectura de la muestra se deberán calibrar con anticipación el equipo de medición y/o verificar con anticipación los diferentes equipos que se utilizarán en la jornada, siguiendo los procedimientos y recomendaciones del proveedor, diligenciando los resultados de calibración de los equipos portátiles en el formato respectivo disponible para cada equipo, preferiblemente en el laboratorio y posteriormente en campo las verificaciones.

11.10 PRESERVACIÓN DE LA MUESTRA

Las muestras recolectadas deben preservarse de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana NTC – ISO 5667-3 y el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al, 2017), que para los dos casos, es la edición actual. El Standard Methods, en la Section 1060 incluye los métodos utilizados para la preservación de muestras de acuerdo con el parámetro a monitorear para evitar cambios físicos, químicos o biológicos antes del análisis de la muestra (véase la sección 5.2.10). En el **Anexo 2. Resumen de criterios para recolección y preservación de muestras de acuerdo con el parámetro de análisis** (adaptado de APHA et al, 2017).se podrá encontrar la tabla de referencia con esta información.

11.11 CANTIDAD DE LA MUESTRA

El volumen de muestra a recolectar dependerá del número y tipo de análisis a realizar, de acuerdo con la naturaleza del vertimiento y la capacidad analítica del laboratorio (véase la sección 5.2.7). En el **Anexo 2. Resumen de criterios para recolección y preservación de muestras de acuerdo con el parámetro de análisis** (adaptado de APHA et al, 2017).

11.12 CADENA DE CUSTODIA

Mantener la trazabilidad de cada una de las muestras mediante registros detallados de recolección, en el que se indique fecha y hora de la toma de muestra, y las condiciones ambientales y operativas



en ese momento. Relacionar si la muestra es puntual o compuesta, la manipulación, el transporte y la recepción y aceptación al laboratorio de la muestra, como se relaciona en capítulos anteriores (véase el numeral 5.2.5)

En el caso de utilizar documentación en medio físico, como formatos, certificaciones, etc., se recomienda proteger esta documentación de la lluvia, derrames o demás externalidades que puedan dañar el documento y afectar la trazabilidad del monitoreo.

11.13 ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE MUESTRAS

Las muestras recolectadas deberán preservarse y transportarse bajo las condiciones establecidas en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al, 2017) o la edición vigente (véase el **Anexo 2. Resumen de criterios para recolección y preservación de muestras de acuerdo con el parámetro de análisis (adaptado de APHA et al, 2017).5.2.10).**

11.14 GESTIÓN DE RESIDUOS

Los residuos generados durante las actividades de monitoreo (materiales absorbentes, envases, reactivos y sobrantes de muestra) deberán gestionarse conforme al Título 6 del Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique, adicione o sustituya. El responsable del monitoreo debe garantizar su almacenamiento temporal seguro, recolección diferenciada y entrega a gestores autorizados, evitando cualquier afectación al medio ambiente o al personal (véase el numeral 5.2.12).

11.15 REPORTE DE RESULTADOS

Las indicaciones respecto a la presentación y entrega de resultados por parte del laboratorio acreditado se encuentran en la **Sección 9**. Por otra parte, la información respecto a la entrega del reporte o informe de resultados del monitoreo por parte de los usuarios de la autoridad ambiental competente, además de usuarios y/o suscriptores de una Empresa Prestadora del Servicio Público de Alcantarillado y por parte de la autoridad ambiental competente según sea el caso se encuentra en la **Sección 8**.

En la **Sección 9**. Reporte de Información se presentan los principales aspectos que deberá contener el informe de del monitoreo de los vertimientos, lo cual, entre otros, incluye lo establecido en la NTC-ISO/IEC 17025.

11.16 IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Se debe garantizar que el personal de campo cuente con EPP y protocolos de seguridad y bioseguridad durante las labores de monitoreo. En la **Sección 10**, se presentan las orientaciones generales que se deben tener en cuenta para las medidas de seguridad, indicando los elementos de protección personal requeridos y el equipamiento necesario para acceder de manera segura a los PCV.



11.17 CONSIDERACIÓN DE LA VARIABILIDAD HIDROMETEOROLÓGICA

En el desarrollo de las actividades de monitoreo se deberá tener en cuenta la variabilidad hidrometeorológica, considerando las épocas de lluvia y sequía, así como los cambios en las condiciones de caudal y temperatura que puedan afectar los resultados. Cuando se presenten eventos extremos, se debe registrar esta información en los formatos de campo y en el informe técnico correspondiente, para interpretar adecuadamente las variaciones observadas en los resultados. Adicionalmente, se recomienda evitar la exposición de los equipos a condiciones climáticas extremas durante el transporte, dado que estas pueden afectar la estabilización de los parámetros durante las verificaciones en campo. Esta información también es relevante para las consideraciones de seguridad del personal que realiza el monitoreo.



12.REFERENCIAS

1. American Public Health Association [APHA], American Water Works Association [AWWA], & Water Environment Federation [WEF]. (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23rd ed.).
2. Camacho, J. C. (2015). Relaciones entre el ordenamiento territorial y el ordenamiento ambiental. Estudio de caso: páramo de Rabanal [Tesis de grado, Bogotá].
3. Chapra, S. C. (2008). Surface Water-Quality Modeling. Waveland Press, Inc.
4. Congreso de la República de Colombia. (1994). Ley 142 de 1994. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
5. Congreso de la República de Colombia. (2002). Ley 768 de 2002. Por la cual se adopta el Régimen Político, Administrativo y Fiscal de los Distritos Portuario e Industrial de Barranquilla, Turístico y Cultural de Cartagena de Indias y Turístico, Cultural e Histórico de Santa Marta.
6. Congreso de la República de Colombia. (2009). Ley 1333 de 2009. Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.
7. Congreso de la República de Colombia. (2012). Ley 1562 de 2012. Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional.
8. Congreso de la República de Colombia. (2013a). Ley 1617 de 2013. Por la cual se expide el Régimen para los Distritos Especiales.
9. Congreso de la República de Colombia. (2013b). Ley 1625 de 2013. Por la cual se expide el Régimen para las Áreas Metropolitanas.
10. Congreso de la República de Colombia. (2018, 27 de julio). Ley 1931 de 2018. Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático.
11. Congreso de la República de Colombia. (2019). Ley 1955 de 2019. Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”.
12. Corporación Autónoma Regional de Caldas [CORPOCALDAS]. (2021). Propuesta “Guía para el monitoreo de vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas como referente para usuarios de Corpocaldas” - Contrato 0062-2021.
13. Corporación Autónoma Regional de Caldas [CORPOCALDAS]. (2025). Guía para el monitoreo de vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas como referente para usuarios de Corpocaldas.



14. Doneker, R. L., & Jirka, G. H. (2007). CORMIX User Manual: A Hydrodynamic Mixing Zone Model. MixZon Inc. & Institute for Hydromechanics, Karlsruhe.
15. Environmental Protection Agency [EPA]. (2017). Technical Support Document for the Assessment of Temperature Criteria for Aquatic Life (EPA-822-R-03-007). Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency.
16. Eurachem. (2014). Guía de laboratorio para la validación de métodos y temas relacionados.
17. European Commission, Directorate-General for Environment. (2009). Guidance on surface water chemical monitoring under the Water Framework Directive (Guidance Document No. 19, Technical Report No. 2009-025). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2779/7270>.
18. Fischer, H. B., List, E. J., Koh, R. C. Y., Imberger, J., & Brooks, N. H. (1979). Mixing in Inland and Coastal Waters. Academic Press.
19. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (1999). Calidad del Agua. Muestreo. Parte 14: Guía para el Control de la Calidad en el Muestreo y el Manejo Ambiental del Agua (NTC-ISO 5667-14).
20. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2004). Calidad del Agua. Muestreo. Parte 3: Directrices para la Preservación y Manejo de las Muestras (NTC-ISO 5667-3).
21. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2010). Calidad del Agua. Muestreo. Parte 1: Directrices para el Diseño de Programas de Muestreo (NTC-ISO 5667-1).
22. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2012). Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional (GTC-45).
23. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2015). Calidad del Agua. Muestreo para análisis microbiológico (NTC 6151).
24. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2017). Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración (NTC-ISO-IEC 17025:2017).
25. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2022a). Calidad del Agua. Muestreo. Parte 10: Gestión ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Muestreo de aguas residuales (NTC-ISO 5667-10).
26. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2022b). Aseguramiento de la calidad (NTC-ISO 5667-14).



27. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (s.f.). Norma Técnica Colombiana NTC 3789.
28. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2002). Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas.
29. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2003). Resolución 176 de 2003. Por la cual se establece el procedimiento para la acreditación de laboratorios ambientales en Colombia.
30. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2004). Guía para el Monitoreo y Seguimiento del Agua.
31. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2007). Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua.
32. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2021). Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua.
33. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2022). Resolución 0104 de 2022. Por la cual se prorroga la vigencia de algunas acreditaciones y se dictan otras disposiciones sobre el proceso de acreditación de laboratorios ambientales.
34. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2023). Estudio Nacional del Agua 2022. Ideam.
35. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], & Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras [INVEMAR]. (2017). Protocolo de monitoreo del agua.
36. Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC]. (2021). Resolución 370 de 2021. Por medio de la cual se establece el sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia / Por la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben cumplir los productos cartográficos oficiales de Colombia.
37. International Organization for Standardization [ISO]. (2021). Hydrometry — Measurement of liquid flow in open channels — Velocity-area methods using point velocity measurements (ISO Standard No. 748).
38. Jirka, G. H., Doneker, R. L., & Hinton, S. W. (1996). User's Manual for CORMIX: A Hydrodynamic Mixing Zone Model and Decision Support System for Pollutant Discharges into Surface Waters (EPA/600/R-96/012). U.S. Environmental Protection Agency.
39. Johnson, R. H. (2006). Detection of ecological change using multiple organism groups: metrics and uncertainty. *Hydrobiologia: The International Journal of Aquatic Sciences*, 115-137.



40. Kilpatrick, F. A., & Wilson, J. F. (1989). Measurement of time of travel and dispersion in streams by dye tracing.
41. Ministerio de Agricultura de Colombia. (1984, 26 de julio). Decreto 1594 de 1984. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título V de la Ley 99 de 1993, en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
42. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2011). Decreto - Ley 3570 de 2011. Por el cual se modifican los objetivos y la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se integra el Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
43. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2012a). Resolución 0955 de 2012. Por la cual se prorroga el plazo establecido en el artículo 2° de la Resolución 1023 de 2010.
44. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2012b). Resolución 1514 de 2012. Por la cual se modifica la Resolución 955 de 2012 en relación con términos y plazos de presentación de planes.
45. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2014). Guía técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS).
46. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2015a). Decreto 1076 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
47. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2015b). Resolución 631 de 2015. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.
48. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2015c). Resolución 268 de 2015. Por la cual se modifica la Resolución 0176 de 2003 y 1754 de 2008, y se establecen los requisitos y el procedimiento de acreditación de organismos de evaluación de la conformidad en matrices ambientales, bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 en Colombia.
49. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2018a). Decreto 050 de 2018. Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1076 de 2015 en lo relacionado con la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
50. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2018b). Guía nacional de modelación del recurso hídrico para las aguas superficiales.



51. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2018c). Guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso hídrico.
52. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2018d). Resolución 751 de 2018. Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para proyectos de explotación de hidrocarburos.
53. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2018e). Resolución 958 de 2018. Por la cual se otorgan unas facultades a los institutos de investigación vinculados al Ministerio.
54. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2018f). Resolución 959 de 2018. Por la cual se establecen los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes al aire para fuentes fijas.
55. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2021a). Resolución 1058 de 2021. Por la cual se dictan disposiciones sobre los planes de gestión de devolución de productos posconsumo de fármacos o medicamentos vencidos.
56. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2021b). Resolución 1256 de 2021. Por la cual se reglamenta el uso de aguas residuales tratadas y se dictan otras disposiciones.
57. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2023a). Resolución 839 de 2023. Por la cual se desarrollan los criterios y lineamientos para el reúso de aguas residuales y aguas de escorrentía.
58. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2023b, 28 de agosto). Resolución 839 de 2023 por la cual se sustituye la Resolución 0941 de 2009 en lo relacionado con el SIUR y el RUA. Diario Oficial No. 52.501.
59. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2024a). Decreto 1553 de 2024. Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por vertimientos líquidos y se modifica el Decreto 1076 de 2015.
60. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2024b). Programa Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico.
61. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2026, 13 de abril). Resolución 326 de 2026 por la cual se adopta el formulario para el reporte anual de la información relacionada con la aplicación de la Tasa Retributiva por Vertimientos Puntuales al Agua y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 53.460.



62. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004). Resolución 1433 de 2004. Por la cual se reglamenta el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) y se dictan otras disposiciones.
63. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). Resolución 1023 de 2005. Por la cual se adopta la guía ambiental para el sector de distribución de energía eléctrica.
64. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007a). Decreto 1323 de 2007. Por el cual se crea el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH) y se dictan otras disposiciones.
65. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007b). Resolución 2115 de 2007. Por la cual se señalan características, instrumentos de control y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
66. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH).
67. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010a). Decreto 3930 de 2010. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título V de la Ley 99 de 1993, en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
68. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010b). Decreto 4728 de 2010. Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010.
69. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010c). Resolución 1023 de 2010. Por la cual se adopta la Guía Ambiental para el sector de carbón.
70. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2011). Resolución 75 de 2011. Por la cual se adopta el formato de reporte de información de vertimientos.
71. Ministerio de la Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). Decreto 1575 de 2007. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
72. Ministerio del Medio Ambiente. (1994). Decreto 1600 de 1994. Por el cual se reglamenta parcialmente el Sistema Integrado de Información Ambiental (SIIA) y se crea el IDEAM.
73. Ministerio del Medio Ambiente. (2002). Guía Ambiental. Formulación de planes de pretratamiento de efluentes industriales.
74. Ministerio de Trabajo. (2015). Decreto 1072 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. Libro 2, Parte 2, Título 4, Capítulo 6 (Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo – SG-SST).



75. Ministerio de Trabajo. (2019). Resolución 0312 de 2019. Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).
76. Ministerio de Trabajo. (2020). Resolución 0491 de 2020. Requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajo en espacios confinados.
77. Ministerio de Trabajo. (2021). Resolución 4272 de 2021. Por la cual se establecen los requisitos mínimos de seguridad para desarrollo de trabajo en alturas.
78. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio [MinVivienda]. (2016). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS). Título D: Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y Aguas Lluvias.
79. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio [MinVivienda]. (2017a). Resolución 330 de 2017. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009.
80. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio [MinVivienda]. (2017b). Resolución 0501 de 2017. Por la cual se modifican los requisitos técnicos aplicables a tuberías, accesorios y componentes de los sistemas de acueducto y alcantarillado.
81. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio [MinVivienda]. (2021). Resolución 0799 de 2021. Por la cual se modifica el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) en lo relativo a los procesos de diseño y operación.
82. Organización Meteorológica Mundial [OMM]. (2020). N° 168 Guía de prácticas hidrológicas. Volumen I. Hidrología: De la medición a la información Hidrológica.
83. Presidente de la República de Colombia. (1974). Decreto-Ley 2811 de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
84. Presidente de la República de Colombia. (1979). Ley 9 de 1979. Por la cual se dicta el Código Sanitario Nacional.
85. Presidente de la República de Colombia. (1993). 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.
86. Sanabria, J. S. (2019). Aporte de la Geomática en el mapeo de servicios ecosistémicos para la Regulación Hídrica, en la microcuenca del Río Murca, Colombia [Tesis de grado, Bogotá].
87. Tchobanoglous, G., Burton, F. L., Stensel, H. D., & Metcalf & Eddy, Inc. (2003). Wastewater engineering: Treatment and reuse (4th ed.). McGraw-Hill.



88. Villegas Rodríguez, E., & Gómez, C. (2015). Ordenamiento territorial como instrumento para la zonificación ambiental a través de la Estructura Ecológica Principal, como apoyo a la formulación de los POTs y los POMCAs en Colombia.
89. Yotsukura, N., & Cobb, E. D. (1972). Transverse diffusion of solutes in natural streams.



13. ANEXOS

ANEXO 1. MARCO NORMATIVO RELACIONADO CON EL PMVA

Id	Ley	Decreto o Ley	Resolución	Año	Título	Artículo de referencia	Parámetros para medir	Definiciones	Formatos	Reporte de información	Monitoreo	Prevención y control de la contaminación
1		2811		1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente	134, 135, 136 y 137					X	X
2		1594		1984	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.	20, 21				X		
3	99			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.	2, 4, 16, 23, 30, 33, 42						X
4	142			1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.	15		X				
5		1600		1994	Por el cual se reglamenta parcialmente el Sistema Nacional Ambiental (SINA) en relación con los Sistemas Nacionales de Investigación Ambiental y de Información Ambiental	5					X	
6			176	2003	Por el cual se derogan las resoluciones 59 de 2000 y 79 de 2002; y se establece el nuevo procedimiento de acreditación de laboratorios Ambientales en Colombia	1		X				

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Dirección: Calle 37 #8 - 40, Bogotá D.C., Colombia

Conmutador: (+57) 601 332 3400 - 3133463676

Línea Gratuita: (+57) 01 8000 919301

Página 93 | 102

F-E-SIG-26:V7 02-08-2024

Id	Ley	Decreto o Ley	Resolución	Año	Título	Artículo de referencia	Parámetros para medir	Definiciones	Formatos	Reporte de información	Monitoreo	Prevención y control de la contaminación
7			1023	2005	Por la cual se adoptan guías ambientales como instrumento de autogestión y autorregulación	3, 4	X		X			
8			2115	2007	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.	1		X				
9		3930		2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.	1 (sin párrafo), 3, 4, 6, 7, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 39	X	X			X	
10		4728		2010	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8					X	
11			1023	2010	Protocolo para el monitoreo y seguimiento del Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables – SIUR, para el sector manufacturero	4			X	X		
12			75	2011	Por la cual se adopta el formato de reporte sobre el estado de cumplimiento de la norma de vertimiento puntual al Alcantarillado público	3, (Anexo 1)	X		X	X		
13		3570		2011	Por el cual se modifican los objetivos y la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se integra el Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	18						X



Id	Ley	Decreto o Ley	Resolución	Año	Título	Artículo de referencia	Parámetros para medir	Definiciones	Formatos	Reporte de información	Monitoreo	Prevención y control de la contaminación
14			955	2012	Por la cual se adopta el Formato con su respectivo instructivo para el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico (RURH)	Anexo 2	X		X	X		
15			1514	2012	Por la cual adoptan los Términos de Referencia para la Elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos	4						X
16			631	2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones	3, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18	X	X		X	X	
17		1076		2015	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible	Capítulo 3, Título 6	X	X		X		
18		50		2018	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1076 de 2015, Decreto único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible en relación con los Consejos Ambientales Regionales de la Macrocuenca (CARMAC), el Ordenamiento del Recurso Hídrico y Vertimientos y se dictan otras disposiciones	2		X				
19		751		2018	Por la cual se adopta la Guía técnica para la formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico continental superficial -PORH y se dictan otras disposiciones	Guía técnica PORH			X		X	

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Dirección: Calle 37 #8 - 40, Bogotá D.C., Colombia

Conmutador: (+57) 601 332 3400 - 3133463676

Línea Gratuita: (+57) 01 8000 919301

Id	Ley	Decreto o Ley	Resolución	Año	Título	Artículo de referencia	Parámetros para medir	Definiciones	Formatos	Reporte de información	Monitoreo	Prevención y control de la contaminación
20		958		2018	Por la cual se incorpora la Guía técnica para la formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso hídrico continental superficial -PORH a la Resolución 751 de 2018, se ordena su publicación en el diario oficial y se dictan otras disposiciones	Guía técnica PORH			X		X	
21		959		2018	Por medio de la cual se reglamenta parcialmente el artículo 2.2.3.3.1.7 del Decreto 1076 de 2015 y se dictan otras disposiciones	Guía Nacional de Modelación del recurso hídrico para aguas superficiales continentales			X		X	
22	1931			2018	Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático.	3		X				
23	1955			2019	Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. "Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad"	13						X
24			1058	2021	Por la cual se modifica parcialmente la resolución 2202 del 29 de septiembre de 2005 y se adoptan otras determinaciones	1			X			
25			1256	2021	"Por la cual se reglamenta el uso de las aguas residuales y se adoptan otras disposiciones"	5 y 6						X
26			370	2021	Por medio de la cual se establece el sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia	1		X				
27			104	2022	Se establecen los requisitos y el procedimiento para la acreditación de laboratorios ambientales en Colombia y se toman otras determinaciones	2		X	X			

Id	Ley	Decreto o Ley	Resolución	Año	Título	Artículo de referencia	Parámetros para medir	Definiciones	Formatos	Reporte de información	Monitoreo	Prevención y control de la contaminación
28		839		2023	Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables (SIUR) y el Registro Único Ambiental (RUA), se adoptan el Protocolo para el monitoreo y seguimiento del SIUR para los sectores productivos y el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) y se toman otras determinaciones	1, 6, 9	X	X		X		
29		1553		2024	Por el cual se sustituye el Capítulo 7 del Título 9 de la Parte 2 del Libro 2, del Decreto 1076 de 2015, (...), en lo relacionado con la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se dictan otras disposiciones	Artículo 2.2.9.7.4.5. Monitoreo de vertimientos.	X	X	X	X	X	X
30	2387			2024	"Por Medio de la cual se modifica el Procedimiento Sancionatorio Ambiental, Ley 1333 De 2009, con el propósito de otorgar herramientas efectivas para prevenir y sancionar los infractores y se dictan otras disposiciones"	6						X
31			326	2026	Aplicación de tasas retributivas				X			



ANEXO 2. RESUMEN DE CRITERIOS PARA RECOLECCIÓN Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS DE ACUERDO CON EL PARÁMETRO DE ANÁLISIS (ADAPTADO DE APHA ET AL, 2017).

Determinación	Envase ⁽¹⁾	Tamaño Min. Muestra (mL)	Tipo de Muestra ⁽²⁾	Preservación	Almacenamiento Máx. Recomendado ⁽³⁾	Almacenamiento Máx. Regulatorio ⁽³⁾
Acidez	P, G(B), FP	100	g	Enfriar ≤6 C	24 h	14 d
Alcalinidad	P, G, FP	200	g	Enfriar ≤6 C	24 h	14 d
DBO	P, G, FP	1000	g, c	Enfriar ≤6 C	6 h	48 h
Boro	F. P (PTFE) o cuarzo	1000	g, c	HNO ₃ a pH<2	28 d	6 meses
Bromuro	P, G, FP	100	g, c	Ninguna requerida	28 d	28 d
Carbono Orgánico Total	G(B), P, FP	100	g, c	Analizar inmediatamente o enfriar ≤6 C y añadir HCl, H ₃ PO ₄ o H ₂ SO ₄ a pH	7 d	28 d
Dióxido de Carbono	P, G	100	g	Analizar inmediatamente	0.25 h	N.S.
DQO	P, G, FP	100	g, c	Analizar lo antes posible o añadir H ₂ SO ₄ a pH<2; Enfriar ≤6° C	7 d	28 d
Cloruro	P, G, FP	50	g, c	Ninguna requerida	N.S.	28 d
Cloro Residual Total	P, G	500	g	Analizar inmediatamente	0.25 h	0.25 h
Dióxido de Cloro	P, G	500	g	Analizar inmediatamente No filtrada: oscuro, ≤6 C.	0.25 h	N.S.
Clorofila	P, G	500	g	Filtrada: oscuro, -20 C (No almacenar en congeladores con sistema de descongelación automática)	24 - 48 h 28 d	N.S.
Color	P, G, FP	500	g, c	Enfriar ≤6 C	24 h	48 h
Conductividad Específica	P, G, FP	500	g, c	Enfriar ≤6 C	28 d	28 d

Determinación	Envase ⁽¹⁾	Tamaño Mín. Muestra (mL)	Tipo de Muestra ⁽²⁾	Preservación	Almacenamiento Máx. Recomendado ⁽³⁾	Almacenamiento Máx. Regulatorio ⁽³⁾
Cianuro Total	P, G, FP	1000	g, c	Analizar en 15 min. Añadir NaOH a pH>12 si se almacena; enfriar ≤6 C en oscuro. Agregar tiosulfato si hay cloro residual presente.	24 h	14 d (24 h si hay sulfuro)
Cianuro Total - apto para cloración	P, G, FP	1000	g, c	Eliminar el cloro residual con tiosulfato y refrigerar a ≤ 6 C	Stat	14 d (24 h si hay sulfuro)
Fluoruro	P	100	g, c	Ninguna requerida	28 d	28 d
Dureza	P, G, FP	100	g, c	Añadir HNO ₃ o H ₂ SO ₄ a pH<2	6 meses	6 meses
Yodo	P, G	500	g	Analizar inmediatamente	0.25 h	N.S.
Metales (General)	P(A), G(A), FP(A)	1000	g, c	Para metales disueltos, filtrar inmediatamente; añadir HNO ₃ a pH<2	6 meses	6 meses
Cromo VI	P(A), G(A), FP(A)	250	g	Enfriar ≤6 C; pH 9.3-9.7 con buffer de sulfato de amonio. Agregar el preservante según lo especificado en el método 3500-Cr para extender el tiempo de conservación hasta 28 días (HT).	28 d	28 d
Mercurio	P(A), G(A), FP(A)	500	g, c	Añadir HNO ₃ a pH<2; Enfriar ≤6 C	28 d	28 d
Nitrógeno: Amónico	P, G, FP	500	g, c	Analizar lo antes posible o añadir H ₂ SO ₄ a pH<2; Enfriar ≤6 C	7 d	28 d
Nitrógeno: Nitrato	P, G, FP	100	g, c	Analizar lo antes posible; Enfriar ≤6 C	48 h	48 h (14 d para muestras cloradas)
Nitrato + Nitrito	P, G, FP	200	g, c	Añadir H ₂ SO ₄ a pH<2; Enfriar ≤6 C	1 - 2 d	28 d

Determinación	Envase ⁽¹⁾	Tamaño Mín. Muestra (mL)	Tipo de Muestra ⁽²⁾	Preservación	Almacenamiento Máx. Recomendado ⁽³⁾	Almacenamiento Máx. Regulatorio ⁽³⁾
Nitrito	P, G, FP	100	g, c	Analizar lo antes posible; Enfriar ≤6 C	Ninguno	48 h
Nitrógeno orgánico (método Kjeldahl)	P, G, FP	500	g, c	Enfriar ≤6 C, Añadir H ₂ SO ₄ a pH<2	7 d	28 d
Olor	G	500	g	Analizar lo antes posible; Enfriar ≤6 C	6 h	24 h (Manual de la EPA para agua potable)
Aceites y Grasas	G, boca ancha	1000	g	Añadir HCl o H ₂ SO ₄ a pH<2; Enfriar ≤6 C	28 d	28 d
Compuestos orgánicos Sustancias Activas al Azul de Metileno (saam)	P, G, FP	250	g, c	Enfriar ≤6 C	48 h	48 h (de conformidad con el CFR 136)
Pesticidas*	G(S), PTFE-línea	1000	g, c	Enfriar ≤6 C; añadir 1000 mg de ácido ascórbico si hay cloro residual presente (0,008% tiosulfato de sodio según lo establecido en el CFR 136)	7 d	7 d hasta extracción; 40 d después de extracción
Fenoles	P, G, PTFE-línea	500	g, c	Enfriar ≤6 C, Añadir H ₂ SO ₄ a pH<2	*	28 d hasta extracción 2 d después de extracción
Orgánicos: Purgables	G, PTFE-línea	2x40	g	Enfriar ≤6 C; añadir HCl a pH<2 y añadir 1000 mg de ácido ascórbico si hay cloro residual presente (0,008% tiosulfato de sodio según lo establecido en el CFR 136)	7 d	14 d
Bases/neutros y ácidos	G (S) ámbar	1000	g, c	Enfriar ≤6 C 0,008% tiosulfato de sodio según lo establecido en el CFR 136	7 d	7 d hasta extracción 40 d después de extracción

Determinación	Envase ⁽¹⁾	Tamaño Mín. Muestra (mL)	Tipo de Muestra ⁽²⁾	Preservación	Almacenamiento Máx. Recomendado ⁽³⁾	Almacenamiento Máx. Regulatorio ⁽³⁾
				si hay cloro presente.		
Oxígeno disuelto (OD)	G, botella DBO	300	g			
OD Método electrodo				Analizar inmediatamente	0.25 h	N.S.
OD método win- kler				La titulación puede retrasarse después de la acidificación	8 h	8 h
Ozono	G	1000	g	Analizar inmediatamente	0.25 h	N.S.
pH	P, G	50	g	Analizar inmediatamente	0.25 h	0.25 h
Fosfato	G(A)	100	g	Filtrar inmediatamente para fosfato disuelto; Enfriar ≤6 C	48 h	48 h
Fósforo Total	P, G, FP	100	g, c	Añadir H ₂ SO ₄ a pH<2; Enfriar ≤6 C	28 d	28 d
Salinidad	G, sellado con cera	240	g	Analizar inmediatamente o hacer sellado con cera	6 meses	N.S.
Sílice	F, P (PTFE) o cuarzo	200	g, c	Enfriar ≤6 C, no congelar	28 d	28 d
Gas producido en digestores de lodos,	G, botella de gas		g		N.S.	
Sólidos	P, G	200	g, c	Enfriar ≤6 C	7 d	2-7 d
Sulfato	P, G, FP	100	g, c	Enfriar ≤6 C	28 d	28 d
Sulfuro	P, G, FP	100	g, c	Refrigerar a ≤ 6 C; agregar 4 gotas de acetato de zinc 2N por cada 100 mL; añadir NaOH hasta alcanzar pH ≥ 9.	28 d	7 d
Temperatura	P, G, FP		g	Analizar inmediatamente	0.25 h	0.25 h
Turbiedad	P, G, FP	100	g, c	Analizar el mismo día; en oscuro hasta 24h; Enfriar ≤6 C	24 h	48 h



* Para determinaciones no listadas, utilizar recipientes de vidrio o plástico; preferiblemente refrigerar durante el almacenamiento y analizar lo antes posible

(1) P: plástico (polietileno o equivalente); G: vidrio; G(A) o P(A): enjuagado con HNO_3 1 + 1; G(B): vidrio borosilicato; G(S): vidrio, enjuagado con solventes orgánicos o sometido a horneado; FP: fluoropolímero [politetrafluoroetileno (PTFE, Teflón) u otro fluoropolímero].

(2) g: muestra puntual; c: muestra compuesta

(3) N.S.: no especificado en la referencia citada; stat: no se permite almacenamiento; analizar inmediatamente (dentro de los 15 minutos).