



**ECOQUIMSA**  
LABORATORIO ECOLÓGICO Y QUÍMICO



# Lodos

## Acuerdo Gubernativo 236-2006:

Reformas de las descargas y reuso de aguas residuales y la disposición de lodos

Guatemala

## **MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

Acuérdase aprobar el MANUAL GENERAL DEL REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICIÓN DE LODOS.

### **ACUERDO MINISTERIAL NÚMERO 105-2008**

Guatemala, 9 de enero de 2008

## **MINISTRO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

### **CONSIDERANDO:**

Que al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, le corresponde ejercer las funciones normativas en materia de ambiente y recursos naturales así como definir las normas ambientales en materia de recursos no renovables y formular la política para el manejo del recurso hídrico en lo que corresponda a contaminación, calidad y para renovación de dicho recurso;

### **CONSIDERANDO:**

Que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, quedó facultado en el artículo 73 del Acuerdo Gubernativo 236-2006, que contiene el Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, para elaborar y aprobar el Manual General, que deberá servir para interpretar los aspectos técnicos y legales que se encuentran regulados en dicha norma.

### **POR LO TANTO:**

En ejercicio de las funciones que le confieren los artículos 194 inciso a) y f) de la Constitución Política de la República de Guatemala; artículos 27 inciso m) y 29 inciso h) y i) del Decreto número 114-97, adicionado por el artículo 3 del Decreto número 90-2000, ambos del Congreso de la República, Ley del Organismo del Ejecutivo; el artículo 5 inciso e) del Acuerdo Gubernativo 186-2001, Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales; y el artículo 73 del Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos.

### **ACUERDA:**

**Artículo 1.** Aprobar el Manual General del Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, el cual debe ser utilizado por los entes generadores de aguas

residuales; las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público; las personas que produzcan aguas residuales para reuso; las personas que reusen parcial o totalmente aguas residuales; y las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos.

## **MANUAL GENERAL DEL REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICIÓN DE LODOS**

El presente Manual General se emite para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 73 del Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, que en adelante se denominará “El Reglamento”. Está dirigido a los entes identificados en el artículo 2 del Reglamento y será aplicado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para efectos de evaluación, control y seguimiento.

Los capítulos del Manual General son:

- I. Guía para la Preparación del Estudio Técnico.
- II. Toma de Muestras de Aguas Residuales, Aguas para Reuso y Lodos.
- III. Medición de Caudales de Aguas Residuales.
- IV. Cálculo de Cargas.
- V. Aplicación del Modelo de Reducción Progresiva de Cargas.
- VI. Deducción Especial de Valores en Parámetros.
- VII. Aplicaciones Específicas para Municipalidades o Empresas Encargadas del Tratamiento de Aguas Residuales del Alcantarillado Público y las Urbanizaciones Existentes No Conectadas al Alcantarillado Público.

### **CAPÍTULO I**

#### **GUÍA PARA LA PREPARACIÓN DEL ESTUDIO TÉCNICO**

El Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos que en adelante se denominará “El Reglamento”, fue publicado mediante Acuerdo Gubernativo 236–2006, y establece en el Capítulo III la obligatoriedad para que los entes generadores y las personas que descargan al alcantarillado público cumplan con la preparación del Estudio Técnico.

En la concepción general del Reglamento, el Estudio Técnico es un instrumento para la aplicación de sus disposiciones, que permitirá la evaluación control y seguimiento del desempeño ambiental del ente generador y la persona que descarga al alcantarillado público; de su adecuada formulación dependerá que los entes generadores y las personas que descargan al alcantarillado público logren alcanzar las metas de cumplimiento y los límites máximos permisibles establecidos

en el reglamento en las etapas correspondientes, y consecuentemente con ello, que paulatinamente se vaya consolidando un proceso de mejora cualitativa y cuantitativa del recurso hídrico.

El Estudio Técnico servirá para conocer las condiciones actuales en que se encuentra el ente generador y la persona que descarga al alcantarillado público y las medidas a tomar en las próximas etapas para el seguimiento y control; que cumplirá una función determinante para evitar que se ponga en riesgo la salud, la seguridad de las personas y el medio ambiente. Un componente importante del mismo es la caracterización de las aguas residuales y las aguas de reuso.

La caracterización de los lodos resultantes del tratamiento de las aguas residuales, formará también parte del Estudio Técnico, y servirá para la toma de decisiones de la disposición final de los mismos de acuerdo a lo estipulado por el Reglamento.

### **Objetivo general**

Proporcionar la guía básica de los pasos que deben seguirse para el desarrollo del Estudio Técnico.

### **Generalidades**

#### **¿Qué es el Estudio Técnico?**

El Estudio Técnico es el instrumento por medio del cual se deben ejercer acciones de evaluación, control y seguimiento en materia de aguas residuales, aguas para reuso y lodos, cotejando la situación existente del ente generador o la persona que descarga al alcantarillado público, con la condición ideal de los parámetros y valores establecidos en las etapas de reducción que contempla el Reglamento.

#### **¿Quiénes son los entes generadores?**

Son las personas individuales o jurídicas, públicas o privadas, responsables de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, y cuyo efluente final se descarga a un cuerpo receptor.

#### **¿Quiénes son las personas que descargan al alcantarillado público?**

Las personas individuales o jurídicas, públicas o privadas, que descargan aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público.

#### **¿Quiénes deben preparar el Estudio Técnico?**

Los entes generadores y las personas que descargan al alcantarillado público tendrán la obligación de preparar un estudio avalado por técnicos en la materia a efecto de caracterizar efluentes, descargas, aguas para reuso y lodos.

#### **¿Para qué le servirá el Estudio Técnico?**

El Estudio Técnico será de utilidad a los entes generadores y a las personas que descargan al alcantarillado público, así como a los que reusan aguas residuales, o

aquellos encargados del manejo y de la disposición de lodos, para el establecimiento de la línea base de donde deben partir para mejorar y cumplir con las metas que se establecen en el Reglamento.

Además, debe conducir a los entes generadores y personas que estén sujetos al Reglamento a que cuenten con un instrumento con visión de corto, mediano y largo plazo, que les permita orientar sus acciones de mejora continua y a establecer condiciones para medir el desempeño ambiental en la gestión de las aguas residuales, reuso de aguas y disposición de lodos.

### **Requisitos para elaboración del Estudio Técnico**

El Estudio Técnico debe cumplir con los requisitos establecidos en el Artículo 6 del Reglamento, los cuales se explican a continuación:

#### **1. Información general**

##### **a) Nombre, razón o denominación social de la persona individual o jurídica, pública o privada**

En este apartado la persona individual o jurídica, pública o privada, sujeta al Reglamento deberá colocar el nombre consignado en la Patente de Comercio o la Escritura Pública constitutiva de la misma.

En el caso de que el ente generador o la persona que descarga al alcantarillado público sea una empresa, para llenar este requerimiento deberá documentar en la sección de Anexos su calidad mediante copia simple de la Patente de Comercio o la Escritura Pública constitutiva del ente generador o la persona que descarga al alcantarillado público.

En el caso de las personas individuales o jurídicas privadas que descargan aguas residuales de tipo especial a un sistema de alcantarillado privado, de acuerdo al Artículo 66 del Reglamento, deberá documentar en la sección de Anexos su calidad mediante copia simple de la Patente de Comercio o Escritura Pública constitutiva de la persona individual o jurídica responsable de administrar dicho sistema.

##### **b) Persona contacto ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales**

El ente generador o la persona que descarga al alcantarillado público designará a la persona que cumplirá la función de enlace con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

El nombre de la persona designada debe aparecer en el informe del Estudio Técnico, la cual debe tener conocimiento técnico del mismo, y en caso de sustitución de la persona contacto, se indicará en dicho Estudio.

**c) Descripción de la naturaleza de la actividad de la persona individual o jurídica sujeta al presente Reglamento**

Para cumplir con este requisito se deberá copiar la actividad descrita en la Patente de Comercio o Escritura Pública constitutiva del ente generador o la persona que descarga al alcantarillado público.

En el caso de las municipalidades se debe indicar que es un ente público administrador de aguas residuales o que tiene concesionado dicho servicio.

**d) Horarios de descarga de aguas residuales**

Para cumplir con la información de este aspecto y facilitar el seguimiento y control, se debe indicar en cuál de las categorías del artículo 49 del Reglamento se desarrollan las actividades del ente generador o la persona que descarga al alcantarillado público.

Adicionalmente, se debe especificar si la descarga de aguas residuales es continua durante todo el ciclo productivo o intermitente. En caso de descarga intermitente, se deben indicar los ciclos, y estos deben guardar correspondencia con la actividad del ente generador o la persona que descarga al alcantarillado. Debe mencionarse la hora u horas, en que el ente generador o persona que descarga al alcantarillado público, vierte sus aguas residuales, destacando los horarios que registran la mayor intensidad de descarga de aguas residuales.

**e) Descripción del tratamiento de aguas residuales**

En el Estudio Técnico deberá indicarse si se cuenta o no con sistema de tratamiento de aguas residuales.

En caso afirmativo, se describirá el sistema de tratamiento en sus diferentes niveles: primario (físico químico), secundario (biológico) o terciario (avanzado). Para cada nivel, se describirán los procesos unitarios inmersos, así como la capacidad (caudal a tratar), y cualquier otra información pertinente tal como la eficiencia del sistema (por ejemplo: remoción de carga, concentración de metales, entre otros) basándose para el efecto, en lo que establece la memoria del diseño y cálculo del sistema que indique las condiciones en las que están tratando las aguas residuales.

Además, se describirá en materia de lodos lo siguiente:

- a. el proceso para el tratamiento, si es necesario,
- b. la disposición final de lodos, que no cause daño a la salud humana y al ambiente,
- c. el nombre los datos de la empresa que presta el servicio de extracción, manejo o disposición final de lodos en caso de que el ente generador no maneje ni disponga los mismos.

En caso negativo, se aportará la información correspondiente tanto en el Plan de Gestión de Aguas Residuales, Aguas para Reuso y Lodos como en el Plan de Tratamiento de Aguas Residuales.

**f) Caracterización del efluente de aguas residuales, incluyendo sólidos sedimentables**

Es el establecimiento de las características físicas, químicas y biológicas de las aguas, el cual debe realizarse mediante la toma de muestras, el análisis de laboratorio y el informe respectivo.

Para el efecto, los informes de análisis de laboratorio de aguas residuales que se realicen deberán incluirse en la sección de Anexos.

**g) Caracterización de las aguas residuales para reuso**

Esta caracterización debe realizarse en caso de que el ente generador o la persona que descarga al alcantarillado público desee reusar aguas residuales, de conformidad con lo estipulado en los artículos 34 y 35 de Reglamento.

Si se emplean aguas residuales procedentes de fuentes ajenas, se procederá a caracterizarlas para establecer si cumplen los límites máximos permisibles para el uso que el interesado desee. También se puede requerir la información de caracterización al ente que las genera, a fin de verificar si las aguas residuales de interés pueden ser reusadas sin riesgos y de conformidad con lo estipulado en el Capítulo VII del Reglamento.

Las aguas para recirculación interna de los procesos no requieren caracterización, de acuerdo al Artículo 37 del Reglamento.

**h) Caracterización de lodos a disponer**

Es el establecimiento de las características de los lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, el cual debe realizarse mediante la toma de muestras, el análisis de laboratorio y el informe respectivo.

La caracterización de dichos lodos debe servir de base para definir las formas de disposición final de los mismos, que autoriza el Reglamento en el artículo 41.

Corresponderá a las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos caracterizarlos para cumplir con lo que estipula el Reglamento en el artículo 42, y disponerlos según lo referido en los artículos 43, 44 y 45.

Para la comercialización de lodos se debe cumplir con lo estipulado en el artículo 46.

Se debe describir la forma de disposición final de los lodos e identificar el lugar de la misma.

Si el ente generador o la persona que descarga al alcantarillado público no dispone los lodos que genera, deberá indicar el nombre de la empresa que está haciendo el manejo.

#### **i) Caracterización del afluente**

Cuando los afluentes de los entes generadores de aguas residuales de tipo especial, registran valores mayores a los límites máximos permisibles de demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos, podrán optar al artículo 23 del Reglamento: Deducción Especial de Valores en Parámetros, a fin de establecer la carga proveniente de fuentes externas.

Otro aspecto importante por el cual se debe realizar la caracterización del afluente, es para fundamentar la exención de parámetros.

#### **j) Identificación del cuerpo receptor hacia el cual se descargan las aguas residuales, si aplica**

El ente generador dejará constancia en el Estudio Técnico hacia dónde descarga sus aguas residuales (embalse natural, lago, laguna, río, quebrada, manantial, humedal, estuario, estero, manglar, pantano, aguas costeras o aguas subterráneas), e incluirá las coordenadas correspondientes a su(s) punto(s) de descarga(s).

#### **k) Identificación del alcantarillado hacia el cual se descargan las aguas residuales**

La persona que descarga al alcantarillado público debe consignar la municipalidad a la cual efectúa la descarga de aguas residuales. Adicionalmente, debe indicar la dirección del inmueble.

#### **l) Enumeración de parámetros exentos de medición y su justificación respectiva**

En el Estudio Técnico se debe incluir un listado de los parámetros exentos de medición para aguas residuales, aguas para reuso y lodos, de acuerdo con el artículo 12 del Reglamento. La justificación de exención se debe basar en lo siguiente: a) características del proceso productivo; b) certificaciones, fichas técnicas o cédulas de materias primas e insumos que se emplean en el proceso productivo; c) caracterización de todos los parámetros en el efluente de aguas residuales; d) caracterización del afluente; o e) combinación de algunas de las anteriores.

En el caso de las municipalidades que sólo generen aguas residuales de tipo ordinario y que no adquieran compromisos para el tratamiento de aguas residuales de tipo especial, estarán exentas de medir los parámetros que no correspondan.



## **2. Documentos**

Como parte del Estudio Técnico, además de la información general antes mencionada, deben presentarse documentos que sirvan de soporte, de tal forma que la persona individual o jurídica, pública o privada, sujeta al cumplimiento del Reglamento incluirá los siguientes:

### **a) Planos de localización y ubicación, con coordenadas geográficas del ente generador o de la persona que descarga aguas residuales al alcantarillado público**

Estos planos se elaborarán de acuerdo con los requisitos que se exigen en las municipalidades y como mínimo deben contar con lo siguiente:

#### **Plano de localización:**

- Identificar en el plano el nombre de la finca matriz o conjunto habitacional del que se trate.
- Plano o esquema de la finca matriz, para entes generadores o personas que descargan al alcantarillado público, y plano o esquema general del conjunto habitacional (para cabeceras municipales, aldeas, caseríos y urbanizaciones); situándolo con sus correspondientes colindancias al norte, sur, este y oeste.
- Distancias generales a elementos que puedan ser empleados como referencia para facilitar la localización como: puentes, carreteras, antenas, pozos, edificaciones, ingresos a urbanizaciones, esquineros, etc.
- Orientación del plano de acuerdo con los ejes Norte – Sur.
- Información catastral: nombre de la finca matriz, números de finca, folio y libro; y, departamento en el cual se encuentra inscrita la finca.
- Área registrada, en unidades del Sistema Métrico Internacional: metros cuadrados o hectáreas.
- Escala gráfica y escala numérica.
- Nombre, firma, sello y timbre de profesional colegiado activo, autorizado para elaborar planos.

#### **Plano de ubicación:**

- Identificar en el plano el nombre de la finca matriz o conjunto habitacional del que se trate.

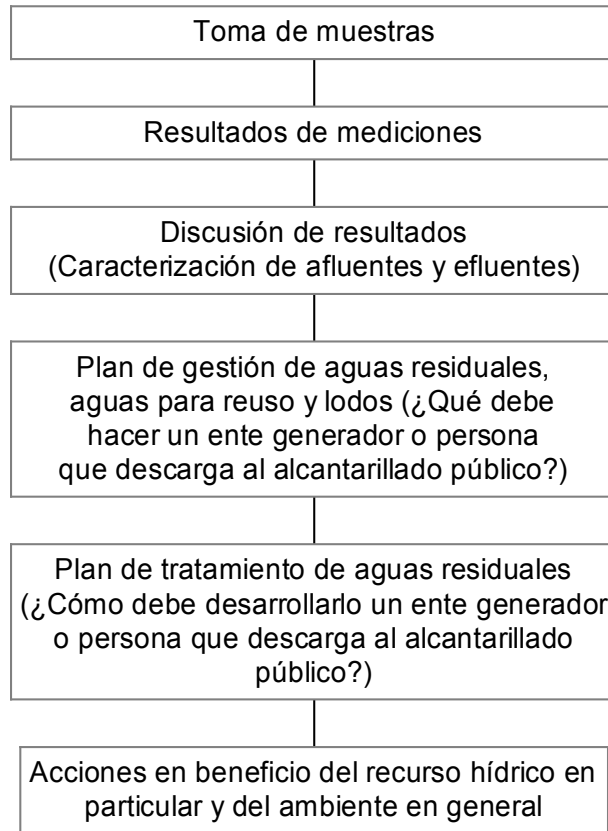
- Plano o esquema del ente generador o persona que descarga al alcantarillado público con la identificación de los elementos más importantes del conjunto como: área de producción, área de almacenamiento, área de carga y descarga, área administrativa y otros. En el caso de los conjuntos habitacionales se identificarán los sectores de acuerdo con los principales usos del suelo: residencial, servicios, recreación, comercio en general, edificaciones o actividades industriales, etc.
- Coordenadas geográficas para efectos de localización específica.
- Cotas generales para dimensionar áreas o sectores.
- Orientación del plano de acuerdo con los ejes Norte – Sur.
- Información catastral: nombre de la finca matriz, No. de finca, No. de folio, No. de libro, y departamento en el cual se encuentra inscrita la finca.
- Área registrada, en unidades del Sistema Métrico Internacional: metros cuadrados o hectáreas.
- Escala gráfica y escala numérica.
- Nombre, firma, sello y timbre de profesional colegiado activo, autorizado para elaborar planos.

**b) Planos de ubicación y localización, con coordenadas geográficas, del o los dispositivos de descarga, para la toma de muestras, tanto del afluente como del efluente. En el caso del afluente cuando aplique**

El ente generador o persona que descarga al alcantarillado público adjuntará al expediente del Estudio Técnico los planos de localización y ubicación del o los dispositivos de toma de muestras, tanto del efluente como del afluente, cuando aplique. Para la preparación de estos planos se seguirán los lineamientos básicos indicados en el inciso anterior.

### Esquema inductivo para definir la estructura de un Estudio Técnico

Para organizar el trabajo a realizar por parte de los entes generadores y las personas que descargan al alcantarillado público, se propone el siguiente esquema de desarrollo que se inicia en acciones específicas para llegar a resultados generales, es decir, en un esquema de inducción.



**c) Plan de gestión de aguas residuales, aguas para reuso y lodos. Las municipalidades o empresas encargadas de prestar el servicio de tratamiento de aguas residuales, a personas que descargan sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, incluirán la siguiente información: el catastro de dichos usuarios y el monitoreo de descargas**

El Plan de Gestión de Aguas Residuales, Aguas para Reuso y Lodos se define como el compendio de acciones que se proponen para que el ente generador o persona que descarga al alcantarillado público, cuente con la base técnica-científica indispensable que le permita inducir su desempeño ambiental y pueda definir las medidas preventivas y correctivas necesarias para cumplir con los límites máximos permisibles y las metas que el Reglamento estipula en la descarga y reuso de aguas residuales y en la disposición de lodos en el corto, mediano y largo plazo.

La estructura del Plan de Gestión de Aguas Residuales, Aguas para Reuso y Lodos debe ser la siguiente:

- a. Parámetros críticos de cuyo manejo depende el cumplimiento del Reglamento (para efluente y afluente, cuando aplique).
- b. Descripción de las medidas que, dentro de los principios de Producción Más Limpia, el ente generador o la persona que descarga al alcantarillado público puede poner en marcha con la finalidad de mejorar o modificar la condición de los parámetros que se compruebe que producen impactos directos e indirectos de la actividad que genera aguas residuales, aguas para reuso y lodos.
- c. Programa específico que mostrará la forma gradual en la que se sustituirá o mejorará la condición de accesorios y equipos que constituyen parte importante del proceso productivo o actividad principal del ente generador o persona que descarga al alcantarillado público, y que guardan estrecha relación con la descarga o reuso de aguas residuales y con la disposición de lodos.
- d. Descripción y explicación de la forma en la que se manejarán los diferentes tipos de agua (especial, ordinario, pluvial) que están relacionados con la actividad del ente generador o persona que descarga al alcantarillado público, a partir de la diferenciación de sus calidades (especial y ordinario), sus destinos y las recomendaciones para el tipo de tratamiento.
- e. Descripción del manejo del flujo de agua interno, basado en el balance del sistema y en concordancia con las etapas que se propongan para alcanzar las metas de cumplimiento (carga y concentraciones).
- f. Identificación de la opción de cumplimiento del ente generador o persona que descarga al alcantarillado público y descripción de los aspectos relacionados con la misma. Cada una de las opciones de cumplimiento se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Opciones de cumplimiento**

Número	Condición	Principales artículos del Reglamento vinculados con límites máximos permisibles	Temas relacionados con límites máximos permisibles
1	Entes generadores existentes que descargan a un cuerpo receptor; por ejemplo, municipalidades, urbanizaciones, servicios, industrias, empresas agrícolas, empresas pecuarias, hospitales.	4, 17, 18, 19 y 20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo de reducción progresiva de cargas de demanda bioquímica de oxígeno (DBO)</li> <li>• Demanda química de oxígeno</li> <li>• Metas de cumplimiento</li> <li>• Límites máximos permisibles de los demás parámetros</li> </ul>
2	Entes generadores nuevos que descargan a un cuerpo receptor; por ejemplo, municipalidades, urbanizaciones, servicios, industrias, empresas agrícolas, empresas pecuarias, hospitales.	4 y 21	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga inicial de 3000 kg/día de DBO y parámetro de calidad asociado menor o igual a 200 mg/l de DBO</li> <li>• Carga mayor a 3000 kg/día de DBO, cuando el parámetro de calidad asociado sea igual o menor a 100 mg/l de DBO</li> <li>• Límites máximos permisibles de los demás parámetros</li> </ul>
3	Entes generadores existentes que descargan a un estero; por ejemplo, municipalidades, hidrobiológicos.	4, 20 e inciso a) del artículo 22	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda bioquímica de oxígeno</li> <li>• Límites máximos permisibles de los demás parámetros</li> <li>• NOTA: el inciso c) del artículo 22 es aplicable únicamente para descargas de aguas residuales de tipo especial</li> </ul>
4	Entes generadores nuevos que descargan a un estero; por ejemplo, municipalidades, hidrobiológicos.	4 e inciso b) del artículo 22	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Última etapa del artículo 22 literal a) y del artículo 20, para la demanda bioquímica de oxígeno los límites máximos permisibles de los demás parámetros</li> <li>• NOTA: el inciso c) del artículo 22 es aplicable únicamente para descargas de aguas residuales de tipo especial</li> </ul>
5	Entes generadores que descargan aguas residuales municipales a cuerpos receptores y urbanizaciones no conectadas al alcantarillado público	4 e inciso b) del artículo 24	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Límites máximos permisibles y etapas, de acuerdo al inciso b) del artículo 24</li> </ul>
6	Personas existentes que descargan aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público	4, 26, 27, 28, 29, 31 y 32	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo de reducción progresiva de cargas de demanda bioquímica de oxígeno</li> <li>• Parámetro de calidad asociado de demanda bioquímica de oxígeno</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Límites máximos permisibles de los demás parámetros</li> <li>• Determinación de demanda química de oxígeno</li> <li>• Establecimiento de sistemas de tratamiento propios</li> <li>• Pago a la municipalidad o a las empresas encargadas del tratamiento de aguas residuales del alcantarillado público, una tasa correspondiente al servicio que preste</li> <li>• Se exceptúan de la opción de cumplimiento contenida en el inciso b) del artículo 31, las personas que descarguen aguas residuales con metales pesados cuyos límites máximos permisibles excedan de los valores establecidos en los artículos 28 y 30</li> <li>• Exención de pago por servicios de tratamiento si la persona que descarga aguas residuales al alcantarillado público, cumple con los límites máximos permisibles de la literal b) del artículo 24</li> </ul>
7	Personas nuevas que descargan aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público	4, 30, 31 y 32	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Límites máximos permisibles de los parámetros</li> <li>• Establecimiento de sistemas de tratamiento propios</li> <li>• Pago a la municipalidad o a las empresas encargadas del tratamiento de aguas residuales del alcantarillado público, una tasa correspondiente al servicio que preste</li> <li>• Se exceptúan de la opción de cumplimiento contenida en el inciso b) del artículo 31, las personas que descarguen aguas residuales con metales pesados cuyos límites máximos permisibles excedan de los valores establecidos en los artículos 28 y 30</li> <li>• Exención de pago por servicios de tratamiento si la persona que descarga aguas residuales al alcantarillado público, cumple con los límites máximos permisibles de la literal b) del artículo 24</li> </ul>

8	Personas que descargan aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público	28, 30, inciso b del artículo 31 y 32	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las personas individuales o jurídicas, públicas o privadas que se encuentren autorizadas por la municipalidad para descargar aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, cumplirán los límites máximos permisibles pagando a la municipalidad o a las empresas encargadas del tratamiento de aguas residuales del alcantarillado público, una tasa correspondiente al servicio que se preste, siempre y cuando dichas municipalidades cuenten con sistema de tratamiento para aguas residuales en operación</li> <li>• Se exceptúan de la opción de cumplimiento contenida en el inciso b) del artículo 31, las personas que descarguen aguas residuales con metales pesados cuyos límites máximos permisibles excedan de los valores establecidos en los artículos 28 y 30</li> <li>• Exención de pago por servicios de tratamiento si la persona que descarga aguas residuales al alcantarillado público, cumple con los límites máximos permisibles de la literal b) del artículo 24</li> </ul>
9	Entes generadores de aguas residuales de tipo especial que registren en sus afluentes valores mayores a los límites máximos permisibles de los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos, se aplicará el concepto de deducción especial	4, 17, 18, 19, 20, 21 y 23	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dicha deducción especial consiste en restar el valor de cada parámetro del efluente del valor registrado en el afluente. El resultado que se obtenga se utilizará como base para establecer si el ente generador cumple con los límites máximos permisibles del presente Reglamento.</li> <li>• Además, aplicará lo establecido en los artículos 17, 18, 19 y 20 para entes generadores existentes, y el artículo 21 para los entes generadores nuevos</li> </ul>
10	Entes generadores existentes que descargan aguas residuales hacia cuencas de lagos, lagunas o embalses naturales, deben cumplir con 5 mg/l de fósforo total al finalizar la cuarta etapa	20, 24 y 62	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Límites máximos permisibles de fósforo</li> </ul>

11	Entes generadores nuevos que descargan aguas residuales hacia cuencas de lagos, lagunas o embalses naturales, deben cumplir con 5 mg/l de fósforo total al inicio de sus operaciones	21 y 62	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Límites máximos permisibles de fósforo</li> </ul>
12	Personas individuales o jurídicas privadas que descargan a sistemas de tratamiento privados	66	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El cumplimiento de parámetros corresponderá a la persona individual o jurídica responsable de administrar la planta de tratamiento de aguas residuales privada.</li> <li>• La opción de cumplimiento de los límites máximos permisibles dependerá si descarga a un cuerpo receptor o un alcantarillado público, para lo cual deberá revisar alguna de las opciones antes presentadas</li> <li>• El único punto de referencia para el control de la descarga es el efluente de la planta de tratamiento privada</li> </ul>



- g. Identificación de la etapa inicial de cumplimiento en la que se ubica el ente generador o persona que descarga al alcantarillado público, según la aplicación del Modelo de Reducción Progresiva de Cargas de demanda bioquímica de oxígeno, y, de conformidad con los porcentajes de reducción, identificar las etapas subsiguientes que le correspondan.
- h. Identificación de la etapa de cumplimiento en la que se ubica el ente generador o persona que descarga al alcantarillado público, en función de los resultados obtenidos en la caracterización de los parámetros que corresponda.
- i. Determinar si el ente generador o persona que descarga al alcantarillado público, mantiene la condición de ser un ente generador de aguas residuales especiales o una persona que descarga aguas residuales especiales al alcantarillado público, o bien si a través de su desempeño ambiental dejará de serlo, lo cual debe hacer constar en el expediente del Estudio Técnico. Por ejemplo, una empresa que mejora sus procesos a través de la recirculación de las aguas y ya no descarga aguas residuales a cuerpos receptores o al alcantarillado público.
- j. Descripción del procedimiento de extracción, transporte y disposición final de lodos.

Para el caso de las municipalidades la estructura del Plan de Gestión de Aguas Residuales, Aguas para Reuso y Lodos debe ser la siguiente:

- a. Descripción de las medidas que se adoptarán para la preparación y afinamiento del catastro y monitoreo de entes generadores y personas que descargan al alcantarillado público, así como de la red de alcantarillado público.
- b. Referencia de los parámetros críticos de cuyo manejo depende el cumplimiento del Reglamento.
- c. Estimación del balance de aguas residuales, consistente en la determinación de las entradas y salidas de las mismas, para establecer el punto de partida de la gestión que debe realizar la municipalidad correspondiente.
- d. Descripción y explicación de la forma en la que se manejarán los diferentes tipos de agua (especial, ordinario, pluvial).
- e. Identificación de la opción de cumplimiento de la municipalidad y descripción de los aspectos relacionados con la misma. Cada una de las opciones de cumplimiento se presentan en el Cuadro A.
- f. En caso de que la municipalidad seleccione el inciso a) del artículo 24 del Reglamento, le corresponderá cumplir con el modelo de reducción progresiva de cargas, sus etapas, porcentajes de remoción y metas

correspondientes; la determinación de la demanda química de oxígeno; las metas de cumplimiento contenidas en el artículo 19 consistentes en 3000 kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno, 200 miligramos por litro en el parámetro de calidad asociado. Adicionalmente, se libera la carga si cumple con alcanzar un valor de 100 miligramos por litro en el parámetro de calidad asociado de la demanda bioquímica de oxígeno. Finalmente, cumplir con los límites máximos permisibles de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores contenidos en el artículo 20.

En caso de que la municipalidad seleccione el inciso b) del artículo 24, le corresponderá cumplir con los límites máximos permisibles de descargas a cuerpos receptores para aguas residuales municipales y de urbanizaciones no conectadas al alcantarillado público y plazos establecidos y contenidos en este inciso.

- g. Descripción del manejo del o los efluentes en función del aprovechamiento que en forma de reuso se le dé a las aguas residuales ordinarias y especiales debidamente tratadas, exceptuando metales pesados que excedan los límites máximos permisibles estipulados en el Reglamento.
- h. Descripción del procedimiento de extracción, transporte y disposición final de lodos.

#### **d) Plan de tratamiento de aguas residuales, si se descargan a un cuerpo receptor o alcantarillado**

##### **d.1) Plan de Tratamiento de Aguas Residuales para ente generador existente o persona existente que descarga al alcantarillado público**

Se define como el compendio de acciones propuestas para cumplir con los límites máximos permisibles y las metas del Reglamento, ya sea porque: a) cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales que opera eficientemente, b) tiene un sistema de tratamiento de aguas residuales que no opera eficientemente o c) carece de sistema de tratamiento de aguas residuales y debe desarrollar una propuesta técnico-conceptual. Este plan de tratamiento complementa las acciones realizadas a partir del Plan de Gestión de Aguas Residuales, Aguas para Reuso y Lodos.

Si el ente generador o persona que descarga al alcantarillado público, cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales que opera eficientemente, la estructura del Plan de Tratamiento de Aguas Residuales debe ser la siguiente:

- a. Descripción general del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- b. Demostración de los niveles de eficiencia de remoción, mediante la comparación de valores de los parámetros de aguas residuales de entrada al sistema y del efluente final.

- c. Mención de los insumos que se están utilizando para que el sistema de tratamiento opere eficientemente.
- d. Breve descripción del procedimiento de administración, operación y mantenimiento del sistema.
- e. Anexos:
  - Flujograma del sistema de tratamiento de aguas residuales, como por ejemplo: caja de rejas, trampas de grasa, tanque de aeración, sedimentación y otros.
  - Memoria de diseño y cálculo de dicho sistema.

Si el ente generador o persona que descarga al alcantarillado público, tiene un sistema de tratamiento de aguas residuales que no opera eficientemente, la estructura del Plan de Tratamiento de Aguas Residuales respectivo debe ser la siguiente:

- a. Descripción general del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- b. Identificación de los aspectos del sistema operativo que requieren modificación para lograr cuando menos, y en función de las etapas de cumplimiento, los límites máximos permisibles requeridos por el Reglamento.
- c. Mención de los insumos que se requieren para que el sistema de tratamiento opere eficientemente.
- d. Breve descripción del procedimiento de administración, operación y mantenimiento del sistema.
- e. Anexos:
  - Flujograma del sistema de tratamiento de aguas residuales, como por ejemplo: caja de rejas, trampas de grasa, tanque de aeración, sedimentación y otros.
  - Memoria de diseño y cálculo de modificaciones a realizar.
  - Programa de ejecución de obra.

Si el ente generador o persona que descarga al alcantarillado público, carece de sistema de tratamiento de aguas residuales y debe desarrollar una propuesta técnico-conceptual, la estructura del Plan de Tratamiento de Aguas Residuales correspondiente debe ser la siguiente:

- a. Descripción general del sistema de tratamiento de aguas residuales que se propone.
- b. Proyección de los niveles de eficiencia de remoción esperados.

- c. Mención de los insumos que se requieren para que el sistema de tratamiento opere eficientemente.
- d. Breve descripción del procedimiento de administración, operación y mantenimiento del sistema.
- e. Anexos:
  - Flujograma del sistema de tratamiento de aguas residuales, como por ejemplo: caja de rejas, trampas de grasa, tanque de aeración, sedimentación y otros.
  - Memoria de diseño y cálculo de dicho sistema.
  - Programa de ejecución de obra.

**d.2) Plan de Tratamiento de Aguas Residuales para ente generador nuevo o persona nueva que descarga al alcantarillado público**

Se define como el compendio de acciones para que los sistemas que se propongan permitan cumplir con los límites máximos permisibles y las metas del Reglamento de acuerdo con los aspectos estipulados en los artículos siguientes:

- a. Ente generador nuevo que descarga a cuerpo receptor: artículo 21: Límites Máximos Permisibles para Entes Generadores Nuevos.
- b. Ente generador nuevo que descarga a estero: artículos 21: Límites Máximos Permisibles para Entes Generadores Nuevos y 22: Límites Máximos Permisibles para Descarga de Aguas Residuales en Esteros, literal b).
- c. Ente generador nuevo que descarga a cuenca de lago, laguna o embalse natural: artículos 21: Límites Máximos Permisibles para Entes Generadores Nuevos y 62: Límite Máximo Permisible de Fósforo.
- d. Persona nueva que descarga al alcantarillado público: artículo 30: Límites Máximos Permisibles para Personas Nuevas que Descarguen Aguas Residuales de Tipo Especial al Alcantarillado Público.

La estructura del Plan de Tratamiento de Aguas Residuales para ente generador nuevo o persona nueva que descarga al alcantarillado público, debe ser la siguiente:

- a. Breve descripción del sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.
- b. Proyección de los niveles de eficiencia de remoción esperados.
- c. Resumen del manual básico para la administración, operación y mantenimiento del sistema.

d. Anexos:

- Flujograma del sistema de tratamiento de aguas residuales, como por ejemplo: caja de rejillas, trampas de grasa, tanque de aeración, sedimentación y otros.
- Memoria de diseño y cálculo de dicho sistema.

**e) Informes de resultados de las caracterizaciones realizadas**

Los informes de resultados se deberán adjuntar al Estudio Técnico en la sección de Anexos, debido a que los mismos son documentos que contienen información valiosa relativa a las aguas residuales, aguas para reuso y lodos.

**f) Discusión de resultados**

Con base en los informes de resultados de caracterización de aguas residuales, aguas para reuso y lodos, el Estudio Técnico debe abordar con prioridad la discusión de resultados, en la cual se analicen todos los parámetros relacionados con el proceso productivo o actividad del ente generador o persona que descarga al alcantarillado público. Su finalidad es explicar la incidencia de factores que provocan alteraciones en los valores de los parámetros y como consecuencia de ello, si no hay intervención, el ente generador o persona que descarga al alcantarillado público, no podrá alcanzar los límites máximos permisibles en las etapas de cumplimiento correspondientes.

Para el efecto, se deberá realizar una comparación entre los límites máximos permisibles y los resultados consignados en los informes indicados a fin de determinar la etapa o etapas de cumplimiento en la que se encuentra el ente generador o persona que descarga al alcantarillado público.

La discusión de resultados debe superar la apreciación meramente cualitativa a efecto de que, con bases técnicas, tecnológicas y científicas, se identifiquen los problemas y se preparen propuestas que garanticen el adecuado desempeño ambiental en la gestión de las aguas residuales, aguas para reuso y disposición de lodos, de un ente generador o persona que descarga al alcantarillado público.

Sus conclusiones deben convertirse en aportes directos para elaborar el Plan de Gestión de Aguas Residuales, Aguas para Reuso y Lodos y, también, en bases a considerar para el diseño conceptual de un sistema de tratamiento nuevo o bien, para incorporar las modificaciones que necesita un sistema de tratamiento existente cuya operación se haya identificado como ineficiente.

**g) Declaraciones**

Las declaraciones que se presentan a continuación son instrumentos complementarios y se recomienda adjuntarlos al Estudio Técnico.

**g.1) Declaración Técnica de Generación de Aguas Residuales de Tipo Ordinario, cuando aplique**

Con esta declaración el ente generador o persona que descarga al alcantarillado público dejará constancia de la generación exclusiva de aguas residuales de tipo ordinario, y por lo tanto no deberá realizar tomas de muestra para caracterizar aguas residuales de tipo especial, siempre y cuando no se cuente con disposición de drenajes combinados.

**g.2) Declaración de Excepción de la Preparación del Estudio Técnico, cuando aplique**

Con esta declaración el ente generador o persona que descarga al alcantarillado público dejará constancia de la generación exclusiva de aguas residuales de tipo ordinario, y por lo tanto no deberá elaborar el Estudio Técnico.

**h) Anexos del Estudio Técnico**

**h.1) Informes de resultados de análisis de laboratorio de aguas residuales, aguas para reuso y lodos**

Todos los informes que se generen de conformidad con lo estipulado por el Reglamento (mínimo dos tomas de muestra anuales o por ciclo productivo y de las caracterizaciones) deben formar parte del Estudio Técnico. Dichos informes deberán ser firmados por profesional colegiado activo especializado en la materia, con su sello respectivo.

En el caso del informe de resultados de análisis de laboratorio de aguas residuales, el mismo deberá incluir lo siguiente:

- a. Datos del laboratorio: nombre, dirección, número telefónico, correo electrónico.
- b. Datos generales del ente generador o persona que descarga al alcantarillado público: nombre, dirección, persona contacto ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- c. Datos de la muestra: referencia del lugar donde se tomó la muestra, tipo de muestra, localización en coordenadas geográficas, fecha de muestreo, horario de muestreo, responsable del muestreo, temperatura.
- d. Aspectos al recibir la muestra en el laboratorio: hora de recepción de la muestra, fecha del informe.
- e. Resultados del laboratorio: se deben presentar en el orden estipulado en los artículos 16 y 25 del Reglamento en el siguiente formato:

Parámetro	Dimensional	Límite de detección	Resultado	Metodología

- f. Medición de caudal: resultados, metodología y dispositivos empleados.

## **h.2) Planos de localización y ubicación del ente generador o de la persona que descarga al alcantarillado público**

En estos planos se incluirá la información correspondiente a la planimetría de la finca matriz, con el detalle de lo descrito en esta misma Guía. Deben ir firmados, timbrados y sellados por profesional colegiado activo autorizado para elaboración de planos.

## **h.3) Planos de ubicación y localización del o los dispositivos para la toma de muestras**

En estos planos se incluirá la información correspondiente a la planimetría del o los dispositivos para la toma de muestras, tanto del afluente como del efluente, con el detalle de lo descrito en la misma Guía. En el afluente, cuando aplique la deducción especial de valores en parámetros. Deben ir firmados, timbrados y sellados por profesional colegiado activo autorizado para elaboración de planos.

## **h.4) Plano o esquema general del sistema de tratamiento de aguas residuales, cuando aplique**

Este plano presentará una visión general de la ubicación del sistema respecto del conjunto en general.

## **h.5) Listado de insumos y materias primas principales empleados en el proceso productivo, cuando aplique**

Este listado debe servir de base para analizar los distintos compuestos que pueden reflejarse en los resultados de los análisis de las aguas residuales, aguas para reuso y lodos.

## **h.6) Patente de Comercio o Escritura Pública constitutiva**

Para identificar el nombre, razón o denominación social del ente generador, de la persona que descarga al alcantarillado público o de la persona individual o jurídica responsable de administrar el sistema de tratamiento de aguas residuales, se deberá agregar en la presente sección copia simple de la Patente de Comercio o Escritura Pública constitutiva.

## **CAPÍTULO II**

### **TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES, AGUAS PARA REUSO Y LODOS**

La toma de muestras persigue lo siguiente:

- a. Obtener una porción representativa de aguas residuales, aguas para reuso y lodos, cuyo volumen pueda ser transportado y manejado en el laboratorio.
- b. Proporcionar información relevante para la caracterización de aguas residuales, aguas para reuso y lodos, que se incluirán en el Estudio Técnico.
- c. Servir de base para que los resultados que se obtengan del análisis correspondiente en el laboratorio, permitan evaluar el desempeño ambiental de los sujetos del Reglamento.
- d. Cumplir con lo dispuesto en el Reglamento en relación con la toma de muestras.

Los sujetos del Reglamento pueden contratar los servicios de laboratorios estatales, universitarios o privados legalmente constituidos, para que sean responsables de la toma de muestras, transporte, análisis y elaboración de informes de resultados. La toma de muestras puede hacerla cualquier persona siempre y cuando cumplan con lo estipulado en el presente Manual General.

Asimismo, estos laboratorios pueden asesorar en temas como preparación del equipo de muestreo e instrumentos de campo, preparación y manejo de envases, preservación de muestras, recomendaciones para etiquetado y seguimiento, traslado a laboratorio, manejo de registros, control de calidad, cadena de custodia, entre otros.

Los entes generadores y las personas que descargan al alcantarillado público deben presentar, a los laboratorios contratados, el listado de los parámetros a determinar en las muestras recolectadas. Dicho listado de conformidad con lo estipulado en los artículos 16 y 25 del Reglamento.

La solicitud de los parámetros a determinar estará basada en las características del proceso productivo y de los insumos básicos empleados en el mismo.

Debido a que pueden alterar los resultados de una muestra, los principales factores a considerar son los siguientes:

- a. La manipulación de la muestra.
- b. La presencia de materia en suspensión o de turbiedad.
- c. La presencia de turbulencia.
- d. El método elegido para la recolección.
- e. La pendiente existente en el lugar seleccionado para la toma de muestras.
- f. Los cambios físicos y químicos producidos por la conservación de la muestra.



- g. Los cambios físicos y químicos producidos por la exposición de la muestra a la aireación.

Los entes generadores y las personas que descargan al alcantarillado público indicarán a la entidad responsable de la toma de muestras la localización del o los dispositivos para toma de muestras y medición de caudal, así como brindar las facilidades para la operación del equipo automático, cuando aplique.

A los responsables de la toma de muestras se les debe exigir la observancia de lo establecido en el artículo 49 del Reglamento (De la frecuencia de toma de muestras).

El profesional colegiado activo especializado en la materia que firma el informe de los análisis de laboratorio, es responsable de la validez de los resultados.

Al tomar una muestra se debe utilizar la indumentaria, equipo y accesorios adecuados, para garantizar la protección de las muestras y del personal encargado de tomarlas.

Los sujetos del Reglamento deben exigir el uso de medios para estabilizar, conservar y transportar adecuadamente las muestras. Adicionalmente, deben solicitar al laboratorio el resguardo del remanente de las muestras hasta por un mes calendario.

### **Tipos de muestras**

De conformidad con lo estipulado en el Reglamento en el artículo 49 y para efectos de control, se emplean dos tipos de muestra, según el siguiente detalle.

**Muestras simples:** Estas muestras generalmente se toman a mano, y el volumen de la muestra depende de los análisis que deben realizarse. El volumen mínimo de la muestra se consigna en el cuadro B.

En sustitución de complejas actividades de muestreo, una muestra simple proporciona un método sencillo y exacto para establecer las características de las aguas residuales.

La toma de muestras simples también puede realizarse con equipos automáticos, que pueden programarse según el período de muestreo que se defina, de acuerdo con lo que indica el Reglamento en el artículo 49.

Las muestras simples son el método de muestreo recomendado, cuando se presentan las siguientes condiciones:

- a. El efluente presenta descargas discontinuas de corta duración.
- b. El líquido es homogenizado.
- c. El efluente provenga de un sistema de tratamiento cuyo período de retención supere la duración de horas por día de operación de la actividad que genera la descarga de aguas residuales.

- d. Se muestrea una descarga donde se puede establecer una relación entre muestras simples y compuestas tomadas anteriormente.
- e. El efluente está siendo examinado para determinar la presencia de un compuesto que afecte significativamente la calidad de las aguas residuales. La validez del resultado dependerá de que la muestra esté bien mezclada y sea representativa de la descarga.
- f. Las condiciones de las aguas son relativamente constantes, es decir, homogéneas y bien mezcladas durante el período de descarga.
- g. Cuando es necesario verificar condiciones extremas en la temperatura y potencial de hidrógeno (extremos de acidez o alcalinidad).
- h. Cuando algún parámetro específico es afectado de manera inmediata por interacciones biológicas como coliformes fecales; o fisicoquímicas como grasas y aceites.

**Muestras compuestas:** Se forman por dos o más muestras simples recogidas en el mismo lugar en distintos momentos, mediante los siguiente métodos:

- a. Muestreo integrado en el tiempo: muestras simples de volumen constante tomadas en intervalos iguales de tiempo.
- b. Muestreo proporcional al flujo con tiempo constante: muestras simples de volumen variable con relación al flujo, en períodos de tiempo semejantes, es decir, a mayor flujo mayor volumen de aguas residuales y a menor flujo menor volumen.
- c. Muestreo proporcional al flujo con volumen constante: muestras simples de volumen constante recogidas después de que una cantidad fija de aguas residuales ha sido descargada, en intervalos de tiempo variables de acuerdo al flujo. Por ejemplo, 200 mililitros de muestra tomados por cada 1000 litros de aguas residuales.

Las muestras compuestas se usan para determinar concentraciones de un parámetro durante el período de tiempo en el que se realiza el muestreo. Los resultados obtenidos constituyen una aproximación de las características de las aguas residuales en el período de tiempo respectivo; dichos resultados son útiles para calcular cargas o eficiencias de sistemas de tratamiento de aguas residuales, y, debido a que evitan el análisis separado de un gran número de muestras simples, representan un ahorro importante de trabajo en el laboratorio y optimización de recursos del ente generador o la persona que descarga al alcantarillado público.

La toma de muestras compuestas debe realizarse de conformidad con lo establecido en el artículo 49 del Reglamento; no obstante, en el caso de operaciones variables o irregulares que generen aguas residuales y con el propósito de evaluar los efectos de las descargas correspondientes, es recomendable tomar muestras compuestas representativas de los períodos de tiempo en los que se realizan dichas operaciones.

### **Parámetros a medir en el campo**

Los parámetros a determinar en el lugar (*in situ*) son: temperatura, potencial de hidrógeno y materia flotante. Estos parámetros deben ser determinados inmediatamente después de la captación de la muestra.

La medición de potencial de hidrógeno y temperatura se efectuará utilizando equipo debidamente calibrado. Los resultados obtenidos deberán agregarse a los informes finales.

### **Recipientes indicados para toma de muestras de parámetros específicos**

Para la toma de muestras de grasas y aceites deberá utilizarse envases de vidrio a fin de evitar las adherencias a las paredes internas del recipiente.

En el caso de coliformes fecales se deberán tomar muestras simples en recipientes estériles, debido a que estos organismos son altamente susceptibles a cambios físicos o químicos. Es indispensable el uso de guantes para evitar el contacto directo con las aguas residuales.

### **Representatividad de las muestras**

Es muy importante tener presente, que el muestreo a efectuar está dirigido a la determinación de características, físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales, que permitirán conocer los niveles de concentración; además debe tenerse presente la importancia de medir el caudal, simultáneamente con la toma de muestras, para que la asociación entre caudal y concentración, arroje un valor representativo de la carga.

### **Resultados de la toma de muestras**

La adecuada toma de muestras permitirá al ente generador o a la persona que descarga al alcantarillado público lo siguiente:

- a. Tener la certeza de que los resultados que se obtengan reflejarán fielmente la calidad y cantidad presentes en el afluente, en el efluente de aguas residuales, en el efluente de aguas para reuso y en los lodos.
- b. Conocer la calidad del efluente descargado en el cuerpo receptor o en el alcantarillado público, con el fin de contar con elementos para evaluar el desempeño ambiental en materia de aguas residuales, aguas para reuso y disposición de lodos.
- c. Identificar parámetros exentos de medición.
- d. Establecer casos para la deducción especial de valores en los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos.

### **Dispositivos para toma de muestras**

Es indispensable que el ente generador o la persona que descarga al alcantarillado público, cumpla con lo estipulado en el artículo 52 del Reglamento; es decir, construir el dispositivo para toma de muestras y medición de caudales.

Dichos dispositivos deberán estar ubicados:

- a. Después del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- b. Previo a la descarga de las mismas al cuerpo receptor.
- c. En el lugar donde el efluente cumpla con los límites máximos permisibles, de acuerdo con la etapa de cumplimiento correspondiente y del cuerpo receptor de que se trate.
- d. Previo al lugar en donde la municipalidad establezca la descarga al alcantarillado público.

Se recomienda que los dispositivos incluyan en su diseño un vertedero y un caudalímetro, para facilitar la medición de efluentes y permitir determinaciones por observación.

### **Captación de muestras de aguas residuales y aguas para reuso**

Para obtener muestras representativas de aguas residuales y aguas para reuso se debe efectuar el muestreo de acuerdo a las siguientes instrucciones:

- a. En el centro del flujo, donde la velocidad es mayor y la posibilidad de asentamiento de sólidos es menor, cuando aplique.
- b. Donde exista la menor turbulencia.
- c. En curvas o en pendientes mayores al 5%.
- d. No captar muestras con presencia de espuma.
- e. Evitar muestrear la superficie o raspar el fondo de la corriente.
- f. Unificar caudales para asegurar la uniformidad del efluente.
- g. Asegurarse de que la muestra no se tome aguas arriba donde se acumulan sólidos o aguas abajo donde haya presencia de grasas y aceites.

Los siguientes lineamientos generales se aplican al tomar una muestra:

- a. Deben tomarse en los dispositivos para toma de muestras.
- b. Utilizar la frecuencia de toma de muestras especificada en el artículo 49 del Reglamento.
- c. Captar la muestra a contracorriente para evitar cualquier alteración.
- d. Lavar el recipiente dos o tres veces con el agua que se va a recoger, previo a agregar algún conservante o estabilizador.
- e. Cuando la muestra sea para determinación de grasas y aceites o coliformes fecales, no debe enjuagarse el envase de la muestra con el efluente.

### **Conservación de muestras**

Son procedimientos que se utilizan para evitar que las características de las muestras sufran las menores variaciones posibles, desde el momento en el que se toman hasta que se analizan en el laboratorio. Si no pueden analizarse inmediatamente, la conservación es obligada.

Entre los procedimientos más comunes están: enfriamiento y fijación química.

La conservación por enfriamiento requiere que las muestras sean rápidamente almacenadas en un recipiente que contenga hielo, para crear condiciones que disminuyan la actividad biológica, la volatilización o disolución de gases y sustancias orgánicas.

La conservación por fijación química consiste en añadir a las muestras un conservante, antes de enviarlas al laboratorio, porque la acción de las bacterias puede alterar sus características rápidamente. Adicionalmente, otros compuestos se pueden volatilizar o pueden reaccionar para generar cambios químicos, como en el caso del cromo hexavalente.

Es importante verificar que los procedimientos de conservación para un parámetro determinado, no afecten los resultados del análisis de otro parámetro en la misma muestra. Si existe esa posibilidad, entonces hay que tomar dos muestras y conservarlas independientemente.

Además de los procedimientos antes indicados, se deben considerar los tiempos de conservación que se presentan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Información relacionada a la toma de muestras de cada parámetro estipulado en el Reglamento**

Número	Parámetro	Recipiente	Volumen mínimo [ml]	Tipo de muestra	Conservación	Tiempo de conservación		Observaciones
						Recomendado	Máximo	
1	Temperatura	No aplica	No aplica	Simple	No aplica	No aplica	No aplica	Parámetro a determinar in situ inmediatamente
2	Potencial de hidrógeno	No aplica	No aplica	Simple	No aplica	No aplica	No aplica	Parámetro a determinar in situ inmediatamente
3	Materia flotante	No aplica	No aplica	Simple	No aplica	No aplica	No aplica	Parámetro a determinar in situ inmediatamente
4	Grasas y aceites	Vidrio, de boca ancha	1000	Simple	Añadir ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) hasta pH < 2, refrigerar lo antes posible	28 días	28 días	Con el objetivo de evitar resultados erróneos, se recomienda no enjuagar el recipiente
5	Sólidos suspendidos totales	Plástico, vidrio	2000	Compuesta	Refrigerar lo antes posible	De 2 a 7 días	7 días	Con el volumen mínimo indicado se pueden determinar los parámetros 5, 6, 7, 8 y 9
6	Sólidos sedimentables					De 2 a 7 días	7 días	
7	Demanda bioquímica de oxígeno					6 horas	48 horas	
8	Cromo hexavalente					24 horas	24 horas	
9	Color					48 horas	48 horas	
10	Demanda química de oxígeno	Plástico, vidrio	500	Compuesta	Añadir ácido sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) hasta pH < 2, refrigerar lo antes posible	7 días	28 días	Con el volumen mínimo indicado se pueden determinar los parámetros 10, 11 y 12
11	Nitrógeno total					7 días	28 días	
12	Fósforo total					28 días	28 días	
13	Arsénico	Plástico, vidrio	500	Compuesta	Añadir ácido nítrico (HNO <sub>3</sub> ) hasta pH < 2, refrigerar lo antes posible	6 meses	6 meses	Los parámetros 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19 se refieren a metales totales
14	Cadmio							
15	Cobre							
16	Níquel							
17	Plomo							
18	Zinc							

19	Mercurio					28 días	28 días	
20	Cianuro total	Plástico, vidrio	100	Compuesta	Añadir hidróxido de sodio (NaOH) hasta pH > 12, refrigerar en oscuridad lo antes posible	24 horas	14 días	En presencia de sulfuros, se recomienda hacer la determinación en un máximo de 24 horas
21	Coliformes fecales	Recipiente estéril	100	Simple	Refrigerar lo antes posible	6 horas	24 horas	En presencia de cloro residual, se recomienda utilizar tiosulfato de sodio (Na <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ). Se recomienda no enjuagar el recipiente antes de tomar la muestra

### **Registro asociado a las muestras**

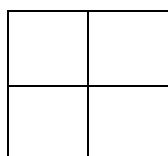
El registro deberá constar de los siguientes datos:

- a. Datos generales de la muestra.
- b. Fecha y hora de toma de muestra.
- c. Nombre de la entidad responsable que efectuó la toma de muestra.
- d. Tipo de muestra.
- e. Método de conservación.
- f. Análisis requerido.
- g. Determinaciones realizadas en el lugar (*in situ*).
- h. Caudal.
- i. Información complementaria.

### **Captación de muestras de lodos**

Para tomar las muestras de lodos se empleará cualquier procedimiento reconocido nacional e internacionalmente, según lo estipulado en el artículo 54 del Reglamento, y se propone también el método del cuarteo, cuyo procedimiento es el siguiente:

- a. Seleccionar al azar de 4 a 8 puntos de muestreo.
- b. Tomar una muestra de 0.5 kilogramos de lodos en cada uno de los puntos seleccionados.
- c. Colocar el contenido de 0.5 kilogramos de lodos en bolsas independientes.
- d. Vaciar en una superficie plana, preferentemente bajo techo, el contenido de cada bolsa.
- e. Homogeneizar las muestras y distribuirlas a manera de “cuadrado”.
- f. Dividir el “cuadrado” en cuatro partes aproximadamente iguales de la siguiente forma:



- g. Eliminar la mitad, conformar nuevamente el “cuadrado”, dividiéndolo en cuatro partes aproximadamente iguales.
- h. Repetir esta operación tantas veces como se necesario, hasta dejar aproximadamente 100 gramos de muestra de lodos.
- i. Envasar la muestra final en recipientes de vidrio. Se recomienda usar dos recipientes de 50 mililitros cada uno.
- j. Evitar que la muestra quede expuesta al sol durante su transporte al laboratorio.
- k. Se recomienda un máximo de 8 horas para trasladar la muestra al laboratorio.



## **CAPÍTULO III**

### **MEDICIÓN DE CAUDALES**

Los sujetos del Reglamento deben, simultáneamente a la toma de muestras, realizar la medición de caudales en el efluente y, cuando aplique, también la medición de caudales en el afluente.

En el caso del afluente, bastará con realizar la medición en un período de 24 horas para contar con la información de base.

La medición de caudales en el efluente de aguas residuales o de aguas para reuso debe cumplir con lo siguiente:

- a. Realizar la medición en forma continua en un día normal de actividad del ente generador o de la persona que descarga al alcantarillado público.
- b. Medirse durante la toma de muestras, de acuerdo con lo que estipula el artículo 50 del Reglamento.
- c. Utilizar un método que se adapte al proceso productivo o actividad generadora de aguas residuales.
- d. Consignar los resultados inmediatamente para hacer una verificación preliminar del caudal del efluente de aguas residuales o de aguas para reuso.

La medición de caudales es importante porque permitirá conocer la cantidad de flujo de aguas residuales. En combinación con el parámetro de calidad asociado de demanda bioquímica de oxígeno permitirá obtener el valor de la carga a utilizar en el modelo de reducción progresiva, estipulado en los artículos 17 y 26 del Reglamento.

En la medición de caudales se hará uso de dispositivos primarios y secundarios. Para efectos de seguimiento y control, se reportarán los valores máximo, mínimo y promedio.

## **CAPÍTULO IV**

### **CÁLCULO DE CARGAS**

El concepto de carga constituye un elemento distintivo e innovador del Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos. Tradicionalmente las normativas de aguas residuales han estado orientadas hacia la definición de valores de concentración de los diferentes parámetros, por ejemplo, 400 miligramos por litro de demanda bioquímica de oxígeno (DBO). En este ejemplo, los entes generadores y las personas que descargan al alcantarillado público que presentaran valores superiores a 400 mg/litro de DBO en sus aguas residuales, deberían trabajar para alcanzar dicho valor, sin tomar en cuenta la importancia del caudal de

agua que también se estaría descargando en el efluente. El objetivo sería simplemente llegar a la “meta”.

Los entes generadores o las personas que descargan al alcantarillado público podrían alcanzar la meta del límite máximo permisible de concentración, incluso diluyendo; y, aunque se estaría cumpliendo con la normativa, se continuarían impactando los cuerpos receptores al recibir un flujo variable, lo más probable creciente, de carga orgánica, porque en la medida en la que una sociedad crece en población, superficie agrícola, parque agroindustrial e industrial, entre otras actividades, se requerirá mayor volumen de agua y, en consecuencia, está se verterá como aguas residuales hacia los cuerpos receptores.

La incorporación del concepto de carga, además de ser novedoso, en su aplicación contribuirá a favorecer la protección y recuperación gradual del recurso hídrico, debido a que se incentivará a que los entes generadores y las personas que descargan al alcantarillado público:

- a. Reduzcan el uso de agua en los procesos.
- b. Recuperen materias primas.
- c. Valoricen subproductos.
- d. Generación de ahorros en la factura de suministro de agua.

La estimación de carga se obtiene al relacionar el caudal del efluente de aguas residuales con el valor de concentración determinado en laboratorio.

Técnicamente, la carga se define como el resultado de multiplicar el caudal por la concentración determinados en un efluente. Representa la masa de materia (demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno) y del volumen del agua que será vertida, a través de las aguas residuales, por un ente generador o persona que descarga al alcantarillado público.

Su importancia radica en lo siguiente:

- a. Proporciona una medida ponderada del impacto que tendrán las aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor en particular y que representa el peso de las dos variables relacionadas (materia y agua).
- b. Es un criterio fundamental para racionalizar el uso del agua, porque es útil para controlar esta variable que tiene incidencia en la determinación de la carga. Independientemente de la calidad del agua, al aumentar el caudal aumenta la carga.
- c. Es un criterio fundamental para mejorar la calidad del efluente, debido a que es necesario para controlar la concentración de demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno en las aguas residuales.
- d. Permite establecer la necesidad de mantener o reducir los valores de las variables (caudal y concentración), ya que al incrementar uno o los dos valores, aumenta la carga. Al disminuir dichos valores, a partir de los valores iniciales, se reduce la carga; si consecuentemente con ello, se reduce la cantidad de aguas residuales, se mejora la eficiencia en el uso del agua.

- e. Es un elemento indispensable en el diseño de algunos sistemas de tratamiento.

### Fórmula

Con base en la definición de carga, la fórmula aplicar se presenta a continuación:

$$\text{Carga} = \text{Caudal} * \text{Concentración}$$

Los términos descritos en la fórmula 1 son los siguientes:

- Caudal es el volumen de agua por unidad de tiempo. Para efectos del Reglamento expresado en metros cúbicos por día (m<sup>3</sup>/día).
- Concentración es la magnitud que expresa la cantidad de una sustancia por unidad de volumen. En el presente caso se refiere a la demanda bioquímica de oxígeno y a la demanda química de oxígeno, ambas en miligramos por litro (mg/l).

Algunas recomendaciones necesarias a tomar en cuenta para determinar la carga son:

- La utilización del caudal promedio, porque es el empleado para establecer relaciones de caudal.
- El empleo de unidades de medición semejantes, debido a que los datos generalmente se presentan con dimensionales diferentes. Para el efecto, algunas de las conversiones comúnmente empleadas son:

Volumen	Masa	Tiempo
1 galón = 3.7854 litros 1 metro cúbico = 1000 litros	1 kilogramo = 1000 gramos 1 gramo = 1000 miligramos	1 día = 24 horas 1 hora = 60 minutos 1 hora = 3600 segundos

- Tomar nota de que para la aplicación del Modelo de Reducción Progresiva de Cargas, presente en los Artículos 4, 17, 19, 26, 27 y 71 del Reglamento, el resultado del cálculo de la carga debe expresarse en kilogramos por día (kg/día).

### Ejemplos de cálculo de cargas

Con el propósito de orientar adecuadamente sobre el cálculo de cargas, a continuación se presentan los siguientes ejemplos:

**Ejemplo 1.** El ente generador “Y” tiene una descarga de aguas residuales durante 16 horas por día, con un caudal de 1000 litros/segundo, y una demanda bioquímica de oxígeno de 500 mg/l. ¿Cuál es la carga de las aguas residuales vertidas por dicho ente generador?

a. Determinación del caudal:

$$\text{Caudal} = (1000 \text{ l/s}) \cdot (1 \text{ m}^3/1000 \text{ l}) \cdot (3600 \text{ s/1 h}) \cdot (16 \text{ h/1 día}) = 57600 \text{ m}^3/\text{día}$$

b. Cálculo de la concentración:

$$\text{Concentración} = (500 \text{ mg/l}) \cdot (1 \text{ g}/1000 \text{ mg}) \cdot (1 \text{ kg}/1000 \text{ g}) \cdot (1000 \text{ l}/1 \text{ m}^3) = 0.5 \text{ kg/m}^3$$

c. Determinación de la carga: se realiza con fórmula 1, presentada anteriormente, y con los resultados de los incisos a) y b).

$$\text{Carga} = (57600 \text{ m}^3/\text{día}) \cdot (0.5 \text{ kg/m}^3) = \mathbf{28800 \text{ kg/día}}$$

La carga vertida por el ente generador “Y” es de 28800 kg/día.

**Ejemplo 2.** La persona “Z” descarga aguas residuales al alcantarillado público durante 24 horas, generando un efluente de aguas residuales con 2800 mg/l de demanda bioquímica de oxígeno y un caudal de 20000 galones/hora. ¿Cuál es la carga de dicho efluente?

a. Determinación del caudal:

$$\text{Caudal} = (20000 \text{ gal/h}) \cdot (3.7854 \text{ l}/1 \text{ gal}) \cdot (1 \text{ m}^3/1000 \text{ l}) \cdot (24 \text{ h/1 día}) = 1816.992 \text{ m}^3/\text{día}$$

b. Cálculo de la concentración:

$$\text{Concentración} = (2800 \text{ mg/l}) \cdot (1 \text{ g}/1000 \text{ mg}) \cdot (1 \text{ kg}/1000 \text{ g}) \cdot (1000 \text{ l}/1 \text{ m}^3) = 2.8 \text{ kg/m}^3$$

c. Determinación de la carga: se realiza con fórmula 1, presentada anteriormente, y con los resultados de los incisos a) y b).

$$\text{Carga} = (1816.992 \text{ m}^3/\text{día}) \cdot (2.8 \text{ kg/m}^3) = \mathbf{5087.5776 \text{ kg/día}}$$

La carga vertida por la persona “Z” es de 5087.5776 kg/día.

## CAPÍTULO V

### APLICACIÓN DEL MODELO DE REDUCCIÓN PROGRESIVA DE CARGAS DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO

El Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, incluye entre sus elementos básicos la carga, concepto moderno que se incorpora para la gestión de las aguas residuales.

La carga es una forma diferente de estudiar las características de los efluentes de aguas residuales y un medio para verificar la reducción o manejo adecuado del caudal y de las concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno. En el Reglamento se introdujo una modalidad particular e innovadora para que los entes generadores de aguas residuales y las personas que descargan al alcantarillado público, puedan realizar esfuerzos e inversiones gradualmente, a fin de cumplir con las metas establecidas en el artículo 19 del Reglamento y que están referidas a descargar un máximo de 3000 kg/día y 200 mg/l o menos en el parámetro de calidad asociado de demanda bioquímica de oxígeno.

#### **a) ¿Qué es el Modelo de Reducción Progresiva de Cargas -MRPC-?**

El Modelo propuesto en el Reglamento es una herramienta que se ha concebido con la finalidad de flexibilizar y facilitar el cumplimiento de metas establecidas para la demanda bioquímica de oxígeno, tanto en términos de carga (kg/día) como en concentración (mg/l). Asimismo, con la aplicación del MRPC se logrará que, en el corto, mediano y largo plazo, el uso racional del agua se convierta en uno de los fines principales que los entes generadores de aguas residuales y las personas que descargan al alcantarillado público, incorporen en la gestión ambiental de sus entidades.

El MRPC cuenta con una estructura que le permite a los entes generadores de aguas residuales y a las personas que descargan al alcantarillado público, identificar lo siguiente:

- a. La etapa de cumplimiento en la cual iniciarán la reducción de la carga.
- b. Los diferentes rangos que se han propuesto para que los sujetos que generan aguas residuales, considerados en el artículo 2 del Reglamento, tengan la opción de reducir gradualmente la carga.
- c. La reducción porcentual que deben aplicar al valor inicial de carga (VIC).
- d. La carga en kilogramos por día que deben alcanzar después de haber aplicado la reducción porcentual.
- e. Las fechas máximas de cumplimiento que se han establecido para las cuatro etapas.
- f. El rango y la etapa que les corresponderán a los entes generadores y a las personas que descargan al alcantarillado público, conforme se desarrolle el proceso de reducción, hasta alcanzar la Meta de Cumplimiento de carga que se estipula en los artículos 19 y 27 del Reglamento.

- g. El período de tiempo que tienen para alcanzar la meta de remoción exigida, según la etapa que les corresponda trabajar.

El Modelo fue diseñado con base en los siguientes aspectos:

- a. Plazo máximo de 18 años.
- b. Cuatro etapas de cumplimiento con la siguiente designación de tiempo en años por etapa:
1. Etapa Uno 5 años, con fecha máxima de cumplimiento el dos de mayo del año dos mil once;
  2. Etapa Dos 4 años, con fecha máxima de cumplimiento el dos de mayo de dos mil quince;
  3. Etapa Tres 5 años, con fecha máxima de cumplimiento el dos de mayo de dos mil veinte;
  4. Etapa Cuatro 4 años, con fecha máxima de cumplimiento el dos de mayo de dos mil veinticuatro.
- c. Rangos en las cuatro etapas. Los rangos se diferencian entre sí por los valores de carga asignados a los límites inferiores y superiores así como por la reducción porcentual. El detalle de cada etapa es el siguiente:

1. La Etapa Uno de cumplimiento consta de cinco rangos con los siguientes límites en los valores de carga y la correspondiente reducción porcentual:

Donde EG significa entes generadores o personas que descargan al alcantarillado público.

Número	Rango	Reducción porcentual
1	$3000 \leq EG < 6000$	10
2	$6000 \leq EG < 12000$	20
3	$12000 \leq EG < 25000$	30
4	$25000 \leq EG < 50000$	35
5	$50000 \leq EG < 250000$	50

2. La Etapa Dos de cumplimiento consta de cinco rangos con los siguientes límites en los valores de carga y la correspondiente reducción porcentual:

Número	Rango	Reducción porcentual
1	$3000 \leq EG < 5500$	10
2	$5500 \leq EG < 10000$	20
3	$10000 \leq EG < 30000$	40
4	$30000 \leq EG < 50000$	45
5	$50000 \leq EG < 125000$	50

3. La Etapa Tres de cumplimiento consta de cuatro rangos con los siguientes límites en los valores de carga y la correspondiente reducción porcentual:

Número	Rango	Reducción porcentual
1	$3000 \leq EG < 5000$	50
2	$5000 \leq EG < 10000$	70
3	$10000 \leq EG < 30000$	85
4	$30000 \leq EG < 65000$	90

4. La Etapa Cuatro de cumplimiento consta de dos rangos con los siguientes límites en los valores de carga y la correspondiente reducción porcentual:

Número	Rango	Reducción porcentual
1	$3000 < EG < 4000$	40
2	$4000 \leq EG < 7000$	60

### b) Variables o insumos básicos

Con la finalidad de desarrollarlo en las distintas etapas de cumplimiento, el Modelo está diseñado para introducir las siguientes variables:

- El valor de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), en miligramos por litro, obtenido durante el monitoreo. Este valor debe consignarse en el Estudio Técnico.
- El valor del caudal en metros cúbicos por hora. Para el cálculo de la carga se utilizará el caudal medido durante la toma de muestras que sirvieron de base para determinar la demanda bioquímica de oxígeno, según literal a). Este valor debe consignarse en el Estudio Técnico.
- La operación en horas día del ente generador o persona que descarga al alcantarillado público. A más horas de operación, mayor carga.

### c) Valor Inicial de Carga (VIC)

El resultado de asociar las variables citadas en las literales a., b. y c. del inciso b) (Variables o insumos básicos) se utilizará para calcular el valor inicial de carga, el cual estará expresado en kilogramos por día.

El Valor Inicial de Carga que se obtiene al introducir las variables o insumos básicos, debe utilizarse para correr el modelo en todas las etapas de cumplimiento. Servirá de base para que los entes generadores o personas que descargan al alcantarillado público, identifiquen la carga con la que iniciarán el proceso de reducción progresiva.

Los entes generadores o personas que descargan al alcantarillado público, deberán consignar en el Estudio Técnico (según el artículo 17), el VIC, el cual no debe ser mayor de 250000 kilogramos por día de conformidad con lo estipulado en el MRPC.

#### **d) Forma de operar el Modelo en cada etapa de cumplimiento**

El Modelo ha sido diseñado para que, al ingresar el valor del VIC, se obtengan los valores de carga en cada etapa de aplicación. Del resultado que se obtenga en la Etapa Uno de cumplimiento, dependerá la ubicación del siguiente valor de carga con el que se iniciará la Etapa Dos y así sucesivamente hasta llegar, como máximo, a la Etapa Cuatro, en la cual se debe alcanzar la meta estipulada en los artículos 19 y 27 del Reglamento.

Los entes generadores y las personas que descargan al alcantarillado público utilizarán los resultados de sus caracterizaciones (valor de DBO y su respectivo caudal) para calcular periódicamente las cargas y verificar su grado de avance y el cumplimiento con los valores de referencia obtenidos en el Modelo.

#### **e) Meta de cumplimiento de carga con la aplicación del Modelo**

Para alcanzar la meta de cumplimiento de carga con la aplicación del Modelo de Reducción Progresiva de Cargas, los entes generadores y las personas que descargan al alcantarillado público pueden proceder de la siguiente manera:

- a. Calcular el VIC y verificar el resultado que se obtenga con la aplicación de la reducción porcentual. Si el resultado determina que ya alcanzaron la meta de cumplimiento de carga no será necesario continuar con las demás etapas.
- b. Calcular el VIC y verificar el resultado que se obtenga hasta alcanzar la meta de cumplimiento de carga en las subsiguientes etapas. En este caso, podría darse en las Etapas Dos, Tres o Cuatro.

#### **f) Caso especial de carga liberada en función del valor del parámetro de calidad asociado de demanda bioquímica de oxígeno**

Si los entes generadores o personas que descargan al alcantarillado público alcanzan o mantienen un valor de 100 mg/l o menos en el parámetro de calidad asociado de demanda bioquímica de oxígeno, estarán exentos del cumplimiento del valor máximo de carga de 3000 kg/día, según lo establecido en el artículo 19 del Reglamento.

**Nota:** el presente caso es aplicable a las municipalidades o empresas encargadas del tratamiento de aguas residuales del alcantarillado público y las urbanizaciones existentes no conectadas al alcantarillado público, cuya carga exceda los 3000 kg/día y un valor de DBO menor o igual a 100 mg/l.

#### **g) Parámetro de calidad asociado**

Simultáneamente al análisis de la meta de cumplimiento de carga, los entes generadores o personas que descargan al alcantarillado público deben verificar el valor del parámetro de calidad asociado de demanda bioquímica de oxígeno.

Los entes generadores o personas que descargan al alcantarillado público que registren valores mayores a 200 mg/l de demanda bioquímica de oxígeno, procederán a efectuar la reducción respectiva hasta alcanzar el valor del



parámetro de calidad asociado estipulado en el artículo 19 del presente Reglamento.

Los entes generadores o personas que descargan al alcantarillado público, deben consignar en el Estudio Técnico el valor del parámetro de calidad asociado de demanda bioquímica de oxígeno, con base en los informes de resultados de las caracterizaciones realizadas, estipulados en los artículos 6 numeral II. literal e), y 49, del Reglamento.

#### **h) Caso especial de VIC menor o igual a 3000 kg/día**

Los entes generadores y las personas que descargan al alcantarillado público que registren cargas menores o iguales a 3000 kilogramos por día, pero que registren valores mayores a doscientos miligramos por litro en el parámetro de calidad asociado, procederán a efectuar la reducción del valor de dicho parámetro de conformidad con los porcentajes de la primera columna del lado izquierdo, correspondiente a los rangos del Modelo de Reducción Progresiva de Cargas del artículo 17 del Reglamento, que se presentan en el siguiente cuadro:

<b>Etapa</b>	<b>Uno</b>
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil once
<b>Duración, años</b>	5
Carga, kilogramos por día	$EG \leq 3000$
<b>Reducción porcentual</b>	<b>10</b>
<b>Etapa</b>	<b>Dos</b>
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil quince
<b>Duración, años</b>	4
Carga, kilogramos por día	$EG \leq 3000$
<b>Reducción porcentual</b>	<b>10</b>
<b>Etapa</b>	<b>Tres</b>
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinte
<b>Duración, años</b>	5
Carga, kilogramos por día	$EG \leq 3000$
<b>Reducción porcentual</b>	<b>50</b>
<b>Etapa</b>	<b>Cuatro</b>
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
<b>Duración, años</b>	4
Carga, kilogramos por día	$EG \leq 3000$
<b>Reducción porcentual</b>	<b>40</b>

#### **i) Ejemplos de cálculo del Modelo de Reducción Progresiva de Cargas**

Con el propósito de orientar adecuadamente sobre la aplicación del Modelo de Reducción Progresiva de Cargas, a continuación se presentan los siguientes ejemplos.

**Ejemplo 3.** Al ente generador “Y” que tiene una descarga de aguas residuales durante 16 horas por día, con un caudal de 1000 litros/segundo, y una demanda bioquímica de oxígeno de 500 mg/l, se le determinó un valor inicial de

carga (VIC) de 28800 kg/día para la Etapa Uno de cumplimiento. ¿Cuáles serán las cargas al finalizar cada una de las etapas subsiguientes?

a. Ubicación del VIC en la Etapa Uno de cumplimiento:

Como es un ente generador que descarga aguas residuales hacia un cuerpo receptor debe utilizarse el cuadro del artículo 17 del Reglamento, que para la Etapa Uno de cumplimiento es el siguiente:

Etapa	Uno				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil once				
Duración, años	5				
Carga, kilogramos por día	3000≤EG<6000	6000≤EG<12000	12000≤EG<25000	25000≤EG<50000	50000≤EG<250000
Reducción porcentual	10	20	30	35	50

En la cuarta fila del cuadro anterior, se busca la casilla con el rango que incluya el VIC calculado. En este caso, el VIC está contenido en la casilla del rango de carga entre 25000 y 50000 kg/día.

b. Identificación de la reducción porcentual:

El valor de reducción porcentual que corresponde es de 35%.

c. Cálculo de la carga final de la Etapa Uno de cumplimiento:

Para obtener la carga final se debe:

1. Multiplicar la reducción porcentual por el VIC:

$$28800 * 35 = 1008000 \text{ kg/día}$$

2. Dividir el resultado del numeral 1. entre 100:

$$1008000 / 100 = 10080 \text{ kg/día}$$

3. Finalmente, al VIC se le debe restar el resultado del numeral 2.:

$$28800 - 10080 = \mathbf{18720 \text{ kg/día}}$$

d. Determinación de la carga final en las etapas subsiguientes:

El resultado del inciso anterior se utilizará como carga inicial para la Etapa Dos de cumplimiento. Al finalizar dicha etapa la carga que debe alcanzarse será de 11232 kg/día.

Los resultados de las cuatro etapas se resumen en el siguiente cuadro:

Etapa	Fecha máxima de cumplimiento	Carga inicial de cada etapa, kilogramos por día	Carga final de cada etapa, kilogramos por día
Uno	Dos de mayo de dos mil once	28800.00	18720.00
Dos	Dos de mayo de dos mil quince	18720.00	11232.00
Tres	Dos de mayo de dos mil veinte	11232.00	1684.80
Cuatro	Dos de mayo de dos mil veinticuatro	1684.80	1010.88

e. Determinación de la meta de cumplimiento en el parámetro de calidad asociado:

No obstante, que el ente generador “Y” ya cumplió con la meta de carga en la Etapa Tres (1684.80 kg/día < 3000 kg/día) debe iniciar la revisión del parámetro de calidad asociado de demanda bioquímica de oxígeno para verificar si el mismo alcanzó un valor de 200 mg/l o menos, según lo que estipula el Reglamento en el artículo 19. Con el informe de resultados correspondiente se verifica que la concentración en la demanda bioquímica de oxígeno es de 176 mg/l, por lo tanto, ya cumple también con la meta del parámetro de calidad asociado.

**Nota:** el presente ejemplo es aplicable a las municipalidades o empresas encargadas del tratamiento de aguas residuales del alcantarillado público y las urbanizaciones existentes no conectadas al alcantarillado público, de acuerdo a la literal a) del artículo 24 del Reglamento.

**Ejemplo 4.** La persona “Z” que descarga aguas residuales al alcantarillado público durante 24 horas, genera un efluente con 2800 mg/l de DBO y un caudal de 20000 galones/hora, se le determinó un VIC de 5087.58 kg/día para la Etapa Uno de cumplimiento. ¿Cuáles serán las cargas al finalizar cada una de las etapas subsiguientes?

a. Ubicación del VIC en la Etapa Uno de cumplimiento:

Como es una persona que descarga al alcantarillado público debe utilizarse el cuadro del artículo 26 del Reglamento, que para la Etapa Uno de cumplimiento es el siguiente:

Etapa	Uno				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil once				
Duración, años	5				
Carga, kilogramos por día	3000≤EG<6000	6000≤EG<12000	12000≤EG<25000	25000≤EG<50000	50000≤EG<250000
Reducción porcentual	10	20	30	35	50

En la cuarta fila del cuadro anterior, se busca la casilla con el rango que incluya el VIC calculado. En este caso, el VIC está contenido en la casilla del rango de carga entre 3000 y 6000 kg/día.

b. Identificación de la reducción porcentual:

El valor de reducción porcentual que corresponde es de 10%.

c. Cálculo de la carga final de la Etapa Uno de cumplimiento:

Para obtener la carga final se debe:

1. Multiplicar la reducción porcentual por el VIC:

$$5087.58 * 10 = 50875.8 \text{ kg/día}$$

2. Dividir el resultado del numeral 1 entre 100:

$$50875.8 / 100 = 508.758 \text{ kg/día}$$

3. Finalmente, al VIC se le debe restar el resultado del numeral 2.:

$$5087.58 - 508.758 = \mathbf{4578.82 \text{ kg/día}}$$

d. Determinación de la carga final en las etapas subsiguientes:

El resultado del inciso anterior se utilizará como carga inicial para la Etapa Dos de cumplimiento. Al finalizar dicha etapa la carga que debe alcanzarse será de 4120.94 kg/día.

Los resultados de las cuatro etapas se resumen en el siguiente cuadro:

<b>Etapa</b>	<b>Fecha máxima de cumplimiento</b>	<b>Carga inicial de cada etapa, kilogramos por día</b>	<b>Carga final de cada etapa, kilogramos por día</b>
Uno	Dos de mayo de dos mil once	5087.58	4578.82
Dos	Dos de mayo de dos mil quince	4578.82	4120.94
Tres	Dos de mayo de dos mil veinte	4120.94	2060.47
Cuatro	Dos de mayo de dos mil veinticuatro	2060.47	1236.28

e. Determinación de la meta de cumplimiento en el parámetro de calidad asociado:

No obstante que la persona “Z”, que descarga aguas residuales al alcantarillado público, ya cumplió con la meta de carga en la Etapa Tres (2060.47 kg/día < 3000 kg/día), debe iniciar la revisión del parámetro de calidad asociado de demanda bioquímica de oxígeno para verificar si el mismo alcanzó un valor de 200 mg/l o menos, según lo que estipula el cuadro del artículo 27 del Reglamento que se presenta a continuación:

Parámetro	Dimensional	Valor inicial	Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	3500	1500	750	450	200

Con el informe de resultados correspondiente se verifica que la concentración en la demanda bioquímica de oxígeno es de 300 mg/l, por lo cual, ya cumple también con el valor inicial y los valores de la Etapa Uno a la Tres, de tal manera la persona “Z” debe realizar acciones para cumplir con el valor de Etapa Cuatro (200 mg/l), equivalente a la meta de cumplimiento estipulada en el artículo 19.

**Ejemplo 5.** Al ente generador “W” que tiene una descarga de aguas residuales a un cuerpo receptor durante 24 horas por día, con un caudal de 113 m<sup>3</sup>/h y una demanda bioquímica de oxígeno de 828 mg/l, se le determinó un valor inicial de carga (VIC) de 2246 kg/día para la Etapa Uno de cumplimiento. ¿Cuáles serán los valores de demanda bioquímica de oxígeno al finalizar cada una de las etapas subsiguientes?

a. Ubicación del VIC en la Etapa Uno de cumplimiento:

Como es un ente generador que descarga aguas residuales hacia un cuerpo receptor debe utilizarse el cuadro del artículo 17 del Reglamento que para la Etapa Uno de cumplimiento es el siguiente:

Etapa	Uno				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil once				
Duración, años	5				
Carga, kilogramos por día	3000≤EG<6000	6000≤EG<12000	12000≤EG<25000	25000≤EG<50000	50000≤EG<250000
Reducción porcentual	10	20	30	35	50

Considerando que el ente generador “W” registra una carga menor a 3000 kg/día (2246 kg/día) y un valor mayor a 200 mg/l (828 mg/l) en el parámetro de calidad asociado de demanda bioquímica de oxígeno, debe efectuar la reducción del valor de dicho parámetro de conformidad con el porcentaje de la primera columna del lado izquierdo del Modelo de Reducción Progresiva de Cargas, de acuerdo con los artículos 17 y 19 del Reglamento.

b. Identificación de la reducción porcentual:

El valor de reducción porcentual que corresponde a la Etapa Uno es de 10%.

c. Cálculo del valor del parámetro de calidad asociado final de demanda bioquímica de oxígeno en la Etapa Uno de cumplimiento:

Para obtener el valor se debe:

1. Multiplicar la reducción porcentual por el valor del parámetro de calidad asociado de DBO:

$$828 * 10 = 8280 \text{ mg/l}$$

2. Dividir el resultado del numeral 1. entre 100:

$$8280 / 100 = 82.8 \text{ mg/l}$$

3. Finalmente, al valor del parámetro de calidad asociado de DBO se le debe restar el resultado del numeral 2.:

$$828 - 82.8 = \mathbf{745.2 \text{ mg/l}}$$

d. Determinación de la reducción del parámetro de calidad asociado de DBO en las etapas subsiguientes:

El resultado del inciso anterior se utilizará como valor inicial para la Etapa Dos de cumplimiento. Al finalizar dicha etapa el valor del parámetro de calidad asociado final de DBO que debe alcanzarse será de 670.7 mg/l.

Los resultados de las cuatro etapas se resumen en el siguiente cuadro:

<b>Etapa</b>	<b>Fecha máxima de cumplimiento</b>	<b>Valor inicial del parámetro de calidad asociado de DBO en cada etapa, mg/l</b>	<b>Valor final del parámetro de calidad asociado de DBO en cada etapa, mg/l</b>
Uno	Dos de mayo de dos mil once	828	745
Dos	Dos de mayo de dos mil quince	745	671
Tres	Dos de mayo de dos mil veinte	671	336
Cuatro	Dos de mayo de dos mil veinticuatro	336	202

e. Determinación de la meta de cumplimiento en el parámetro de calidad asociado

Por las características de las aguas residuales que descarga, el ente generador "W", desde un inicio, ha alcanzado la meta de cumplimiento de carga menor o igual a 3000 kg/día (artículo 19).

Debido a que el cálculo de la concentración de demanda bioquímica de oxígeno en la Etapa Cuatro da como resultado 202 mg/l, el ente generador "W" debe realizar acciones para cumplir con el valor de 200 mg/l o menos.

**Nota:** el presente ejemplo es aplicable a las municipalidades o empresas encargadas del tratamiento de aguas residuales del alcantarillado público y las urbanizaciones existentes no conectadas al alcantarillado público, de acuerdo a la literal a) del artículo 24 del Reglamento.

## **CAPÍTULO VI**

### **DEDUCCIÓN ESPECIAL DE VALORES EN PARÁMETROS DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS**

La deducción especial de valores en parámetros es una aplicación reglamentaria exclusiva para los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos. Se aplicará sí y solo sí, se registran en el afluente de un ente generador de aguas residuales de tipo especial, valores superiores a los límites máximos permisibles de los parámetros ya citados y que podrían afectar la composición del efluente final.

Para la determinación de la deducción especial de valores en parámetros se procederá de la manera siguiente:

- a) Tomar muestras simultáneamente en el afluente y en el efluente.
- b) Evaluar la situación de la demanda bioquímica de oxígeno y los sólidos suspendidos en el afluente.
- c) Evaluar la situación de la demanda bioquímica de oxígeno y los sólidos suspendidos en el efluente.
- d) Comparar entre el afluente y el efluente los resultados que se obtengan.
- e) Para recurrir a la deducción especial de valores en parámetros, los entes generadores existentes observarán los límites máximos permisibles establecidos para los parámetros, según el cuadro del artículo 20 del Reglamento y que para el caso de los sólidos suspendidos es el siguiente:

			Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			Etapa			
Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Uno	Dos	Tres	Cuatro
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	3500	600	400	150	100

Asimismo y de conformidad con lo estipulado en el artículo 22, los límites máximos permisibles de la demanda bioquímica de oxígeno son:

			Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			Etapa			
Parámetro	Dimensional	Valor inicial	Uno	Dos	Tres	Cuatro
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	500	300	250	150	100

f) Posibles casos:

### **Caso 1. Afluente y efluente mayores que los límites máximos permisibles**

El ente generador "WW" utiliza agua proveniente de un estero para su proceso productivo y, una vez utilizada, descarga el efluente a dicho estero. La caracterización de aguas del ente generador dio como resultado 700 mg/l de DBO en el afluente y 1000 mg/l en el efluente. ¿Cómo se procede para aplicar la deducción especial de valores en parámetros?

a. Al comparar el valor del afluente con los valores del cuadro contenido en el artículo 22 del Reglamento, se demuestra que supera el valor inicial y los límites máximos permisibles de todas las etapas de cumplimiento correspondientes a la DBO.

b. Al establecer la diferencia entre los valores del afluente y del efluente se obtiene como resultado 300 mg/l.

c. Al comparar el resultado del inciso anterior con los valores del cuadro del artículo 22 se demuestra que el ente generador "WW" está en la Etapa Uno de cumplimiento.

d. Si se mantienen las mismas condiciones, en las cuales el afluente es menor que el efluente, pero ambos superan el límite máximo permisible de la etapa en la que se encuentre el ente generador "WW", el procedimiento de operación para la deducción especial de valores en parámetros, será el mismo.



### **Caso 2. Afluyente mayor que los límites máximos permisibles y efluente igual al valor correspondiente a una etapa de cumplimiento**

El ente generador "YY" utiliza agua proveniente de un estero para su proceso productivo y, una vez utilizada, descarga el efluente a dicho estero. La caracterización de aguas del ente generador dio como resultado 600 mg/l de DBO en el afluyente y 300 mg/l en el efluente. ¿Cómo se procede para aplicar la deducción especial de valores en parámetros?

a. Al comparar el valor del afluyente con los valores del cuadro contenido en el artículo 22 del Reglamento, se demuestra que supera el valor inicial y los límites máximos permisibles de todas las etapas de cumplimiento correspondientes a la DBO.

b. Al establecer la diferencia entre los valores del afluyente y del efluente se obtiene como resultado 300 mg/l.

c. Al comparar el resultado del inciso anterior con los valores del cuadro del artículo 22 se demuestra que el ente generador "YY" realizó acciones en el proceso productivo que permitieron mejorar las condiciones de las aguas residuales; por lo tanto, se demuestra que el resultado del efluente alcanza el límite máximo permisible en la Etapa Uno de cumplimiento, según el artículo 22 del Reglamento, y deberá implementar medidas internas para alcanzar los límites máximos permisibles de etapas subsiguientes.

### **Caso 3. Afluyente menor que el límite máximo permisible en la Etapa Cuatro de cumplimiento**

El ente generador "XX" utiliza agua proveniente de un estero para su proceso productivo y, una vez utilizada, descarga el efluente a dicho estero. La caracterización de aguas del ente generador dio como resultado 100 mg/l de DBO en el afluyente y 1000 mg/l en el efluente. ¿Cómo se procede para aplicar la deducción especial de valores en parámetros?

a. Al comparar el valor del afluyente con los valores del cuadro contenido en el artículo 22 del Reglamento, se demuestra que el resultado del afluyente es igual al límite máximo permisible para la Etapa Cuatro de cumplimiento correspondiente a la DBO.

b. No procede la deducción especial de valores en parámetros porque no se cumple la condición estipulada en el artículo 23 del Reglamento, relacionado con registrar en el afluyente valores mayores a los límites máximos permisibles de los parámetros de DBO y sólidos suspendidos.

**Nota:** el procedimiento para determinar la deducción de valores en parámetros de demanda bioquímica de oxígeno aplica de la misma forma para los sólidos suspendidos.

## CAPÍTULO VII

### APLICACIONES ESPECÍFICAS PARA MUNICIPALIDADES O EMPRESAS ENCARGADAS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL ALCANTARILLADO PÚBLICO Y LAS URBANIZACIONES EXISTENTES NO CONECTADAS AL ALCANTARILLADO PÚBLICO

Las municipalidades o empresas encargadas del tratamiento de aguas residuales del alcantarillado público y las urbanizaciones existentes no conectadas al alcantarillado público, tendrán la posibilidad de optar por las dos opciones de cumplimiento que se presentan en el artículo 24 del Reglamento de acuerdo a las particularidades de las mismas.

La primera opción implica cumplir con lo preceptuado en los artículos 17, 18, 19 y 20, de conformidad con los plazos establecidos en estos artículos en el Reglamento. Lo anterior, se encuentra desarrollado en el Capítulo V: Aplicación del Modelo de Reducción Progresiva de Cargas de demanda bioquímica de oxígeno, de este Manual General.

En el caso de que la municipalidad, la empresa encargada del tratamiento de aguas residuales del alcantarillado público o la urbanización existente no conectada al alcantarillado público, elija la segunda opción de cumplimiento, debe aplicar los límites máximos permisibles y plazos establecidos que se detallan a continuación:

			<b>Fecha máxima de cumplimiento</b>			
			Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro	Dos de mayo de dos mil veintinueve
			<b>Etapas</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Dimensionales</b>	<b>Valores iniciales</b>	<b>Uno</b>	<b>Dos</b>	<b>Tres</b>	<b>Cuatro</b>
Temperatura	Grados Celsius	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Grasas y aceites	Miligramos por litro	100	50	10	10	10
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	700	250	100	100	100
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	300	275	200	100	100
Nitrógeno total	Miligramos por litro	150	150	70	20	20
Fósforo total	Miligramos por litro	50	40	20	10	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	$< 1 \times 10^8$	$< 1 \times 10^7$	$< 1 \times 10^4$	$< 1 \times 10^4$	$< 1 \times 10^4$
Arsénico	Miligramos por litro	1	0.1	0.1	0.1	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	1	0.1	0.1	0.1	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	6	1	1	1	1
Cobre	Miligramos por litro	4	3	3	3	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1	0.1	0.1	0.1	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0.02	0.02	0.01	0.01
Níquel	Miligramos por litro	6	2	2	2	2
Plomo	Miligramos por litro	4	0.4	0.4	0.4	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10	10	10	10	10
Color	Unidades platino cobalto	1500	1000	750	500	500

## Ejemplos de aplicación

**Ejemplo 8.** La municipalidad “G” cuyas aguas residuales son de tipo ordinario y descargadas a un cuerpo receptor durante 24 horas por día, con una concentración de demanda bioquímica de oxígeno de 400 mg/l. ¿En qué etapa de cumplimiento se encuentra la municipalidad?

a. Ubicación del valor de DBO inicial en la Etapa Uno de cumplimiento:

De acuerdo al cuadro del artículo 24, literal b), los límites máximos permisibles a cumplir para la DBO son:

Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro	Dos de mayo de dos mil veintinueve
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	700	250	100	100	100

En relación con el valor inicial de 700 mg/l, la municipalidad “G” está cumpliendo con 400 mg/l.

La municipalidad “G” debe implementar el sistema de tratamiento para cumplir con cada una de las etapas correspondientes. En el caso de la Etapa Uno la condición es que se tenga implementado como mínimo un sistema de tratamiento primario, a más tardar el dos de mayo de dos mil quince.

**Ejemplo 9.** La municipalidad “H” administra aguas residuales de tipo ordinario y de tipo especial, las cuales descarga a un cuerpo receptor durante 24 horas por día, con una concentración de demanda bioquímica de oxígeno de 600 mg/l. ¿En qué etapa de cumplimiento se encuentra la municipalidad?

a. Ubicación del valor de DBO inicial en la Etapa Uno de cumplimiento:

De acuerdo al cuadro del artículo 24, literal b), los límites máximos permisibles a cumplir para la DBO son:

Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro	Dos de mayo de dos mil veintinueve
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	700	250	100	100	100

En relación con el valor inicial de 700 mg/l, la municipalidad “H” está cumpliendo con 600 mg/l.

La municipalidad “H” debe hacer una revisión de las descargas que administra, para identificar aquellas que están generando la mayor aportación de concentración al efluente. Adicionalmente, debe implementar el sistema de tratamiento para cumplir con cada una de las etapas correspondientes.

**Nota:** se hace la aclaración que también se debe cumplir con los otros parámetros del cuadro contenido en el artículo 24 del Reglamento.

### **Otras condiciones especiales**

En el caso del ejemplo 9, en donde la municipalidad recibe descargas de aguas residuales de tipo especial en el alcantarillado público y que la caracterización demuestre que contiene compuestos que no pueden ser tratados en un sistema de tratamiento primario, la municipalidad no estará sujeta a los límites máximos permisibles de demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos, nitrógeno total y fósforo total en la Etapa Uno del cuadro del artículo 24, lo cual deberá ser acreditado en el Estudio Técnico.

Lo anterior no exime a la municipalidad de cumplir con los límites máximos permisibles de los parámetros antes indicados, así como de reportarlos en el Estudio Técnico para las siguientes etapas.

**Artículo 2.** El presente Acuerdo Ministerial empieza a regir al día siguiente de su publicación en el Diario de Centro América.

Juan Mario Dary Fuentes

Ministro de Ambiente y Recursos Naturales

---

El presente Acuerdo Ministerial fue publicado en el Diario de Centro América, de fecha 18 de enero de 2008, y está vigente desde el 21 de enero de 2008.