

**REPUBLICA DE COLOMBIA**



**MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO**



**RESOLUCIÓN NO. 1096 de 17 de Noviembre de 2000**

**“Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.”**

**EL MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO**

en ejercicio de las facultades que le confiere la Ley 142 de 1.994 y en especial las consagradas por los artículos 3º y 17º del Decreto 219 de 2.000, y

**CONSIDERANDO:**

Que corresponde al Ministerio de Desarrollo Económico, formular la política de Gobierno en materia social del país relacionada con la competitividad, integración y desarrollo de los sectores productivos del agua potable y saneamiento básico y expedir resoluciones, circulares y demás actos administrativos de carácter general o particular necesarios para el cumplimiento de sus funciones.

Que la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico –CRA, solicitó al Ministerio de Desarrollo Económico, el señalamiento mediante acto administrativo de los requisitos técnicos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos que utilicen las Empresas de Servicios Públicos del Sector Agua potable y Saneamiento básico, con el fin de promover el mejoramiento de la calidad de éstos servicios, siempre y cuando dicho señalamiento no implique restricción indebida a la competencia.

Que una vez surtidos los trámites de notificación del presente Reglamento Técnico conforme con lo dispuesto en el Decreto 1112 de 1996, lo dispuesto en la Decisión 419 de la Comunidad Andina y en la Ley 172 de 1994: ante la Organización Mundial del Comercio, ante la Comunidad Andina y ante el Tratado de Libre Comercio entre los gobiernos de los Estados Unidos Mexicanos, la República de Venezuela y la República de Colombia, respectivamente; no se produjeron observaciones a su contenido y alcance.

Que de conformidad con el Decreto 1112 de 1.996, por medio del cual se crea el Sistema Nacional de Información sobre Medidas de Normalización y Procedimientos de Evaluación

de la Conformidad, se dictan normas para armonizar la expedición de reglamentos técnicos y se cumplen algunos compromisos internacionales adquiridos por Colombia:

**RESUELVE:**

**ARTICULO 1.-** Adoptar el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS-, con el siguiente contenido general:

Título I  
CONDICIONES GENERALES  
Título II  
REQUISITOS TÉCNICOS  
Título III  
CONTROL Y RÉGIMEN SANCIONATORIO  
Título IV  
CERTIFICACIÓN, LICENCIAS Y PERMISOS  
Título V  
DEFINICIONES

**ARTÍCULO 2.- OBJETO:** El presente Reglamento tiene por objeto señalar los requisitos técnicos que deben cumplir los diseños, las obras y procedimientos correspondientes al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico y sus actividades complementarias, señaladas en el artículo 14, numerales 14.19, 14.22, 14.23 y 14.24 de la Ley 142 de 1994, que adelanten las Entidades prestadoras de los servicios públicos municipales de acueducto, alcantarillado y aseo o quien haga sus veces.

**ARTÍCULO 3.- ALCANCE:** Por diseño, obras y procedimientos correspondientes al Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico se entienden los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionamiento adecuado, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un nivel de complejidad determinado.

**TITULO I**  
**CONDICIONES GENERALES**

**CAPITULO I**  
**CONDICIONES GENERALES DEL REGLAMENTO TÉCNICO DEL**  
**SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO**

**ARTÍCULO 4.- DE LA SUJECCIÓN A LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL:** La ejecución de obras relacionadas con el sector de agua potable y saneamiento básico se debe llevar a cabo con sujeción al Plan de Ordenamiento Territorial

de cada localidad, en los términos del Capítulo III de la Ley 388 de 1997. En aquellos eventos en los cuales las empresas de servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo acrediten a plenitud que por motivos ambientales, técnicos o económicos no sea posible localizar parte de las infraestructuras en el territorio de su jurisdicción y sea necesario ubicarlas en el territorio de otro municipio, el Alcalde de esta última entidad territorial autorizará tal localización y brindará las garantías indispensables para asegurar la prestación del servicio, previo cumplimiento de las normas vigentes.

**ARTÍCULO 5.- IDONEIDAD Y EXPERIENCIA DE LOS PROFESIONALES:** Las autoridades territoriales y/o empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios de agua potable y saneamiento básico, exigirán para la ejecución de diseños, consultorías, interventorías, obras y servicios propios del sector, que la persona natural o jurídica ejecutora, acredite los requisitos de idoneidad y experiencia fijados en el presente Reglamento Técnico.

**ARTÍCULO 6.- SOBRE LAS NORMAS TÉCNICAS INTERNAS DE LAS EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS:** El presente Reglamento no afecta la aplicación de normas y especificaciones técnicas que internamente emitan las empresas prestadoras de los servicios, siempre que no vayan en detrimento de la calidad del servicio y no contradigan el presente Reglamento Técnico.

**ARTÍCULO 7.- SOBRE OTROS REGLAMENTOS TÉCNICOS:** El presente Reglamento hace referencia al Decreto 475 de 1998 expedido por los Ministerios de Salud y Desarrollo Económico por el cual se expiden las normas técnicas de calidad del agua potable, las Normas de Calidad de los vertimientos a los cuerpos de agua contenidas en el Decreto 1594 de 1984 expedido por el Ministerio de Salud y las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-98) de la Ley 400 de 1997 y el Decreto 33 de 1998, por el cual se establece los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes.

**ARTÍCULO 8.- COMPETENCIA DE LA DIRECCIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO DEL MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO:** Corresponde a la Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Desarrollo Económico en relación con el presente Reglamento y de acuerdo al numeral 13 del artículo 17 del Decreto 219 del 15 de febrero de 2000, por el cual se modifica la estructura del Ministerio de Desarrollo Económico:

1. Atender y absolver las consultas que le formulen las entidades oficiales y particulares.
2. Asistir técnica e institucionalmente a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios mediante la conformación de comisiones de estudio, las cuales serán enviadas a los sitios donde se presenten situaciones anómalas en relación con el cumplimiento de los objetivos de este Reglamento y que ameriten su concurso.
3. Organizar y realizar seminarios y cursos de actualización sobre las normas relacionadas con el sector de agua potable y saneamiento básico.
4. Coordinar estudios dirigidos a detectar las causas de fallas de los sistemas de acueductos, potabilización de agua, recolección y disposición de aguas, tratamientos de aguas residuales y aseo urbano a fin de emitir conceptos relacionados con la aplicación del presente Reglamento y sugerir las medidas correctivas que se estimen convenientes.

5. Servir de órgano consultivo del Gobierno Nacional para efectos de sugerir las actualizaciones en los aspectos técnicos que demande el desarrollo de las normas relacionadas con el sector de agua potable y saneamiento básico.
6. Orientar y asesorar la elaboración de estudios sobre sistemas de acueducto, potabilización, recolección, disposición y tratamiento de aguas residuales domésticas y aseo urbano y fijar los alcances de los mismos.
7. Nombrar delegados ad-honorem ante instituciones nacionales y extranjeras que traten temas afines con el sector de agua potable y saneamiento básico para lograr desarrollos y actualizaciones de las presentes normas.
8. Asistir técnica e institucionalmente a los organismos seccionales y locales con el fin de asegurar el adecuado cumplimiento del presente Reglamento.
9. Divulgar ampliamente y en forma didáctica el presente Reglamento
10. Apoyar y prestar la asesoría necesaria a los proyectos que adelanten entidades del orden nacional, departamental, municipal y del sector privado en materia de agua potable y saneamiento básico cuando así se le solicite.
11. Efectuar las modificaciones que sean aprobadas por la Junta Técnica del presente Reglamento en su calidad de Secretaría Técnica de la misma.
12. Las demás que fije la ley y las que le asigne el Gobierno Nacional según su competencia.

#### **ARTICULO 9.- DE LA JUNTA TÉCNICA ASESORA DEL REGLAMENTO: El**

Ministerio de Desarrollo Económico, con el fin de mantener actualizadas las disposiciones de este Reglamento, integrará una Junta Técnica Asesora, y regulará sus actuaciones y procedimientos. Dicha Junta estará presidida por el Ministro de Desarrollo Económico y estará conformada por un (1) representante de cada uno de las entidades y los gremios que se relacionan a continuación:

- Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Desarrollo Económico, quien actuará como secretaria técnica.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD.
- Comisión de Regulación del Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - ACODAL.
- Asociación Colombiana de Empresas de Ingeniería y Consultoría - AICO.
- El Organismo Nacional de Normalización.
- Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios y Actividades Complementarias e Inherentes - ANDESCO.
- Asociación Colombiana de Ingenieros Constructores - ACIC.
- Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería – ACOFI.

Igualmente, participarán dos representantes de las industrias del sector, las cuales serán escogidas por el Ministro de Desarrollo Económico de una terna concertada por los diferentes gremios.

**PARÁGRAFO: FUNCIONES:** Serán funciones generales de la Junta Técnica Asesora del Reglamento las siguientes:

Asesorar en forma permanente, la revisión, modificación y actualización del Reglamento Técnico de oficio o a solicitud de la parte interesada, previo estudio de la viabilidad y conveniencia de la petición.

Recomendar la incorporación al Reglamento Técnico de métodos y tecnologías de punta aplicables al sector de agua potable y saneamiento básico.  
Participar en la elaboración de normas técnicas que afecten al sector de agua potable y saneamiento básico.

## **CAPITULO II**

### **PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO**

**ARTICULO 10.-** Los proyectos que se lleven a cabo en el territorio nacional en el sector de agua potable y saneamiento básico, cubiertos por el alcance de este Reglamento deberán ser ejecutados por profesionales que tengan las calidades y los requisitos de idoneidad que trata el Título II y deberán seguir el siguiente procedimiento general :

**PASO 1-** Definición del nivel de complejidad del sistema. Debe definirse el nivel de complejidad del sistema, según se establece en el Capítulo III para cada uno de los componentes del sistema.

**PASO 2-** Justificación del proyecto y definición de su alcance. Todo componente de un sistema del sector de agua potable y saneamiento básico debe justificarse con la identificación de un problema de salud pública, del medio ambiente o de bienestar social, el cual tiene solución, ya sea mediante la ejecución del sistema propuesto, la ampliación de cobertura de un servicio o mejoramiento de su calidad y eficiencia. Además, el proyecto debe cumplir los criterios de priorización establecidos en el Capítulo V

**PASO 3-** Conocimiento del marco institucional. El consultor y/o el diseñador y el interventor del diseño deben conocer las diferentes entidades relacionadas con la prestación del servicio público referente al sistema, estableciendo las responsabilidades y funciones de cada una. Las entidades y aspectos que deben identificarse son :

1. Entidad responsable del proyecto.
2. Papel del municipio, ya sea como prestador directo o indirecto del servicio.
3. Entidad Prestadora del servicio. (Oficial, mixta o privada)
4. Entidades territoriales competentes.
5. Entidades de planeación. (Departamento Nacional de Planeación DNP, Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico DGAPSB, etc.)
6. Entidad reguladora. (Comisión de regulación de Agua Potable CRA)
7. Entidad de control, inspección y vigilancia. (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios SSPD u otra)
8. Operador.
9. Acciones proyectadas de la comunidad en el sistema.
10. Autoridad ambiental competente. (Ministerio del Medio Ambiente, corporaciones autónomas regionales y municipales del medio ambiente, etc.)

**PASO 4-** Acciones legales. El consultor y/o el diseñador y el interventor del diseño deben conocer las leyes, decretos, reglamentos y normas técnicas relacionadas con la conceptualización, diseño, operación, construcción, mantenimiento, supervisión técnica y operación de un sistema o cada uno de sus componentes en particular.

**PASO 5-** Aspectos ambientales. Debe presentarse un estudio sobre el impacto ambiental generado por el proyecto, ya sea negativo o positivo, en el cual se incluya una descripción

de las obras y acciones de mitigación de los efectos en el medio ambiente generados por el proyecto, según el presente Reglamento.

**PASO 6-** Ubicación dentro de los planes de ordenamiento territorial y desarrollo urbano previstos. El consultor y/o diseñador y el interventor del diseño deben conocer los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial planteados en términos de la Ley 388 de 1997 y establecer las implicaciones que el proyecto de un sistema, o cualquiera de sus componentes, tendría dentro del desarrollo urbano.

En particular, el diseño de un sistema, o cualquiera de sus componentes, debe contemplar la dinámica de desarrollo urbano prevista en el corto, mediano y largo plazo de las áreas habitadas y las proyectadas en los próximos años, teniendo en cuenta la utilización del suelo, la estratificación socioeconómica, el plan vial y las zonas de conservación y protección de recursos naturales y ambientales entre otros aspectos.

**PASO 7-** Estudios Previos. Todo proyecto de cualquier sistema del sector de agua potable y saneamiento básico debe llevar a cabo los estudios previos mencionados en el capítulo IX.

**PASO 8-** Estudios Socioeconómicos. El diseño de cualquier sistema en el sector de agua potable y saneamiento básico debe someterse a una evaluación socioeconómica y estar sujeto a un plan de construcción, operación, mantenimiento y expansión de costo mínimo, siguiendo lo establecido en el capítulo IX

**PASO 9-** Diseño y requerimientos técnicos. El diseño de cualquier componente de un sistema de agua potable y saneamiento básico debe cumplir con los requisitos mínimos establecidos en los capítulos X y el Título II del presente Reglamento Técnico.

**PASO 10-** Selección de Materiales y Equipos. Las empresas prestadoras de los servicios de agua potable y saneamiento básico o quien haga sus veces, deberán cerciorarse que el proveedor de tuberías, accesorios y equipos utilizados en la construcción de cualquier componente de un sistema de agua potable y saneamiento básico cumplan con lo dispuesto en los artículos 7º y 8º del Decreto 2269 de noviembre de 1993 expedido por el Ministerio de Desarrollo Económico, o aquel que lo sustituya o adicione, en lo concerniente al cumplimiento del presente Reglamento Técnico.

**PASO 11-** Construcción e interventoría. Los procesos de construcción, supervisión técnica e interventoría se ajustarán a los requisitos establecidos en la Ley y a los establecidos en el presente Reglamento Técnico.

**PASO 12-** Puesta en marcha, operación y mantenimiento. Los procedimientos y medidas pertinentes a la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los diferentes componentes de un sistema de agua potable y saneamiento básico seguirán los requerimientos establecidos en los Planos de Construcción y los Manuales de puesta en marcha, operación y mantenimiento suministrados por el diseñador, constructor, fabricante o proveedor al entregar a la entidad contratante las obras, bienes o servicios que le fueron contratados. Sin perjuicio de la exigencia de las pólizas de Garantía de Cumplimiento y Estabilidad, cuando se utilicen métodos alternativos de diseño y construcción y/o suministros que incorporen tecnologías no institucionalizadas aún en el país, el constructor, fabricante o proveedor deberá poner en marcha y operar, o acompañar la operación al menos durante seis meses en la nueva tecnología, de forma que se verifique su correcta operación y se asegure la capacitación del personal que se encargará posteriormente de su administración, operación y mantenimiento.

### CAPITULO III

#### DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA

**ARTICULO 11.- NIVELES DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA.** Para todo el territorio nacional se establecen los siguientes niveles de complejidad: **Bajo, Medio, Medio Alto y Alto**

La clasificación del proyecto en uno de estos niveles depende del número de habitantes en la zona urbana del municipio, su capacidad económica o el grado de exigencia técnica que se requiera para adelantar el proyecto, de acuerdo con lo establecido en la tabla número 1:

TABLA NÚMERO 1

| Nivel de complejidad | Población en la zona urbana <sup>(1)</sup><br>(habitantes) | Capacidad económica de los usuarios <sup>(2)</sup> |
|----------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Bajo                 | < 2500                                                     | Baja                                               |
| Medio                | 2501 a 12500                                               | Baja                                               |
| Medio Alto           | 12501 a 60000                                              | Media                                              |
| Alto                 | > 60000                                                    | Alta                                               |

**Notas :** (1) Proyectado al periodo de diseño, incluida la población flotante.

( 2) Incluye la capacidad económica de población flotante. Debe ser evaluada según metodología del DNP.

## **ARTICULO 12.- ASIGNACIÓN DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA.**

La asignación del nivel de complejidad de todo proyecto objeto del presente reglamento debe hacerse según las siguientes disposiciones:

1. La población que debe utilizarse para clasificar el nivel de complejidad corresponde a la proyectada en la zona urbana del municipio en el periodo de diseño de cada sistema o cualquiera de sus componentes. Debe considerarse la población flotante.
2. El nivel de complejidad del sistema adoptado debe ser el que resulte mayor entre la clasificación obtenida por la población urbana y la capacidad económica. La clasificación anterior solamente puede ser superada si se demuestra que el grado de exigencia técnica es alto y cumple con el requisito 3 del Artículo 13.
3. En ningún caso se permite la adopción de un nivel de complejidad del sistema más bajo que el establecido según los anteriores numerales.
4. Para determinar la capacidad económica de los usuarios debe utilizarse alguna de las siguientes metodologías:
  - a) La estratificación de los municipios de acuerdo con la metodología establecida por el DNP.
  - b) Salarios promedio del municipio.
  - c) Ingreso personal promedio del municipio.

Además, para todos los niveles de complejidad del sistema debe cumplirse lo siguiente :

1. El estándar mínimo establecido en el presente Reglamento corresponde al nivel de complejidad del sistema Bajo para todos los casos.
2. Los proyectos de abastecimiento de agua potable deben cumplir con las normas técnicas de calidad del agua potable establecidas en el Decreto 475 de 1998 de Minsalud y Mindesarrollo Económico o el que lo reemplace o adicione, en todos los niveles de complejidad de los acueductos .

**ARTICULO 13.-MODIFICACIONES DEL NIVEL DE COMPLEJIDAD.** Se permite la adopción de un nivel de complejidad más alto al determinado en el artículo anterior, siempre y cuando el municipio o la empresa de servicios cumpla con los siguientes requisitos:

1. Se justifique técnicamente que en las condiciones establecidas para el nivel de complejidad inicialmente propuesto no se logra la solución necesaria para el problema de salud pública o de medio ambiente existente en la localidad y que es conveniente la adopción de un nivel de complejidad superior. En este caso, el nivel de complejidad propuesto será válido únicamente para un sistema en particular y no podrá extenderse a los demás sistemas existentes o a todo el municipio.

2. Se demuestre capacidad de inversión y capacidad técnica de operación y mantenimiento para desarrollar el sistema en un nivel de complejidad superior.
3. Cuando el grado de exigencia técnica del proyecto sea tal que no hay otra solución económicamente viable para alcanzar el objetivo del proyecto. Se deberá demostrar que es necesario manejar equipos, procesos costosos y mano de obra especializada para la operación y el mantenimiento.

La adopción de un nivel de complejidad diferente debe ser autorizada por la Comisión de Regulación de Agua Potable.

## **CAPITULO IV**

### **IDENTIFICACION Y JUSTIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS**

**ARTICULO 14.- COMPETENCIA:** Las entidades territoriales, las ESP y otras que promuevan y desarrollen inversiones en el sector, deben identificar claramente los proyectos de infraestructura cuyo desarrollo es prioritario en su jurisdicción, en relación con el sector de agua potable y saneamiento básico, con el propósito de satisfacer necesidades inherentes al sector, racionalizando los recursos e inversiones, de forma que se garantice la sostenibilidad del proyecto.

**ARTICULO 15.- DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:** La entidad territorial correspondiente debe presentar en forma concreta el (los) problema(s) o la(s) necesidad(es) que se va(n) a abordar con el proyecto de agua potable o saneamiento básico, con el fin de justificar su ejecución en la medida en que se obtengan beneficios sociales en al área de su jurisdicción. El problema debe expresarse en términos de alguna o varias de las siguientes condiciones:

1. Carencia de los servicios de agua potable, recolección y evacuación de aguas residuales y/o aseo urbano por inexistencia de la infraestructura física necesaria.
2. Prestación insuficiente del servicio objeto del sistema en cuanto a cobertura, continuidad y/o calidad.
3. Deficiencia en la prestación del servicio causada por malas condiciones de la infraestructura existente. En la medida de lo posible debe cuantificarse físicamente la deficiencia en términos de variables como continuidad y/o cobertura.
4. Existencia de problemas de salud pública solucionables con la ejecución de un proyecto de agua potable o saneamiento básico.
5. Existencia de problemas relacionados con el deterioro del medio ambiente, los recursos hídricos y los ecosistemas naturales, o aquellos causados por el incumplimiento de las normas ambientales.

**ARTICULO 16.- DETERMINACIÓN DEL OBJETIVO DEL PROYECTO** La entidad territorial correspondiente, la ESP u otra entidad que promueva y desarrolle inversiones en el sector, debe definir un objetivo concreto del proyecto, el cual debe estar dirigido a solucionar el problema identificado, sus causas y consecuencias, así como las características de la población y de la zona que está siendo afectada por el mismo. El objetivo debe indicar claramente el estado deseado que se espera obtener a través de la

ejecución del proyecto y expresarse en términos de resultados. Como regla general, el objetivo debe cumplir con las siguientes condiciones:

1. Tener un peso significativo dentro de los costos y beneficios del proyecto.
2. Ser realista y realizable bajo las condiciones externas que lo afectan y debe contar con los recursos previstos.
3. Ser medible y cuantificable en el tiempo a través de uno o más indicadores.
4. Estar delimitado en el tiempo.
5. Permitir la comparación de la situación actual y futura en forma clara y precisa.
6. Incorporar beneficiarios o grupos objetivo.
7. Insertarse en los lineamientos (marco de referencia) a largo plazo previstos en los planes maestros de los servicios de acueducto y alcantarillado.
8. Estar de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial de la zona, de tal manera que se eviten desarrollos urbanos caóticos y descontrolados.

**ARTICULO 17.- DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN AFECTADA:** Como complemento a la justificación de un proyecto de agua potable o saneamiento básico, la entidad territorial debe determinar la población directa o indirectamente afectada por el problema detectado en el artículo anterior, así como la población objetivo o beneficiada con la ejecución del proyecto, calculada dentro del periodo de diseño del mismo.

**ARTICULO 18.- CUANTIFICACIÓN DE LA DEMANDA Y/O NECESIDADES:** La entidad territorial del proyecto, la ESP o cualquier otra entidad que promueva y desarrolle inversiones en el sector, debe calcular las demandas actuales y futuras de su sistema con el objetivo de estimar la capacidad necesaria de las obras por construirse, así como de planear adecuadamente las expansiones de cada uno de los componentes. Para esto, deben llevarse a cabo las siguientes actividades:

1. Estimar la demanda del servicio objeto del sistema y las necesidades reales de capacidad en el periodo de evaluación, considerando el efecto de las diferentes actividades económicas permanentes y temporales dentro del periodo de análisis que puedan implicar un aumento en la demanda.
2. Definir un periodo de diseño, que será el periodo de tiempo durante el cual la capacidad del sistema debe permitir satisfacer la demanda de la población.
3. Estimar la población actual y futura del municipio con base en el periodo de diseño.
4. Realizar una estimación del nivel máximo de servicios y/o capacidad que será posible atender cada cuatro o cinco años del periodo de diseño, utilizando la información de la capacidad instalada en el momento del diseño y los planes de expansión previstos.
5. Obtener un estimativo del déficit en la prestación de los servicios en cada año durante el periodo analizado, el cuál es calculado como la diferencia entre la oferta y la demanda.

**ARTICULO 19.- EVALUACIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE:** En el caso de ampliaciones de un sistema, la entidad territorial, la ESP o cualquier otra entidad que promueva o desarrolle inversiones en el sector, debe realizar una evaluación del mismo, buscando obtener información sobre el funcionamiento general, la capacidad máxima real, la eficiencia y los criterios operacionales. Después del análisis debe diagnosticar si es posible mejorar o no los niveles de eficiencia del sistema. La evaluación de los sistemas existentes debe realizarse en los componentes mostrados en la tabla No. 2:

**TABLA NUMERO 2**

| <b>Sistema</b>                                                        | <b>Parámetros sujetos de la evaluación</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Servicio de suministro de agua potable                                | Calidad y continuidad de la fuente<br>Evaluación de las dotaciones<br>Captación y pretratamientos<br>Capacidad y estado general de la aducción y/o conducción<br>Capacidad de la PTAP<br>Calidad actual del agua en planta y en la red de distribución<br>Estado de la red de distribución<br>Porcentaje de pérdidas técnicas<br>Cobertura del servicio<br>Capacidad del almacenamiento<br>Continuidad del servicio<br>Tarifas<br>Cobertura de la Macromedición<br>Cobertura de Micromedición |
| Servicio de recolección y disposición de aguas residuales y pluviales | Cobertura actual<br>Estimación de conexiones erradas<br>Estimación de infiltraciones<br>Capacidad de la PTAR<br>Tarifas<br>Caracterización de las aguas residuales<br>Calidad de agua en la fuente receptora                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Servicio de aseo urbano                                               | SISTEMA DE RECOLECCIÓN<br>Cobertura y frecuencia de la recolección<br>Capacidad y calidad de los vehículos<br>Eficiencia<br>Tarifas<br>DISPOSICIÓN FINAL<br>Evaluación de la operación<br>Manejo de lixiviados<br>Problemas de contaminación en aguas superficiales y subterráneas<br>Vida útil del sitio de disposición final<br>Impacto ambiental dentro del servicio de aseo urbano<br>Cerramiento y clausura.                                                                             |

## **ARTICULO 20.- DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE:**

Antes de la ejecución de cualquier proyecto, la entidad territorial correspondiente debe evaluar las condiciones físicas y de operación de la infraestructura actual, buscando el máximo aprovechamiento de estas obras dentro del proyecto propuesto, o modificación en sus procedimientos de operación para mejorar la eficiencia.

El análisis debe cubrir los siguientes puntos :

1. Nivel y estado actual de los servicios.
2. Estado del catastro de la red
3. Información general relacionada con la situación actual que se desea cambiar.
4. Descripción del estado de las obras físicas.
5. Información sobre labores de mantenimiento realizadas en los 2 últimos años, donde se incluyan, en lo posible, los daños ocurridos de forma imprevista, su causa y métodos de reparación.

En todo caso, debe evaluarse la posibilidad de la utilización de obras existentes como parte de las obras civiles e infraestructura necesarias para el proyecto.

## **CAPITULO V**

## PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS

**ARTÍCULO 21.- DEFINICIÓN DE PARAMETROS:** Las entidades territoriales, las ESP y otras que promuevan y desarrollen inversiones en el sector, deben identificar claramente los proyectos de infraestructura cuyo desarrollo es prioritario en su jurisdicción en relación con el sector de agua potable y saneamiento básico con el propósito de satisfacer necesidades inherentes al sector, racionalizando los recursos e inversiones, de forma que se garantice la sostenibilidad económica de los proyectos. Para la aplicación de este Reglamento, la tabla No. 3 define los límites mínimos de cobertura de algunos parámetros utilizados en el proceso de priorización, utilizando la siguiente nomenclatura:

AP-AL = rezago entre cobertura de alcantarillado sanitario respecto a la de agua potable  
 Cob.AP = cobertura de agua potable  
 Cob RDS = cobertura de recolección de desechos sólidos  
 CE Plu/San = porcentaje de conexiones erradas del alcantarillado pluvial al sanitario  
 CE San/Plu = porcentaje normal de conexiones erradas sanitario al pluvial  
 %Inf = porcentaje de Infiltración Normal  
 mic = cobertura de micromedición  
 MAC = cobertura de macromedición  
 Per Adu = pérdidas en aducción  
 Per Dis = pérdidas en distribución

TABLA NÚMERO 3

| Parámetro                                                                | Símbolo | Bajo | Medio | Medio Alto | Alto |
|--------------------------------------------------------------------------|---------|------|-------|------------|------|
| Cobertura mínima de agua potable                                         | Cob.AP  | 95%  | 90%   | 90%        | 85%  |
| Rezago máximo entre cobertura de alcantarillado respecto al agua potable | AP-AL   | 10%  | 10%   | 15%        | 15%  |
| Cobertura mínima de recolección de desechos sólidos                      | Cob RDS | 95%  | 85%   | 85%        | 80%  |

Se entenderá por cobertura la relación entre la población que cuenta con el servicio público en cuestión y la población total.

**ARTICULO 22.- ESQUEMA DE PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS:** La primera prioridad para una entidad territorial, una ESP u otra entidad que promueva o desarrolle inversiones en el sector, será llevar a cabo inversiones que tengan un efecto positivo manifiesto en la salud pública de los habitantes y de su medio ambiente, razón por la cual, tienen preferencia la ejecución de obras de suministro de agua potable de adecuada calidad, según el Decreto 475 de 1998, y la recolección y disposición de aguas residuales. En un nivel inferior de prioridad, se sitúan el manejo de desechos sólidos y el tratamiento de las aguas residuales.

Se presenta a continuación una metodología para seleccionar los proyectos prioritarios en materia de agua potable y saneamiento básico, definiendo las actividades complementarias. Dicha metodología podrá hacerse por sectores del municipio.

Así, los proyectos y acciones de las entidades territoriales, las ESP o las que desarrollen o promuevan inversiones en el sector de agua potable y saneamiento básico deben ejecutarse

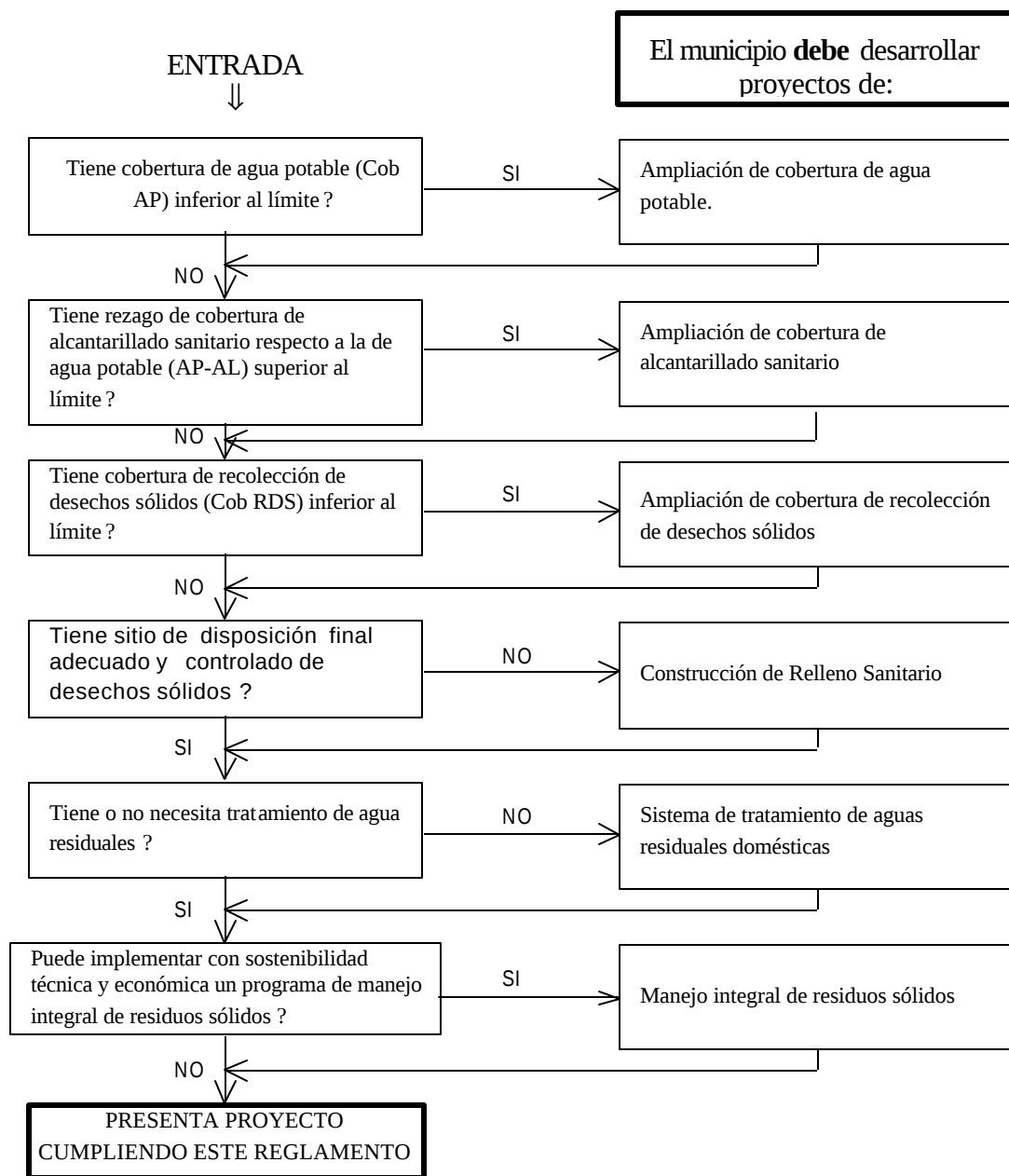
evaluando el cumplimiento de las siguientes condiciones que indican el orden obligatorio de prioridades, empezando por el de mayor preferencia:

1. Si la cobertura actual del servicio de agua potable (Cob AP) es menor que el porcentaje establecido en la tabla No. 3, debe ser de mayor prioridad de ejecución un proyecto de ampliación en la cobertura de agua potable.
2. Si la diferencia entre la cobertura actual del servicio de agua potable y la cobertura actual del servicio de alcantarillado sanitario (AP-AL) es mayor que el valor establecido en la tabla No. 3, debe seguir en orden de prioridades de ejecución un proyecto de ampliación en la cobertura del sistema de recolección de aguas residuales.
3. Si la cobertura actual del servicio de aseo urbano (Cob RDS) es menor que el valor establecido en la tabla No. 3, debe seguir la ejecución de un proyecto de ampliación de la cobertura de recolección de desechos sólidos.
4. En caso de no tener sitio de disposición final adecuado y controlado de desechos sólidos, debe seguirse con la formulación de un proyecto de relleno sanitario
5. En caso de tener problemas de calidad de agua en las fuentes receptoras, debe incluirse la ejecución de proyecto de tratamiento de aguas residuales
6. En caso de ser necesario, puede incluirse la ejecución de un programa de manejo de desechos sólidos, ubicado en el último orden de prioridad.

La figura No. 1 resume el procedimiento para establecer prioridades en las inversiones en el sector de agua potable y saneamiento básico.

FIGURA NÚMERO 1  
**Diagrama general de priorización de proyectos**

| <b>Valores límites de los parámetros de cobertura</b>                    |                |             |              |                   |             |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------------|-------------------|-------------|
| <b>Parámetro</b>                                                         | <b>Símbolo</b> | <b>Bajo</b> | <b>Medio</b> | <b>Medio Alto</b> | <b>Alto</b> |
| Cobertura mínima de agua potable                                         | Cob.AP         | 95%         | 90%          | 90%               | 85%         |
| Rezago máximo entre cobertura de alcantarillado respecto al agua potable | AP-AL          | 10%         | 10%          | 15%               | 15%         |
| Cobertura mínima de recolección de desechos sólidos                      | Cob RDS        | 95%         | 85%          | 85%               | 80%         |



## CAPITULO VI

### ALCANCE Y DETERMINACIÓN DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

**ARTÍCULO 23.- PARÁMETROS BÁSICOS.** Todo proyecto debe presentarse con actividades complementarias destinadas a mejorar la eficiencia del servicio y a cumplir con las disposiciones de este Reglamento y otras autoridades competentes del sector. Para efectos de este Reglamento, en la tabla No. 4 se definen los parámetros que el diseñador debe tener en cuenta en la determinación de las características del proyecto, según el nivel de complejidad del sistema establecido.

TABLA NÚMERO 4

|                                                                                         |            | Valores según el nivel de complejidad del sistema (Porcentaje) |       |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------|-------|------------|------|
| Parámetros                                                                              |            | Bajo                                                           | Medio | Medio Alto | Alto |
| Cobertura mínima de agua potable                                                        | Cob.AP     | 95%                                                            | 90%   | 90%        | 85%  |
| Rezago máximo entre cobertura de alcantarillado sanitario respecto a la de agua potable | AP-AL      | 10%                                                            | 10%   | 15%        | 15%  |
| Cobertura mínima de recolección de desechos sólidos                                     | Cob RDS    | 95%                                                            | 85%   | 85%        | 80%  |
| Porcentaje mínimo de Conexiones Erradas Pluvial/Sanitario                               | CE Plu/San | 0%                                                             | 5%    | 10%        | 10%  |
| Porcentaje mínimo Normal de Conexiones Erradas Sanitario/Pluvial                        | CE San/Plu | 0%                                                             | 5%    | 10%        | 10%  |
| Cobertura mínima de micromedición                                                       | Mic        | 100%                                                           | 100%  | 100%       | 100% |
| Cobertura mínima de macromedición                                                       | MAC        | 100%                                                           | 100%  | 100%       | 100% |
| Pérdidas máximas en aducción                                                            | Per Adu    | 5%                                                             | 5%    | 5%         | 5%   |
| Pérdidas Máximas Totales                                                                | Per Total. | 30%                                                            | 30%   | 30%        | 30%  |

**ARTÍCULO 24.- SUMINISTRO DE AGUA POTABLE:** Cualquier proyecto dirigido a la ampliación de la cobertura o mejoramiento del servicio de suministro agua potable debe complementarse con las siguientes actividades, en caso de que se presenten algunas de las condiciones establecidas en la figura 1.A:

1. Ampliación de cobertura de alcantarillado.
2. Plan de mejoramiento de la calidad del agua.
3. Plan de incremento de los niveles de macromedición.
4. Programa de ampliación de cobertura de la micromedición.
5. Programa de reducción de pérdidas
6. Verificación de dotaciones y plan dirigido a reducir el consumo de agua, según la Ley 373 de 1997. Utilización de instrumentos de bajo consumo y campañas de ahorro de agua.

**ARTICULO 25.- SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.** Un proyecto de ampliación de cobertura de alcantarillado sanitario deberá incluir además del desarrollo de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas, el de las pluviales, ya sea en sistemas independientes o en sistemas combinados.

**PARAGRAFO.- Sobre la pavimentación de calles.** No se debe permitir pavimentar una calle antes de la construcción de sus redes de alcantarillado sanitario y/o pluvial o combinado, a menos que la pavimentación sea hecha con adoquines. Se exceptúan algunos

casos de alcantarillados condominiales, cuando se demuestre que la recolección de las aguas residuales, no afectará la calzada que se va a pavimentar.

**ARTÍCULO 26.- ALCANTARILLADO SANITARIO O COMBINADO.** Se necesita llevar a cabo un sistema de recolección de aguas residuales domésticas cuando la diferencia entre las coberturas de acueducto y de alcantarillado sanitario sea mayor que el porcentaje establecido en algunas áreas de la localidad, según la tabla No. 4

El proyecto de recolección y disposición de aguas residuales domésticas debe complementarse con los siguientes programas, cuando se den las condiciones expuestas en la figura 2

1. Revisión del sistema de agua potable cuando se presenten dotaciones por fuera de los rangos establecidos.
2. Programa de mantenimiento preventivo y reparación de redes de alcantarillado sanitario.
3. Programa de ampliación del alcantarillado pluvial.

**ARTÍCULO 27.- ALCANTARILLADO PLUVIAL O COMBINADO.** Se considera necesario llevar a cabo un proyecto de recolección de aguas pluviales mediante la ejecución de un proyecto de alcantarillado pluvial o combinado cuando existan problemas de drenaje de las aguas lluvias.

En caso de que el porcentaje de conexiones erradas del sistema sanitario al pluvial sea mayor que el valor establecido, el proyecto debe contener un programa de mantenimiento y reparación del alcantarillado sanitario de acuerdo a las condiciones establecidas en la figura 3

**ARTÍCULO 28.- TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.** Un proyecto de tratamiento de aguas residuales debe llevarse a cabo cuando un estudio de calidad de agua en la fuente receptora demuestre que existe o existirá un problema de salud pública o de carácter ambiental, cuya magnitud amerite la construcción de dicho sistema. Un proyecto de tratamiento de aguas residuales debe complementarse con las siguientes actividades cuando se cumplan las condiciones expuestas en la figura 4:

1. Estudios de calidad de agua de la fuente receptora.
2. Caracterización de las aguas residuales domésticas a vertirse en la fuente.
3. Sistema separado de aguas residuales domésticas y pluviales.
4. Programa dirigido a la corrección de conexiones erradas, construcción de interceptores de aguas residuales y reparación y/o construcción de aliviaderos.
5. Plan de mantenimiento preventivo y reparación total del sistema de alcantarillado.
6. Sistema de pretratamiento industrial para remoción de tóxicos.

**ARTÍCULO 29.- SISTEMAS DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.** Todo proyecto destinado a la disposición de residuos sólidos debe contener las siguientes actividades, dadas las condiciones expuesta en la figura 5:

1. Alternativas de relocalización
2. Plan de mejoramiento y rehabilitación existente
3. Plan de minimización de impactos

**ARTÍCULO 30.- MANEJO INTEGRAL DE DESECHOS SÓLIDOS.** En todo programa de manejo integral de desechos sólidos debe incluirse los siguientes planes cuando se cumplan las condiciones expuestas en la figura 6:

1. Plan de optimización de las rutas de recolección.
2. Plan de optimización del tamaño y número de vehículos
3. Posibilidad de reducir los residuos en la fuente.
4. Posibilidad de introducir la clasificación de la basura. Sólo para los niveles medio alto y alto.
5. Disposición final.

FIGURA 1.A

**Diagrama para determinación de programas complementarios en un sistema de abastecimiento de agua potable**

| Valores máximos de los parámetros de cobertura                                |         |                      |       |            |      |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------|-------|------------|------|
| Parámetro                                                                     | Símbolo | Nivel de complejidad |       |            |      |
|                                                                               |         | Bajo                 | Medio | Medio Alto | Alto |
| Rezago máximo entre cobertura de alcantarillado respecto a la de agua potable | AP-AL   | 10%                  | 10%   | 15%        | 15%  |
| Cobertura mínima de macromedición                                             | MAC     | 100%                 | 100%  | 100%       | 100% |
| Cobertura mínima de micromedición                                             | Mic     | 100%                 | 100%  | 100%       | 100% |
| Pérdidas máximas en aducción                                                  | Per Adu | 5%                   | 5%    | 5%         | 5%   |
| Pérdidas Totales Máximas                                                      | Per Tec | 30%                  | 30%   | 30%        | 30%  |

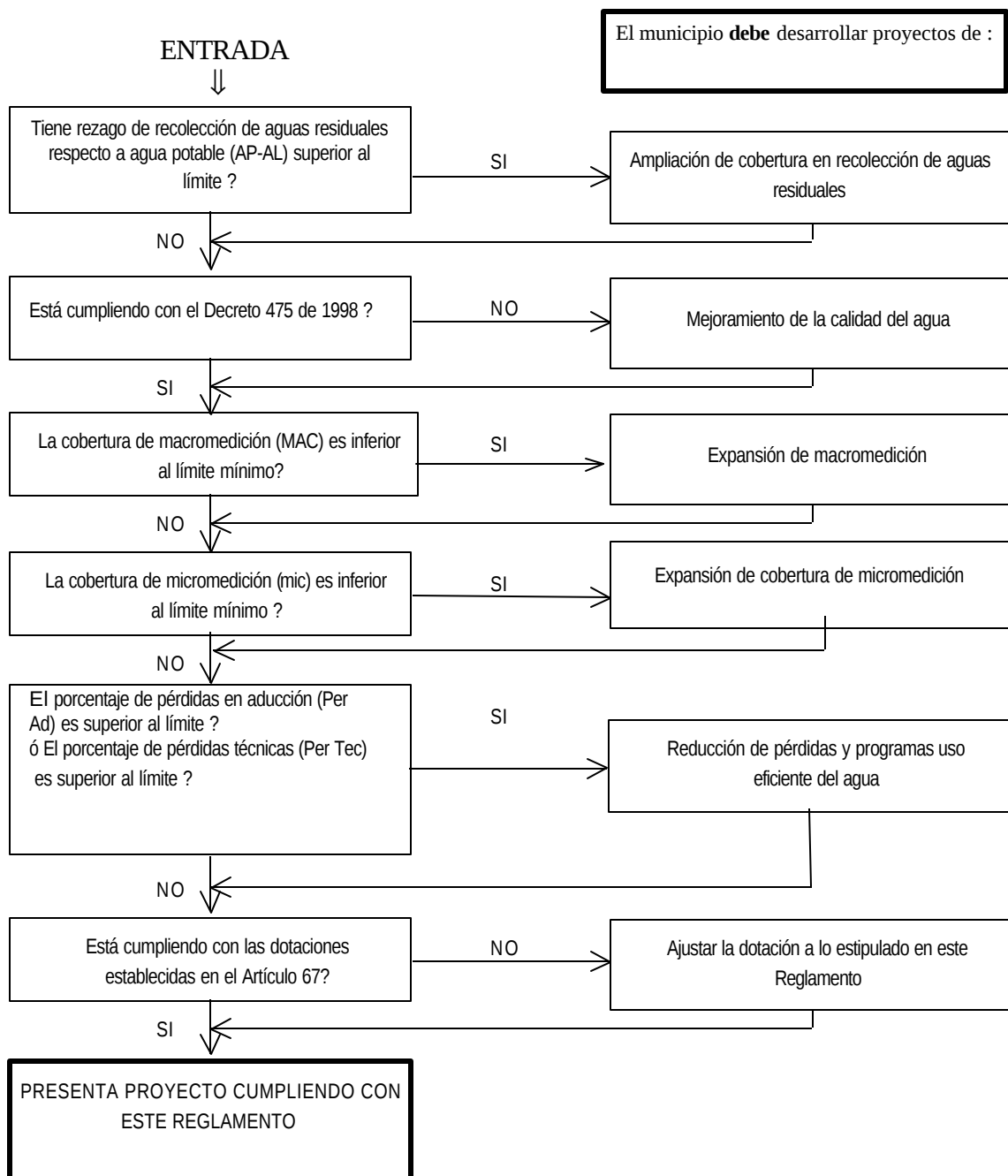
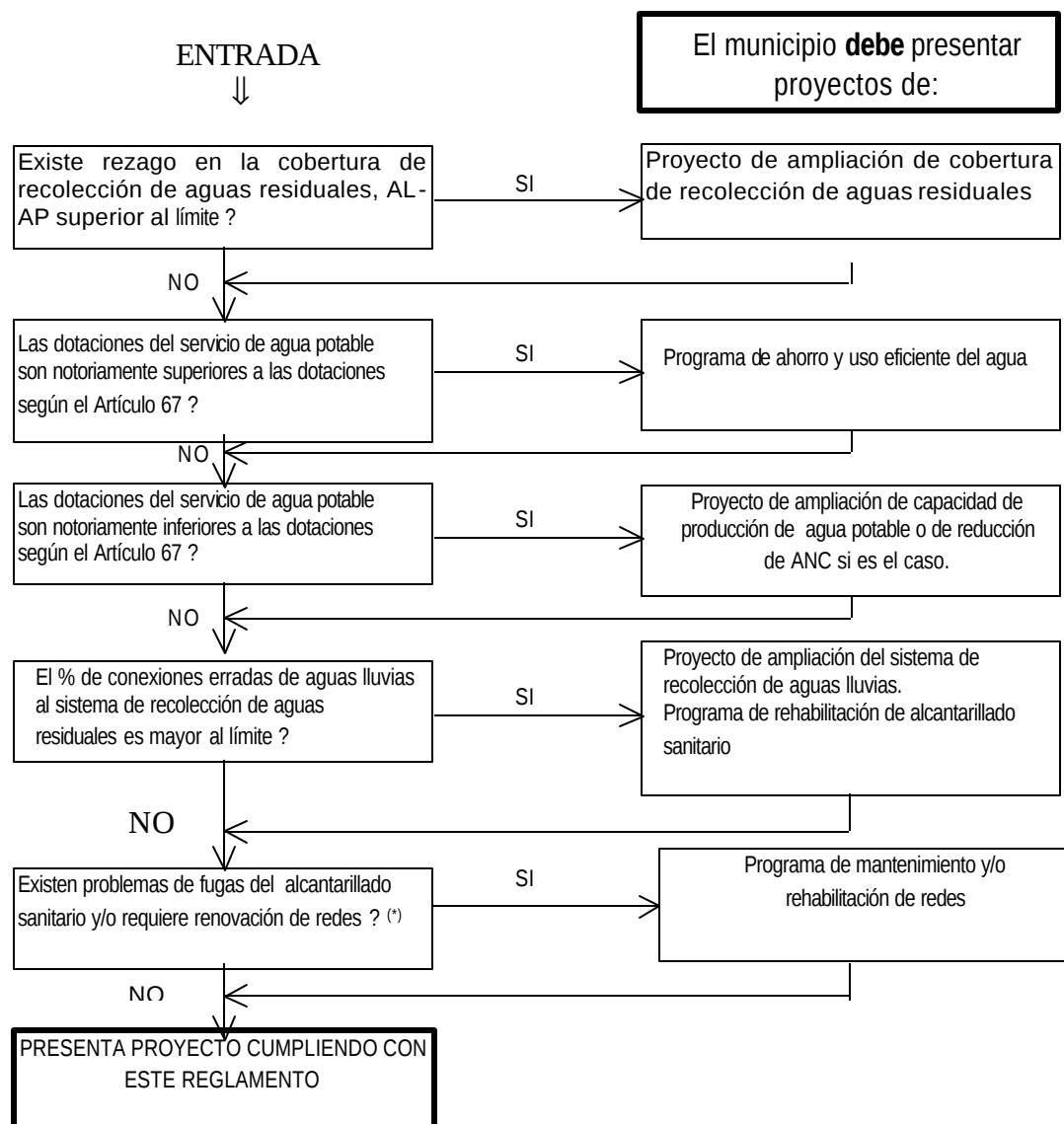


FIGURA 2

**Diagrama para determinación de componentes complementarios en un sistema de alcantarillado sanitario o combinado**

| Valores máximos de los parámetros de cobertura                    |            |      |       |            |      |
|-------------------------------------------------------------------|------------|------|-------|------------|------|
| Parámetro                                                         | Símbolo    | Bajo | Medio | Medio Alto | Alto |
| Rezago entre cobertura de alcantarillado respecto al agua potable | AP-AL      | 10%  | 10%   | 15%        | 15%  |
| Conexiones erradas de aguas lluvias al sistema sanitario          | CE San/Plu | 15%  | 15%   | 15%        | 15%  |
| Porcentaje de infiltraciones                                      | %Inf       | 15%  | 15%   | 20%        | 20%  |

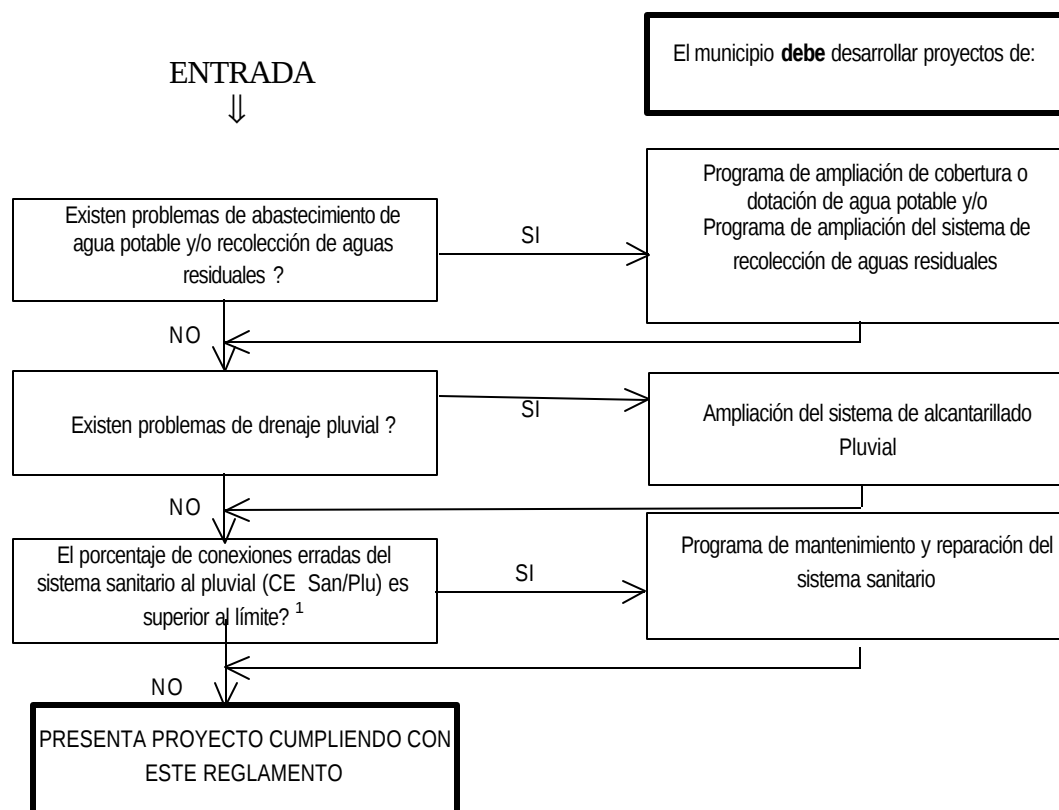


(\*) Pregunta no válida para sistemas combinados

FIGURA 3

**Diagrama para determinación de componentes complementarios en un sistema de alcantarillado pluvial o combinado**

| Valores máximos de los parámetros de cobertura                                |            |      |       |            |      |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|------|-------|------------|------|
| Parámetro                                                                     | Símbolo    | Bajo | Medio | Medio Alto | Alto |
| Rezago de cobertura de alcantarillado sanitario respecto a la de agua potable | AP-AL      | 10%  | 10%   | 15%        | 15%  |
| Conexiones erradas del sistema sanitario al pluvial                           | CE San/Plu | 0%   | 5%    | 10%        | 10%  |



<sup>1</sup> Pregunta no válida para sistemas combinados

FIGURA 4

**Diagrama para determinación de componentes complementarios en un sistema de tratamiento de aguas residuales**

| Valores máximos de los parámetros de cobertura                   |            |      |       |            |      |
|------------------------------------------------------------------|------------|------|-------|------------|------|
| Parámetro                                                        | Símbolo    | Bajo | Medio | Medio Alto | Alto |
| Conexiones erradas del sistema pluvial al sanitario              | CE Plu/San | 10%  | 10%   | 10%        | 10%  |
| Conexiones erradas del sistema sanitario al pluvial (CE San/Plu) | CE San/Plu | 15%  | 15%   | 15%        | 15%  |

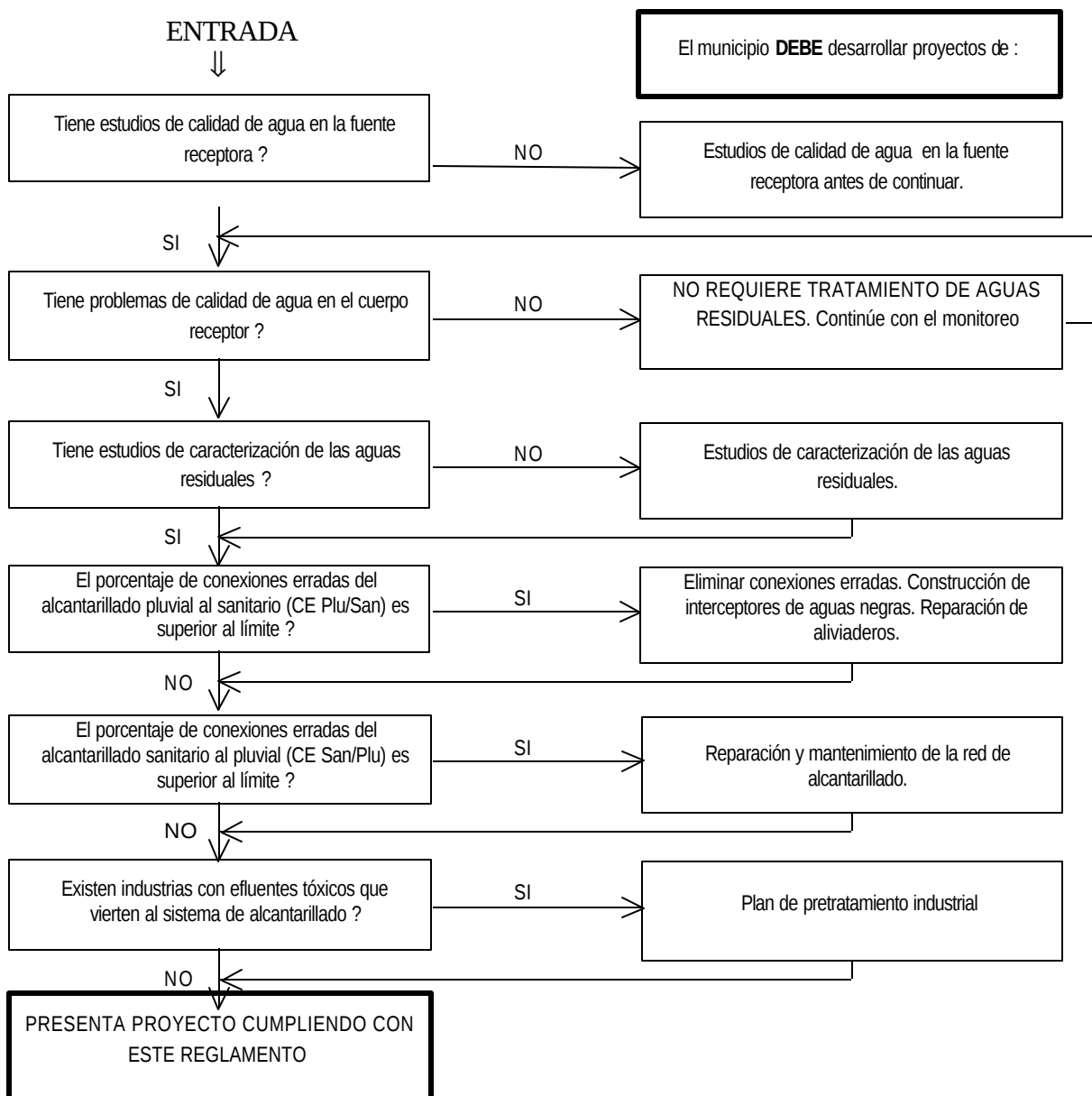


FIGURA 5  
**Diagrama para determinación de componentes complementarios en un sistema de  
disposición de residuos sólidos en relleno sanitario**

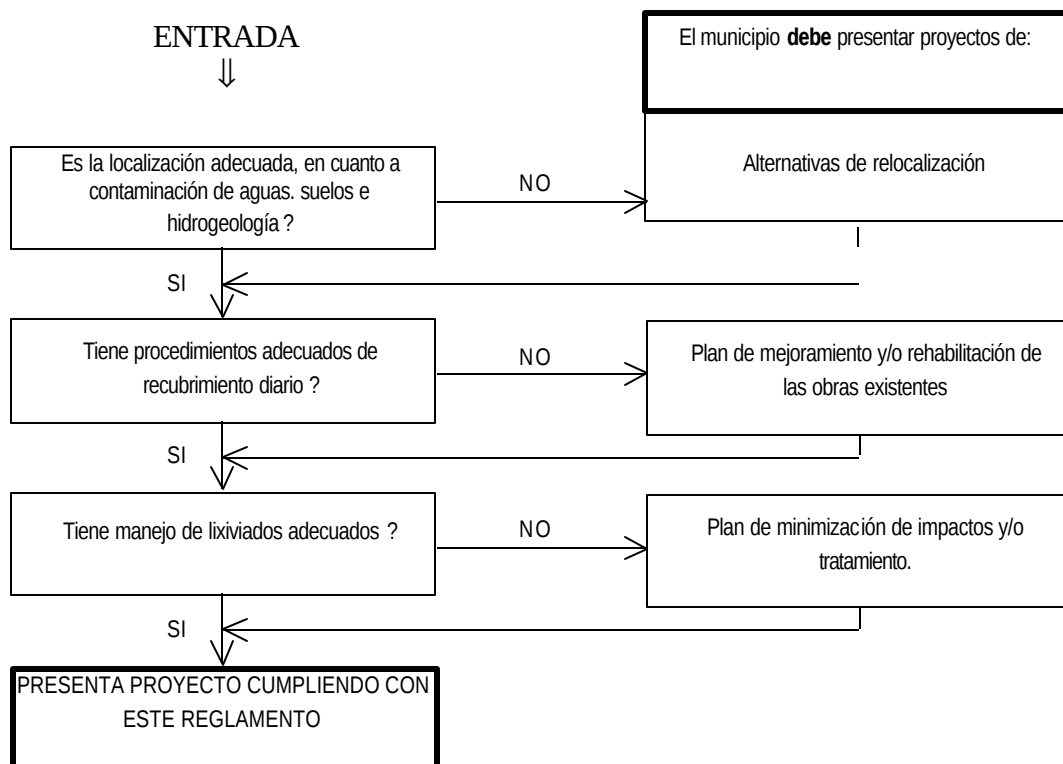
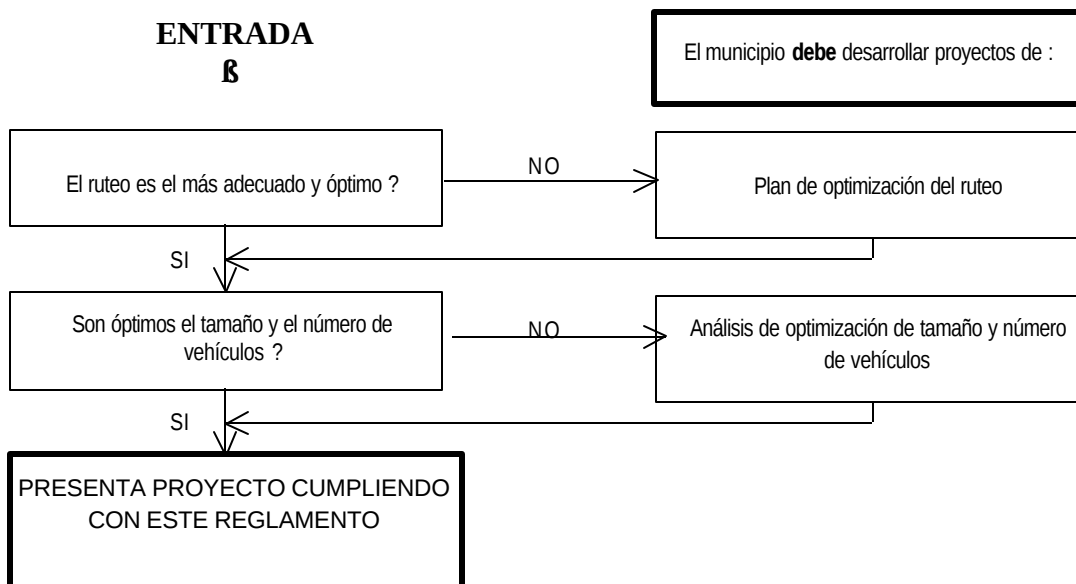


FIGURA 6

**Diagrama para determinación de componentes complementarios en un sistema de recolección de residuos sólidos**



## **CAPITULO VII**

### **PRESENTACIÓN DE PLANOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO**

**ARTÍCULO 31.- PLANOS.** Todos los planos arquitectónicos, hidráulicos, sanitarios, estructurales, eléctricos, mecánicos y de instalaciones especiales deben ser firmados y rotulados por profesionales debidamente facultados para realizar los diseños respectivos. Los planos que se elaboren en cada una de las especialidades anteriores, deben incluir toda la información básica necesaria para la construcción, tales como :

1. Referenciación planimétrica y altimétrica por el IGAC o en su defecto por sistemas de posicionamiento geodésico o satelital.
2. Parámetros de calidad para la construcción.
3. Características y propiedades mínimas de los materiales a utilizar en la construcción
4. Especificaciones e instrucciones de instalación de maquinaria y equipo.
5. Detalles de conexiones, empalmes, juntas y demás casos que merecen explicación particular.
6. Identificación de las redes existentes de acueducto, alcantarillado, gas, energía y teléfonos
7. Suposiciones básicas utilizadas en el diseño y que puedan afectar el uso futuro de la construcción, como cargas supuestas en los análisis, tipo de uso supuesto en el diseño, presiones máximas y mínimas de utilización, precauciones especiales que deben tenerse en cuenta en la construcción o instalación de elementos.
8. Demás instrucciones y explicaciones que se requieran para poder realizar la construcción e instalación de maquinaria y equipo acorde con el diseño previsto.

Además, los planos deben especificar el nivel de complejidad del sistema asignado al proyecto y algunos aspectos que faciliten la comprensión de los manuales de operación y mantenimiento.

Aquellos planos que contengan errores aritméticos, de dibujo, cotas, abscisados, transcripción, copia u otras fallas imputables al descuido o falta de revisión por parte del firmante de los mismos, deberán ser corregidos en el original, si es posible, y esto deberá quedar registrado en el mismo plano con la fecha y la firma del responsable de la corrección o modificación. Las copias tomadas de los originales defectuosos deberán ser destruidas para ser reemplazadas por unas nuevas tomadas a partir de los planos originales corregidos. Los planos deben ser elaborados en medios magnéticos para facilitar su corrección, actualización y edición inmediata, permitiendo adicionalmente establecer distintas escalas de impresión de acuerdo a los procedimientos constructivos.

**ARTÍCULO 32.- MEMORIAS.** Los planos arquitectónicos, hidráulicos, sanitarios, estructurales, eléctricos, mecánicos, de instalaciones especiales y demás que sean necesarios para la ejecución de la obra, deben ir acompañados por las memorias detalladas de diseño y cálculo que describan los procedimientos por medio de los cuales se realizaron dichos diseños.

Las memorias deben incluir entre otros:

1. Las suposiciones utilizadas en los diseños.
2. Las metodologías empleadas.

3. La verificación del cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos por el presente Reglamento
4. Referencia a normas técnicas nacionales o internacionales para los materiales, equipos y procedimientos específicos.
5. Los esquemas con base en los cuales se realizan los planos de construcción.
6. Especificaciones detalladas e instrucciones de instalación de maquinaria y equipo.
7. Las memorias deben especificar en Manuales impresos para tal fin, los procedimientos detallados para puesta en marcha, operación y mantenimiento de cada uno de los sistemas, así como, el nivel de complejidad del sistema asignado al proyecto.
8. Referencia a códigos nacionales.
9. En el caso que se utilice procesamiento automático de información, debe entregarse una descripción detallada de los principios en que se basa el procesamiento automático, así como una descripción de los datos de entrada y salida en el proceso.
10. Manuales de puesta en marcha, operación y mantenimiento.
11. Presupuesto detallado, soportado por un análisis de precios unitarios con la fecha precisa de su elaboración.

Al igual que los planos, las memorias deben indicar claramente el nivel de complejidad del sistema utilizado en los diseños, en los procedimientos detallados y demás actividades del proyecto.

Las memorias que contengan errores aritméticos, cotas, abscisados, transcripción, copia u otras fallas imputables al descuido o falta de revisión por parte del diseñador, deberán ser corregidas en el original, si es posible, y las copias procedentes del documento defectuoso deberán ser destruidas.

**ARTÍCULO 33.- ARCHIVO DE MANUALES, PLANOS Y CATASTROS PARA CONTINGENCIAS POR DESASTRE NATURAL O PROVOCADO.** Para todos los niveles de complejidad del sistema, los Manuales de puesta en marcha, operación y mantenimiento; los planos de construcción de redes primarias y secundarias de acueducto y/o alcantarillado, así como los planos de catastro de las redes de acueducto y alcantarillado ejecutados a partir de la fecha de expedición del presente Reglamento, con o sin inversión estatal, deberán ser emitidos en medio magnético, magneto-óptico u óptico, compatibles con tecnologías convencionales que permitan ser fácilmente archivados y almacenados para su consulta posterior en caso de pérdida irremediable del original o por desastre natural. Una copia en cualquiera de estos medios deberá ser enviada al Ministerio de Desarrollo Económico que será el encargado de salvaguardar este bien público directamente o mediante delegación a una entidad privada sin ánimo de lucro.

## **CAPITULO VIII**

### **ESTUDIOS PREVIOS**

**ARTÍCULO 34.- DESCRIPCIÓN DE LA LOCALIDAD Y DE LA ZONA DEL PROYECTO.** El consultor y/o el diseñador debe describir las condiciones físicas, económicas y sociales de la localidad en la cual se planea llevar a cabo el proyecto de agua

potable y saneamiento básico, dentro de un estudio que cumpla como mínimo los aspectos mencionados en este capítulo, sin excluir las demás actividades particulares que se indiquen en este Reglamento y hacer las conclusiones pertinentes. Deberá tener en cuenta además la división de usos del suelo e identificar el tipo de consumo predominante del área.

El detalle de los estudios previos deberá quedar establecido en los términos de referencia para su elaboración y de acuerdo al nivel de complejidad del sistema.

**ARTÍCULO 35.- CLIMATOLOGÍA.** Para proyectos de nivel de complejidad medio alto y alto y siempre que sea justificable, deberán contemplarse estudios de climatología y meteorología de utilidad, relacionada con su propósito.

**ARTÍCULO 36.- GEOLOGÍA Y SUELOS.** Para proyectos de municipios de nivel de complejidad alto, es necesario establecer de manera general las características de las principales formaciones geológicas, geomorfológicas y fisiográficas de la región, del paisaje y topografía asociada con la localidad, con el fin de identificar las fallas geológicas activas que se localicen en el área circundante del proyecto y el grado de sismicidad a que puede estar sometido.

Los estudios de suelos deben contemplar el reconocimiento general del terreno afectado por el proyecto, para evaluar sus características en un estudio que incluya como mínimo lo siguiente: clasificación de los suelos, permeabilidad, nivel freático, características físico-mecánicas y características químicas que identifiquen la posible acción corrosiva del subsuelo para elementos metálicos y no metálicos que van a quedar localizados en el subsuelo.

El diseñador puede establecer la necesidad de llevar a cabo estudios más detallados de geología y/o suelos, justificando las razones por las cuales se formula dicha recomendación. En proyectos municipales del nivel de complejidad bajo, medio y medio alto, es suficiente el concepto de un profesional idóneo en la materia, que identifique la climatología local, las características físico - mecánicas del subsuelo y los posibles riesgos de falla geológica y de sismicidad a que está sometido el proyecto. El diseñador puede establecer la necesidad de llevar a cabo estudios más detallados de suelos, justificando las razones por las cuales se formula dicha recomendación.

**ARTÍCULO 37.- TOPOGRAFÍA.** Deben elaborarse estudios topográficos con un nivel de detalle y precisión de acuerdo con el tipo de obra que se proyecte.

**ARTÍCULO 38.- RECURSOS HÍDRICOS.** Deben identificarse las fuentes de agua principales para el abastecimiento de agua potable y vertimiento de agua residual, así como las formaciones acuíferas existentes, estableciendo la forma en la cual el proyecto puede afectarlas en su continuidad y en la calidad de agua.

**ARTÍCULO 39.-DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.**

Deben identificarse las principales obras de infraestructura construidas y proyectadas dentro de la zona de influencia del sistema por desarrollar, tales como carreteras, puentes, líneas de transmisión de energía y cualquier otra obra de importancia. Se deben identificar las redes de otros servicios públicos en la zona, tales como redes de gas, teléfono, energía y oleoductos y sus respectivas áreas de servidumbre con los cuales podrían presentarse interferencias.

**ARTÍCULO 40.-CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS.** Deben determinarse las condiciones socioeconómicas de la localidad, con base en información primaria y/o secundaria, su estratificación, distribución espacial, niveles de ingreso y actividades económicas predominantes. Es necesario establecer el crecimiento y las tendencias de desarrollo industrial y comercial. Se debe tener en cuenta los períodos del año en que se presentan incrementos de la población flotante con motivo de celebraciones típicas propias de la región.

**ARTÍCULO 41.- COMUNICACIONES.** Se debe identificar el tipo, calidad y cobertura de los servicios de telefonía, correo, radio aficionados y similares, en particular en municipios alejados y de difícil acceso, con el fin de conocer la oferta de los mismos y su relación con el proyecto.

**ARTÍCULO 42.- VÍAS DE ACCESO.** Debe realizarse un inventario de las carreteras, caminos, ferrocarriles, así como de las rutas de navegación aérea, fluvial y lacustre de acceso a la localidad, estableciendo las distancias a las áreas urbanas más cercanas. Esto permitirá establecer la facilidad del transporte requerido de materiales y equipos para la ejecución de las obras.

**ARTÍCULO 43.- DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA.** Se debe analizar la disponibilidad de mano de obra calificada y no calificada para la construcción de las obras y de personal técnico para labores de operación y mantenimiento, al igual que los salarios vigentes en la localidad

**ARTÍCULO 44.- DISPONIBILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.** Se debe establecer la disponibilidad y capacidad de producción local, regional y nacional de materiales y equipos requeridos para la construcción de las obras.

Disponibilidad de energía eléctrica. Deben determinarse la disponibilidad y confiabilidad del suministro de energía eléctrica en la localidad, lo mismo que las características de tensión, potencia y frecuencia del servicio. Las tarifas de consumo también deben ser analizadas dentro del estudio socio-económico.

**ARTÍCULO 45.- DEFINICIÓN INSTITUCIONAL DE RESPONSABILIDADES.** Debe definirse el tipo de concertación y coordinación entre el responsable del proyecto, la comunidad, las empresas de servicios públicos y otras entidades involucradas en el desarrollo del proyecto, definiendo las responsabilidades y acciones concretas de cada una de ellas.

**ARTÍCULO 46.-CARACTERÍSTICAS DE LA ENTIDAD EJECUTORA.** Para cada proyecto debe especificarse la entidad ejecutora, o persona(s) natural(es) y el carácter de la entidad territorial, indicando la naturaleza y experiencia de cada entidad en proyectos similares. En todo caso, debe estudiarse la posibilidad de reorganización de la entidad ejecutora.

**ARTÍCULO 47.- PARTICIPACIÓN COMUNITARIA.** Debe estudiarse la participación de la comunidad en los diferentes aspectos del proyecto conforme a la Ley, tales como

identificación de problemas, procesos de fiscalización en ciertas etapas del proyecto, entre otros.

## **CAPITULO IX**

### **EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA**

**ARTÍCULO 48.- ALCANCE.** La evaluación socioeconómica de proyectos debe realizarse con el objeto de medir el aporte neto de un proyecto o política de inversión social al bienestar de una comunidad. Es decir, tendrá la capacidad de establecer la bondad del proyecto o programa para la economía nacional en su conjunto. En éstos términos, el valor de cualquier bien, factor o recurso a ser generado o utilizado por el proyecto debe valorarse según su contribución al bienestar nacional. Para proyectos de agua potable y saneamiento básico se permiten los siguientes tipos de estudios socio económicos:

1. Análisis costo-eficiencia.
  2. Análisis de costo mínimo, de expansiones de capacidad
- Los estudios de evaluación socioeconómica se deben ejecutar para los niveles de complejidad medio, medio alto y alto.

**ARTÍCULO 49.- ANÁLISIS COSTO DE EFICIENCIA.** Se elaborará una comparación de los costos de varias alternativas factibles de proyectos, con el fin de seleccionar aquella que tenga el menor valor presente de los costos de inversión, operación y mantenimiento. El análisis de costo-eficiencia debe partir de las siguientes suposiciones:

1. Que debe utilizarse la tasa social de descuento establecida
  2. Que los beneficios derivados de las alternativas estudiadas son los mismos
  3. Que los beneficios son mayores que los costos en cada alternativa.
- El análisis debe seleccionar el proyecto que presente el menor valor presente neto entre las alternativas posibles.

**ARTÍCULO 50.- ANÁLISIS DE COSTO MÍNIMO DE EXPANSIÓN DE CAPACIDAD.** Se deberán fijar los años que resulten óptimos para la ejecución de expansiones de capacidad de un sistema, teniendo en cuenta el efecto opuesto que se presenta entre las economías de escala y el costo de oportunidad de capital. El periodo óptimo de expansión de capacidad para un sistema debe ser definido con base en los siguientes criterios:

Debe buscarse el equilibrio entre el periodo de expansión fijado por las economías de escala que prefieren un periodo largo, buscando componentes de capacidad grande, y el periodo determinado por el costo de oportunidad de capital que tiende a ser un periodo corto con componentes de poca capacidad, buscando la inversión inmediata de los recursos en otros proyectos.

El periodo de expansión debe escogerse para todo el sistema global y no para cada componente particular, de tal forma que se minimice el impacto causado por las ampliaciones puntuales de cada componente, evitando sobrecostos administrativos.

El periodo seleccionado puede ajustarse en cada etapa de expansión cuando existan estudios de demanda realizados durante dos expansiones sucesivas que demuestren cambios

en las funciones de demanda, y en general, en las condiciones bajo las cuales se formuló el periodo de expansión inicialmente previsto. El nuevo periodo de expansión debe ser obtenido con base en la metodología aquí expuesta.

## **CAPITULO X**

### **DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INTERVENTORIA**

**ARTÍCULO 50.-** Toda acción relacionada con el diseño, la construcción, la interventoría técnica, la operación y el mantenimiento de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento Básico, debe seguir los procedimientos generales presentados en el Capítulo II de este Reglamento.

**ARTÍCULO 51.- DISEÑOS.** Para todos los niveles de complejidad, los diseños para construir las obras de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento Básico son obligatorios y deben garantizar el cumplimiento de los requisitos, parámetros y normas técnicas establecidas en el presente Reglamento. Estos diseños deben contemplar todos los estudios hidráulicos, sanitarios, estructurales, geotécnicos, mecánicos, eléctricos, ambientales y en general todas actividades propias de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento Básico.

**ARTÍCULO 52.- INTERVENTORÍA.** De conformidad con lo dispuesto por los artículos 334, 365 y 366 de la Constitución Política, que le asignan al Estado la dirección general de la economía y la intervención, por mandato de la Ley, en los servicios públicos, los cuales son inherentes a la finalidad social del Estado, siendo objetivo fundamental el bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población, entre los que se encuentra la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de saneamiento ambiental y de agua potable, para la ejecución de obras y/o diseños propios del sector, será obligatoria la interventoría permanente o transitoria.

En este caso, la interventoría deberá ser adelantada por funcionarios dependientes laboralmente de la entidad contratante o ejecutora de la obra y/o diseño, o por personas naturales y/o jurídicas independientes laboralmente de la entidad contratante o ejecutora. De todas maneras estas personas deberán reunir la idoneidad, experiencia y calidades exigidas en el presente Reglamento Técnico.

La interventoría tendrá las funciones técnicas y administrativas previstas en el presente Reglamento y será responsable civilmente por la omisión o deficiencia en el desempeño de las mismas, así como por los hechos y omisiones que le fueren imputables y que causen daño o perjuicio a las entidades prestadoras y/o a los usuarios del servicio.

**PARAGRAFO:** La interventoría o revisión de los diseños debe realizarse en los niveles de complejidad medio, medio alto y alto.

## **CAPITULO XI**

### **CALIDADES Y REQUISITOS DE LOS PROFESIONALES**

**ARTÍCULO 53.- CALIDAD DE LOS DISEÑADORES Y DE LOS INTERVENTORES O REVISORES DE DISEÑO.** El diseñador y el interventor o revisor de diseño, deben ser ingenieros civiles o sanitarios cuando se trate de diseños hidráulicos y sanitarios, ingenieros civiles cuando se trate de diseños estructurales o geotécnicos, arquitectos o ingenieros civiles en el caso de diseños de elementos no estructurales, ingenieros mecánicos para las instalaciones mecánicas, ingenieros electricistas para las instalaciones eléctricas o ingenieros electrónicos para los equipos electrónicos. Las personas naturales o jurídicas que elaboren proyectos deben contar con profesionales con las calidades antes mencionadas. En todos los casos deben tener vigente la matrícula profesional y los requisitos de experiencia que se señalan en el Artículo a continuación.

**ARTÍCULO 54.- EXPERIENCIA DE LOS DISEÑADORES Y DE LOS INTERVENTORES O REVISORES DE DISEÑO.** Los diseñadores y los interventores o revisores de diseño deben poseer una experiencia mayor o igual a la especificada en la tabla No. 5 en el ejercicio de la actividad correspondiente al diseño en cuestión, demostrable por trabajos ejecutados directamente o bajo la dirección de un profesional facultado para tal fin, contada a partir de la expedición de la Matricula Profesional.

TABLA NÚMERO 5

**Experiencia mínima de los diseñadores y de los interventores o revisores de diseño**

| <b>Nivel de complejidad</b> | <b>Diseños hidráulicos y sanitarios</b> | <b>Diseños estructurales</b> | <b>Diseños geotécnicos</b> | <b>Diseños eléctricos, electrónicos y mecánicos</b> |
|-----------------------------|-----------------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------|
| Bajo                        | 1 año                                   | 1 año                        | 1 año                      | 1 año                                               |
| Medio                       | 1 año                                   | 1 año                        | 2 años                     | 1 año                                               |
| Medio Alto                  | 2 años                                  | 3 años                       | 4 años                     | 3 años                                              |
| Alto                        | 4 años                                  | 6 años                       | 6 años                     | 4 años                                              |

**ARTÍCULO 55.- DIRECTORES DE CONSTRUCCIÓN.** El director de construcción debe ser un ingeniero civil en el caso de la ejecución de obras civiles, un ingeniero civil o sanitario en el caso de obras sanitarias, un ingeniero mecánico para las instalaciones de equipos mecánicos o un ingeniero electricista para las instalaciones eléctricas.

**ARTÍCULO 56.- EXPERIENCIA DE LOS DIRECTORES DE CONSTRUCCIÓN.** El director de construcción debe acreditar una experiencia mayor a la especificada en la tabla No. 6 en el ejercicio profesional correspondiente a la construcción en cuestión, contados a partir de la expedición de la matrícula profesional, bajo la dirección de un profesional facultado para tal fin.

TABLA NÚMERO 6

**Experiencia de los directores de la construcción**

| <b>Nivel de complejidad</b> | <b>Experiencia mínima</b> |
|-----------------------------|---------------------------|
| Bajo                        | 2 años                    |
| Medio                       | 3 años                    |
| Medio Alto                  | 5 años                    |
| Alto                        | 6 años                    |

**ARTÍCULO 57.- INTERVENTORIA DE CONSTRUCCIÓN U OPERACIÓN.** Los trabajos de interventoría incluyen las actividades relacionadas con el control administrativo y la revisión técnica de construcción de proyectos, montaje de equipos, suministros llave en mano o interventoría a la operación de sistemas de agua potable y saneamiento básico, según sea el caso. En los aspectos administrativos el interventor debe supervisar y controlar entre otros: el cronograma de ejecución de la obra y el desarrollo de las actividades programadas, las cantidades de obra contratadas, los costos unitarios, alcance de los proyectos, y el cumplimiento de las condiciones y obligaciones contractuales de los trabajos de construcción u operación. En los aspectos técnicos el interventor deberá ejercer la supervisión y control que garanticen el correcto cumplimiento de los procedimientos y Normas Técnicas establecidos en el presente Reglamento ya sea para la construcción de proyectos, el montaje de equipos, suministros llave en mano y/o a la operación de los sistemas de agua potable y saneamiento básico cuando esta es contratada por el municipio con un tercero.

**ARTÍCULO 58.- CALIDADES DEL INTERVENTOR.** Los interventores deben ser ingenieros civiles o ingenieros sanitarios con matrícula profesional vigente. Podrán ser personas jurídicas siempre y cuando cuenten con profesionales con las calidades exigidas en esta sección.

**ARTÍCULO 59.- INTERVENTORÍA ESPECIALIZADA.** En el caso de que las actividades a realizar en los campos de la ingeniería mecánica, eléctrica o electrónica tengan peso significativo en un proyecto de agua potable y saneamiento básico, los interventores deben ser ingenieros mecánicos, electricistas o electrónicos.

**ARTÍCULO 60.- EXPERIENCIA DEL INTERVENTOR.** El interventor debe poseer una experiencia mayor o igual a la indicada en la tabla No. 7, contada a partir de la expedición de la matrícula profesional, demostrable con trabajos de interventoría ejecutados directamente o bajo la dirección de un profesional con experiencia en el área de construcción, en una o varias actividades, como obras civiles, hidráulicas y/o sanitarias, estructurales, geotécnicas, o en la operación de sistemas de agua potable y saneamiento básico, según el caso.

TABLA NUMERO 7  
**Experiencia de los interventores**

| <b>Nivel de complejidad</b> | <b>Experiencia mínima</b> |
|-----------------------------|---------------------------|
| Bajo                        | 2 años                    |
| Medio                       | 3 años                    |
| Medio Alto                  | 5 años                    |
| Alto                        | 6 años                    |

**ARTÍCULO 61.- GRADOS DE SUPERVISIÓN DE LA INTERVENTORÍA TÉCNICA.** En la construcción de proyectos de acueductos, recolección y disposición de aguas residuales, potabilización, tratamiento de aguas residuales y aseo, se establecen dos grados de Supervisión: Supervisión técnica continua y Supervisión técnica itinerante. El grado de supervisión técnica que se debe emplear está determinado por el **Nivel de Complejidad del Sistema** y se especifica en la Tabla No. 8.

TABLA NÚMERO. 8  
**Grado de supervisión técnica según el Nivel de Complejidad del Sistema**

| Grado de Supervisión Técnica<br>A Emplear | NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA |             |             |             |
|-------------------------------------------|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                                           | Bajo                             | Medio       | Medio Alto  | Alto        |
| A – Continua                              | -----                            | -----       | Obligatorio | Obligatorio |
| B – Itinerante                            | Obligatorio                      | Obligatorio | -----       | -----       |

Adicionalmente, el diseñador hidráulico, sanitario, estructural, o el ingeniero geotecnista, puede exigir cualquier grado de supervisión técnica según el grado de innovación, complejidad, procedimientos constructivos y materiales especiales empleados, o condiciones en las que la obra la hagan necesaria.

**ARTÍCULO 62.- ALCANCE DE LA SUPERVISIÓN DE LA INTERVENTORÍA TÉCNICA.** La supervisión de la interventoría técnica debe, como mínimo, cubrir los siguientes aspectos:

1. Control permanente y supervisión técnica de todos los trabajos realizados de manera que se garantice que éstos se llevan a cabo siguiendo los requisitos del presente Reglamento. La supervisión técnica incluye trabajos de construcción, trabajos geotécnicos, trabajos estructurales y en general todos los trabajos técnicos relacionados con el alcance del presente Reglamento.
2. Aprobación del plan de calidad de la construcción de los elementos estructurales y no estructurales cuando su grado de desempeño así lo requiera. Este plan de calidad debe ser propuesto por el constructor.
3. Aprobación del laboratorio, o laboratorios, que realicen los ensayos de control de calidad.
4. Realización de los controles exigidos por éste Reglamento Técnico.
5. Aprobación de los procedimientos constructivos propuestos por el constructor.
6. Exigir a los diseñadores el complemento o corrección de los planos cuando estos estén incompletos, indefinidos, o tengan omisiones.
7. Solicitar al ingeniero estructural o no estructural, hidráulico, geotécnico, sanitario, mecánico o eléctrico, las recomendaciones complementarias a su diseño o estudio cuando se encuentren situaciones no previstas.
8. Mantener actualizado un registro escrito de todas las labores realizadas, en un libro diario de obra.
9. Velar en todo momento por la obtención de la mejor calidad de la obra.
10. Prevenir por escrito al constructor sobre posibles deficiencias en la mano de obra, equipos, procedimientos constructivos, materiales inadecuados, y vigilar para que se tomen los correctivos necesarios.
11. Recomendar la suspensión de labores de construcción de la obra cuando el constructor no cumpla o se niegue a cumplir con los planos, especificaciones y controles exigidos, informando, por escrito, a las autoridades municipales o distritales que expidieron la licencia de construcción.
12. Rechazar los elementos estructurales o no estructurales, que no cumplan con los planos y especificaciones previstas por este Reglamento o por las normas referenciadas por este, salvo cuando existan estudios profundos que soporten condiciones aceptables diferentes a las estipuladas en este Reglamento.

13. Ordenar los estudios necesarios para evaluar la seguridad de la parte o partes afectadas y ordenar las medidas correctivas correspondientes, supervisando los trabajos de reparación.
14. En caso de no ser posible la reparación, recomendar la remoción o demolición de los elementos de la obra a las autoridades municipales o distritales que expidieron la licencia de construcción.
15. Expedir la constancia especificada en el artículo siguiente.

**ARTÍCULO 63.- DOCUMENTACIÓN A EMPLEAR POR PARTE DE LA INTERVENTORIA TÉCNICA.** El interventor debe llevar un registro histórico en donde se incluyan todos los controles realizados. El registro escrito comprende, como mínimo, los siguientes documentos :

1. Las especificaciones de construcción y sus adendos si existen.
2. El programa de control de calidad exigido por el supervisor técnico debidamente confirmado en su alcance por las oficinas o dependencias distritales o municipales, o entidades de servicios públicos contratantes y por la compañía o profesional constructor
3. Resultados e interpretación de los ensayos de materiales exigidos por este Reglamento.
4. Toda correspondencia derivada de las labores de supervisión técnica incluyendo: las notificaciones del constructor acerca de las posibles deficiencias en los materiales, procedimientos constructivos, equipos, mano de obra, los correctivos ordenados, las contestaciones, informes acerca de las medidas correctivas o tomadas, o descargos del constructor a las notificaciones emanadas por el interventor
5. Los conceptos emitidos por los diseñadores a las notificaciones del supervisor técnico o del constructor
6. Todos los demás documentos que por su contenido permitan establecer que la construcción de los elementos estructurales o no estructurales se realizó de acuerdo con los requisitos referenciados y especificados en este Reglamento.
7. Una constancia expedida por el supervisor técnico en la cual manifieste inequívocamente que la construcción de los elementos estructurales y no estructurales fue efectuada de acuerdo con las normas y calidad de los materiales especificados o referenciados por este Título, y que las medidas correctivas tomadas durante la construcción, si las hubiere, llevaron a la obra construida al nivel de calidad y seguridad requerido por este Reglamento. Esta constancia debe ser suscrita además por el constructor y por las oficinas o dependencias distritales o municipales, o entidades de servicios públicos contratantes.
8. El supervisor técnico debe entregar como culminación de sus labores una copia del registro escrito a la entidad contratante y a las oficinas o dependencias distritales o municipales, o entidades de servicios públicos contratantes. El supervisor técnico debe conservar este registro escrito al menos por 5 años contados a partir de la terminación de la construcción y de su entrega a las oficinas o dependencias distritales o municipales, o entidades de servicios públicos contratantes y al constructor.

**ARTÍCULO 64.- CONTROLES EXIGIDOS EN LA INTERVENTORIA TECNICA.**

El interventor debe realizar dentro del alcance de sus trabajos los que se establecen a continuación :

1. Control de planos. El control de planos para los dos grados de supervisión técnica debe consistir, como mínimo, en la constatación de la existencia de todas las indicaciones

necesarias para poder realizar la construcción de una forma adecuada con los planos del proyecto.

2. Control de especificaciones. El control de las especificaciones de la construcción de la obra debe llevarse a cabo cumpliendo, como mínimo, las especificaciones técnicas contenidas dentro de la presente norma, y las particularidades contenidas en los planos y especificaciones producidas por los diseñadores, las cuales en ningún caso podrían ser contrarias a lo dispuesto en este Reglamento.
3. Control de materiales. El interventor debe exigir que la construcción de la obra se realice utilizando materiales que cumplan con los requisitos generales y con las normas técnicas de calidad establecidas y referenciadas por este documento. El interventor debe solicitar los certificados de conformidad con las normas correspondientes cuando el Reglamento lo exija.
4. Ensayos de control de calidad durante la construcción. El interventor aprobará al constructor la frecuencia de toma de muestras y el número de ensayos prescritos por esta normativa, que deben realizarse en un laboratorio o laboratorios previamente aprobados por el interventor. El interventor debe realizar una interpretación de los resultados de los ensayos ejecutados definiendo explícitamente la conformidad de los materiales con las normas técnicas exigidas.
5. Control de la ejecución
6. El interventor debe inspeccionar y vigilar todo lo relacionado con cada una de las etapas de ejecución o procedimientos en la construcción, en concordancia con los requisitos de los planos y especificaciones del diseño de la obra, con la ayuda del personal auxiliar, y según el grado de supervisión recomendado.
7. Procedimientos adicionales de control

Se recomienda implantar un programa de aseguramiento de la calidad para la supervisión técnica continua. El interventor debe verificar que el constructor disponga para la obra los medios adecuados de dirección, mano de obra, maquinaria y equipos, suministro de materiales, y en especial de un programa de aseguramiento de calidad que sea llevado a cabo con el fin de :

- Definir la calidad que debe ser alcanzada
- Obtener dicha calidad
- Verificar que la calidad ha sido alcanzada
- Demostrar que la calidad ha sido definida, obtenida y verificada.

**ARTÍCULO 65.- SUPERVISIÓN GEOTÉCNICA Y ESTRUCTURAL.** La supervisión geotécnica y estructural debe ejecutarse para todas las actividades de construcción, con todos los requisitos y funciones de la supervisión técnica. Adicionalmente, el supervisor técnico estructural debe cumplir con los requerimientos establecidos por las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente -NSR-98-, Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998 o los decretos que lo reemplacen o complementen. Todos los trabajos relacionados con la supervisión técnica hacen parte integral de los trabajos de interventoría.

**ARTÍCULO 66.- PERSONAL AUXILIAR PROFESIONAL Y NO PROFESIONAL.**

Las calificaciones y experiencia requeridas del personal profesional y no profesional, como los inspectores, controladores y técnicos, se dejan a juicio del supervisor técnico, pero deben ser conmensurables con las labores que se le encomienden y el tamaño, importancia y dificultad de la obra.

## TITULO II

### REQUISITOS TÉCNICOS

El presente Titulo del Reglamento Técnico tiene por objeto señalar los requisitos, parámetros y procedimientos técnicos mínimos que obligatoriamente deben reunir los diferentes procesos involucrados en la concepción, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de que garanticen su seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un nivel de complejidad determinado.

### CAPITULO XII

#### SISTEMAS DE ACUEDUCTO

Para este Reglamento Técnico por Sistemas de Acueducto se entiende el conjunto de instalaciones que conducen el agua desde su captación en la fuente de abastecimiento hasta la acometida domiciliaria en el punto de empate con la instalación interna del predio a servir y comprende los siguientes componentes: la(s) fuente(s) de abastecimiento, la(s) captación(es) de agua superficial y/o agua subterránea y sus anexidades, la(s) aducción(es) y conducción(es), las redes de distribución, las estaciones de bombeo y los tanques de compensación. Los procesos de tratamiento del agua para su potabilización, se tratan en el Capítulo XIII de este Reglamento Técnico.

**ARTÍCULO 67.- DOTACIÓN NETA MÍNIMA Y MÁXIMA.** La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto. La dotación neta depende del nivel de complejidad del sistema y sus valores mínimo y máximo se establecen de acuerdo con la tabla No. 9:

TABLA NÚMERO 9

| Nivel de complejidad del sistema | Dotación neta mínima (L/hab· día ) | Dotación neta máxima (L/hab· día) |
|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Bajo                             | 100                                | 150                               |
| Medio                            | 120                                | 175                               |
| Medio alto                       | 130                                | -                                 |
| Alto                             | 150                                | -                                 |

En el caso de ampliaciones de sistemas de acueducto, la dotación neta mínima debe fijarse con base en el análisis de los datos de producción y consumo del sistema sin incluir las pérdidas.

**ARTÍCULO 68.- CAPACIDAD DE LA FUENTE SUPERFICIAL.** Si el caudal mínimo histórico de la fuente superficial es insuficiente para cumplir con el caudal de diseño de la estructura de captación, pero el caudal promedio durante un periodo que abarque el intervalo más seco del que se tenga registro, es suficiente para cubrir la demanda, esta debe

satisfacerse mediante la construcción de uno o más embalses de compensación. En todos los casos, la fuente debe tener un caudal tal que garantice un caudal mínimo remanente aguas abajo de las estructuras de toma con el fin de no interferir con otros proyectos, tanto de abastecimiento de agua para consumo humano como de agricultura y piscicultura, preservando en todos los casos el ecosistema aguas abajo. Por consiguiente, el diseñador debe conocer los proyectos presentes y futuros que utilicen agua de la misma fuente del proyecto que está diseñando o construyendo.

#### **ARTÍCULO 69.- PERIODO DE DISEÑO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA**

**SUPERFICIAL.** Para el caso de las obras de captación de agua superficial, los periodos máximos de diseño que se deben utilizar, se especifican en la tabla No. 10:

TABLA NÚMERO 10

| Nivel de Complejidad del Sistema | Período de diseño |
|----------------------------------|-------------------|
| Bajo                             | 15 años           |
| Medio                            | 20 años           |
| Medio alto                       | 25 años           |
| Alto                             | 30 años           |

**PARÁGRAFO:** Para los niveles de complejidad medio alto y alto, las obras de captación de agua superficial deberán ser analizadas y evaluadas teniendo en cuenta el período de diseño máximo, llamado también horizonte de planeamiento de proyecto; y si técnicamente es posible, se deberán definir las etapas de construcción, según las necesidades del proyecto, basados en la metodología de costo mínimo.

#### **ARTÍCULO 70.- CAPACIDAD DE DISEÑO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA**

**SUPERFICIAL.** La obra de captación debe diseñarse tomando en cuenta los siguientes parámetros:

Para los niveles bajo y medio de complejidad, la capacidad de las estructuras de toma debe ser igual al caudal máximo diario (QMD), más la pérdidas en la aducción y las necesidades en la planta de tratamiento si existe almacenamiento; o igual al caudal máximo horario si no existe almacenamiento.

Para el nivel medio alto de complejidad, la capacidad de las estructuras de captación debe ser igual a dos veces el caudal máximo diario (QMD).

Para el nivel alto de complejidad, la capacidad de captación deben ser igual a 2.5 veces el caudal máximo diario (QMD).

**ARTÍCULO 71.- CAPACIDAD DE LA FUENTE SUBTERRÁNEA.** El diseñador debe realizar todos los estudios previos que garanticen un conocimiento pleno de las características de la zona de captación, la geología, la geotecnia, la topografía, la hidrología, la hidrogeología, la calidad del agua en la zona de captación y la capacidad del acuífero.

La capacidad de la fuente subterránea debe ser como mínimo igual al caudal máximo diario (QMD) cuando se tenga almacenamiento, y al caudal máximo horario (QMH) cuando no se tenga almacenamiento. En ambos casos deben considerarse las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

**ARTÍCULO 72.- PERIODO DE DISEÑO DE POZOS PROFUNDOS DE CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA.** Para el caso de obras de captación de agua subterránea, el período máximo de diseño que se debe utilizar, se especifica en la tabla No. 11:

TABLA NÚMERO 11

| Nivel de Complejidad del Sistema | Período de Diseño |
|----------------------------------|-------------------|
| Bajo                             | 15 años           |
| Medio                            | 15 años           |
| Medio alto                       | 20 años           |
| Alto                             | 25 años           |

**PARÁGRAFO:** Para los niveles de complejidad medio alto y alto, las obras de captación de agua subterránea deberán ser analizadas y evaluadas teniendo en cuenta el período de diseño máximo, llamado también horizonte de planeamiento de proyecto; y se deberán definir las etapas de construcción de los pozos profundos, según las necesidades del proyecto, basados en la metodología de costo mínimo.

**ARTÍCULO 73.- PERIODO DE DISEÑO DE POZOS EXCAVADOS PARA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA.** Los pozos excavados tendrán un período de diseño de 15 años para los niveles bajo y medio de complejidad.

**ARTÍCULO 74.- CAUDAL DE DISEÑO PARA CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA.** Las obras de captación de agua subterránea deben tener una capacidad mínima igual al caudal máximo diario, QMD, si se cuenta con almacenamiento. En el caso de no tener almacenamiento, la capacidad de la obra debe ser igual al caudal máximo horario, QMH.

**ARTÍCULO 75.- NÚMERO MÍNIMO DE POZOS PROFUNDOS PARA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA.**

Para el nivel bajo de complejidad se permite la construcción de un único pozo.

Para los niveles medio y medio alto de complejidad debe contarse con un mínimo de dos pozos más un pozo de redundancia. El número de pozos debe tener una capacidad sumada igual al caudal de diseño. El pozo de redundancia debe tener una capacidad igual a la de los demás.

Para el nivel alto de complejidad, debe construirse un mínimo de dos pozos de operación normal con una capacidad sumada igual al caudal de diseño más las pérdidas en la aducción y las necesidades en la planta de tratamiento. Debe colocarse un pozo de reserva por cada 5 pozos de operación normal, con igual capacidad.

**ARTÍCULO 76.- DESINFECCIÓN DE LOS POZOS ANTES DE PONERLOS EN FUNCIONAMIENTO.** Todo pozo debe desinfectarse antes de colocarlo en funcionamiento como captación de agua subterránea para sistemas de acueducto. La desinfección debe hacerse con compuestos clorados, con una concentración de 50 p.p.m. de cloro en el agua y una duración mínima de 24 horas de contacto. Después de la desinfección, el agua debe estar libre de cloro residual .

Antes de dar al servicio el pozo, deben tomarse muestras de agua, para asegurar que no se presenten efectos de la perforación y/o excavación sobre la calidad del agua.

**ARTÍCULO 77.- PERÍODO DE DISEÑO DE LAS ADUCCIONES O CONDUCCIONES.** El período máximo de diseño de las aducciones o conducciones es función del nivel de complejidad del sistema y se debe aplicar el establecido en la tabla No. 12:

TABLA NÚMERO 12

| Nivel de Complejidad del Sistema | Período de diseño |
|----------------------------------|-------------------|
| Bajo                             | 15 años           |
| Medio                            | 20 años           |
| Medio alto                       | 25 años           |
| Alto                             | 30 años           |

**PARÁGRAFO:** Para los niveles de complejidad medio, medio alto y alto, las aducciones o conducciones deberán ser analizadas y evaluadas teniendo en cuenta el período de diseño máximo, para definir las etapas de construcción, según las necesidades del proyecto, basadas en la metodología de costo mínimo.

**ARTÍCULO 78.- CAUDAL DE DISEÑO DE LAS ADUCCIONES O CONDUCCIONES.** Para calcular el caudal de diseño de las obras de aducción o conducción deben tenerse en cuenta los siguientes requisitos:

1. Para los niveles bajo y medio de complejidad, la aducción o conducción debe diseñarse para el caudal máximo diario, (QMD) del año horizonte del proyecto, si se cuenta con almacenamiento; en caso contrario, debe diseñarse para el caudal máximo horario (QMH). En caso de sistemas con bombeo, debe diseñarse para el caudal medio diario y en los días de mayor consumo se aumentará el tiempo de bombeo.
2. Para los niveles medio alto y alto de complejidad, la aducción o conducción debe diseñarse para el caudal máximo diario (QMD) del año horizonte del proyecto más las pérdidas en la conducción o aducción y las necesidades en la planta de tratamiento. En estos casos se supone que existe almacenamiento.
3. En todos los casos debe adicionarse el caudal estimado para el consumo de agua de lavado, de filtros y sedimentadores y el consumo interno de la planta
4. En el caso de aducciones en canales abiertos deben calcularse las pérdidas por evaporación y si el canal no está revestido también deben considerarse pérdidas por infiltración.

**ARTÍCULO 79.- DESINFECCIÓN DE LA CONDUCCIÓN ANTES DE LA PUESTA EN MARCHA.** En el caso de las conducciones de agua tratada, éstas deben ser desinfectadas antes de ponerlas en servicio. La desinfección debe ser hecha con compuestos clorados, con una concentración mínima de 50 p.p.m. de cloro en el agua y una duración mínima de 24 horas de contacto, al final de las cuales se debe proceder al drenaje total del agua de lavado. Si el cloro residual libre del agua de lavado al final de las 24 horas es inferior a 0,4 mg/l, se debe repetir la operación con 25 p.p.m.

**ARTÍCULO 80.- PERÍODO DE DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN.** El período de diseño de las redes de distribución de agua potable es función del nivel de complejidad del sistema y se encuentra establecido en las siguientes tablas:

TABLA NÚMERO 13  
**Período de diseño de la red matriz o red primaria**

| Nivel de complejidad del sistema | Período de diseño |
|----------------------------------|-------------------|
| Medio                            | 20 años           |
| Medio alto                       | 25 años           |
| Alto                             | 30 años           |

TABLA NÚMERO 14  
**Período de diseño de la red de distribución secundaria o red local**

| Nivel de complejidad del sistema | Período de diseño |
|----------------------------------|-------------------|
| Bajo                             | 15 años           |
| Medio                            | 15 años           |
| Medio alto                       | 20 años           |
| Alto                             | 25 años           |

TABLA NÚMERO 15  
**Período de diseño de redes menores de distribución o red terciaria o red local**

| Nivel de complejidad | Período de diseño |
|----------------------|-------------------|
| Bajo                 | 15 años           |
| Medio                | 20 años           |

Para los niveles complejidad Medio Alto y Alto, en los cuales pueden existir redes menores de distribución, el período de diseño debe corresponder al tiempo esperado para alcanzar la población de saturación. Para los niveles de complejidad Bajo y Medio, el período de diseño para redes menores no puede ser superior al tiempo establecido en la tabla anterior .

**PARÁGRAFO:** Para todos los niveles de complejidad, los proyectos de redes de distribución de acueducto deberán ser analizados y evaluados teniendo en cuenta el período de diseño, llamado también horizonte de planeamiento del proyecto, con el fin de definir las etapas de diseño según las necesidades del proyecto, basadas en la metodología de costo mínimo.

**ARTÍCULO 81.-CAUDAL DE DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN.** El caudal de diseño depende del nivel de complejidad del sistema, tal como se discrimina a continuación :

1. Para el nivel bajo de complejidad, el caudal de diseño será el caudal máximo horario (QMH) del año horizonte del proyecto.
2. Para los niveles medio y medio alto de complejidad, el caudal de diseño debe ser el caudal máximo horario (QMH) del año horizonte del proyecto el caudal medio diario (Qmd) más el caudal de incendio, el que resulte mayor de cualquiera de los dos.
3. Para el nivel alto de complejidad, el caudal de diseño debe ser el caudal máximo horario (QMH) del año horizonte del proyecto.

**ARTÍCULO 82.-PRESIONES DE SERVICIO MINIMAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN.**

La presión de servicio mínimas en la red depende del nivel de complejidad del sistema, y debe ser como mínimo el que se especifica a continuación en la tabla No 16:

TABLA NÚMERO 16

| Nivel de complejidad | Presión mínima (kPa) | Presión mínima (metros) |
|----------------------|----------------------|-------------------------|
| Bajo                 | 98.1                 | 10                      |
| Medio                | 98.1                 | 10                      |
| Medio alto           | 147.2                | 15                      |
| Alto                 | 147.2                | 15                      |

**PARAGRAFO:** Las presiones de servicio mínimas establecidas en este artículo deben obtenerse cuando por la red de distribución esté circulando el caudal de diseño.

### **ARTÍCULO 83.- PRESIONES MÁXIMAS EN LA RED MENOR DE**

**DISTRIBUCIÓN.** El valor de la presión máxima a tener en cuenta para el diseño de las redes menores de distribución, para todos los niveles de complejidad del sistema, debe ser de 588.6 kPa (60 mca). Cualquier valor mayor debe ser justificado ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

**PARAGRAFO:** La presión máxima establecida en este artículo corresponde a los niveles estáticos, es decir, cuando no haya flujo en movimiento a través de la red de distribución, pero sobre ésta esté actuando la máxima cabeza producida por los tanques de abastecimiento o por estaciones elevadoras de presión. La presión máxima no debe superar la presión de trabajo máxima de las tuberías de las redes de distribución.

**ARTÍCULO 84.- DIÁMETROS INTERNOS MÍNIMOS EN LA RED MATRIZ.** Para aquellos casos de los niveles bajo y medio de complejidad en los cuales exista una red matriz y para los niveles medio alto y alto de complejidad, los diámetros internos mínimos de las tuberías que deben utilizarse en la red matriz se indican en la tabla No. 17:

TABLA NÚMERO 17

| Nivel de complejidad de sistema | Diámetro mínimo                         |
|---------------------------------|-----------------------------------------|
| Bajo                            | 64 mm (2.5 pulgadas)                    |
| Medio                           | 100 mm (4 pulgadas)                     |
| Medio alto                      | 150 mm (6 pulgadas)                     |
| Alto                            | 300 mm (12 pulgadas) o más según diseño |

### **ARTÍCULO 85.- DIÁMETROS INTERNOS MÍNIMOS EN LAS REDES DE**

**DISTRIBUCIÓN.** El valor del diámetro interno mínimo de las tuberías que deben utilizarse en las redes menores de distribución depende del nivel de complejidad del sistema y del usos del agua, tal como se muestra en la tabla No. 18

TABLA NÚMERO 18

| Nivel de complejidad | Diámetro mínimo        |                             |
|----------------------|------------------------|-----------------------------|
| Bajo                 | 38.1 mm (1.5 pulgadas) |                             |
| Medio                | 50.0 mm (2.0 pulgadas) |                             |
| Medio alto           | 100 mm (4 pulgadas).   | Zona comercial e industrial |
|                      | 63.5 mm (2 ½ pulga)    | Zona residencial            |
| Alto                 | 150 mm (6 pulgadas)    | Zona comercial e industrial |
|                      | 75 mm (3 pulgadas)     | Zona residencial            |

**ARTÍCULO 86.- MACROMEDIDORES.** Debido a que los volúmenes entregados al sistema de distribución de agua potable son un parámetro importante que debe ser considerado en la realización del balance de distribución, en las labores de operación y mantenimiento y en la planeación futura, debe preverse la instalación de macromedidores para la correspondiente obtención de datos de consumo fidedignos.

Los macromedidores deben ser de tipo de presión diferencial, o ultrasonido, o electromagnético, o de hélice, o de turbina. Para los niveles de complejidad del sistema medio alto y alto los macromedidores deben estar provistos de sistemas de telemetría.

Para la instalación de macromedidores deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

1. Los puntos de medición del caudal entregado deben estar situados a la salida de las plantas de tratamiento de agua y aguas arriba de cualquier salida de agua a los usuarios.
2. Los macromedidores deben estar situados preferiblemente en la entrega a tanques de compensación que formen parte del sistema de distribución de agua potable, teniendo en cuenta la necesidad de contabilizar el rebosamiento en los mismos, y también para utilizarlos en las operaciones de rutina del sistema de abastecimiento de agua.
3. Para los niveles medio alto y alto de complejidad en los que la red de distribución sea operada por empresas diferentes, al inicio de la red concedida a cada uno de las empresas prestadoras del servicio debe existir un macromedidor con el fin de contabilizar el agua que está siendo entregada a cada uno de ellos.
4. En el caso de redes de distribución correspondientes a zonas de abastecimiento bien diferenciadas y que pueden ser susceptibles de aislamiento por medio de una o dos tuberías de alimentación, deben tenerse macromedidores en dichas tuberías.

**ARTÍCULO 87.- MICROMEDICIÓN.** Sin perjuicio de lo establecido en la Ley 373 de 1997 y la Ley 142 de 1994, para todos los niveles de complejidad del sistema es obligatorio colocar medidores domiciliarios para cada uno de los suscriptores individuales del servicio del acueducto. Las excepciones a esta regla serán las establecidas en dichas leyes.

**ARTÍCULO 88.- DISPOSICIÓN DE LOS HIDRANTES.** Se tendrá en cuenta que la presión requerida para la protección contra incendios puede obtenerse mediante el sistema de bombas del equipo del cuerpo de bomberos y no necesariamente de la presión en la red de distribución. Los hidrantes se instalarán preferiblemente en las tuberías matrices. La Entidad Prestadora de servicio de acueducto de común acuerdo con el cuerpo de Bomberos local o regional, dispondrá de las distancias mínimas entre los hidrantes para zonas residenciales, pero estas no deben ser superiores a 300 metros. Para zonas industriales y/o comerciales, la distancia mínima deberá ser determinada por el cuerpo de bomberos local o en su defecto por la entidad prestadora del servicio de acueducto local. La disposición final de los hidrantes debe ser recomendada por el diseñador de acuerdo con las exigencias de la zonificación urbana.

**ARTÍCULO 89.- DIAMETROS MINIMOS DE LOS HIDRANTES.** Los diámetros mínimos de los hidrantes contra incendios, colocados en la red de distribución de agua potable, dependen del nivel de complejidad del sistema, tal como se especifica a continuación:

Para los niveles bajo y medio de complejidad, el diámetro mínimo de los hidrantes será de 75 mm (3 pulgadas).

Para los niveles medio alto y alto de complejidad, los diámetros mínimos de los hidrantes serán de 100 mm (4 pulgadas), para sectores comerciales e industriales, o zonas residenciales con alta densidad. Para las zonas residenciales con densidades menores a 200 hab/Ha, el diámetro mínimo de los hidrantes debe ser de 75 mm (3 pulgadas).

**ARTÍCULO 90.- DISTANCIAS MÍNIMAS ENTRE LAS TUBERÍAS DE AGUA POTABLE Y LAS OTRAS REDES DE SERVICIOS.** Las distancias mínimas entre las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable y las tuberías de alcantarillado y las redes de teléfonos, energía y gas domiciliario dependen del nivel de complejidad del sistema tal como se especifica en las tablas a continuación. Allí la distancia vertical se entiende como la distancia entre la cota batea de la tubería de acueducto y la cota clave de la tubería de alcantarillado o del ducto de cualquiera de los otros servicios, y la distancia horizontal se refiere a la distancia libre entre bordes de estas tuberías y ductos.

TABLA NÚMERO 19  
**Distancias mínimas al alcantarillado de aguas negras o combinadas.**

| Nivel de complejidad del sistema | Distancias mínimas               |
|----------------------------------|----------------------------------|
| Bajo                             | 1 m horizontal; 0.3 m vertical   |
| Medio                            | 1 m horizontal; 0.3 m vertical   |
| Medio alto                       | 1.5 m horizontal; 0.5 m vertical |
| Alto                             | 1.5 m horizontal; 0.5 m vertical |

TABLA NÚMERO 20  
**Al alcantarillado de aguas lluvias**

| Nivel de complejidad del sistema | Distancias mínimas               |
|----------------------------------|----------------------------------|
| Bajo                             | 1.0 m horizontal; 0.3 m vertical |
| Medio                            | 1.0 m horizontal; 0.3 m vertical |
| Medio alto                       | 1.2 m horizontal; 0.5 m vertical |
| Alto                             | 1.2 m horizontal; 0.5 m vertical |

TABLA NÚMERO 21  
**A los ductos de telefonos o energía**

| Nivel de complejidad del Sistema | Distancias Mínimas               |
|----------------------------------|----------------------------------|
| Bajo                             | 1.0 m horizontal; 0.2 m vertical |
| Medio                            | 1.0 m horizontal; 0.2 m vertical |
| Medio alto                       | 1.2 m horizontal; 0.5 m vertical |
| Alto                             | 1.2 m horizontal; 0.5 m vertical |

TABLA NÚMERO 22  
**A las Redes domiciliarias de gas**

| Nivel de complejidad del sistema | Distancias mínimas               |
|----------------------------------|----------------------------------|
| Bajo                             | 1.0 m horizontal; 0.3 m vertical |
| Medio                            | 1.0 m horizontal; 0.3 m vertical |
| Medio alto                       | 1.5 m horizontal; 0.5 m vertical |
| Alto                             | 1.2 m horizontal; 0.5 m vertical |

**PARAGRAFO 1:** Las tuberías de acueducto no pueden estar ubicadas en la misma zanja de una tubería de alcantarillado sanitario o pluvial, y su cota de batea debe estar por encima de la cota clave del alcantarillado. En general, las tuberías de acueducto deben colocarse hacia uno de los costados de las vías, preferiblemente los costados norte y este, opuesto a aquel donde se coloquen las tuberías de alcantarillado sanitario.

**PARAGRAFO 2:** En el caso que por falta física de espacio o por un obstáculo insalvable, sea imposible cumplir con las distancias mínimas anteriormente relacionadas, la tubería de acueducto deberá ser revestida exteriormente con una protección a todo lo largo de la zona

de interferencia, que garantice su estanqueidad ante la posibilidad de contaminación por presiones negativas.

**ARTÍCULO 91.- PROFUNDIDAD MÍNIMA DE LA INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN.** La profundidad mínima a la cual deben instalarse las tuberías de la red de distribución no debe ser menor de 1.0 m, medido desde la clave de la tubería hasta la superficie del terreno.

**PARAGRAFO:** Para los casos críticos de instalación donde sea necesario colocar la clave de la tubería entre 0.60 m y 1.0 m de profundidad, debe efectuarse un análisis estructural teniendo en cuenta las cargas exteriores debidas al peso de tierras, cargas vivas, impacto y otras que puedan presentarse durante el proceso de instalación. Se exceptúan las zonas en donde se garantice que no habrá flujo vehicular, previa aprobación por parte de la Oficina de Planeación del Municipio o de la Entidad Prestadora del servicio de agua potable.

**ARTÍCULO 92.- PROFUNDIDAD MÁXIMA DE LA INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN.** La profundidad de instalación de las tuberías que conforman la red de distribución, en términos generales, no debe exceder de 1.50 m., medidos desde la clave de la tubería hasta la superficie del terreno. Los casos especiales deben consultarse con la Oficina de Planeación del Municipio o con la Entidad Prestadora del servicio de acueducto.

**ARTICULO 93.- PERÍODO DE DISEÑO DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO.** El período de diseño depende del nivel de complejidad del sistema, y debe ser el establecido en la tabla No. 23

TABLA NÚMERO 23

| Nivel de complejidad del sistema | Período de diseño |
|----------------------------------|-------------------|
| Bajo                             | 15 años           |
| Medio                            | 20 años           |
| Medio alto                       | 25 años           |
| Alto                             | 30 años           |

**PARAGRAFO.-** Los Proyectos para las Estaciones de Bombeo deberan ser analizados y evaluados teniendo en cuenta el período de diseño, llamado también horizonte de planeamiento del Proyecto, para definir las etapas de construcción de las obras civiles y las de instalación de equipos, según las necesidades del proyecto, basadas en la metodología de Costo Mínimo.

**ARTICULO 94.- NÚMERO MÍNIMO DE UNIDADES DE BOMBEO.** La instalación de las unidades de bombeo se puede hacer por etapas pero se debe tener en cuenta el número de unidades mínimo a instalar en la etapa inicial. De todas maneras el número de bombas a colocar debe definirse de acuerdo con la capacidad requerida y la energía disponible, según las siguientes disposiciones:

1. En el nivel bajo de complejidad deben colocarse dos bombas, cada una con una capacidad igual a la capacidad requerida.
2. En el nivel medio de complejidad debe colocarse un mínimo de dos bombas. Cuando se utilicen únicamente dos bombas, cada una de ellas debe tener una capacidad igual al caudal de diseño de la estación.

En los niveles medio alto y alto de complejidad el número de bombas debe ser determinado por el análisis de costo mínimo, colocando un mínimo de dos bombas. Cuando se utilicen únicamente dos bombas, cada una de ellas debe tener una capacidad igual al caudal de diseño de la estación.

Para todos los niveles de complejidad, cuando el número de bombas sea mayor que dos, la capacidad debe distribuirse equitativamente entre ellas. Además, deben preverse unidades de reserva del mismo tipo.

Para todos los niveles de complejidad que requieran tres o más bombas, debe colocarse una unidad adicional como reserva por cada tres bombas empleadas.

**ARTICULO 95.-CAUDAL DE DISEÑO DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO.** La capacidad de la estación debe ser el caudal máximo diario, QMD, si el bombeo es de 24 horas. Si se bombea menos horas al día la capacidad de la estación debe ser el caudal máximo diario dividido por el porcentaje del tiempo de bombeo. Siempre debe bombearse a un tanque de almacenamiento o compensación.

**PARAGRAFO:** No se permite el bombeo directo hacia la red de distribución. De igual forma, no se permite el bombeo directo desde la red de distribución. Se exceptúan de las consideraciones anteriores las estaciones de bombeo de refuerzo, llamadas también Booster, para elevar la presión de la red en un determinado sector de servicio, con bombas de velocidad variable.

**ARTICULO 96.-PERÍODO DE DISEÑO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y COMPENSACIÓN.** El período de diseño depende del nivel de complejidad del sistema, y debe ser el establecido en la tabla No. 24:

TABLA NÚMERO 24

| Nivel de complejidad del sistema | Período de diseño |
|----------------------------------|-------------------|
| Bajo                             | 20 años           |
| Medio                            | 25 años           |
| Medio alto                       | 30 años           |
| Alto                             | 30 años           |

**PARAGRAFO:** Partiendo de un análisis de costo mínimo de expansión de capacidad, el diseño de los tanques de almacenamiento debe considerar un desarrollo de construcción por módulos o etapas, hasta completar la capacidad diseñada al final del periodo de diseño, llamado también horizonte de planeamiento del proyecto.

**ARTICULO 97.-NÚMERO MÍNIMO DE TANQUES.** El número mínimo de tanques debe ser establecido de acuerdo con las siguientes disposiciones:

1. Para los niveles bajo, medio y medio alto de complejidad, la red de distribución debe tener como mínimo un tanque de almacenamiento.
2. En el nivel alto de complejidad, el número de tanques debe determinarse según los requerimientos de presión y almacenamiento previstos para la red de distribución. En todos los casos, la red de distribución debe tener como mínimo dos tanques o al menos uno con dos módulos o compartimentos iguales que operen en forma independiente ante la posibilidad de que uno de ellos quede fuera de servicio y/o para facilitar las labores de mantenimiento y limpieza sin suspender el servicio.

**ARTICULO 98.- CAUDAL DE DISEÑO DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO.** El tanque debe proveer el caudal máximo horario (QMH), teniendo en cuenta la variación del consumo que se entrega a la zona que está abasteciendo.

**ARTICULO 99.- VOLUMEN DEL TANQUE.** Para el nivel bajo de complejidad, el volumen del tanque debe ser igual a la capacidad de regulación. Para los niveles medio, medio alto y alto de complejidad, el volumen del tanque debe ser la mayor cantidad obtenida entre la Capacidad de regulación y la Capacidad para satisfacer la demanda contra incendio. En todos los casos debe dejarse un borde libre con el fin de permitir la ventilación. Este borde debe tener como mínimo 0.30 m.

**ARTICULO 100.- DESINFECCIÓN DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO ANTES DE SU PUESTA EN MARCHA.** Antes de poner en servicio cualquier tanque de distribución, este debe ser desinfectado. La desinfección debe ser hecha con compuestos clorados, llenando el tanque con una concentración de 50 p.p.m. de cloro en el agua y una duración mínima de 24 horas de contacto, al final de las cuales se debe proceder al drenaje total del agua de lavado al sistema de alcantarillado. Si el cloro residual libre del agua de lavado al final de las 24 horas es inferior a 0,4 mg/lit, se debe repetir la operación con 25 p.p.m. de cloro en el agua.

**ARTICULO 101.- LIMPIEZA PERIÓDICA DE LOS TANQUE DE ALMACENAMIENTO.** Los tanques de almacenamiento y/o compensación deben limpiarse y desinfectarse por lo menos una vez al año siguiendo el procedimiento del artículo anterior.

**ARTÍCULO 102.- CATASTRO DE REDES.** Debe contarse con un catastro de la red actualizado que incluya un inventario de las tuberías existentes, su localización y el mayor número de anotaciones posible para cada accesorio considerado estratégico en la operación como: tipo de accesorio, material, profundidad y año de instalación. Este catastro debe incluir además las válvulas e hidrantes que formen parte de la red de distribución.

## **CAPITULO XIII**

### **SISTEMAS DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS**

El presente capítulo esta dirigido al desarrollo de estudios y diseños de los componentes de un sistema de potabilización de agua dirigido a la construcción de obras nuevas o a la rehabilitación, ampliación y/u optimización de obras existentes: prefiltros, microtamices, trampas de grasas y aceites, aireador, unidades de mezcla rápida y floculación, sedimentación, flotación, filtración, desinfección, estabilización, ablandamiento, adsorción sobre carbón activado, desferrización, desmanganetización, manejo de lodos, floculación lastrada, flotación, tanque de contacto del desinfectante, dispositivos de control de las unidades de la planta e instrumentación, laboratorio, sala de dosificación y almacenamiento de los productos. Igualmente se referencian los productos químicos que pueden ser empleados en el tratamiento del agua potable.

### **ARTICULO 103.- REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS NUEVOS DE POTABILIZACIÓN.**

Entre los aspectos que deben tenerse en cuenta para el desarrollo de proyectos de potabilización de agua nuevos, se encuentran los siguientes:

*Dotación y caudal de diseño:* Deben satisfacerse los requerimientos mínimos de agua para la población objetivo, considerando la dotación bruta. El caudal de diseño de la planta de tratamiento debe ser el caudal máximo diario cuando se cuente con almacenamiento, o en su defecto el caudal máximo horario.

*Ubicación de la planta:* Los aspectos que deben considerarse en la ubicación de la planta son los siguientes: 1) Disponibilidad de la tierra; 2) Investigación geotécnica previa para establecer las condiciones geológicas del sitio en función de riesgos de desplazamiento de masa, evitando las fallas geológicas y teniendo en cuenta además el riesgo de sismicidad de la región; 3) En lo posible el sitio seleccionado debe permitir la llegada del agua cruda por gravedad. En caso de no ser posible, se debe buscar el sitio de menor cabeza hidráulica de bombeo; 4) El sitio seleccionado debe tener fácil acceso a conexión de energía eléctrica; 5) El terreno seleccionado debe estar alejado de toda posibilidad de inundación, debe tener un buen drenaje y adicionalmente garantizar la evacuación de agua de lavado de filtros y sedimentadores; 6) La vía de ingreso debe permitir el uso de camiones de carga

*Diseño conceptual:* El diseño debe contener la siguiente información: 1) Estudio de Tratabilidad del agua; 2) Los criterios y parámetros adoptados para establecer alternativas de procesos de tratamiento; 3) Planos de las unidades del sistema a nivel prediseño; 4) Presupuesto estimativo por etapas y componentes, costos ambientales, de inversión, de operación y de mantenimiento; 5) Selección del tratamiento de acuerdo a la calidad del agua; y 6) Alternativas técnicas, dentro del tratamiento seleccionado, con los correspondientes estudios de costos, eficiencia, simplicidad, etc. Para la selección de las alternativas de tratamiento para sistemas de potabilización de poblaciones menores de 30.000 hab, debe usarse el programa de Selección de Tecnología y Análisis de Costos en Sistemas de Potabilización (Seltec), del Ministerio de Desarrollo Económico. Para la selección de la alternativa de tratamiento óptima, deben considerarse los factores técnicos, económicos, financieros, institucionales y ambientales. Además, deben evaluarse los siguientes criterios:

*Nivel tecnológico apropiado:* Debe ser el más conveniente de acuerdo con la capacidad técnico - administrativa y financiera de la comunidad, del nivel de desarrollo y la capacidad técnico – administrativa de la entidad responsable de la operación y mantenimiento de los sistemas; además, debe tenerse en cuenta que sea de simple construcción, fácil manejo, bajo costo de operación y que el sistema sea sostenible.

*Capacidad de operación y mantenimiento.* Debe considerarse la capacitación del personal en el control y manejo del proceso seleccionado. Lo anterior tiene como objetivo evitar, siempre que sea posible, la implantación de tecnologías que excedan la capacidad técnica local para su operación.

*Simplificación del sistema y nivel de financiación.* La alternativa seleccionada debe ofrecer soluciones óptimas que reduzcan el uso de energía eléctrica, combustible, mecanismos complejos o sofisticados, tecnología importada, periodos cortos de construcción con el fin de buscar un tratamiento que ofrezca la mayor eficiencia con los menores costos de construcción, operación y mantenimiento.

*Estudio de recursos locales.* Este estudio consta de dos partes: Recursos materiales y equipos. Se deben identificar los materiales y equipos disponibles localmente para emplearlos durante la construcción; esto permite obtener un diseño más económico; y Recursos humanos y administrativos. Debe evaluarse la capacidad local y de organización que permita la supervisión, construcción, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de acuerdo con la tecnología seleccionada. Este estudio debe ir acompañado de un análisis de la capacidad económica de la comunidad para determinar si cuenta con los recursos financieros necesarios que garanticen la sostenibilidad del proyecto.

*Adecuación hidráulica de la planta:* Debe adecuarse la hidráulica general de la planta, respecto a la pérdida de carga necesaria para un funcionamiento correcto de cada uno de los procesos que la componen. Deben considerarse la topografía del sitio, las pérdidas de cabeza producidas por los filtros y las conexiones entre unidades, entre otros aspectos. Hidráulicamente la planta debe estar en capacidad de transportar el caudal de diseño a través de todos sus procesos.

#### **ARTICULO 104.- PROCESOS MÍNIMOS DE TRATAMIENTO EN FUNCIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE UNA FUENTE ACEPTABLE .**

En fuentes superficiales o subterráneas, que durante el 90% del tiempo ( $t_{90}$ ) en una serie estadística de análisis que cubra por lo menos un ciclo de lluvias y un ciclo seco, mantengan los parámetros de calidad de la tabla No. 25, los procesos de tratamiento mínimos a diseñar, construir y operar deben ser: remoción del material flotante de las fuentes superficiales mediante cribado con rejillas, seguido de los procesos de desinfección y ajuste de pH si se justifica.

TABLA NÚMERO 25

| Parámetros                | Unidades     | Resultados de los análisis en $t_{90}$ |
|---------------------------|--------------|----------------------------------------|
| <b>DBO 5 días</b>         |              |                                        |
| Promedio mensual          | mg/L         | $\leq 1.5$                             |
| Máximo diario             | mg/L         | 1 – 3                                  |
| <b>Coliformes totales</b> |              |                                        |
| Promedio mensual          | (NMP/100 mL) | 0 – 50                                 |
| <b>Oxígeno disuelto</b>   | mg/L         | $\geq 4$                               |
| <b>PH promedio</b>        |              | 6.0 – 8.5                              |
| <b>Turbiedad</b>          | (UNT)        | $< 2$                                  |
| <b>Color verdadero</b>    | (UPC)        | $< 10$                                 |
| <b>Gusto y olor</b>       |              | Inofensivo                             |
| <b>Cloruros</b>           | (mg/L - Cl)  | $< 50$                                 |
| <b>Fluoruros</b>          | (mg/L - F)   | $< 1.2$                                |

#### **ARTICULO 105.- PROCESOS MÍNIMOS DE TRATAMIENTO EN FUNCIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE UNA FUENTE REGULAR.**

En fuentes superficiales o subterráneas, que durante el 90% del tiempo ( $t_{90}$ ) en una serie estadística de análisis que cubra por lo menos un ciclo de lluvias y un ciclo seco, mantengan los parámetros de calidad de la tabla No. 26, los procesos de tratamiento mínimos a diseñar, construir y operar deben ser: remoción del material flotante en las fuentes superficiales mediante un cribado con rejillas, seguido de desarenación si se justifica, filtración lenta sencilla o de múltiples etapas; o filtración rápida directa para valores de turbiedad hasta un máximo de 10 UNT; o floculación, sedimentación y filtración rápida, seguida de desinfección y ajuste de pH si se justifica. En este último caso los procesos de coagulación y sedimentación deben diseñarse

para obtener una eficiencia tal que permitan reducir la turbiedad a un valor máximo de 10 UNT antes del proceso de filtración rápida.

TABLA NÚMERO 26

| Parámetros                | Unidades     | Resultados de los análisis en $t_{90}$ |
|---------------------------|--------------|----------------------------------------|
| <b>DBO 5 días</b>         |              |                                        |
| Promedio mensual          | mg/L         | 1.5 – 2.5                              |
| Máximo diario             | mg/L         | 3 – 4                                  |
| <b>Coliformes totales</b> |              |                                        |
| Promedio mensual          | (NMP/100 mL) | 50 – 500                               |
| <b>Oxígeno disuelto</b>   | mg/L         | $\geq 4$                               |
| <b>PH promedio</b>        |              | 5.0 – 9.0                              |
| <b>Turbiedad</b>          | (UNT)        | 2 – 40                                 |
| <b>Color verdadero</b>    | (UPC)        | 10 – 20                                |
| <b>Gusto y olor</b>       |              | Inofensivo                             |
| <b>Cloruros</b>           | (mg/L – Cl)  | 50 – 150                               |
| <b>Fluoruros</b>          | (mg/L – F)   | < 1.2                                  |

**ARTICULO 106.- PROCESOS MÍNIMOS DE TRATAMIENTO EN FUNCIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE UNA FUENTE DEFICIENTE.** En fuentes superficiales que durante el 90% del tiempo ( $t_{90}$ ) en una serie estadística de análisis que cubra por lo menos un ciclo de lluvias y un ciclo seco, mantengan los parámetros de calidad de la tabla No. 27; los procesos de tratamiento mínimos a diseñar, construir y operar deben ser: remoción del material flotante mediante cribado con rejillas, desarenación si se justifica, coagulación, sedimentación, filtración rápida seguida de desinfección y ajuste de pH. Los procesos de coagulación y sedimentación deben diseñarse para obtener una eficiencia tal que permitan reducir la turbiedad a un valor máximo de 10 UNT y el color a un valor máximo de 20 UC.

TABLA NÚMERO 27

| Parámetros                | Unidades     | Resultados de los análisis en $t_{90}$ |
|---------------------------|--------------|----------------------------------------|
| <b>DBO 5 días</b>         |              |                                        |
| Promedio mensual          | Mg/L         | 2.5 – 4                                |
| Máximo diario             | Mg/L         | 4 – 6                                  |
| <b>Coliformes totales</b> |              |                                        |
| Promedio mensual          | (NMP/100 mL) | 500 – 5000                             |
| <b>Oxígeno disuelto</b>   | Mg/L         | $\geq 4$                               |
| <b>PH promedio</b>        |              | 3.8 – 10.5                             |
| <b>Turbiedad</b>          | (UNT)        | 40 – 150                               |
| <b>Color verdadero</b>    | (UPC)        | 20 – 40                                |
| <b>Gusto y olor</b>       |              | Inofensivo                             |
| <b>Cloruros</b>           | (mg/L - Cl)  | 150 – 200                              |
| <b>Fluoruros</b>          | (mg/L - F)   | < 1.2                                  |

**ARTICULO 107.- PROCESOS MÍNIMOS DE TRATAMIENTO EN FUNCIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE UNA FUENTE MUY DEFICIENTE.** En fuentes superficiales que en promedio, mantengan los parámetros de la tabla No. 28, los procesos de tratamiento mínimos utilizados deben ser los mismos del artículo anterior más los pretratamientos y post-tratamientos específicos para producir una calidad de agua que satisfaga los valores admisibles de todos los parámetros físicos – químicos, microbiológicos y organolépticos contemplados por el Decreto 475 del 10 de marzo de 1998.

TABLA NÚMERO 28

| Parámetros                | Unidades     | Resultados de los análisis en t <sub>90</sub> |
|---------------------------|--------------|-----------------------------------------------|
| <b>DBO 5 días</b>         |              |                                               |
| Promedio mensual          | mg/L         | > 4                                           |
| Máximo diario             | mg/L         | > 6                                           |
| <b>Coliformes totales</b> |              |                                               |
| Promedio mensual          | (NMP/100 mL) | >5000                                         |
| <b>Oxígeno disuelto</b>   | mg/L         | < 4                                           |
| <b>PH promedio</b>        |              | 3.8 – 10.5                                    |
| <b>Turbiedad</b>          | (UNT)        | ≥150                                          |
| <b>Color verdadero</b>    | (UPC)        | ≥40                                           |
| <b>Gusto y olor</b>       |              | Inaceptable                                   |
| <b>Cloruros</b>           | (mg/L - Cl)  | 300                                           |
| <b>Fluoruros</b>          | (mg/L - F)   | > 1.7                                         |

**ARTICULO 108.- ESTUDIO DE TRATABILIDAD.** Deben realizarse estudios estadísticos de la calidad del agua cruda que cubran por lo menos un periodo de lluvias y uno seco. Para la selección de los procesos de tratamiento previos o paralelos al diseño de una planta, deben realizarse ensayos en el laboratorio siendo obligatorio entre estos, el Ensayo de Jarras; y posteriormente, si se justifica, realizar ensayos en planta piloto para determinar el tratamiento al que debe ser sometida el agua. Para los niveles bajo y medio de complejidad no se recomienda la realización de los ensayos de planta piloto, a menos que se estudie un nuevo proceso o variables desconocidas que no pueden ser analizadas en el laboratorio. El Ensayo de jarras es obligatorio para cualquier nivel de complejidad, no solamente en los estudios de tratabilidad del proceso de diseño, sino también diariamente, durante la operación normal de la planta, y cada vez que se presenten cambios en la calidad del agua cruda.

**ARTICULO 109.- DESARENACIÓN.** Siempre que sea necesario, debe construirse un desarenador lo mas cerca posible a la captación de agua superficial, diseñado al menos con dos módulos que operen en forma independiente ante la posibilidad de que uno de ellos quede fuera de servicio. Cada módulo debe tener una capacidad hidráulica igual al caudal máximo diario (QMD) más las pérdidas que ocurran en el sistema y el consumo de la planta de tratamiento. El periodo de retención del agua en este componente no será menor a 20 minutos en cualquier nivel de complejidad

**ARTICULO 110.- COAGULACIÓN – MEZCLA RÁPIDA.** El diseño, operación y construcción de la mezcla rápida ya sea hidráulica o mecánica, debe garantizar la dispersión rápida y homogénea de los coagulantes, auxiliares de coagulación y alcalinizantes los cuales deben ser aplicados de acuerdo con las dosis mínimas óptimas determinadas por el Ensayo de Jarras.

**ARTICULO 111.- FLOCULACIÓN CONVENCIONAL.** Las unidades de mezcla rápida y floculación deben ubicarse lo más cerca posible. En caso de que esto no sea posible, el flujo del agua a través del canal o ducto de transporte entre las dos unidades no debe tener una velocidad menor de 1 m/s. El diseño, construcción y operación de los floculadores hidráulicos o mecánicos, en cualquiera de las tecnologías que se utilicen debe permitir que la velocidad del agua a través de estas unidades sea de 0.2 m/s a 0.6 m/s. De

todas maneras los tiempos de detención y gradientes de velocidad deben obtenerse mediante Ensayos de Jarras previos.

**ARTICULO 112.- SEDIMENTACIÓN.** Deben realizarse estudios estadísticos de la calidad del agua cruda que cubran por lo menos un periodo de lluvias y uno seco. Si la turbiedad alcanza valores mayores de 1000 UNT por periodos continuos mayores de quince días debe adoptarse un proceso de presedimentación. Para los niveles bajo y medio de complejidad, el proceso de sedimentación debe tener como mínimo dos unidades. Para los niveles medio alto y alto de complejidad debe tener como mínimo tres unidades. Para todos los niveles de complejidad del sistema, deben realizarse estudios de tratabilidad en el laboratorio y/o planta piloto para determinar los procesos necesarios y sus parámetros de diseño. En caso de no realizar ensayos previos las unidades deben diseñarse teniendo en cuenta los criterios de la tabla No. 29 :

TABLA NÚMERO 29

| Tipo de sedimentador | Carga Superficial<br>$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$ | Tiempo de detención<br>Horas | Altura Nivel de Agua m.  | Dimensiones                 |
|----------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| De flujo horizontal  | 15 – 30                                                       | 2 – 4                        | 4 – 5                    | Ancho : Largo 1:4 A<br>1: 8 |
| De flujo ascendente  | 20 – 30, max 60                                               | 2 – 4                        | 4 – 5                    | Diámetro <40 m              |
| De alta tasa         | 120 – 185 placa angosta<br>200 – 300 placa profunda           | 0,16 – 0,25                  | 4 – 5,5                  | Espacio entre placas 0,05 m |
| Con manto de lodos   | Concentración de sólidos 10 a 20 % vol                        | 1 – 1,5                      | Altura del manto 1 – 3 m | Altura tanque 4 – 7 m       |

**ARTICULO 113.- FILTRACIÓN RÁPIDA.** Para todos los niveles de complejidad del sistema, deben realizarse estudios de tratabilidad en el laboratorio y/o planta piloto para determinar los parámetros de diseño. Deben adoptarse las siguientes tasas de filtración: Para lechos de arena sola o antracita sola con Te de 0.45 mm a 0.55 mm y una profundidad de 0.75 m máxima, la tasa de filtración debe ser inferior a  $120 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$ .

Para lechos mixtos de antracita y arena y profundidad estándar de 0,60 a 0,75 m, la tasa de filtración máxima es de  $300 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$ , siempre y cuando la calidad del floc lo permita. Para lechos de arena sola o antracita sola de tamaño grueso, con profundidad mayor de 0.9 m, la tasa de filtración máxima es de  $400 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$ .

**PARAGRAFO:** Cuando el lavado de los filtros se hace con fuente externa o tanque de lavado, el número mínimo de unidades deben ser tres; y para lavado mutuo el número mínimo de unidades debe ser cuatro.

**ARTICULO 114.- FILTRACIÓN LENTA.** El número mínimo de unidades de filtración lenta que debe tener la planta es dos. La tasa de filtración de la unidad debe estar entre  $2.4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$  a  $7.2 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{día})$ .

**ARTICULO 115.- DESINFECCIÓN.** Es obligatorio en todos los niveles de complejidad, desinfectar el agua sin importar el tipo de tratamiento previo que se haya realizado para su potabilización. Entre los procesos de desinfección que pueden realizarse esta la cloración, ozonación y desinfección con dióxido de cloro. Para la desinfección por cloración, deben

emplearse tanques de contacto en todos los niveles de complejidad. El tanque debe proporcionar el tiempo de contacto necesario que garantice la desinfección del agua. Para la determinación de la dosis óptima de desinfectante, debe emplearse el valor Ct Concentración aplicada por tiempo de detención igual a K. Si la operación de la planta permite durante el 90% de su operación, la remoción del 95 al 99% de coliformes totales en los procesos previos de sedimentación y filtración y la turbiedad del agua filtrada se mantiene durante el 95% del tiempo menor de 1,0 UNT, debe usarse la tabla No. 30 para determinar K en función de la temperatura del agua y su pH

TABLA NÚMERO 30  
**Valores de Ct = K en mg· min/l para inactivación de coliformes por cloro libre para log2**

| C<br>Dosis de Cloro<br>Aplicada<br>mg/l | 10°C |     |     |     | 15°C |     |     |     | 20°C |     |     |     | 25°C |     |     |     |
|-----------------------------------------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
|                                         | pH   |     |     |     | pH   |     |     |     | pH   |     |     |     | pH   |     |     |     |
|                                         | 6,0  | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 6,0  | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 6,0  | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 6,0  | 6,5 | 7,0 | 7,5 |
| <=0.4                                   | 24   | 29  | 35  | 42  | 16   | 20  | 23  | 28  | 12   | 15  | 17  | 21  | 8    | 10  | 12  | 14  |
| 0,6                                     | 25   | 30  | 36  | 43  | 17   | 20  | 24  | 29  | 13   | 15  | 18  | 21  | 8    | 10  | 12  | 14  |
| 0,8                                     | 26   | 31  | 37  | 44  | 17   | 20  | 24  | 29  | 13   | 15  | 18  | 22  | 9    | 10  | 12  | 15  |
| 1                                       | 26   | 31  | 37  | 45  | 18   | 21  | 25  | 30  | 13   | 16  | 19  | 22  | 9    | 10  | 12  | 15  |
| 1,2                                     | 27   | 32  | 38  | 46  | 18   | 21  | 25  | 31  | 13   | 16  | 19  | 23  | 9    | 11  | 13  | 15  |
| 1,4                                     | 27   | 33  | 39  | 47  | 18   | 22  | 26  | 31  | 14   | 16  | 19  | 23  | 9    | 11  | 13  | 16  |
| 1,6                                     | 28   | 33  | 40  | 48  | 19   | 22  | 26  | 32  | 14   | 17  | 20  | 24  | 9    | 11  | 13  | 16  |
| 1,8                                     | 29   | 34  | 41  | 49  | 19   | 23  | 27  | 33  | 14   | 17  | 20  | 25  | 10   | 11  | 14  | 16  |
| 2                                       | 29   | 35  | 41  | 50  | 19   | 23  | 28  | 33  | 15   | 17  | 21  | 25  | 10   | 12  | 14  | 17  |
| 2,2                                     | 30   | 35  | 42  | 51  | 20   | 23  | 28  | 34  | 15   | 18  | 21  | 26  | 10   | 12  | 14  | 17  |
| 2,4                                     | 30   | 36  | 43  | 2   | 20   | 24  | 29  | 35  | 15   | 18  | 22  | 26  | 10   | 12  | 14  | 17  |
| 2,6                                     | 31   | 37  | 44  | 53  | 20   | 24  | 29  | 36  | 15   | 18  | 22  | 27  | 10   | 12  | 15  | 18  |
| 2,8                                     | 31   | 37  | 45  | 54  | 21   | 25  | 30  | 36  | 16   | 19  | 22  | 27  | 10   | 12  | 15  | 18  |
| 3                                       | 32   | 38  | 46  | 55  | 21   | 25  | 30  | 37  | 16   | 19  | 23  | 28  | 11   | 13  | 15  | 18  |

Si la operación de la planta permite el 90 al 95% de la remoción de coliformes totales en los procesos previos de sedimentación y filtración y la turbiedad del agua filtrada está entre 1,0 y 2,0 UNT, debe usarse la tabla No. 31 para determinar el valor de K en función de la temperatura del agua y su pH.

TABLA NÚMERO 31  
Valores de Ct = K en mg· min/l para inactivación de coliformes por cloro libre para log3

| C<br>Dosis de Cloro<br>Aplicada<br>mg/l | 10°C |     |     |     | 15°C |     |     |     | 20°C |     |     |     | 25°C |     |     |     |
|-----------------------------------------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
|                                         | pH   |     |     |     | pH   |     |     |     | pH   |     |     |     | pH   |     |     |     |
|                                         | 6,0  | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 6,0  | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 6,0  | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 6,0  | 6,5 | 7,0 | 7,5 |
| <=0.4                                   | 37   | 44  | 52  | 63  | 25   | 30  | 35  | 42  | 18   | 22  | 26  | 31  | 12   | 15  | 18  | 21  |
| 0,6                                     | 38   | 45  | 54  | 64  | 25   | 30  | 36  | 43  | 19   | 23  | 27  | 32  | 13   | 15  | 18  | 22  |
| 0,8                                     | 39   | 46  | 55  | 66  | 26   | 31  | 37  | 44  | 20   | 23  | 28  | 33  | 13   | 16  | 19  | 22  |
| 1                                       | 40   | 47  | 56  | 67  | 27   | 32  | 38  | 45  | 20   | 24  | 28  | 34  | 13   | 16  | 19  | 23  |
| 1,2                                     | 40   | 48  | 57  | 69  | 27   | 32  | 38  | 46  | 20   | 24  | 29  | 35  | 14   | 16  | 19  | 23  |
| 1,4                                     | 41   | 49  | 58  | 70  | 28   | 33  | 39  | 47  | 21   | 25  | 29  | 35  | 14   | 17  | 20  | 24  |
| 1,6                                     | 42   | 50  | 60  | 72  | 28   | 33  | 40  | 48  | 21   | 25  | 30  | 36  | 14   | 17  | 20  | 24  |
| 1,8                                     | 43   | 51  | 61  | 74  | 39   | 34  | 41  | 49  | 22   | 26  | 31  | 37  | 15   | 17  | 21  | 25  |
| 2                                       | 44   | 52  | 62  | 75  | 29   | 35  | 42  | 50  | 22   | 26  | 31  | 38  | 15   | 18  | 21  | 25  |
| 2,2                                     | 45   | 53  | 64  | 77  | 30   | 35  | 43  | 51  | 22   | 27  | 32  | 39  | 15   | 18  | 21  | 26  |
| 2,4                                     | 45   | 54  | 65  | 79  | 30   | 36  | 43  | 53  | 23   | 27  | 33  | 39  | 15   | 18  | 22  | 26  |
| 2,6                                     | 46   | 55  | 66  | 80  | 31   | 37  | 44  | 54  | 23   | 28  | 33  | 40  | 16   | 19  | 22  | 27  |
| 2,8                                     | 47   | 56  | 67  | 82  | 31   | 37  | 45  | 55  | 24   | 28  | 34  | 41  | 16   | 19  | 23  | 27  |
| 3                                       | 48   | 57  | 69  | 83  | 32   | 38  | 46  | 56  | 24   | 29  | 34  | 42  | 16   | 19  | 23  | 28  |

Para el caso de plantas que usen una fuente altamente contaminada o que en la operación de los procesos previos de sedimentación y filtración se remueva menos del 90% de los coliformes totales y la turbiedad del agua filtrada este entre 2,0 y 5,0 UNT, se debe utilizar la tabla No. 32 para determinar el valor de K en función de la temperatura del agua y su pH.

TABLA NÚMERO 32  
Valores de Ct = K en mg· min/l para inactivación de coliformes por cloro libre para log4

| C<br>Dosis de Cloro<br>Aplicada<br>mg/l | 10°C |     |     |     | 15°C |     |     |     | 20°C |     |     |     | 25°C |     |     |     |
|-----------------------------------------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
|                                         | pH   |     |     |     | pH   |     |     |     | pH   |     |     |     | pH   |     |     |     |
|                                         | 6,0  | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 6,0  | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 6,0  | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 6,0  | 6,5 | 7,0 | 7,5 |
| <=0.4                                   | 49   | 59  | 69  | 83  | 33   | 39  | 47  | 55  | 24   | 29  | 35  | 41  | 16   | 19  | 23  | 28  |
| 0,6                                     | 50   | 60  | 71  | 85  | 33   | 40  | 48  | 57  | 25   | 30  | 36  | 43  | 17   | 20  | 24  | 29  |
| 0,8                                     | 52   | 61  | 73  | 87  | 35   | 41  | 49  | 59  | 26   | 31  | 37  | 44  | 17   | 21  | 25  | 29  |
| 1                                       | 53   | 63  | 75  | 89  | 35   | 42  | 50  | 60  | 26   | 31  | 37  | 45  | 17   | 21  | 25  | 30  |
| 1,2                                     | 53   | 63  | 76  | 91  | 36   | 43  | 51  | 61  | 27   | 32  | 38  | 46  | 18   | 21  | 25  | 31  |
| 1,4                                     | 55   | 65  | 77  | 93  | 37   | 43  | 52  | 63  | 27   | 33  | 39  | 47  | 18   | 22  | 26  | 31  |
| 1,6                                     | 55   | 66  | 79  | 96  | 37   | 44  | 53  | 64  | 28   | 33  | 39  | 48  | 19   | 22  | 27  | 32  |
| 1,8                                     | 57   | 67  | 81  | 98  | 38   | 45  | 54  | 65  | 29   | 34  | 41  | 49  | 19   | 23  | 27  | 33  |
| 2                                       | 58   | 69  | 83  | 100 | 39   | 46  | 55  | 67  | 29   | 35  | 41  | 50  | 19   | 23  | 27  | 33  |
| 2,2                                     | 59   | 70  | 85  | 102 | 39   | 47  | 57  | 68  | 29   | 35  | 42  | 51  | 20   | 23  | 28  | 34  |
| 2,4                                     | 60   | 71  | 86  | 105 | 40   | 48  | 57  | 70  | 30   | 36  | 43  | 52  | 20   | 24  | 29  | 35  |
| 2,6                                     | 61   | 73  | 87  | 107 | 41   | 49  | 59  | 71  | 31   | 37  | 44  | 53  | 21   | 25  | 29  | 35  |
| 2,8                                     | 62   | 74  | 89  | 109 | 41   | 49  | 59  | 73  | 31   | 37  | 45  | 54  | 21   | 25  | 30  | 36  |
| 3                                       | 63   | 75  | 91  | 111 | 42   | 51  | 61  | 74  | 31   | 38  | 45  | 55  | 21   | 25  | 31  | 37  |

Las tablas anteriores están elaboradas para desinfección con cloro libre, entendiéndose por tal el que queda después de satisfecha la demanda.

El Ministerio de Salud podrá exigir una remoción mayor para aguas con alta contaminación.

**ARTICULO 116.- PRETRATAMIENTO PARA CONTROL DE SABOR Y OLOR.**

Los requisitos mínimos de diseño para llevar a cabo el proceso de control de las características organolépticas como sabor y olor son aplicables a los cuatro niveles de complejidad del sistema, a no ser que se especifique lo contrario. Los procesos que deben analizarse para el control organoléptico son la aeración, adsorción sobre carbón activado granular, adsorción sobre carbón activado pulverizado y oxidación química. Los oxidantes que pueden utilizarse como medida de tratamiento del sabor y el olor pueden ser el cloro, el ozono, el permanganato de potasio, el dióxido de cloro, el peróxido de hidrógeno, el sulfato de cobre y el carbón activado extruído. En caso de emplear algún proceso para el control organoléptico y estético distinto a los mencionados en este título, el diseñador debe pedir permiso especial en los términos del presente Reglamento.

**ARTICULO 117.- PRETRATAMIENTO PARA DESFERRIZACIÓN Y DESMANGANETIZACIÓN.**

En este Artículo se establecen los requisitos mínimos de diseño para llevar a cabo el proceso de desferrización y desmanganetización aplicables a los cuatro niveles de complejidad del sistema, a no ser que se especifique lo contrario. El valor admisible de hierro total presente en el agua es 0.3 mg/L y para el manganeso es 0.1 mg/L. Los procesos de pretratamiento que deben analizarse para la remoción del hierro y manganeso presentes en el agua son los siguientes: Oxidación química; Aeración a presión seguida de filtración; Aeración a presión con tanque de contacto y filtración; Aeración en torres de múltiples bandejas con tanque de contacto y filtración; Filtración sobre zeolita mangánica; y Aeración, sedimentación y filtración. En caso de emplear algún proceso para la desferrización y desmanganetización distinto a los mencionados en este título, el diseñador debe pedir permiso especial en los términos del presente Reglamento.

**ARTICULO 118.- DESALINIZACIÓN.** Cuando la fuente de agua superficial o subterránea tenga un contenido de cloruros superior al valor admisible de 250 mg/L, y no habiendo otra fuente económicamente disponible, deberá usarse la ósmosis inversa, la electrodiálisis (inversa) o la nanofiltración para remover los cloruros. Estos procesos de desalinización usuales para el tratamiento del agua de mar o agua salobre, deben utilizarse cuando previamente se haya demostrado que son los que presentan un menor costo de producción del agua potable respecto a otros sistemas (como evaporadores). Si un proceso de separación por membranas es seleccionado para efectuar la desalinización, el estudio previo debe presentar por lo menos dos configuraciones alternativas de las membranas (paso sencillo o doble o sistema por etapas).

**ARTICULO 119.- TRATAMIENTO Y MANEJO DE LODOS.** Los requisitos mínimos para el tratamiento y manejo de los lodos producidos en los procesos de sedimentación, y filtración producto de la operación de las plantas de tratamiento, son aplicables a los cuatro niveles de complejidad del sistema. La descarga de los lodos debe sujetarse a las siguientes especificaciones:

Para devolverlos directamente a la corriente de agua o descargarlos en alcantarillados, previo tratamiento, debe adquirirse un permiso de las autoridades competentes y deben realizarse estudios de impacto ambiental en el que se demuestre que no contravienen los artículos 72 y 73 del Decreto 1594 del 26 de junio de 1984 expedido por el Ministerio de Salud - Normas sobre vertimiento a cuerpos de agua o alcantarillados públicos y el Decreto 302 de 2000 expedido por el Ministerio de Desarrollo Económico.

Si no es posible lo anterior, se deben llevar a lagunas de almacenamiento en donde se decanten y por extrafiltración y evaporación se elimine el agua de arrastre hasta dejar el lodo semisolidificado. De allí debe extraerse por sistema mecánico y transportarlo al punto de disposición final.

Concentrar el lodo en concentradores, extraer dicho lodo y llevarlo a lagunas de secado en donde debe ser solidificado para luego transportarlo y depositarlo en el sitio que se acuerde.

Secar el lodo por sistemas mecánicos: filtros prensa, centrifugado, filtros al vacío, o camas de secado, extraer la pasta desecada que se produce en ellos y transportarla hasta el lugar de almacenamiento.

La descarga final del agua lixiviada, si se hace a un cuerpo de agua, debe cumplir con las normas de vertimiento que trata el artículo 72 del Decreto 1594 del 26 de junio de 1984 del Ministerio de Salud.

**ARTICULO 120.- EDIFICIO DE OPERACIÓN.** En este Artículo se establecen los requisitos mínimos y las condiciones con las que se debe diseñar cada una de las áreas que conforman el edificio de operación. Se establecen las condiciones para los cuatro **niveles de complejidad** del sistema. Todas las normas son aplicables a los cuatro niveles del sistema, a no ser que se especifique lo contrario

Nivel bajo de complejidad. Dentro del diseño del edificio de operación deben contemplarse los siguientes ambientes: Sala de dosificación y cloración; Oficina del administrador; Laboratorio de servicio; Bodega general para productos químicos y repuestos; Baño.

Nivel medio de complejidad. Dentro del diseño del edificio de operación deben contemplarse los siguientes ambientes: Sala de dosificación y almacenamiento de productos químicos; Sala de cloración y de cilindros de cloro; Oficina del administrador; Laboratorio de servicio y análisis básicos; y Baño.

Nivel medio - alto de complejidad. Dentro del diseño del edificio de operación deben contemplarse los siguientes ambientes: Sala de dosificación; Bodega de almacenamiento; Sala de cloración; Bodega de almacenamiento de cilindros de cloro; Laboratorio de servicios; Sala de operadores; Oficina del laboratorista y depósitos de reactivos; Laboratorio fisicoquímico y microbiológico; Oficina del administrador de la planta con su baño; Oficina del jefe de mantenimiento y auxiliares; Batería de baños; Cocineta; Cuarto de aseo; Zonas de esparcimiento y Parqueaderos.

Nivel alto de complejidad. Dentro del diseño del edificio de operación deben contemplarse los siguientes ambientes: Sala de dosificación; Bodega de almacenamiento junto con su baño; Sala de cloración; Cuarto de depósito para la cloración (incluye equipos de seguridad); Bodega de almacenamiento de cilindros de cloro; Sala de control; Sala de

operadores con laboratorio de servicios; Depósito de reactivos y material de laboratorio; Oficina del laboratorista con su baño; Laboratorio fisicoquímico y microbiológico; Oficina del administrador de la planta con su baño; Sala de planoteca y reuniones; Oficina del jefe de mantenimiento; Oficina del ingeniero electrónico o similar; Batería de baños; Facilidades de cocina y cafetería según las necesidades; Cuarto de aseo; Zonas de esparcimiento; y Parqueaderos.

**PARAGRAFO 1:** La dosificación de los productos químicos puede ser de dos tipos de acuerdo con las características del material a dosificar, si el material está en polvo o a granel deben emplearse dosificadores en seco, los cuales pueden ser volumétricos o gravimétricos. Si la sustancia está en solución deben emplearse los dosificadores en solución, los cuales pueden ser rotatorios, por bombeo o por gravedad u otro de tecnología conocida y de aceptación extendida

**PARAGRAFO 2:** Para cualquier nivel de complejidad, las instalaciones deberá contar además con: Servicios de agua potable, Alcantarillado o tratamiento individual, gas para el uso del laboratorio, energía eléctrica o planta y radioteléfono, teléfono o celular si es posible para comunicar emergencias.

**ARTICULO 121.- SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.** Los requisitos mínimos que deben presentar las plantas de tratamiento para tener un sistema de instrumentación y control, que permita un adecuado y permanente control de la calidad del agua tratada y operación de la planta, son aplicables a los cuatro niveles de complejidad del sistema, a no ser que se especifique lo contrario.

Los niveles bajo y medio de complejidad deben tener un grado de instrumentación manual suficientemente adecuado para controlar los procesos. Las plantas de tratamiento que se encuentren dentro de estos niveles y que tengan la suficiente capacidad económica pueden implementar sistemas automáticos de instrumentación y control.

Los niveles medio alto y alto de complejidad deben tener un nivel de automatización tal que ofrezcan soluciones rápidas a problemas y permitan los ajustes requeridos a variables del proceso que se necesiten modificar.

**ARTICULO 122.- CALIDAD DEL AGUA TRATADA.** El agua producida en un sistema de potabilización no debe contener microorganismos patógenos, ni sustancias tóxicas o nocivas para la salud. Por tanto, el agua para consumo humano debe cumplir los Requisitos de Calidad microbiológicos, organolépticos y fisico-químicos exigidos en el Decreto 475 de marzo 10 de 1998, de los Ministerios de Salud y de Desarrollo Económico por el cual se expiden las Normas Técnicas de Calidad del Agua Potable, o en su defecto el que lo reemplace. La calidad del agua no debe deteriorarse ni caer por debajo de los límites establecidos durante el periodo de tiempo de transporte de la planta de tratamiento al consumidor.

## **CAPITULO XIV**

## **SISTEMAS DE RECOLECCION Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y PLUVIALES**

El presente capítulo incluye los elementos de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y/o pluviales que conforman los alcantarillados sanitarios, pluviales y combinados, sus diferentes componentes y estaciones de bombeo. Se consideran además nuevas tecnologías y sistemas de disposición *in situ* como alternativas a los sistemas convencionales. No incluye los sistemas de tratamiento de aguas residuales, ni las instalaciones internas domiciliarias de aguas residuales pluviales o domésticas.

**ARTICULO 123.- ACTIVIDADES PARA EL PLANEAMIENTO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES.** Las actividades que de manera general deben realizarse en el desarrollo de un proyecto completo de recolección y evacuación de aguas residuales y/o pluviales se enumeran a continuación. Para el caso de expansiones el diseñador debe establecer cuáles de estas actividades son relevantes para el caso específico.

1. Información básica. Se debe obtener la información relevante citando las fuentes respectivas. Se debe incluir la descripción y diagnóstico del sistema existente de abastecimiento de agua potable y el de recolección y evacuación de aguas residuales y lluvias
2. Delimitación del perímetro sanitario municipal. Es necesario establecer el límite del perímetro sanitario municipal o la porción relevante de éste, y su relación con el área del proyecto.
3. Delimitación del área del proyecto. Se debe definir el área para la cual debe ser proyectado el sistema.
4. Definición del periodo de análisis. Se debe establecer el periodo de planeamiento del sistema y el año inicial de operación
5. Estimación de la población. En el caso de sistemas sanitarios se debe estimar la población a lo largo del periodo de planeamiento del sistema. La población estimada en el área del proyecto debe considerar las densidades de saturación con base en los planes de ordenamiento territorial de la localidad.
6. Delimitación de áreas de drenaje. Se debe delimitar las áreas de drenaje contenidas en el área de planeamiento
7. Determinación de las características del sistema. Se deben determinar las características del sistema existente, y de las aguas residuales y/o pluviales en función de las tendencias de ocupación de la tierra y del ordenamiento territorial.
8. Generación de alternativas de sistemas para la recolección y evacuación de aguas residuales y/o pluviales. Es necesario evaluar cada alternativa desde el punto de vista de impacto ambiental.
9. Aprovechamiento de componentes existentes. Debe establecerse la posibilidad de aprovechar total o parcialmente elementos del sistema de recolección y evacuación existente.

10. Análisis de sitios de descarga. Se deben identificar las poblaciones localizadas aguas abajo de los posibles sitios de vertimiento y/o disposición de las aguas residuales evacuadas de la localidad y se deben analizar las características y capacidad de autodepuración de los cuerpos de agua receptores (ríos, quebradas, arroyos, humedales, lagos, ciénagas, embalses y mar) y los posibles efectos ambientales de las descargas con y sin tratamiento, con base en la legislación vigente.
11. Predimensionamiento de los componentes de las alternativas. Se deben dimensionar de manera preliminar los componentes de cada una de las alternativas.
12. Definición de criterios para la estimación de costos. Se deben recopilar funciones de costos de componentes similares a los considerados en las diferentes alternativas, citando las fuentes bibliográficas que avalen su validez. Estas funciones deben considerar costos de construcción, operación y mantenimiento.
13. Determinación de etapas de construcción. Se deben determinar las etapas de construcción o periodos óptimos de expansión de capacidad de los componentes de cada alternativa considerada, con base en análisis de costo mínimo si éste es apropiado para el tipo de componente, la tasa social de descuento, los factores de economías de escala implícitos en el literal anterior y el análisis de capacidad actual limitante de componentes.
14. Selección de la mejor alternativa. Con base en consideraciones técnicas, económicas, financieras, culturales y ambientales se debe seleccionar la mejor alternativa para ser diseñada, construida, operada y mantenida. La alternativa seleccionada debe contar con licencia ambiental si esta se requiere, o plan de manejo ambiental.
15. Diseño de la alternativa seleccionada. La alternativa debe ser dimensionada completamente y sus costos de construcción totalmente cuantificados dentro de un cronograma preciso de ejecución de obras, incluyendo aspectos específicos requeridos de manejo ambiental y urbano durante su construcción, tales como estudios prediales y de servidumbres, licencias ambientales, plan de manejo ambiental, impacto urbano y especificaciones técnicas. El diseño debe generar además obligatoriamente Manuales, programas y procedimientos de operación y mantenimiento apropiados para garantizar la efectividad y sostenibilidad del sistema a lo largo de su vida útil y minimizar efectos ambientales negativos.

**ARTICULO 124.- COEFICIENTES DE RUGOSIDAD CUANDO SE UTILICE LA FÓRMULA DE MANNING PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADOS.** Para los niveles de complejidad de sistema medio alto y alto, el valor del coeficiente  $n$  de rugosidad de Manning en tuberías de pared lisa debe definirse entre 0.009 y 0.013, previa aprobación de la Entidad Prestadora del servicio de recolección y evacuación de aguas residuales. Este valor será establecido bajo la responsabilidad del diseñador con base en: a) una sustentación técnico - económica incluidos los factores antes mencionados; b) la predicción razonable de que el alcantarillado va a ser adecuadamente construido, operado y mantenido, c) un diseño que tenga en cuenta estimaciones reales de caudal pico diario.

Para los niveles de complejidad de sistema bajo y medio, donde las condiciones de mantenimiento preventivo se hacen en forma ocasional, el coeficiente  $n$  de rugosidad de Manning se debe establecer con base en la tabla No. 33

TABLA NÚMERO 33

| Valores del coeficiente de rugosidad de Maning para varios materiales |               |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------|
| Material                                                              | N             |
| <i>CONDUCTOS CERRADOS</i>                                             |               |
| Asbesto – cemento                                                     | 0.011 – 0.015 |
| Concreto prefabricado interior liso                                   | 0.011 – 0.015 |
| Concreto prefabricado interior rugoso                                 | 0.015 – 0.017 |
| Concreto fundido en sitio, formas lisas                               | 0.012 – 0.015 |
| Concreto fundido en sitio, formas rugosas                             | 0.015 – 0.017 |
| Gres vitrificado                                                      | 0.011 – 0.015 |
| Hierro dúctil revestido interiormente con cemento                     | 0.011 – 0.015 |
| PVC, polietileno y fibra de vidrio con interior liso                  | 0.010 – 0.015 |
| <i>Metal corrugado</i>                                                | 0.022 – 0.026 |
| Colectores de ladrillo                                                | 0.013 – 0.017 |
| <i>CONDUCTOS ABIERTOS</i>                                             |               |
| Canal revestido en ladrillo                                           | 0.012 – 0.018 |
| Canal revestido en concreto                                           | 0.011 – 0.020 |
| Canal excavado                                                        | 0.018 – 0.050 |
| Canal revestido rip-rap                                               | 0.020 – 0.035 |

En todos los casos el diseñador deberá sustentar adecuadamente el valor del “n” que utilice en su diseño asumiendo la responsabilidad por sus análisis y recomendaciones y debe utilizar en sus cálculos el diámetro real interno.

#### ARTICULO 125.- DISTANCIAS MÍNIMAS A OTRAS REDES.

1. Las distancias mínimas libres entre los colectores que conforman la red del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales y las tuberías de otras redes de servicios públicos deben ser 1,0 m en la dirección horizontal medidos entre las superficies externas de los dos conductos y 0,3 m en la dirección vertical.
2. En todos los casos, la distancia vertical se mide entre la cota de clave de la tubería de la red de alcantarillado y la cota de batea de la tubería de otros servicios.
3. Los cruces de redes deben analizarse de manera individual para establecer la necesidad de diseños especiales, en particular en aquellos casos donde la distancia mínima vertical sea menor a la establecida anteriormente.

**ARTICULO 126.- DIÁMETRO INTERNO REAL MÍNIMO DE LOS ALCANTARILLADOS SANITARIOS.** En las redes de recolección y evacuación de aguas residuales, la sección circular es la más usual para los colectores, principalmente en los tramos iniciales. El diámetro interno real mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado sanitario Convencional es 200 mm (8 plg).

**PARÁGRAFO:** El diámetro interno real mínimo permitido en las redes de sistemas de recolección para alcantarillados tipo Condominial o de Flujo Decantado o Convencionales para niveles de complejidad del sistema Bajo, éste puede reducirse a 150 mm (6 plg), requiriéndose una justificación detallada por parte del diseñador.

**ARTICULO 127.- VELOCIDAD MÍNIMA EN ALCANTARILLADOS SANITARIOS.** Si las aguas residuales fluyen por un periodo largo a bajas velocidades, los sólidos transportados pueden depositarse dentro de los colectores. En consecuencia, se debe disponer regularmente de una velocidad suficiente para lavar los sólidos depositados durante periodos de caudal bajo. Para lograr esto, se establece la velocidad mínima como criterio de diseño. La velocidad mínima real permitida en el colector es 0,45 m/s. Cuando el sistema considerado corresponda a un sistema de alcantarillado simplificado, el valor de la velocidad mínima real es de 0,4 m/s o la correspondiente a un esfuerzo cortante mínimo de  $1,0 \text{ N/m}^2$  ( $0,10 \text{ Kg/m}^2$ ). Para un sistema de colectores sin arrastre de sólidos se obvia el criterio de autolimpieza, y por lo tanto, el de velocidad mínima. Los colectores que transporten aguas residuales típicamente industriales deben ceñirse a la legislación y normatividad vigentes sobre vertimientos de este tipo. Para estos colectores la velocidad mínima real aceptable para evitar la formación de sulfuros depende de la demanda bioquímica de oxígeno. Estos valores se definen en la tabla No. 34:

TABLA NÚMERO 34

| DBO efectiva (mg/l) | Velocidad mínima real (m/s) |
|---------------------|-----------------------------|
| Hasta 225           | 0,50                        |
| De 226 a 350        | 0,65                        |
| De 351 a 500        | 0,75                        |
| De 501 a 690        | 0,90                        |
| De 691 a 900        | 1,00                        |

**ARTICULO 128.- VELOCIDAD MÁXIMA EN ALCANTARILLADOS SANITARIOS.** La velocidad máxima real en un colector por gravedad no debe sobrepasar 5 m/s. Los valores mayores deben justificarse apropiadamente para ser aceptados por la Entidad Prestadora del servicio.

**ARTICULO 129.- PENDIENTE MÍNIMA EN ALCANTARILLADOS SANITARIOS.** El valor de la pendiente mínima del colector debe ser aquel que permita tener condiciones de autolimpieza y de control de gases adecuadas de acuerdo con los criterios del Artículo 127.

**ARTICULO 130.- PENDIENTE MÁXIMA EN ALCANTARILLADOS SANITARIOS.** El valor de la pendiente máxima admisible es aquel para el cual se tenga una velocidad máxima real, según el Artículo 128.

**ARTICULO 131.- PROFUNDIDAD HIDRÁULICA MÁXIMA EN ALCANTARILLADOS SANITARIOS.** Para permitir aeración adecuada del flujo de aguas residuales, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en un colector debe estar entre 70 y 85% del diámetro real de éste.

**ARTICULO 132.- PROFUNDIDAD MÍNIMA DE INSTALACIÓN EN ALCANTARILLADOS SANITARIOS.** Los valores mínimos permisibles de cubrimiento de los colectores, con relación a la rasante definitiva, se definen en la tabla No. 35

TABLA NÚMERO 35

| Servidumbre                    | Profundidad a la clave del colector (m) |
|--------------------------------|-----------------------------------------|
| Vías peatonales o zonas verdes | 0,75                                    |
| Vías vehiculares               | 1,20                                    |

**ARTICULO 133.- PROFUNDIDAD MÁXIMA DE INSTALACIÓN EN ALCANTARILLADOS SANITARIOS.** En general la máxima profundidad de instalación de los colectores, con relación a la rasante definitiva, es del orden de 5 m, aunque puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales de los materiales y colectores durante y después de su construcción. Los cruces subterráneos de lagos, ríos y corrientes superficiales deberán acompañarse de un diseño apropiado e idóneo que justifique las dimensiones, los atraques y las profundidades empleadas y deberán proveerse de medios para impedir su destrucción por efectos de la socavación de la corriente atravesada.

**ARTICULO 134.- VELOCIDAD MÍNIMA EN ALCANTARILLADOS PLUVIALES.** La velocidad mínima real permitida en el colector es 0,75 m/s para el caudal de diseño.

**ARTICULO 135.- VELOCIDAD MÁXIMA EN ALCANTARILLADOS PLUVIALES.** Los valores máximos permisibles para la velocidad media en los colectores dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión. Valores típicos de velocidad máxima permisible para algunos materiales se presentan en la tabla No. 36. Valores superiores requieren una justificación técnica y aprobación de la Entidad Prestadora del servicio.

TABLA NÚMERO 36

| Tipo de material            | V (m/s) |
|-----------------------------|---------|
| Ladrillo común              | 3,0     |
| Ladrillo vitrificado y gres | 5,0     |
| Concreto                    | 5,0     |
| PVC                         | 10,0    |

**ARTICULO 136.- PENDIENTE MÍNIMA EN ALCANTARILLADOS PLUVIALES.** El valor de la pendiente mínima del colector debe ser aquel que permita tener condiciones de autolimpieza, de acuerdo con los criterios del Artículo 134.

**ARTICULO 137.- PENDIENTE MÁXIMA EN ALCANTARILLADOS PLUVIALES.** El valor de la pendiente máxima admisible es aquella para la cual se tenga una velocidad máxima real, según el Artículo 135.

**ARTICULO 138.- PROFUNDIDAD MÍNIMA DE INSTALACIÓN EN ALCANTARILLADOS PLUVIALES.** La profundidad mínima de instalación de los colectores de aguas lluvias, con relación a la rasante definitiva, deben seguir los mismos criterios del Artículo 129. Las conexiones domiciliarias y los colectores de aguas lluvias deben localizarse por debajo de las tuberías de acueducto. Los colectores de aguas lluvias deben localizarse a una profundidad que no interfiera con las conexiones domiciliarias de aguas residuales al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. En general deben considerarse las interferencias con otras redes.

**ARTICULO 139.- PROFUNDIDAD MÁXIMA DE INSTALACIÓN.** La máxima profundidad de los colectores de aguas lluvias debe seguir los mismos parámetros del Artículo 133.

**ARTICULO 140.- PARÁMETROS DE DISEÑO DE ALCANTARILLADOS COMBINADOS.** El diseño debe tener en cuenta los requerimientos para los sistemas de aguas residuales y pluviales, cuya agregación lo conforman. Los valores máximos y mínimos que gobiernan el diseño de sistemas combinados corresponden a los de redes pluviales.

#### **ARTICULO 141.- PARÁMETROS DE DISEÑO DE POZOS DE INSPECCIÓN**

1. Diámetro. En los pozos comunes el diámetro interior es generalmente de 1,20 m. Para casos especiales, el diámetro debe estar entre 1,5 y 2 m , dependiendo de las dimensiones de los colectores afluentes. Para pozos comunes construidos para colectores con diámetros menores que 0,6 m, su diámetro interior debe ser de 1,2 m para permitir el manejo de varillas y demás elementos de limpieza. Para pozos especiales construidos para colectores hasta de 1,1 m de diámetro, su diámetro interior es 1,5 m. De igual manera, para colectores de 1,20 m o más de diámetro, el diámetro interior del pozo debe ser 2 m , con el fin de permitir el empleo de equipos de limpieza.
2. Profundidad. La profundidad mínima de los pozos de inspección debe ser 1 m sobre la cota clave del colector afluente más superficial.
3. Diámetro de acceso. El diámetro del orificio de entrada es generalmente 0,6 m. Sin embargo, si la altura del pozo es menor que 1,8 m, el cuerpo del cilindro puede ser extendido hasta la superficie, donde debe disponerse de una losa como acceso.
4. Distancia entre pozos. La distancia máxima entre pozos, cuando la limpieza es manual, está entre 100 y 120 m, y para métodos mecánicos o hidráulicos de limpieza, puede llegar a los 200 m . En el caso de alcantarillados sanitarios sin arrastre de sólidos, la distancia entre pozos o cajas puede ser de este orden. En emisarios finales o en colectores principales, donde las entradas son muy restringidas o inexistentes, la distancia máxima entre estructuras de inspección puede incrementarse en función del tipo de mantenimiento, la cual debe ser del orden de 300 m. En cualquier caso, las distancias adoptadas deben ser sustentadas con base en los criterios expuestos.

**ARTICULO 142.- PARÁMETROS DE DISEÑO DE LAS CÁMARAS DE CAÍDA.**

Todos los colectores que lleguen a una estructura de conexión, con una diferencia mayor de 0.75 m con respecto a la batea del colector de salida, deben entregar al pozo mediante una cámara de caída. Para colectores afluentes menores de 300 mm (12 pulg.) de diámetro puede analizarse la alternativa de no construir la cámara de caída pero debe proveer un colchón de agua en la parte inferior del pozo que amortigüe la caída. El diámetro del tubo bajante debe ser del mismo diámetro que el tubo de entrada, pero en ningún caso menor que 200 mm (8 pulg.). Si la tubería de entrada tiene un diámetro mayor que 900 mm (36 pulg.), en lugar de tubo de caída debe diseñarse una transición escalonada entre el tubo y la cámara.

**ARTICULO 143.- PARÁMETROS DE DISEÑO DE SUMIDEROS.** Los sumideros deben ubicarse en los cruces de las vías, de tal manera que intercepten las aguas lluvias de las cunetas antes de las zonas de tránsito de los peatones y en los puntos intermedios bajos. El diseñador debe justificar los métodos y aproximaciones utilizadas en la estimación de caudales y en el análisis del comportamiento hidráulico de cunetas y sumideros. El dimensionamiento de la tubería de conexión del sumidero al sistema de alcantarillado, ya sea un pozo o fuentes receptoras, debe tener un diámetro mínimo de 200 mm (8 pulg.), pendiente superior al 2% y, en general, no debe tener una longitud mayor de 15 m.

**ARTICULO 144.- PARÁMETROS DE DISEÑO DE ALIVIADEROS.** El caudal de alivio debe corresponder al caudal medio diario de aguas residuales que llegan a la estructura de alivio multiplicado por el factor de dilución, el cual debe ser mayor que 1. El factor de dilución es la relación entre el caudal a partir del cual el aliviadero comienza a derivar agua y el caudal medio diario de las aguas residuales.

**ARTICULO 145.- PARÁMETROS DE DISEÑO PARA CANALES DE AGUAS LLUVIAS.** Para canales revestidos, la velocidad máxima del agua no debe ser mayor que 8 m/s, y si la pendiente es elevada, deben diseñarse escalones en los canales, de tal forma que la energía disminuya a un valor razonable y si es necesario se dotarán de tanque amortiguador en la llegada, diseñado con el criterio de disipación de energía. Los canales revestidos deben diseñarse de tal manera que sus colectores tributarios descarguen por encima de las aguas máximas del canal y para que los aliviaderos trabajen libremente. Deben efectuarse las previsiones apropiadas de borde libre. Si eventualmente el canal funcionase como conducto cerrado, la profundidad hidráulica no debe exceder el 90 % de la altura del conducto. En curvas horizontales deben proveerse las consideraciones apropiadas de los peraltes necesarios, con las justificaciones del caso. La velocidad máxima en el canal deberá cumplir con lo especificado en el diseño de alcantarillado pluvial. La concepción, el trazado y el dimensionamiento hidráulico del canal deben estar plenamente justificados. Deben hacerse las consideraciones correspondientes al efecto o impacto ambiental del canal. En el diseño de los canales deben tenerse en cuenta los caudales vertidos por otros canales y colectores de aguas lluvias existentes o proyectados dentro del sistema básico de drenaje. Cuando los canales entreguen el agua a cuerpos de agua naturales, deberá tenerse en cuenta la cota con la que debe llegar el canal para hacer el empalme hidráulico.

**ARTICULO 146.- PARÁMETROS DE DISEÑO PARA SIFONES INVERTIDOS.**

Los sifones invertidos están conformados por dos o más tuberías, dependiendo de la magnitud del caudal de diseño que se requiera conducir. Estas tuberías deben constar de facilidades de limpieza. La velocidad mínima de flujo para el caso de alcantarillado sanitario debe ser 1 m/s y el diámetro mínimo debe ser 200 mm (8 pulg.). Para el sistema pluvial o combinado la velocidad mínima es 1,2 m/s y el diámetro mínimo de 300 mm (12 pulg.). En cualquier caso, la velocidad mínima debe ser superior a la velocidad de autolimpieza determinada por esfuerzo cortante. Las entradas a los conductos auxiliares deben ser reguladas por vertederos, de tal forma que las tuberías puedan entrar en servicio progresivamente.

**ARTICULO 147.- PERIODO DE DISEÑO PARA ESTACIONES DE BOMBEO O ELEVADORAS.** El periodo de diseño depende del nivel de complejidad del sistema, según lo establecido en la tabla No. 37.

TABLA NÚMERO 37

| Nivel de complejidad del sistema | Periodo de diseño (años) |
|----------------------------------|--------------------------|
| Bajo                             | 15                       |
| Medio                            | 20                       |
| Medio alto                       | 25                       |
| Alto                             | 30                       |

**PARAGRAFO.-** Los Proyectos para las Estaciones de Bombeo o estaciones elevadoras deberán ser analizados y evaluados teniendo en cuenta el período de diseño, llamado también horizonte de planeamiento del Proyecto, para definir las etapas de construcción de las obras civiles y las de instalación de equipos, según las necesidades del proyecto, basadas en la metodología de Costo Mínimo.

**ARTICULO 148.- CAUDALES DE DISEÑO PARA ESTACIONES DE BOMBEO O ELEVADORAS.** Para el diseño de una estación de bombeo o elevadora de aguas residuales se deben tener en cuenta el caudal promedio diario, los caudales diarios mínimos y máximos y el caudal pico horario. Tanto para aguas residuales como pluviales, deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

- Caudal máximo al final del periodo de diseño.
- Caudal mínimo al final del periodo de diseño.
- Caudal máximo al final de cada etapa del periodo de diseño.
- Caudal mínimo al final de cada etapa del periodo de diseño.
- Caudal máximo al inicio de la operación de la estación.
- Caudal máximo al final de la operación de la estación

**CAPITULO XV**

## SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES

El presente capítulo incluye la caracterización de las aguas residuales, sistemas de tratamiento en el sitio de origen, sistemas centralizados y emisarios submarinos.

**ARTICULO 149.- CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.** A continuación se establece el procedimiento que debe seguirse para la caracterización de las aguas residuales. Las prescripciones establecidas a continuación deben aplicarse a los cuatro niveles de complejidad del sistema a menos que se especifique lo contrario. Si ya existen alcantarillados debe medirse el caudal y debe determinarse las concentraciones de las aguas residuales mediante análisis de laboratorio de muestras tomadas del agua por tratar.

1. Medición de caudales. Para la determinación del caudal de las descargas deben efectuarse por lo menos 3 jornadas de medición horaria durante las 24 horas del día y en cada uno de los emisarios que se consideren representativos. Con estos datos deben determinarse los caudales medio y máximo horario representativos de cada descarga y el factor de mayoración correspondiente. Deben efectuarse mediciones para determinar la cantidad de agua de infiltración y otros caudales afluentes asociados a conexiones erradas al sistema de alcantarillado sanitario. Deben encontrarse factores para caudales de infiltración (en términos de área o de longitud de la red L/s-ha ó L/s-km) de modo que se pueda proyectar el caudal esperado. Así mismo deben tenerse en cuenta los periodos de sequía y de lluvia. Al mismo tiempo que se efectúan las mediciones de caudales máximos en los colectores, debe estimarse el caudal máximo horario con base en los factores de mayoración. Los aportes asociados a periodos de lluvia deben ser tomados en consideración al determinar el caudal de diseño, para lo cual debe hacerse un estudio de infiltración y afluentes. La tasa de infiltración permisible será la estipulada en la tabla No. 38.

TABLA NÚMERO 38

| Nivel de complejidad del sistema | Infiltración alta<br>(L / s*ha) | Infiltración media<br>(L / s*ha) | Infiltración baja<br>(L / s*ha) |
|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Bajo y medio                     | 0,15 - 0,4                      | 0,1 - 0,3                        | 0,05 - 0,2                      |
| Medio alto y alto *              | 0,15 - 0,4                      | 0,1 - 0,3                        | 0,05 - 0,2                      |

Para los desechos industriales debe efectuarse una encuesta sobre las industrias existentes y luego se seleccionan los tipos de industrias más relevantes. Deben efectuarse campañas de muestreo en las descargas de los procesos hasta completar el ciclo total de producción en la industria. En los procesos con descargas continuas, deben efectuarse mediciones de caudal, temperatura y pH, y deben tomarse muestras integradas

2. Caracterización físico – química de las aguas residuales mediante muestras simples. Los parámetros que deben medirse para caracterizar el agua residual mediante muestras instantáneas para cada nivel de servicio, aparecen en la tabla No. 39.

TABLA NÚMERO 39

| Nivel      | Parámetro                                               |
|------------|---------------------------------------------------------|
| Bajo       | Oxígeno disuelto, temperatura, pH.                      |
| Medio      | Oxígeno disuelto, temperatura, pH.                      |
| Medio Alto | Oxígeno disuelto, temperatura, pH.                      |
| Alto       | Oxígeno disuelto, temperatura, pH, alcalinidad, acidez. |

3. Caracterización físico – química de las aguas residuales mediante muestras compuestas. Son la mezcla de varias muestras instantáneas recolectadas en el mismo punto de muestreo en diferentes tiempos. La mezcla se hace sin tener en cuenta el caudal en el momento de la toma. La tabla No. 40 determina los parámetros que deben medirse para caracterizar el agua residual para cada nivel de complejidad del sistema en muestras compuestas.

TABLA NÚMERO 40

| Nivel de complejidad del sistema | Parámetro                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bajo                             | DBO <sub>5</sub> total y soluble; sólidos suspendidos, disueltos y sedimentables; DQO soluble y total; nitrógeno total Kjeldahl; fósforo (soluble y particulado)                                                                                                                                       |
| Medio                            | DBO <sub>5</sub> total y soluble; sólidos suspendidos, disueltos y sedimentables; DQO soluble y total; nitrógeno total Kjeldahl; fósforo (soluble y particulado)                                                                                                                                       |
| Medio alto                       | DBO <sub>5</sub> total y soluble; sólidos suspendidos, disueltos y sedimentables; DQO soluble y total; fósforo (soluble y particulado); aceites; detergentes; grasas y nitrógeno total Kjeldahl.                                                                                                       |
| Alto                             | DBO <sub>5</sub> total y soluble; sólidos suspendidos, disueltos y sedimentables; DQO soluble y total; nitrógeno total Kjeldahl; fósforo (soluble y particulado); aceites y grasas; fósforo; metales pesados: Cd, Pb, Cr, Ni, Zn, Hg, Cu, Ag, y sustancias orgánicas volátiles, cloruros, detergentes. |

4. Las muestras integradas deben usarse en alguno o varios de los siguientes casos:
- Para caracterizar el caudal de un río, el cual varía su composición a lo largo de su trayecto y su ancho. Se toman varias muestras para diferentes puntos de sección transversal y se mezclan en proporción a los flujos relativos para cada sección.
  - En tratamientos combinados para diferentes corrientes de aguas residuales separadas.
  - Para cálculo de las cargas (kg/d) de las sustancias contaminantes en la corriente de agua.
  - La integración debe hacerse de manera proporcional a los caudales medidos al toma la muestra.

**ARTICULO 150.- PARÁMETROS MÍNIMOS DE CALIDAD DEL AGUA QUE DEBEN MEDIRSE.** Para la caracterización de aguas residuales debe procederse, para cada descarga importante, a realizar por lo menos cinco jornadas de medición y muestreo horario de 24 horas de duración, con determinaciones de caudal y temperatura en el campo. Las campañas deben efectuarse en días diferentes. En la tabla No. 41 se especifican los parámetros mínimos que deben medirse para cada nivel de complejidad

TABLA NÚMERO 41

| Parámetro        | Bajo | Medio | Medio alto | Alto |
|------------------|------|-------|------------|------|
| Oxígeno disuelto | X    | X     | X          | X    |
| DBO <sub>5</sub> |      |       |            |      |

|                    |   |   |   |   |
|--------------------|---|---|---|---|
| <i>Soluble</i>     | X | X | X | X |
| <i>Total</i>       | X | X | X | X |
| SS                 |   |   |   |   |
| SST                | X | X | X | X |
| SSV                | X | X | X | X |
| DQO                |   |   |   |   |
| <i>Soluble</i>     | X | X | X | X |
| <i>Total</i>       | X | X | X | X |
| NITRÓGENO          |   |   |   |   |
| <i>Total</i>       | X | X |   |   |
| <i>Orgánico</i>    |   |   | X | X |
| <i>Soluble</i>     |   |   | X | X |
| <i>Particulado</i> |   |   |   |   |
| <i>Amoniacal</i>   |   |   | X | X |
| <i>Soluble</i>     |   |   | X | X |
| <i>Particulada</i> |   |   | X | X |
| <i>Nitritos</i>    |   |   | X | X |
| <i>Nitratos</i>    |   |   |   |   |
| FOSFORO TOTAL      |   |   |   |   |
| <i>Soluble</i>     | X | X | X | X |
| <i>Particulado</i> | X | X | X | X |
| CLORUROS           |   |   | X | X |
| ALCALINIDAD        |   |   |   | X |
| ACEITES Y GRASAS   |   |   | X | X |
| COLIFORMES         |   |   |   |   |
| <i>Fecales</i>     |   |   | X | X |
| <i>Totales</i>     |   |   | X | X |
| PH                 | X | X | X | X |
| ACIDEZ             | X | X | X | X |
| DETERGENTES        |   |   | X | X |

**ARTICULO 151.- CAUDAL DE DISEÑO.** El diseño de proceso de las unidades de tratamiento debe basarse en el caudal máximo semanal para el periodo de diseño, excepto en casos especiales. El diseño hidráulico de la planta debe hacerse para el caudal máximo horario. Los caudales industriales deben calcularse para los periodos críticos de producción. La modularización de caudales para la expansión futura de la planta de tratamiento debe asociarse a estudios de costo mínimo de acuerdo con lo indicado en el capítulo IX, con excepción del nivel bajo de complejidad. Para comunidades sin alcantarillado sanitario debe determinarse el caudal medio de diseño con base en la dotación de agua potable multiplicada por la población y un factor de retorno entre 0.70 y 0.80, más los caudales de infiltración, conexiones erradas y aportes institucionales comerciales e industriales. Para el calculo de la dotación se deben seguir las recomendaciones contempladas en el Artículo 67.

**ARTICULO 152.- ESTUDIOS DE TRATABILIDAD Y/O TOXICIDAD.** Se debe hacer un estudio de tratabilidad de las aguas residuales para los niveles de complejidad medio, medio alto y alto. El estudio de tratabilidad debe identificar la(s) tecnología(s) de tratamiento de mayor probabilidad de eficiencia en el tratamiento de los siguientes parámetros de interés: pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Sólidos Suspendidos (SS), Demanda Química de oxígeno (DQO), grasas y/o aceites, definidos en la normatividad de vertimientos del Decreto 1594 de 1984 de MinSalud. Este estudio se debe hacer a escala laboratorio. Deben efectuarse estudios de toxicidad a los microorganismos aerobios y anaerobios en plantas de tratamiento biológico en el nivel alto de complejidad

del sistema. En otros niveles los pueden hacer de considerarse necesario. Deben medirse metales pesados, ya que en altas concentraciones son tóxicos para los organismos degradadores y para el cuerpo de agua receptor. Estos son cromo (Cr), plomo (Pb), níquel (Ni), mercurio (Hg), cadmio (Cd), cobre (Cu), zinc (Zn). Para el tratamiento biológico se considera tóxica una concentración total acumulada de metales pesados mayor de 2 mg/L. También los elementos y compuestos químicos tóxicos como el arsénico (As) y el Cianuro (CN<sup>-</sup>). También deben medirse los compuestos orgánicos volátiles (VOC). En aguas residuales domésticas, el contenido de VOC es comúnmente menor de 400 mg/L. Deben hacerse análisis de toxicidad de parámetros que se presumen pueden ser descargados aún cuando no estén incluidos en la lista anterior. Al finalizar la caracterización debe efectuarse un análisis estadístico de los datos generados; en caso de resultar no representativos, debe procederse a ampliar las campañas de caracterización.

**ARTICULO 153.- ESTUDIOS MÍNIMOS PARA TRATAMIENTOS EN EL SITIO DE ORIGEN.** Los sistemas de tratamiento en el sitio son aquellos que se utilizan en lugares aislados, donde no existen redes de alcantarillado o no es posible construir un sistema integrado de alcantarillado, o donde se requiere remover la cantidad de sólidos suspendidos antes de verter el agua residual al sistema de alcantarillado. Para comunidades de más de 200 habitantes, antes de proceder a implantar un sistema de tratamiento en el sitio, deben realizarse los siguientes estudios: Inspección visual; Estudio de impacto ambiental: manejo de lodos, olores, tratamiento de patógenos; Estudio de suelos: humedad, permeabilidad, granulometría, conductividad hidráulica saturada; Topográficos: pendiente del terreno; Hidrológicos: precipitación (promedio máximo mensual), evapotranspiración y evaporación (promedio mensual); Revisión de estudios previos hechos en la zona; Vulnerabilidad sísmica e inundaciones.

**ARTICULO 154.- TRAMPAS DE GRASA.** Son tanques pequeños de flotación donde la grasa sale a la superficie, y es retenida mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior. No lleva partes mecánicas y el diseño es parecido al de un tanque séptico. Recibe nombres específicos según al tipo de material flotante que vaya a removerse. El diseño debe realizarse de acuerdo con las características propias y el caudal del agua residual a tratar, teniendo en cuenta que la capacidad de almacenamiento mínimo expresada en kg. de grasa debe ser de por lo menos una cuarta parte del caudal de diseño (caudal máximo horario) expresado en litros por minuto. El tanque debe tener 0.25m<sup>2</sup> de área por cada litro por segundo, una relación ancho/longitud de 1:4 hasta 1:18 y una velocidad ascendente mínima de 4mm/s.

**ARTICULO 155.- TANQUES SÉPTICOS.** El diseñador debe seleccionar una metodología de diseño que garantice el correcto funcionamiento del sistema teniendo en cuenta los siguientes criterios: rendimiento del proceso de tratamiento; almacenamiento de lodos y amortiguamiento de caudales pico. Los tanques pueden ser cilíndricos o prismáticos rectangulares. Los cilíndricos se utilizan cuando se quiere minimizar el área útil aumentando la profundidad, y los prismáticos rectangulares en los casos en que se requiera mayor área horizontal o mayor profundidad. La profundidad útil debe estar entre los valores mínimos y máximos dados en la Tabla No. 42, de acuerdo con el volumen útil obtenido.

TABLA NÚMERO 42

| Volumen útil (m³) | Profundidad útil mínima (m) | Profundidad útil máxima (m) |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Hasta 6           | 1.2                         | 2.2                         |
| De 6 a 10         | 1.5                         | 2.5                         |
| Más de 10         | 1.8                         | 2.8                         |

El diámetro interno mínimo para los cilíndricos es de 1.10 m. Para los tanques prismáticos rectangulares, el largo interno mínimo es de 0.80 m y la relación ancho / largo mínima es de 2:1 y máxima de 4:1. Los tanques sépticos deben conservar las siguientes distancias mínimas: 1.50 m distantes de construcciones, límites de terrenos, sumideros y campos de infiltración; 3.0 m distantes de árboles y cualquier punto de redes públicas de abastecimiento de agua y 15.0 m distantes de pozos subterráneos y cuerpos de agua de cualquier naturaleza.

**ARTICULO 156.- CAMPOS DE INFILTRACIÓN.** Consiste en una serie de trincheras angostas y relativamente superficiales rellenas con un medio poroso (normalmente grava). Deben localizarse aguas abajo de los tanques sépticos y deben ubicarse en suelos cuyas características permitan una absorción del agua residual que sale de los tanques sépticos a fin de no contaminar las aguas subterráneas. Los canales de infiltración deben localizarse en un lecho de piedras limpias cuyo diámetro debe estar comprendido entre 10 y 60 mm. Debe evitarse la proximidad de árboles, para prevenir la entrada de raíces. En la tabla No. 43 aparecen las dimensiones que se deben usar.

TABLA NÚMERO 43

| Parámetro           | Dimensión     |
|---------------------|---------------|
| Diámetro de canales | 0.10 – 0.15 m |
| Pendiente           | 0.3 – 0.5%    |
| Largo máximo        | 30 m          |
| Ancho del fondo     | 0.45 a 0.75 m |

El área de absorción necesaria debe obtenerse con base en las características del suelo, que se determinan en los ensayos de infiltración. Se recomienda utilizar una tasa de aplicación menor que o igual a 100 L/día/m² para los efluentes de tanques sépticos, y periodos de aplicación no mayores de 6 horas.

**ARTICULO 157.- FILTROS INTERMITENTES.** La filtración intermitente puede definirse como la aplicación intermitente de agua residual previamente sedimentada, como el efluente de un pozo séptico, en un lecho de material granular (arena, grava, etc) que es drenado para recoger y descargar el efluente final. Los filtros deben localizarse aguas abajo del tanque séptico y aguas arriba de la desinfección si se requiere. Para los filtros intermitentes de arena se deben usar los parámetros de diseño de la tabla No. 44

TABLA NÚMERO 44

| Parámetro                          | Unidad                                | Rango         |
|------------------------------------|---------------------------------------|---------------|
| Carga hidráulica                   | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d     | 0.3 - 0.6     |
| Carga orgánica                     | KgDBO <sub>5</sub> /m <sup>2</sup> /d | 0.002 - 0.010 |
| Frecuencia de dosificación         | Veces/día                             | 3 - 6         |
| Volumen del tanque de dosificación | Caudal día                            | 0.5 - 1.0     |
| Pasos a través del filtro          | No.                                   | 1             |
| Temperatura del medio filtrante    | °C                                    | >15           |

Para los filtros de medio granular recirculante se debe usar los parámetros de diseño de la tabla No. 45

TABLA NÚMERO 45

| Parámetro                          | Unidad                                | Rango         |
|------------------------------------|---------------------------------------|---------------|
| Carga hidráulica                   | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d     | 0.13 - 0.2    |
| Carga orgánica                     | kgDBO <sub>5</sub> /m <sup>2</sup> /d | 0.010 - 0.040 |
| Tasa de recirculación              |                                       | 3 :1 - 5 :1   |
| Frecuencia de dosificación         | min/30min                             | 1 - 10        |
| Volumen del tanque de dosificación | caudal día                            | 0.5 - 1.0     |
| Pasos a través del filtro          | No.                                   | 2 - 8         |
| Temperatura del medio filtrante    | °C                                    | >15           |

**ARTICULO 158.- HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO SUMERGIDO.** Los humedales deben localizarse aguas abajo de un tanque séptico. Para esto, debe hacerse una evaluación de las características del suelo, localización de cuerpos de agua, topografía, localización geográfica, líneas de propiedad y vegetación existente para localizar adecuadamente el humedal. El diseñador debe seleccionar una metodología de diseño que garantice el correcto funcionamiento del sistema teniendo en cuenta los siguientes criterios: Conductividad hidráulica, Granulometría, Flujo sumergido para todas las condiciones de caudales.

**ARTICULO 159.- FILTROS SUMERGIDOS AIREADOS.** Deben colocarse aguas abajo del tanque séptico que sirve como sedimentador. Para su dimensionamiento el diseñador debe seleccionar una metodología que garantice el correcto funcionamiento de la cámara de reacción con un tiempo de retención hidráulica que produzca las eficiencias de remoción esperadas. El lecho filtrante de la cámara de reacción debe ser llenado con material que permita el crecimiento de los microorganismos en su superficie y su espesor debe ser de 40 mm como mínimo. En la cámara de sedimentación debe seleccionar una metodología que garantice la acumulación de biomasa en el reactor y produzca un efluente con concentración de sólidos suspendidos compatibles con el nivel de tratamiento exigido por el diseño. El área superficial debe permitir el acceso para limpieza. El ángulo de inclinación del dispositivo de sedimentación no debe ser superior de 40° con relación a la horizontal y la disposición de los sedimentadores deber ser tal que permita su lavado periódico.

**ARTICULO 160.- TANQUES IMHOFF.** El tanque Imhoff debe utilizarse para poblaciones con nivel bajo de complejidad. Deben mantenerse las mismas distancias mínimas de los tanques sépticos. Los tanques Imhoff se dividen en tres cámaras que son: Cámara de sedimentación, cámara de digestión de lodos y el respiradero o área de ventilación del gas. El compartimento de sedimentación debe estar diseñado con una tasa de desbordamiento superficial de 25 a 40 ( $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ ) y un tiempo de retención de 2 a 4 horas. La cámara de digestión debe tener una capacidad de almacenamiento de lodo para 6 meses

**ARTICULO 161.- ESTUDIOS MÍNIMOS PARA SISTEMAS CENTRALIZADOS.** La información mínima deberá tener en cuenta: Inspección visual; Estudio de impacto ambiental; Estudio de suelos: humedad, permeabilidad, granulometría, conductividad hidráulica saturada, nivel freático; Topográficos: Curvas de nivel; Hidrogeológicos: Por ejemplo, precipitación (promedio máximo mensual), evapotranspiración y evaporación (promedio mensual); Revisión de estudios previos hechos en la zona; Vulnerabilidad sísmica; Inundaciones y dirección de los vientos

**ARTICULO 162.- ESTUDIOS DE CALIDAD DE LA FUENTE RECEPTORA.** Las características de calidad del agua que garantizan el uso deseado o actual están definidas por el Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Salud, o el que lo reglamente o lo sustituya, y se debe hacer un tratamiento tal al agua residual antes de verterla a la fuente receptora, que se logren los criterios allí estipulados para situaciones hidrológicas críticas de bajos caudales y descargas máximas de diseño del vertimiento y en los tramos aguas abajo en la corriente. Los análisis de calidad de agua del cuerpo receptor deben considerar los vertimientos que se realizan por reboses del alcantarillado, o alcantarillados en caso de que existan sistemas independientes, junto con los vertimientos directos antes y después del tratamiento. Los parámetros a modelar en el cuerpo de agua receptor serán aquellos que afecten las calidades de agua estipuladas en los usos definidos en el Decreto 1594 de 1984 o aquel que los sustituya. Como mínimo, se deben realizar los siguientes estudios de calidad de la fuente receptora: Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Coliformes Totales y Fecales, Nutrientes (Nitrógeno y Fósforo) y Sólidos Suspendedos.

**ARTICULO 163.- SELECCIÓN DE SITIOS DE UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS CENTRALIZADOS.** Se deben considerar de manera específica los siguientes aspectos: Puntos de emisión de olores y cantidad de emisión en cada uno de ellos; Modelación de la dispersión atmosférica; Evaluación de concentraciones de  $\text{H}_2\text{S}$  y/o otras sustancias olorosas en las zonas aledañas considerando concentraciones pico con frecuencias inferiores a 15 minutos y Medidas de mitigación. Se deben considerar los requerimientos por la demanda actual y futura en el momento de la selección del sitio. El área requerida para una planta de una capacidad depende de las siguientes consideraciones: Grado de tratamiento requerido; Proceso a ser usado; Grado de redundancia requerido; Requerimientos de espacio para instalaciones secundarias y de soporte, y requerimientos de espacio para acceso, circulación y mantenimiento. La distancia mínima de amortiguamiento para zonas

residenciales debe ser de 75 m. Para sistemas particulares pueden exigirse aislamientos superiores. En las zonas susceptibles a inundación, se debe proveer una protección adecuada por medio de diques de tierra u otro método, alrededor del perímetro de la planta. Como mínimo la planta debe permanecer operacional para una creciente con un periodo de retorno de 25 años. Para cualquier nivel de complejidad del sistema, la selección del sitio debe considerar la posibilidad de actividad sísmica en la zona. Se debe revisar las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98 (Ley 400 de 1997, Decreto 33 de 1998) para determinar en que zona de amenaza sísmica se encuentra el proyecto para de esta manera tomar los controles que sean necesarios. No se permite la localización de plantas cerca a hábitats especiales como humedales naturales u otro tipo de ecosistemas críticos, así como tampoco cerca a zonas de recreación a menos que se pueda garantizar la ausencia de impactos. En los casos que se considere necesario, se recomienda evaluar la presencia de recursos culturales, históricos o arqueológicos del sitio.

**ARTICULO 164.- SELECCIÓN DEL TRATAMIENTO - ESTUDIOS DE ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.** De acuerdo con el nivel de tratamiento deseado existen diferentes alternativas para lograr el objetivo. La tabla No. 46 presenta un resumen de los rendimientos típicos que se deben lograr con las diferentes etapas y procesos de tratamiento:

TABLA NÚMERO 46

|                  | Unidades de tratamiento                  | Eficiencia mínima de remoción de constituyentes, Porcentaje |       |                     |       |       |                    |           |
|------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------|---------------------|-------|-------|--------------------|-----------|
|                  |                                          | DBO                                                         | DQO   | Sólidos Suspendidos | P     | N Org | NH <sub>3</sub> -N | Patógenos |
| Pre-tratamiento  | Rejillas                                 | desp <sup>1</sup> .                                         | Desp  | Desp.               | Desp  | Desp. | desp.              | Desp.     |
|                  | Desarenadores                            | 0-5                                                         | 0-5   | 0-10                | Desp  | Desp. | desp.              | Desp.     |
| Trat. Primario   | Sedimentación primaria                   | 30-40                                                       | 30-40 | 50-65               | 10-20 | 10-20 | 0                  | Desp.     |
|                  | Lagunas de oxidación                     |                                                             |       |                     |       |       |                    |           |
|                  | Lagunas anaerobias                       | 50-70                                                       | ---   | 20-60               | ---   | ---   | ---                | 90-99.99  |
|                  | Lagunas aireadas                         | 80-95                                                       | ---   | 85-95               | ---   | ---   | ---                | 90-99.99  |
|                  | Lagunas facultativas                     | 80-90                                                       | ---   | 63-75               | 30    | ---   | ---                | 90-99.99  |
| Trat. Secundario | Lagunas de maduración                    | 60-80                                                       | ---   | 85-95               | ---   | ---   | ---                | 90-99.99  |
|                  | Reactor UASB (RAFA)                      | 65-80                                                       | 60-80 | 60-70               | 30-40 | ---   | ---                | Desp.     |
|                  | Reactor anaerobio RAP                    | 65-80                                                       | 60-80 | 60-70               | 30-40 | ---   | ---                | Desp.     |
|                  | Filtros anaerobios                       | 65-80                                                       | 60-80 | 60-70               | 30-40 | ---   | ---                | Desp.     |
|                  | Lodos activados (convencional)           | 80-95                                                       | 80-95 | 80-90               | 10-25 | 15-20 | 8-15               | Desp.     |
| Desinfección     | Filtros percoladores de alta tasa, roca. | 65-80                                                       | 60-80 | 60-85               | 8-12  | 15-50 | 8-15               | Desp.     |
|                  | de super tasa, plástico                  | 65-85                                                       | 65-85 | 65-85               | 8-12  | 15-50 | 8-15               | Desp.     |
|                  | Rayos Ultravioleta                       | Desp.                                                       | Desp  | Desp.               | Desp  | Desp. | Desp.              | 100       |
|                  | Cloración                                | Desp.                                                       | Desp  | Desp.               | Desp  | Desp. | Desp.              | 100       |

Se deben evaluar los siguientes parámetros de la red de alcantarillado de tal manera que se asegure la integración entre la planta de tratamiento y el sistema de recolección de aguas servidas: Cobertura poblacional del sistema de alcantarillado, proyección de expansión de cobertura para el periodo de diseño de la planta, porcentaje de infiltración y afluentes, porcentaje de conexiones erradas, porcentaje de recolección real de aguas residuales

<sup>1</sup> Despreciable

producidas por la población, aporte industrial de caudales y cargas contaminantes, y ubicación y cuantificación de reboses de excesos.

**ARTICULO 165.- REQUISITOS MÍNIMOS DE DISEÑO PARA REJILLAS.** Las rejillas deben colocarse aguas arriba de las estaciones de bombeo o de cualquier dispositivo de tratamiento subsecuente que sea susceptible de obstruirse por el material grueso que trae el agua residual sin tratar. Se recomienda un espaciamiento entre las barras de la rejilla de 15 a 50 mm para rejillas limpiadas manualmente, y entre 3 y 77 mm para rejillas limpiadas mecánicamente. La velocidad de aproximación a las rejillas debe estar entre 0.3 y 0.6 m/s para rejillas limpiadas manualmente, y entre 0.3 y 0.9 m/s para rejillas limpiadas mecánicamente. Se debe usar un rango de velocidades entre 0.3 y 0.6 m/s y entre 0.6 y 1.2 m/s para rejillas limpiadas manualmente y mecánicamente respectivamente. Para ninguno de los dos casos de limpieza manual o mecánica se permitirá una pérdida de cabeza mayor a 75 cm.

**ARTICULO 166.- REQUISITOS MÍNIMOS DE DISEÑO PARA DESARENADORES.** Independiente de las características geométricas de los desarenadores, estos deben localizarse después de rejillas y antes de los tanques de sedimentación primaria y estaciones de bombeo. Los desarenadores deben diseñarse de manera tal que la velocidad pueda controlarse. La velocidad debe estar en un rango entre 0.2 m/s y 0.4 m/s. Se debe construir un mínimo de dos unidades en cualquiera de los niveles de complejidad. Cada unidad debe tener la capacidad para operar con los caudales de diseño cuando la otra unidad está en limpieza. Se recomienda un rango entre 700 y 1600 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día de tasa de desbordamiento superficial. Estos valores pueden ser expresados en términos de velocidad de sedimentación, variando aproximadamente entre 30 m/h y 65 m/h. El tiempo de retención hidráulico debe basarse en el tamaño de las partículas que deben separarse.

**ARTICULO 167.- REQUISITOS MÍNIMOS DE DISEÑO PARA SEDIMENTADORES PRIMARIOS.** El tanque debe diseñarse para el caudal máximo horario esperado. Para el caso de tanques rectangulares la relación longitud:ancho debe estar entre 1.5:1 y 15:1. Para el caso de tanques circulares se recomienda un diámetro entre 3 y 60 m, una pendiente de fondo entre 6 y 17%. Debe escogerse la mayor de las áreas calculadas, de acuerdo con las siguientes tasas de desbordamiento superficial mínimas recomendadas: 1) Para caudal medio utilizar 33 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día; 2) Para caudal pico sostenido por tres horas utilizar 57 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día, y 3) Para caudal pico utilizar 65 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día.

El tiempo de retención debe basarse en el caudal medio de aguas negras y en el volumen del tanque. El diseñador debe escoger una Tasa de Desbordamiento Superficial según el tipo de suspensión que va a separarse y siempre y cuando se demuestre que es apropiada para lograr una eficiencia acorde con el nivel de complejidad de servicio en que se encuentre la planta. La profundidad depende del tipo de limpieza de lodos que se practique en la planta. Los sedimentadores primarios pueden usarse adicionalmente como sistemas de remoción de grasas, en dicho caso debe asegurarse que exista la capacidad de almacenamiento y los dispositivos mecánicos que permitan la evacuación del sobrenadante

de forma segura y oportuna para evitar interferencias en los procesos posteriores y generación de malos olores por acumulación prolongada.

**ARTICULO 168.- REQUISITOS MÍNIMOS DE DISEÑO PARA TAMICES.** Para el diseño de estos dispositivos se recomienda los siguientes rangos de capacidad hidráulica, en  $m^3/m^2/d$ , que aparecen a continuación: Rotativos de bandeja de 0.6 a 2.5; Rotativos cilíndricos de 0.005 a 0.04 y de Disco de 0.004 a 0.04. Debe obtenerse una remoción de sólidos suspendidos mínima de 15 a 30% para los microtamices rotativos de bandeja y rotativos cilíndricos y de 40 a 50% para los de disco. Los microtamices rotativos cilíndricos deben remover 55% de sólidos sedimentables, 37% de remoción de grasas y 95% de sólidos flotantes.

**ARTICULO 169.- REQUISITOS MÍNIMOS DE DISEÑO PARA PROCESOS DE LODOS ACTIVADOS.** El diseñador está en libertad de seleccionar el proceso de lodos activados que considere conveniente, siempre y cuando se garantice la eficiencia operacional, la minimización de impactos por ruidos y olores, adecuado manejo de lodos y eficiencia económica. El proceso de lodos activados requiere atención cuidadosa y una operación de supervisión competente, incluido un control rutinario de laboratorio. En la tabla No. 47 se resumen la características de operación típicas de los procesos de lodos activados y las eficiencias mínimas en remoción de DBO que se deben cumplir.

TABLA NÚMERO 47

| Modificación al proceso     | Modelo de flujo                            | Sistema de aeración                     | Eficiencia en remoción de DBO, % |
|-----------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|
| Convencional                | Flujo pistón                               | Aire difuso, aireadores mecánicos       | 85 – 95                          |
| Completamente mezclado      | Flujo continuo reactor agitado             | Aire difuso, aireadores mecánicos       | 85 – 95                          |
| Aeración escalonada         | Flujo pistón                               | Aire difuso                             | 85 – 95                          |
| Aeración modificada         | Flujo pistón                               | Aire difuso                             | 60 – 75                          |
| Estabilización por contacto | Flujo pistón                               | Aire difuso, aireadores mecánicos       | 80 – 90                          |
| Aeración extendida          | Flujo pistón                               | Aire difuso, aireadores mecánicos       | 75 – 95                          |
| Aeración de alta tasa       | Flujo continuo reactor agitado             | Aireadores mecánicos                    | 85 – 95                          |
| Oxígeno puro                | Flujo continuo reactores en serie agitados | Aireadores mecánicos                    | 85 – 95                          |
| Zanjón de oxidación         | Flujo pistón                               | Aireador mecánico (tipo eje horizontal) | 75 – 95                          |
| Reactor SBR                 | Flujo intermitente reactor agitado         | Aire difuso                             | 85 – 95                          |

**ARTICULO 170.- REQUISITOS MÍNIMOS DE DISEÑO PARA FILTROS PERCOLADORES.** Los filtros percoladores se utilizan en casos donde no se necesite una eficiencia muy alta en la remoción de DBO. El reactor o filtro consta de un recipiente cilíndrico o rectangular con diámetros variables, hasta de 60 m y con profundidades entre 1.50 y 12 m. El medio filtrante puede ser piedra triturada o un medio plástico manufacturado especialmente para tal fin. El medio debe ser durable, resistente al resquebrajamiento, insoluble, y no debe aportar sustancias indeseables al agua tratada. La escoria de roca o cualquier medio filtrante no debe contener más de un 5% por peso de materia cuya dimensión mayor sea tres veces su dimensión menor. No deberá contener

material delgado alargado y achatado, polvo, barro, arena o material fino. Deben estar conforme a los tamaños y granulometría presentados en la tabla No. 48, cuando se clasifiquen mecánicamente a través de tamices vibratorios con aberturas cuadradas.

TABLA NÚMERO 48

| <b>Tamiz</b>                      | <b>Porcentaje por peso</b> |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Pasando tamiz de 11.4cm (4 7/8")  | 100% por peso              |
| Retenido en tamiz de 7.62 cm (3") | 95 – 100% por peso         |
| Pasando por tamiz de 5.08cm (2")  | 0 - 2% por peso            |
| Pasando por tamiz de 2.54 cm (1") | 0 - 1% por peso            |

Las dimensiones máxima de la piedra serán 12.7 cm (5") y las dimensiones mínimas de piedra, 7.62 cm (3"). Si se utiliza medio plástico manufacturado, la suficiencia de este medio se evalúa con base en la experiencia previa con instalaciones que traten aguas y cargas similares. Si se efectúa la recirculación, es importante determinar si es antes o después del clarificador primario. El diseñador debe sustentar claramente el tipo de recirculación a usar, su objeto, sus ventajas y las implicaciones operacionales, de diseño y económicas que se tiene en cada caso. Los valores de tasa de carga hidráulica que se deben usar para cada tipo de filtro se encuentran en la tabla No. 49. En caso de usar valores diferentes se debe sustentar adecuadamente con base en estudios piloto o experiencias anteriores adecuadamente evaluadas por la parte de la autoridad competente.

TABLA NÚMERO 49

|                                                          | <b>Tasa baja</b> | <b>Tasa intermedia</b>   | <b>Tasa alta</b>   | <b>Super alta</b>  | <b>Rugoso</b>                           | <b>Dos etapas</b>                     |
|----------------------------------------------------------|------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|
| Medio filtrante                                          | Roca, escoria    | Roca, escoria            | Roca               | Plástico           | Plástico, madera roja                   | Roca, plástico                        |
| Carga hidráulica, m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> · d)   | 0.9 - 3.7        | 3.7 - 9.4                | 9.4 - 37.4         | 14.0 - 84.2        | 46.8 - 187.1 (no incluye recirculación) | 9.4 - 37.4 (no incluye recirculación) |
| Carga orgánica, KgDBO <sub>5</sub> /(m <sup>3</sup> · d) | 0.1 - 0.4        | 0.2 - 0.5                | 0.5 - 1.0          | 0.5 - 1.6          | 1.6 - 8.0                               | 1.0 - 1.9                             |
| Profundidad, m                                           | 1.8 - 2.4        | 1.8 - 2.4                | 0.9 - 1.8          | 3.0 - 12.2         | 4.6 - 12.2                              | 1.8 - 2.4                             |
| Tasa de recirculación                                    | 0                | 0 – 1                    | 1 – 2              | 1 – 2              | 1 - 4                                   | 0.5 – 2                               |
| Eficiencia de remoción de DBO <sub>5</sub> , %           | 80 - 90          | 50 – 70                  | 65 - 85            | 65 - 80            | 40 - 65                                 | 85 – 95                               |
| Efluente                                                 | Bien nitrificado | Parcialmente nitrificado | Poca nitrificación | Poca nitrificación | No nitrificación                        | Bien nitrificado                      |
| Desprendimiento                                          | Intermitente     | Intermitente             | Continuo           | Continuo           | Continuo                                | Continuo                              |

#### **ARTICULO 171.- MANEJO DE GASES EN TRATAMIENTOS ANAEROBIOS.**

Toda planta de tratamiento anaerobio debe contar con un sistema que permita el manejo y disposición final del biogás que no genere impactos negativos en la comunidad residente en los alrededores de la planta de tratamiento, bien sea por explosiones o malos olores. En la tabla No.49 se presentan los valores que se deben usar para el análisis de impactos de emisiones de sulfuro de hidrógeno o gases que lo contengan.

TABLA NÚMERO 49

| Concentración de sulfuro de hidrogeno ppm (v / v) | Tiempo de exposición Minutos | Impacto sobre los seres humanos             |
|---------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|
| 0.0005                                            | 30                           | No produce molestias por olor.              |
| 10 – 100                                          | 2 –15                        | Puede producir pérdida del olfato.          |
| 900 – 1500                                        | 30                           | Efectos pulmonares severos y aún la muerte. |

#### **ARTICULO 172.- CONTROL DE OLORES EN TRATAMIENTOS ANAEROBIOS.**

Debe cumplirse con lo siguiente: Minimizar la turbulencia y evitar caídas mayores a 5 cm. Seleccionar adecuadamente el sitio de la planta. Buscar que se produzcan sumergencias en las tuberías que conecten los diferentes sistemas del reactor. Recoger los gases secundarios y tratarlos. Quemar o tratar los gases primarios. Minimizar escapes de gases de los reactores y sistemas de manejo. Colocar separadas las cajas de entrada y salida de caudales. Colocación de barreras vivas. Colocar plantas aromatizantes. La distancia mínima a la residencia más próxima de la planta de tratamiento debe ser de 500 m, a menos que el estudio de impacto ambiental demuestre la ausencia de efectos indeseables a la comunidad.

#### **ARTICULO 173.- LAGUNAS DE OXIDACIÓN O ESTABILIZACIÓN. REQUISITOS DE APLICABILIDAD.**

El tratamiento por lagunas de oxidación es aplicable en los casos en los cuales la biomasa de algas y los nutrientes que se descargan en el efluente puedan ser asimilados sin problema por el cuerpo receptor. En caso de que las algas descargadas al cuerpo receptor no pueden sobrevivir en el, generando una demanda de oxígeno adicional, que impida cumplir con los objetivos de calidad estipulados en el Decreto 1594 de 1984 de MinSalud, debe incluirse en el proyecto la remoción de éstas en el efluente final, antes de ser descargado. En los niveles bajo, medio y medio alto de complejidad deben siempre considerarse las lagunas de oxidación dentro de la evaluación de alternativas que se realiza para la selección del sistema de tratamiento. Para el tratamiento de aguas residuales domésticas se consideran únicamente los sistemas de lagunas que tengan unidades anaerobias, aireadas, facultativas y de maduración, en las combinaciones y número de unidades que lo justifique el proyecto.

#### **ARTICULO 174.- LOCALIZACIÓN DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN O ESTABILIZACIÓN.**

La ubicación del sitio para un sistema de lagunas de oxidación debe estar aguas abajo de la cuenca hidrográfica, cuando se trate de valles aluviales, en un área extensa y fuera de la influencia de cauces sujetos a inundaciones y avenidas. En el caso de no ser posible, deben proyectarse obras de protección. El área debe estar lo más alejada posible de urbanizaciones con viviendas ya existentes; se recomiendan las siguientes distancias: 1) 1000 m como mínimo para lagunas anaerobias y reactores descubiertos, 2) 500 m como mínimo para lagunas facultativas y reactores cubiertos, y 3) 100 m como mínimo para sistemas con lagunas aireadas.

#### **ARTICULO 175.- DESINFECCIÓN DE LOS EFLUENTES DE LAS PTAR.**

El proceso de desinfección debe realizarse en el efluente de plantas de tratamiento de agua

residual (PTAR), cuando éste último pueda crear peligros para la salud de las comunidades aguas abajo de la descarga. El proceso de desinfección que se utilice debe seleccionarse después de la debida consideración de: Caudal de aguas residuales a tratar; Calidad final deseada de desinfección; Razón de aplicación y demanda; El pH del agua que va a desinfectarse; Costos del equipo y suministros y disponibilidad.

**ARTICULO 176.- MANEJO DE LODOS EN LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.** Todos los niveles de complejidad deben contemplar el manejo de lodos en su sistema de tratamiento de aguas residuales. Para esto, deben presentarse balances de masa de los procesos con los trenes de tratamiento de agua y lodos. Los efluentes líquidos del tren de lodos deben integrarse en los balances de masa del tren líquido. Además deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones: No deben descargarse dichos efluentes a cuerpos de agua superficiales o subterráneos; Los lodos primarios deben estabilizarse; Se debe establecer un programa de control de olores; Se debe establecer un programa de control de vectores. Además se debe hacer una caracterización de los siguientes parámetros en los lodos: Sólidos suspendidos, sólidos totales, nitrógeno total Kjeldahl, fósforo y metales; adicionalmente para el nivel alto de complejidad, Cromo, Plomo, Mercurio, Cadmio, Níquel, Cobre y Zinc.

**ARTICULO 177.- EMISARIOS SUBMARINOS. DEFINICIÓN:** Los emisarios submarinos son tuberías instaladas sobre el lecho marino las cuales transportan aguas residuales domésticas hasta una profundidad y distancia de la costa tal, que la carga orgánica y contaminante resultante de su vertimiento no debe provocar daños sanitarios y/o ecológicos a los ecosistemas marinos y terrestres, ni a las poblaciones costeras circundantes, ni a las playas de recreación pública, ni a la industria pesquera.

**ARTICULO 178.- ESTUDIOS PREVIOS DE LOS EMISARIOS SUBMARINOS.** Se deben hacer los siguientes estudios previos antes de proyectar un emisario submarino: Caracterización de las aguas residuales con el fin de establecer el tipo de tratamiento primario que es necesario efectuar antes del vertimiento. Como mínimo, se debe efectuar un cribado con rejillas para separar objetos flotantes no biodegradables que puedan regresar a las playas. Hidrografía y batimetría del área de vertimiento. Estudio estadístico de las corrientes oceánicas y su correlación con la velocidad y la dirección del viento por lo menos cada hora, las mareas y los ecosistemas existentes. Determinación del tiempo  $T_{90}$  o sea el necesario para la desaparición del 90% de los coliformes, en horas. Estudios de la geología del fondo marino con el fin de determinar la mejor ruta de instalación de la tubería del emisario, evitando al máximo formaciones de rocas irregulares y formaciones corales, de ser posible. Se debe buscar una profundidad tal en el vertimiento que garantice una dilución de 1:100 como mínimo.

**ARTICULO 179.- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS EMISARIOS SUBMARINOS.** En el diseño deben establecerse sus dimensiones: longitud, diámetro, ubicación y profundidad de descarga. Asimismo es obligatorio tener completo el diseño hidráulico del difusor antes de iniciar la construcción. En el diseño final estructural se

deben especificar los materiales de tubería, las técnicas de construcción y requerimientos para sostener la tubería en el fondo.

El sistema de instalación debe garantizar la estanqueidad de las juntas y el anclaje seguro de la tubería en el fondo. El difusor debe quedar instalado de tal forma que garantice el grado dilución esperado.

**ARTICULO 180.- TRATAMIENTO PRIMARIO PREVIO AL VERTIMIENTO CON EMISARIOS SUBMARINOS.** Se debe diseñar, construir y operar una planta de tratamiento primario de aguas residuales que garantice una eficiencia de remoción de la DBO<sub>5</sub> como mínimo del 60%.

## **CAPITULO XVI**

### **SISTEMAS DE ASEO URBANO**

El presente capítulo contiene los requisitos técnicos de obligatorio cumplimiento para el diseño de sistemas de recolección, diseño de sistemas con y sin aprovechamiento, transporte y estaciones de transferencia, incineración, rellenos sanitarios y residuos peligrosos que forman parte de los sistemas de aseo urbano.

**ARTICULO 181.- REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS ACTIVIDADES DE RECOLECCIÓN.** La recolección de residuos sólidos debe cumplir con los siguientes requisitos:

La recolección debe efectuarse de modo que se minimicen los efectos ambientales, en especial el ruido y la caída de residuos en la vía pública. En caso de que se viertan residuos durante la recolección es deber del recolector realizar inmediatamente la limpieza correspondiente.

La entidad prestadora del servicio debe contar con equipos de reserva para garantizar la normal prestación del servicio de aseo urbano en caso de averías. El servicio de recolección de residuos sólidos no debe ser interrumpido por fallas mecánicas de los vehículos. Sólo podrá suspenderse por los motivos de fuerza mayor o caso fortuito contemplados en las leyes ó decretos vigentes.

El servicio de recolección se prestará en las frecuencias y horarios definidos en el contrato de condiciones uniformes celebrado entre la Entidad prestadora del servicio y el usuario.

En las zonas en las cuales se utilice el sistema de recolección por contenedores, los usuarios o los operadores, deben instalarlos en la cantidad que sea necesaria para que los residuos sólidos depositados no desborden su capacidad y esté acorde con la frecuencia de recolección.

La operación de compactación debe efectuarse en zonas donde cause la mínima molestia a los residentes. En ningún caso esta operación puede realizarse frente a centros educativos, hospitales, clínicas o cualquier clase de centros asistenciales.

**ARTICULO 182.- ASPECTOS DE DISEÑO DE SISTEMAS SIN APROVECHAMIENTO.** En el sistema de recolección y transporte deben definirse claramente los siguientes aspectos: 1) Tipo de servicio de recolección a proporcionar: en la aceras frente a cada unidad de almacenamiento. Solo debe permitirse la recolección en esquinas cuando haya imposibilidad de acceso del vehículo recolector porque las calles son muy angostas o porque se trata de vías peatonales. De todas maneras debe existir un diseño para controlar la recolección por esquinas; 2) Tipo de sistema de recolección y equipos utilizados en la actualidad; 3) Cantidad, tipo y tamaño de los vehículos recolectores; 4) Tamaño de la cuadrilla; 5) Metodología general para la puesta en marcha rutas de recolección.

**ARTICULO 183.- ASPECTOS DE DISEÑO EN SISTEMAS CON APROVECHAMIENTO.** Debe cumplir los mismo aspectos que aparecen en el artículo anterior, incluyendo la frecuencia y horarios de recolección para la ruta de reciclaje.

**ARTICULO 184.- ESPECIFICACIONES PARA RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES.** Las siguientes especificaciones corresponden a los requerimientos mínimos que deben tenerse en cuenta para la utilización de los residuos sólidos en las diferentes actividades de aprovechamiento. Los compradores de los residuos sólidos aprovechables pueden solicitar especificaciones adicionales a las presentadas en este artículo. Todos los residuos sólidos deben estar limpios y homogéneos. 1) Aluminio. Se recomienda que las latas sean aplastadas y empacadas. Deben estar libres de humedad y contaminación; 2) Papel y cartón. No deben tener contaminantes como papel quemado por el sol, metal, vidrio y residuos de comida. Deben estar libres de humedad; 3) Plásticos. Deben ser clasificados de acuerdo a las categorías de uso internacional y deben estar libres de humedad; 4) Vidrio. Debe clasificarse por colores, no debe contener contaminantes como piedras, cerámicas o según especificaciones del mercado. No se debe reciclar vidrio de automóvil laminado. Si el uso es para fibra de vidrio, no deberá contener materiales orgánicos, metales o refractarios; 5) Metales férreos. Se recomienda separar las etiquetas de papel, lavar las latas preferiblemente con detergente y aplastarlas. Las tapas de botellas y botes pueden reciclarse junto con latas de acero. Pueden aceptarse las latas de aerosoles vacías; 6) Metales no férreos. Varían según las necesidades y los mercados; 7) Residuos de jardín. Varían según el uso; 8) Construcción y demolición. Varían según las necesidades y los mercados; 9) Madera. Varían según las necesidades y los mercados; 10) Neumáticos. Varían según las necesidades y los mercados; 11) Textiles. Tipo de material; grado de limpieza, y 12) Pilas domésticas. Las pilas reciclables son las de botón de óxido de mercurio y óxido de plata y las pilas de níquel cadmio. No se pueden reciclar pilas alcalinas y de zinc plomo.

**ARTICULO 185.- LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA DE INCINERACIÓN.** Entre los criterios de localización que deben tenerse en cuenta están: 1) La planta debe ubicarse en una zona donde se disponga de la infraestructura vial necesaria para facilitar el acceso permanente a la misma. 2) Es necesario localizar las plantas de incineración en lugares donde se puedan mantener zonas adecuadas de seguridad alrededor de la instalación. Para tal fin se recomienda la localización de las plantas en zonas o áreas de uso industrial, o en los alrededores de las ciudades. 3) Las condiciones climatológicas, los factores ambientales y los factores socioeconómicos deben tenerse en cuenta como criterios importantes de localización para determinar las direcciones de dispersión de los contaminantes, ver los impactos que se van a generar sobre el medio ambiente y la salud de las personas y finalmente ver la factibilidad económica o no de localizar la planta en un determinado lugar. La localización de la planta de incineración en zona rural o urbana debe regirse por lo establecido en los artículos 8 y 9 del Decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud o el que lo reemplace. Debe presentarse un estudio de impacto ambiental para la instalación de la planta de incineración en la localización escogida. Dicho estudio debe estar acompañado de un análisis de riesgos de los posibles efectos que tengan las emisiones de la planta sobre la salud y el bienestar de las personas. Los puntos del estudio de impacto ambiental se regirán por lo establecido en el artículo 126 del Decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud o el que lo reemplace.

**PARÁGRAFO:** Cualquiera que sea el sistema de tratamiento y disposición de los residuos sólidos, éste debe contemplar lo dispuesto en el Plan de Ordenamiento Territorial en lo que se refiere a su definición y localización como sistema estructurante del territorio municipal o distrital y como integrante de la estructura ecológica principal y del urbanismo primario del municipio.

**ARTICULO 186.- EMISIONES DE LOS CONTAMINANTES DEL PROCESO DE INCINERACIÓN.** La altura mínima de la chimenea de la planta de incineración debe estar de acuerdo con lo establecido en el artículo 40 del Decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud, altura mínima de descarga de contaminantes a la atmósfera, o el que lo reemplace. Debe realizarse un análisis de riesgo para determinar los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes.

**ARTICULO 187.- PARÁMETROS DE DISEÑO DE PLANTAS DE INCINERACIÓN.** Los principales parámetros que deben tenerse en cuenta en el diseño de la planta de incineración son: 1) Sistema de descarga y almacenamiento de los residuos, 2) Sistema de entrada de los residuos al incinerador, 3) Sistema de entrada de aire al incinerador, 4) Cámara de combustión, 5) Sistema de recuperación del calor, 6) Sistema de remoción de partículas, 7) Sistema de remoción de gases, 8) Sistema de descarga y almacenamiento de cenizas residuales, 9) Chimenea. La altura mínima de la chimenea de la planta de incineración debe estar acorde con lo establecido en el artículo 40 del Decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud o el que lo reemplace.

**ARTICULO 188.- PARÁMETROS DE CONTROL DE LAS PLANTAS DE INCINERACIÓN.** Los parámetros que deben ser determinados, registrados y

monitoreados de manera continua por parte de los operadores de la planta de incineración son: 1) Cantidad de los residuos, 2) Calidad de los residuos, 3) Temperatura de los gases de combustión, 4) Cantidad de aire utilizado en la combustión, 5) Presión dentro de la cámara de combustión, 6) Oxígeno (O<sub>2</sub>) en la salida de los gases de la planta, 7) Monóxido de carbono (CO) en los gases de salida, 8) Opacidad a la salida, 9) Cantidad de cenizas residuales, 10) cantidad de agua utilizada, 11) Energía generada y utilizada, 12) Combustible auxiliar. Los propietarios y operadores de las plantas de incineración deben realizar tanto mediciones en continuo como mediciones individuales o en discontinuo para el control de ciertos parámetros. En las mediciones deben utilizarse procedimientos y dispositivos de medida apropiados y acordes con el estado de la técnica, según las disposiciones detalladas por la planta misma y/o por el Decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud o el que lo reemplace.

**ARTICULO 189.- PARÁMETROS DE DISEÑO DE RELLENOS SANITARIOS.** La selección del método a utilizar para la operación del relleno sanitario debe realizarse con base en las condiciones topográficas, geotécnicas y geohidrológicas del sitio seleccionado para la disposición final de los residuos. Debe establecerse el perfil estratigráfico del suelo y el nivel de acuíferos freáticos permanentes y transitorios. Los métodos que se deben utilizar son: Método de zanja o trinchera, Método de área, Método de rampa y Método combinado. Para los niveles medio y bajo de complejidad, al relleno sanitario debe llegarse por una vía pública de acceso, la cual debe ser una vía principal de uso permanente y debe reunir las condiciones aceptables de diseño. Para los niveles alto y medio alto de complejidad, en el trazado de las vías internas debe tenerse en cuenta las dimensiones de las celdas, submódulos y módulos; la metodología operativa y las condiciones climáticas, de manera que bajo cualquier condición deben recibirse los residuos. Las vías externas deben cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones: El acceso al relleno sanitario debe ser por una vía pública, deben ser de trazado permanente y deben garantizar el tránsito en cualquier época del año, a todo tipo de vehículos que acudan al relleno sanitario. Todo relleno sanitario debe tener un sistema de impermeabilización en el fondo. Todo relleno sanitario debe contar con un sistema de recolección y evacuación de aguas de escorrentía y lixiviados. Para el dimensionamiento de las celdas, el ancho debe estar definido por el número de vehículos que llegan simultáneamente o con intervalos de 5 minutos y el largo debe estar definido por la cantidad de residuos sólidos que llega al relleno en un día. Para los niveles medio y bajo de complejidad la altura se debe limitar a 1.5 m. incluido el material de cobertura, si este es manual. Para los niveles alto y medio alto de complejidad la altura máxima de la celda diaria debe ser de 3 m incluidos el espesor de los residuos a disponer y el material de cubierta requerido, pero de todas maneras la altura depende de la estabilidad del sitio. La estabilidad de los taludes que conforman el relleno sanitario debe ser verificada teniendo en cuenta la caracterización de los residuos y el esfuerzo cortante a lo largo de las interfaces para lo cual debe ensayarse el material y evaluar el ángulo de fricción en la interfase. Finalmente debe realizarse el análisis de taludes teniendo en cuenta la aceleración máxima presentada en el sitio según la Ley 400 de 1997, Decreto 33 de 1998 Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo – Resistente NSR – 98.

**ARTICULO 190.- CONTROL AMBIENTAL EN LA OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS.** Debe instrumentarse un programa de monitoreo ambiental, que cubra aguas subterráneas y superficiales, biogas, y partículas aerotransportadas. Este debe incluir medición y control de los impactos generados en el sitio de disposición final. La frecuencia de los monitoreos deberá hacerse con relación del nivel de complejidad del relleno sanitario en función de la población atendida por el sistema.

Los parámetros que se deben determinar en el Programa de Monitoreo de Acuíferos son: pH, Conductividad eléctrica, Oxígeno Disuelto, Metales Pesados, DQO, DBO, Materia Orgánica, Amoníaco, Nitritos y Nitratos. Para los niveles de complejidad Medio Alto y Alto, debe hacerse el monitoreo de acuíferos con una frecuencia de muestreo semestral, y los de nivel de complejidad Bajo y Medio, con una frecuencia de muestreo anual.

Los parámetros que se deben determinar en el Programa de Monitoreo de Biogas son: Composición de biogas ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ) que debe hacerse bimestral para los niveles de complejidad Medio Alto y Alto. El de explosividad debe ser diario para el nivel de complejidad Alto y mensual para el nivel de complejidad Medio Alto.

Los parámetros que se deben determinar en el Programa de Monitoreo de las Partículas Aerotransportables son: Partículas suspendidas totales y Partículas respirables. El monitoreo de éstas debe ser mensual para los niveles de complejidad Medio Alto y Alto y semestral para el nivel de complejidad Medio.

La información obtenida a partir del monitoreo de los impactantes ambientales generados en el relleno sanitario, debe almacenarse en un banco de datos para analizarla y tomar las medidas adecuadas para el control de dichos impactantes.

## **CAPITULO XVII**

### **ASPECTOS COMPLEMENTARIOS**

El presente Capítulo incluye las siguientes actividades que forman parte de los aspectos complementarios: Aspectos geotécnicos, Aspectos estructurales en tuberías de acueducto y alcantarillado, Aspectos de construcción y Vulnerabilidad.

**ARTICULO 191.- OBLIGATORIEDAD DE LOS ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.** Los estudios geotécnicos son de obligatorio cumplimiento en todas aquellas obras o trabajos de excavación destinados a la instalación de ductos o redes, construcciones de tanques de almacenamiento, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento y en general estructuras propias del sector de Agua potable y saneamiento básico, correspondientes a todos los Niveles de Complejidad del Sistema. El cumplimiento de este artículo, no exime al ingeniero geotecnista de realizar todas las investigaciones y los análisis adicionales necesarios para garantizar un adecuado conocimiento del subsuelo, la estabilidad de la excavación, las construcciones vecinas, de la infraestructura preexistente y de las obras a construir.

**ARTÍCULO 192.- CONSIDERACIONES SÍSMICAS DE LOS DISEÑOS GEOTÉCNICOS.** Cuando existan estudios particulares de microzonificación sísmica deben emplearse los espectros de diseño recomendados según los mapas de microzonificación respectivos además de los requerimientos especiales de diseño sísmico que se establecen para cada zona en particular. De lo contrario se deben adoptar las consideraciones sísmicas estipuladas en el H.4.3.2.1. de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-resistente NSR-98- Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998, o los decretos que lo reemplacen o complementen.

**ARTÍCULO 193.- CARGAS Y DISEÑO SÍSMICO DE TUBERÍAS.** Todos los sistemas de tuberías para acueductos y alcantarillados que se encuentren ubicadas en zona de amenaza sísmica intermedia y alta según las de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-resistente NSR-98, deben resistir los sismos de diseño establecidos en las zonas respectivas. En el diseño sísmico deben utilizarse todas las disposiciones aplicables establecidas en las de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-resistente NSR-98, Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998, o los decretos que lo reemplacen o complementen.

**ARTÍCULO 194.- DISEÑO DE TANQUES Y COMPARTIMIENTOS ESTANCOS EN CONCRETO REFORZADO.** El diseño de tanques y compartimientos estancos en concreto reforzado debe realizarse de acuerdo a lo establecido en el capítulo C.20 de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-98, Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998, o los decretos que lo reemplacen o complementen.

**ARTÍCULO 195.- DISEÑO DE TANQUES DE ACERO.** El diseño y montaje de tanques de acero soldado debe realizarse de acuerdo con normas internacionales existentes, y el diseñador debe realizar consideraciones especiales para considerar el grado de exposición a que se verán sometidos los elementos de acero y debe justificar claramente esta consideraciones en la memoria de cálculo. Se deben cumplir igualmente los requerimientos aplicables del título F. de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-98, Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998, o los decretos que lo reemplacen o complementen.

**ARTÍCULO 196.- TANQUES DE OTROS MATERIALES.** Se permite el uso de tanques de otros materiales siempre y cuando el fabricante demuestre que cumple con requisitos equivalentes para tanques de concreto y acero, en cuanto a estanqueidad, resistencia estructural, resistencia sísmica, resistencia al ataque de químicos, materiales o resultantes de los procesos, funcionalidad y durabilidad. El diseñador debe aprobar la utilización particular de un tanque determinado.

**ARTÍCULO 197.- ANALISIS DE VULNERABILIDAD.** Debe realizarse un análisis de vulnerabilidad para cada sistema el cual servirá de base para la realización del plan de

contingencias. Para estimar la vulnerabilidad de un sistema o componente se deben seguir los siguientes pasos:

1. Identificación y evaluación de amenazas.
2. Identificación de componentes del sistema.
3. Estimación del potencial de daños.
4. Categorización de la severidad de los daños potenciales estimados.

## **CAPITULO XVIII**

### **PUESTA EN MARCHA, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

**ARTÍCULO 198.- PUESTA EN MARCHA.** Los procedimientos y medidas pertinentes a la puesta en marcha de los diferentes componentes de un sistema de agua potable y saneamiento básico seguirán los requerimientos establecidos en los Planos de Construcción y los Manuales de puesta en marcha suministrados por el diseñador, constructor, fabricante o proveedor al entregar a la entidad contratante las obras, bienes o servicios que le fueron contratados. Cuando se utilicen métodos alternativos de diseño y construcción y/o suministros que incorporen tecnologías no institucionalizadas aún en el país, el constructor, fabricante o proveedor deberá poner en marcha y operar, o acompañar la operación al menos durante seis meses en la nueva tecnología, de forma que se verifique su correcta operación y se asegure la capacitación del personal que se encargará posteriormente de su administración, operación y mantenimiento.

**ARTÍCULO 199.- OPERACIÓN.** Los procedimientos y medidas pertinentes a la operación continua y permanente de los diferentes componentes de un sistema de agua potable y saneamiento básico seguirán los requerimientos establecidos en los Planos de Construcción y los Manuales de operación que deben tener disponibles en todo momento los operadores de las Entidades Prestadoras de los servicios municipales de acueducto, alcantarillado y aseo para cada uno de sus componentes, con el fin de brindar a los usuarios el respectivo servicio con los patrones de calidad y continuidad exigidos en el presente Reglamento Técnico.

**PARAGRAFO 1: Presiones en la red:** Una vez que la red de distribución, o su ampliación, entre en operación, y durante todo el período de vida útil del proyecto, deben verificarse las presiones en diferentes puntos de la red, teniendo en cuenta los manuales de operación y mantenimiento.

**PARAGRAFO 2: Calidad de agua en la red.** Una vez que la red de distribución se encuentre en operación y durante todo el período de vida útil de ésta, deben verificarse la calidad del agua en la red, teniendo en cuenta lo establecido en el Capítulo III del Decreto 475 de 1998 del Ministerio de Salud Pública, o el que lo reemplace.

**ARTICULO 200.- SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.** Los requisitos mínimos de instrumentación y control, que permitan un adecuado y permanente control de la calidad del servicio de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo son

aplicables a los cuatro niveles de complejidad del sistema, a no ser que se especifique lo contrario.

Los niveles bajo y medio de complejidad deben tener un grado de instrumentación manual suficientemente adecuado para controlar los procesos. Los servicios que se encuentren dentro de estos niveles y que tengan la suficiente capacidad económica pueden implementar sistemas automáticos de instrumentación y control.

Los niveles medio alto y alto de complejidad deben tener un nivel de automatización tal que ofrezcan soluciones rápidas a problemas y permitan los ajustes requeridos a variables de los procesos que se necesiten modificar.

**ARTÍCULO 201.- PLAN DE CONTINGENCIAS.** Todo plan de contingencias se debe basar en los potenciales escenarios de riesgo del sistema, que deben obtenerse del análisis de vulnerabilidad realizado de acuerdo con las amenazas que pueden afectarlo gravemente durante su vida útil. El plan de contingencia debe incluir procedimientos generales de atención de emergencias y procedimientos específicos para cada escenario de riesgo identificado

**ARTÍCULO 202.- MANTENIMIENTO.** Los procedimientos y medidas pertinentes para llevar a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo de los diferentes componentes de un sistema de agua potable y saneamiento básico seguirán los requerimientos establecidos en los Planos de Instalación y los Manuales de Operación y Mantenimiento que deben tener disponibles en todo momento los operadores de las Entidades Prestadoras de los servicios municipales de acueducto, alcantarillado y aseo para cada uno de sus componentes en el caso de sistemas que están en operación. O los suministrados por el diseñador, constructor, fabricante o proveedor al entregar a la entidad contratante las obras, bienes o servicios que le fueron contratados, para el caso de las obras nuevas a partir de la vigencia de este Reglamento

### **TITULO III**

#### **CONTROL Y REGIMEN SANCIONATORIO DEL REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO**

**ARTICULO 203.- COMPETENCIA DEL CONTROL, INSPECCIÓN Y LA VIGILANCIA.** Compete de manera general a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, en los términos del artículo 79 de la Ley 142 de 1994, numeral 79.12, verificar el cumplimiento de los requisitos previstos en el presente Reglamento, sin perjuicio de la función de control, inspección y vigilancia que corresponde a las entidades competentes en relación con los reglamentos técnicos vigentes.

Las funciones que correspondan a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios en relación con el presente Reglamento, podrán ser delegadas en otras autoridades administrativas del orden departamental o municipal, en ejercicio de la facultad conferida por el artículo 105, numeral 105.4 de la Ley 142 de 1994.

**ARTÍCULO 204.- RESPONSABILIDAD.** La responsabilidad civil, penal o fiscal originada en la inobservancia de las disposiciones contenidas en el presente Reglamento, será la que determine la Ley y recaerá en forma individual en los contratantes, profesionales que elaboren los diseños, constructores que ejecuten las obras, interventores que supervisen los diseños y las obras y autoridades que las autoricen sin diligenciar los requisitos aquí previstos.

**ARTÍCULO 205.- SANCIONES.** Los diseñadores, constructores, interventores, operadores, entidades o personas contratantes y/o autoridades públicas que elaboren, adelanten y/o permitan diseños, ejecución de obras, operen y mantengan obras, instalaciones o sistemas propios del sector de agua potable y saneamiento básico sin observar las disposiciones previstas en este Reglamento, serán sancionados por la autoridad competente, de acuerdo a lo previsto por la Ley.

## **TITULO IV**

### **CERTIFICACIÓN, LICENCIAS Y PERMISOS EN EL REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO**

**ARTÍCULO 206.- LICENCIAS DE CONSTRUCCIÓN.** De conformidad con lo establecido en el artículo 20 del Decreto 1504 de 1.998, modificado por el artículo 1° del Decreto 796 de 1.999, corresponde a las oficinas de planeación municipal o distrital o a la autoridad municipal o distrital que cumpla sus funciones, la expedición del permiso o licencia de ocupación y utilización del espacio público cuando para la provisión de servicios públicos, se utilice el espacio aéreo o el subsuelo de inmuebles o áreas pertenecientes al espacio público, de conformidad con los mecanismos establecidos por el municipio o distrito titular del derecho de propiedad sobre los mismos.

A la solicitud de permiso o licencia deberán acompañarse los siguientes documentos:

Estudio de la factibilidad técnica y ambiental y del impacto urbano de la construcción propuesta.

Estudio de la coherencia y sujeción de las obras a los planes de ordenamiento territorial y los instrumentos que los desarrollen.

Dos (2) copias heliográficas de los planos del proyecto firmados y rotulados por el diseñador, quien se hará responsable de la veracidad de la información contenida en ellos.

Los planos y estudios permanecerán en los archivos de la autoridad municipal o distrital competente para expedir la autorización o licencia de la que trata el presente artículo.

El incumplimiento de esta obligación, dará lugar a la imposición de las sanciones previstas por la Ley.

**ARTÍCULO 207.- LICENCIAS AMBIENTALES.** Para la ejecución de las obras inherentes a la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento básico y sus actividades complementarias, obtendrán Licencia Ambiental aquellas actividades que pueden producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al paisaje, tal como lo expresen las disposiciones legales vigentes

Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, deberá observar y contemplar el pago de las Tasas por Utilización de Aguas prevista en el artículo 43 de la Ley 99 de 1993.

**ARTÍCULO 208.- PERMISOS ESPECIALES.** La modificación al nivel de complejidad del sistema establecido en el artículo 14 del presente Reglamento Técnico debe ser autorizado por la Comisión de Regulación de Agua Potable en los términos del artículo 73, numeral 73.5 y artículo 74, numeral 74.2, literal b de la Ley 142 de 1994. Los oferentes de bienes y/o servicios para sistemas de agua potable y saneamiento básico que incorporen tecnologías no institucionalizadas aun en el país deberán presentar, además del Certificado de Conformidad expedido por un organismo acreditado o reconocido por la Superintendencia de Industria y Comercio, los permisos especiales de los Ministerios del Medio Ambiente y/o Salud, si estos bienes y/o servicios pueden producir efectos contaminantes en el medio ambiente o utilizan sustancias químicas que puedan ser nocivas para la salud.

**ARTÍCULO 209.- CERTIFICADOS DE CONFORMIDAD.** Las empresas prestadoras de los servicios de agua potable y saneamiento básico, o quien haga sus veces, exigirán los Certificados de Conformidad con los Reglamentos Técnicos de los Ministerios del Medio Ambiente, Salud y/o de otras entidades competentes para expedirlos, si estos bienes y/o servicios pueden producir efectos contaminantes en el medio ambiente o utilizan sustancias químicas que puedan ser nocivas para la salud o porque estos Reglamentos Técnicos buscan proteger al consumidor y garantizar la seguridad en su uso. También se deberá solicitar a los oferentes de bienes y servicios, el certificado de conformidad con Norma Técnica Colombiana, en concordancia con lo estipulado en el Decreto 2269 de noviembre de 1993 expedido por el Ministerio de Desarrollo Económico y la Resolución 6050 de 1999 de la Superintendencia de Industria y Comercio.

## **TITULO V**

### **DEFINICIONES**

**ARTÍCULO 210-** Para la aplicación del presente Reglamento Técnico se definen los siguientes conceptos:

**Ablandamiento** Remoción de la dureza (calcio y/o magnesio) del agua.

**Absorción** Concentración selectiva de sólidos disueltos en el interior de un material sólido, por difusión.

**Accesorios** Elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes de las tuberías en sí, tales como uniones, codos, tees etc.

**Acidez** Capacidad de una solución acuosa para reaccionar con iones hidroxilo. Se mide cuantitativamente por titulación con una solución alcalina normalizada y se expresa usualmente en términos de mg/l como carbonato de calcio.

**Acometida** Derivación de la red local de acueducto que llega hasta el registro de corte en el inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

**Acueducto** Sistema de abastecimiento de agua para una población.

**Acuífero** Formación geológica o grupo de formaciones que contiene agua y que permite su movimiento a través de sus poros bajo la acción de la aceleración de la gravedad o de diferencias de presión.

**Acuífero confinado** Acuífero comprendido entre dos capas impermeables en donde el agua está sometida a una presión mayor que la atmosférica.

**Acuífero libre** Acuífero donde al agua se encuentra sometida a la presión atmosférica.

**Adoquín** Pequeña estructura de concreto (similar al ladrillo) que sirve como capa de pavimento.

**Adsorción** Transferencia de una masa gaseosa, líquida o de material disuelto a la superficie de un sólido.

**Aducción** Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión.

**Aeración** Proceso en el que se produce un contacto entre el aire y el agua con el objetivo de oxigenarla o de excluir gases o sustancias volátiles.

**Afluente** Agua, agua residual u otro líquido que ingrese a un reservorio, o a algún proceso de tratamiento.

**Agitación hidráulica** Movimiento obtenido al aprovechar la energía del agua para producir turbulencia.

**Agitación mecánica** Movimiento obtenido mediante dispositivos mecánicos (paletas, aspas, etc.) para producir turbulencia.

**Agua cruda** Agua superficial o subterránea en estado natural; es decir, que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento.

**Agua potable** Agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el Decreto 475 de 1998, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud.

**Aguas lluvias** Aguas provenientes de la precipitación pluvial.

**Aguas residuales** Desecho líquido provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas o industrias.

**Aguas residuales domésticas** Desechos líquidos provenientes de la actividad doméstica en residencias, edificios e instituciones.

**Aguas residuales municipales** Agua residual de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos humanos.

**Aguas servidas** Aguas de desecho provenientes de lavamanos, tinas de baño, duchas, lavaplatos, y otros artefactos que no descargan materias fecales.

**Aire:** Fluido que forma la atmósfera de la tierra, constituido por una mezcla gaseosa cuya composición normal es de por lo menos 20% de oxígeno, 77% de nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua en relación volumétrica.

**Aireador** Dispositivo o equipo que permite transferir aire al agua.

**Alcalinidad** Capacidad del agua para neutralizar los ácidos. Esta capacidad se origina en el contenido de carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ) y ocasionalmente boratos, silicatos y fosfatos. La alcalinidad se expresa en miligramos por litro de equivalente de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

**Alcantarillado** Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias.

**Alcantarillado de aguas combinadas** Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias.

**Alcantarillado de aguas lluvias** Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de aguas lluvias.

**Alcantarillado de aguas residuales** Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales.

**Alcantarillado separado** Sistema constituido por un alcantarillado de aguas residuales y otro de aguas lluvias que recolectan en forma independiente en un mismo sector.

**Aliviadero** Estructura diseñada en colectores combinados, con el propósito de separar los caudales que exceden la capacidad del sistema y conducirlos a un sistema de drenaje de agua lluvia.

**Almacenamiento** (En sistemas de Acueducto): Acción destinada a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios.

**Almacenamiento** (en Sistemas de Aseo): Acumulación o depósito temporal, en recipientes o lugares, de la basura y residuos sólidos de un generador o una comunidad, para su posterior recolección, aprovechamiento, transformación, comercialización o disposición final.

**Ambiente aerobio** Proceso que requiere o no es destruido por la presencia de oxígeno.

**Ambiente anaerobio** Proceso desarrollado en ausencia de oxígeno molecular.

**Amenaza:** peligro latente asociado con la potencial ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en un sistema. Se expresa matemáticamente como la probabilidad de ocurrencia de un evento de una cierta intensidad, en un sitio específico y durante un tiempo de exposición definido.

**Análisis** Examen del agua, agua residual o lodos, efectuado por un laboratorio.

**Análisis físico-químico del agua** Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas.

**Análisis microbiológico del agua** Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.

**Análisis organoléptico** Se refiere a olor, sabor y percepción visual de sustancias y materiales flotantes y/o suspendidos en el agua.

**Aprovechamiento** (en sistemas de Aseo): Proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales o económicos.

**Área tributaria** Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado.

**Autoridad municipal ambiental (AMA)** Entidad municipal que tiene a su cargo el manejo y ordenamiento ambiental.

**Autoridad regional ambiental (ARA)** Entidad regional que tiene a su cargo el manejo y ordenamiento ambiental.

**Bacteria** Grupo de organismos microscópicos unicelulares, rígidos carentes de clorofila, que desempeñan una serie de procesos de tratamiento que incluyen oxidación biológica, fermentaciones, digestión, nitrificación y desnitrificación.

**Basura:** Todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o recirculación a través de un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, no se reincorporan al ciclo económico y productivo, requieren de tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición.

**Biogas:** Mezcla de gases, producto del proceso de descomposición anaeróbica de la materia orgánica o biodegradable de las basuras, cuyo componente principal es el metano.

**Bocatoma** Estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto.

**Borde libre** Espacio comprendido entre el nivel máximo esperado del agua fijado por el sistema de rebose y la altura total de la estructura de almacenamiento.

**Calidad del agua** Conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua.

**Cámara** Compartimento con paredes, empleado para un propósito específico.

**Cámara de caída** Estructura utilizada para dar continuidad al flujo cuando una tubería llega a una altura considerable respecto de la tubería de salida.

**Cámara de combustión:** Compartimento de un incinerador donde los residuos son quemados.

**Canal** Cauce artificial, revestido o no, que se construye para conducir las aguas lluvias hasta su entrega final en un cauce natural. Conducto descubierto que transporta agua a flujo libre.

**Capacidad de almacenamiento** Volumen de agua retenido en un tanque o embalse.

**Capacidad específica (agua subterránea o pozos profundos)** Caudal extraído de un pozo por unidad de abatimiento, para un tiempo determinado, expresado en L/s/m.

**Capacidad hidráulica** Caudal que puede manejar un componente o una estructura hidráulica conservando sus condiciones normales de operación.

**Capacidad máxima** Caudal máximo de diseño de una estructura hidráulica.

**Captación** Conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento.

**Caracterización de las aguas residuales** Determinación de la cantidad y características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales.

**Carbón activado** Forma de carbón altamente adsorbente, usada para remover material orgánico disuelto causante del mal sabor, color y olor del agua.

**Carga orgánica** Producto de la concentración media de DBO por el caudal medio determinado en el mismo sitio; se expresa en kilogramos por día (kg/d).

**Carga superficial** Caudal o masa de un parámetro por unidad de área y por unidad de tiempo, que se emplea para dimensionar un proceso de tratamiento (  $\text{m}^3/(\text{m}^2 \text{ día})$ , kg DBO/(ha día).

**Catastro de redes** Inventario de las tuberías y accesorios existentes incluidas su localización, diámetro, profundidad, material y año de instalación.

**Caudal de diseño** Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

**Caudal de incendio** Parte del caudal en una red de distribución destinado a combatir los incendios.

**Caudal máximo diario** Consumo máximo durante veinticuatro horas, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

**Caudal máximo horario** Consumo máximo durante una hora, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

**Caudal medio** Caudal medio anual.

**Caudal medio diario** Consumo medio durante veinticuatro horas, obtenido como el promedio de los consumos diarios en un período de un año.

**Celda diaria:** Área definida donde se esparcen y compactan los residuos durante el día para cubrirlos al final del mismo.

**Certificado de conformidad** Documento emitido de acuerdo con las reglas de un sistema de certificación, en el cual se manifiesta adecuada confianza de que un producto, proceso o servicio debidamente identificado esta conforme con una norma técnica u otro documento normativo específico. Decreto 2269/93

**Cloración** Aplicación de cloro, o compuestos de cloro, al agua residual para desinfección; en algunos casos se emplea para oxidación química o control de olores.

**Cloro residual** Concentración de cloro existente en cualquier punto del sistema de abastecimiento de agua, después de un tiempo de contacto determinado.

**Coagulación** Aglutinación de las partículas suspendidas y coloidales presentes en el agua mediante la adición de coagulantes.

**Coagulantes** Sustancias químicas que inducen el aglutinamiento de las partículas muy finas, ocasionando la formación de partículas más grandes y pesadas.

**Coeficiente de rugosidad** Medida de la rugosidad de una superficie, que depende del material y del estado de la superficie interna de una tubería.

**Colector principal ó matriz** Conducto cerrado circular, semicircular, rectangular, entre otros, sin conexiones domiciliarias directas que recibe los caudales de los tramos secundarios, siguiendo líneas directas de evacuación de un determinado sector.

**Colector** Pozo construido desde la superficie del terreno hasta la tubería de alcantarillado, que es empleado en la inspección y mantenimiento de la red.

**Coliformes** Bacterias gram negativas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a la temperatura de 35 o 37°C (coliformes totales). Aquellas que tienen las mismas propiedades a la temperatura de 44 o 44.5°C se denominan coliformes fecales. Se utilizan como indicadores de contaminación biológica.

**Combinado** Sistema de alcantarillado que recibe aguas lluvias y aguas residuales de origen doméstico y/o industrial.

**Compactación:** Proceso por unidad normalmente utilizado para incrementar el peso específico (densidad en unidades métricas) de materiales residuales para que puedan ser almacenados y transportados más eficazmente.

**Concentración** Denomínase concentración de una sustancia, elemento o compuesto en un líquido, la relación existente entre su peso y el volumen del líquido que lo contiene.

**Concreto reforzado:** material constituido por un concreto que tiene un refuerzo consistente en barras de acero corrugado, estribos transversales o mallas electrosoldadas, colocadas principalmente en zonas de tracción, y en cuantías superiores a las mínimas especificadas.

**Concreto** Mezcla homogénea de material cementante, agregados inertes y agua, con o sin aditivos.

**Conducción** Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.

**Conducto** Estructura hidráulica destinada al transporte de agua.

**Conexión domiciliaria** Tubería que transporta las aguas residuales y/o las aguas lluvias desde la caja domiciliar hasta un colector secundario. Generalmente son de 150 mm de diámetro para vivienda unifamiliar.

**Conexiones erradas** Contribución adicional de caudal debido al aporte de aguas pluviales en la red de aguas sanitarias y viceversa.

**Consumo** Volumen de agua potable recibido por el usuario en un periodo determinado.

**Control de calidad del agua potable** Análisis organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos realizados al agua en cualquier punto de la red de distribución, con el objeto de garantizar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el Decreto 475 de 1998.

**Cota de batea** Nivel del punto más bajo de la sección transversal interna de una tubería o colector.

**Cota de clave** Nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería o colector.

**Cuantificable** Que se puede determinar su valor.

**Cuenca hidrográfica** Superficie geográfica que drena hacia un punto determinado.

**Cuerpo receptor** Cualquier masa de agua natural o de suelo que recibe la descarga del afluente final.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) ó Demanda de oxígeno** Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente cinco días y 20 °C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable.

**Demanda Química de Oxígeno (DQO)** Medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en un ambiente ácido y a altas temperaturas.

**Desarenador** Cámara destinada a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación.

**Descomposición anaerobia** Degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno molecular por efecto de microorganismos. Usualmente va acompañada de la generación de ácidos y gas metano.

**Desecho:** Término general para residuos sólidos excluyendo residuos de comida y cenizas sacados de viviendas, establecimientos comerciales e instituciones.

**Desechos industriales** Desechos líquidos de la manufactura de un producto específico. Usualmente son más concentrados y tienen mayores variaciones de caudal que los desechos domésticos.

**Deshidratación de lodos** Proceso de remoción del agua de lodos hasta formar una pasta.

**Desinfección** Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.

**Desinfectante** Sustancia que tiene el poder de destruir microorganismos patógenos.

**Diámetro** Diámetro real interno de conductos circulares.

**Diámetro nominal** Es el número con el cual se conoce comúnmente el diámetro de una tubería, aunque su valor no coincida con el diámetro real interno.

**Diámetro real** Diámetro interno de una tubería determinado con elementos apropiados.

**Difusor** Dispositivo para dispersar un fluido en otro.

**Digestión** Descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo en presencia de oxígeno.

**Digestión aerobia** Descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo en presencia de oxígeno.

**Digestión anaerobia** Descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo en ausencia de oxígeno.

**Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>):** Polucionante gaseoso, inodoro, ácido, formado principalmente de la combustión de combustibles fósiles.

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** Gas incoloro, inodoro y no tóxico que produce ácido carbónico cuando está disuelto en agua. Se produce durante la degradación térmica y descomposición (microbial) por microbios de los residuos sólidos.

**Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>):** Resultado de la combinación del óxido nítrico con oxígeno en la atmósfera. Es el mayor componente del smog fotoquímico.

**Disposición final** Disposición del efluente de una planta de tratamiento o de los lodos tratados.

**Disposición final de residuos:** Proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en forma definitiva, en forma definitiva, efectuado por las personas prestadoras de servicios, disponiéndolos en lugares especialmente diseñados para recibirlos y eliminarlos, obviando su contaminación y favoreciendo la transformación biológica de los materiales fermentables, de modo que no representen daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

**Dosificación** Acción mediante la cual se suministra una sustancia química al agua.

**Dosis óptima** Concentración que produce la mayor eficiencia de reacción en un proceso químico.

**Dotación** Cantidad de agua asignada a una población o a un habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes.

**Drenaje** Estructura destinada a la evacuación de aguas subterráneas o superficiales para evitar daños a las estructuras, los terrenos o las excavaciones.

**Edificio de operación** Área o conjunto de dependencias de una planta de tratamiento de agua potable que cumple determinadas funciones auxiliares, directa o indirectamente ligadas al proceso de tratamiento, necesarias para su correcta operación, mantenimiento y control.

**Eficiencia de remoción** Medida de la efectividad de un proceso en la remoción de una sustancia específica.

**Eficiencia de tratamiento** Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el afluente, para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico; normalmente se expresa en porcentaje.

**Efluente** Líquido que sale de un proceso de tratamiento.

**Efluente final** Líquido que sale de una planta de tratamiento de aguas residuales.

**Emergencia** Evento repentino e imprevisto que se presenta en un sistema de suministro de agua para consumo humano, como consecuencia de fallas técnicas, de operación, de diseño, de control o estructurales, que pueden ser naturales, accidentales o provocadas que alteran su operación normal o la calidad del agua, y que obliguen a adoptar medidas inmediatas para minimizar las consecuencias.

**Emisario final** Colectores cerrados que llevan parte o la totalidad de las aguas lluvias, sanitarias o combinadas de una localidad hasta el sitio de vertimiento o a las plantas de tratamiento de aguas residuales. En caso de aguas lluvias pueden ser colectores a cielo abierto.

**Emisarios Submarino** Es una tubería que conduce las aguas residuales mar adentro.

**Emisión:** Descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil.

**Ensayo de jarras** Ensayo de laboratorio que simula las condiciones en que se realizan los procesos de oxidación química, coagulación, floculación y sedimentación en la planta.

**Ensayo de tratabilidad** Estudios efectuados a nivel de laboratorio o de planta piloto, a una fuente de abastecimiento específica, para establecer el potencial de aplicación de un proceso de tratamiento.

**Escorrentía** Volumen que llega a la corriente poco después de comenzada la lluvia.

**Estación de bombeo** Componente destinado a aumentar la presión del agua con el objeto de transportarla a estructuras más elevadas.

**Estación de bombeo de aguas residuales** Componente de un sistema de alcantarillado sanitario o combinado utilizado para evacuar por bombeo las aguas residuales de las zonas bajas de una población. Lo anterior puede también lograrse con estaciones elevadoras de aguas residuales. Una definición similar es aplicable a estaciones de bombeo de aguas lluvias.

**Estructuras de disipación de energía** Estructuras construidas para disipar la energía del flujo.

**Estructuras de entrega** Estructuras utilizadas para evitar daños e inestabilidad en el cuerpo de agua receptor de aguas lluvias o residuales.

**Estudio de evaluación de impacto ambiental:** Estudio destinado a identificar y evaluar los potenciales impactos positivos y negativos que pueda causar la implementación, operación, futuro inducido, mantenimiento y abandono de un proyecto, obra o actividad, con el fin de establecer las correspondientes medidas para evitar, mitigar o controlar aquellos que sean negativos e incentivar los positivos.

**Estudio geotécnico:** se define como estudio geotécnico todas las actividades complementarias definidas en las *Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, NSR - 98*, Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998 o los decretos que lo reemplacen o complementen, cuyo objetivo sea garantizar la estabilidad de las obras lineales para la instalación de ductos y redes.

**Evaluación del riesgo:** Evaluación cualitativa y cuantitativa del riesgo posado sobre la salud humana o sobre el ambiente por la presencia actual o potencial y/o por el uso de un polucionante específico.

**Excavación:** retiro permanente o temporal de una masa de material térreo con el objeto de instalar un ducto, construir una obra, modificar la topografía del terreno, explotar materiales, etc.

**Filtración** Proceso mediante el cual se remueven las partículas suspendidas y coloidales del agua al hacerlas pasar a través de un medio poroso.

**Filtración de contacto o en línea** Proceso de filtración sin floculación ni sedimentación previa.

**Filtración lenta** Proceso de filtración a baja velocidad.

**Filtración rápida** Proceso de filtración a alta velocidad.

**Filtración intermitente** Aplicación intermitente de agua residual, previamente sedimentada, a un lecho de material granular, que es drenado para recoger y descargar el efluente final.

**Filtro Anaerobio** Consiste en una columna llenada con varios tipos de medios sólidos usados para el tratamiento de la materia orgánica carbonácea en aguas residuales.

**Filtro percolador** Tanque que contiene un lecho de material grueso, compuesto en la gran mayoría de los casos de materiales sintéticos o piedras de diversas formas, de alta relación área/volumen, sobre el cual se aplican las aguas residuales por medio de brazos distribuidores fijos o móviles. Este es un sistema de tratamiento aerobio.

**Floculación** Aglutinación de partículas inducida por una agitación lenta de la suspensión coagulada.

**Flotación** Proceso de separación de los sólidos del agua mediante adhesión de microburbujas de aire a las partículas para llevarlas a la superficie.

**Frecuencia** En hidrología, número de veces que en promedio se presenta un evento con una determinada magnitud, durante un periodo definido.

**Fuente de abastecimiento de agua** Depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.

**Fuente de emisión:** Actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire.

**Fuente fija:** Fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.

**Fugas** Cantidad de agua que se pierde en un sistema de acueducto por accidentes en la operación, tales como rotura o fisura de tubos, rebose de tanques, o fallas en las uniones entre las tuberías y los accesorios.

**Gradiente de velocidad medio** Raíz cuadrada de la potencia total disipada (P) en la unidad de volumen de una estructura hidráulica (V) dividida por la viscosidad absoluta del

$$\bar{G} = \sqrt{\frac{P}{Vm}}$$

agua ( $\mu$ ), expresada así:

**Granulometría** Técnica para la medida del tamaño de los granos o partículas y estudio de la distribución de los mismos con arreglo a una escala de clasificación.

**Hidrante** Elemento conectado a la red de distribución que permite la conexión de mangueras especiales utilizadas en la extinción de incendios.

**Humedad:** relación existente entre el peso del agua y el peso de los sólidos en un suelo. Se expresa en porcentaje.

**Impacto ambiental** Afectación del entorno ocasionada por la realización de una obra.

**Incineración:** Procesamiento térmico de los residuos sólidos mediante la oxidación química con cantidades estequiométricas o en exceso de oxígeno. Proceso de reducir los desechos material inerte (escoria) y a productos gaseosos completamente oxidados mediante la combustión.

**Incinerador:** Horno para quemar o incinerar residuos bajo condiciones controladas.

**Infiltración:** Proceso mediante el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo.

**Instalación interna** Conjunto de tuberías y accesorios que recogen y conducen las aguas residuales y/o lluvias de las edificaciones hasta la caja de inspección domiciliar.

**Interceptor** Conducto cerrado que recibe las afluencias de los colectores principales, y generalmente se construye paralelamente a quebradas o ríos, con el fin de evitar el vertimiento de las aguas residuales a los mismos.

**Interventor:** profesional, ingeniero civil, que representa al propietario durante la construcción de la obra, bajo cuya responsabilidad se verifica que ésta se adelante de acuerdo con todas las reglamentaciones correspondientes, siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizados por los diseñadores.

**Laguna aerobia** Término a veces utilizado para significar “laguna de alta producción de biomasa”. Lagunas de poca profundidad, que mantienen oxígeno disuelto (molecular) en todo el tirante de agua.

**Laguna aireada** Estanque natural o artificial de tratamiento de aguas residuales en el cual se suple el abastecimiento de oxígeno por aeración mecánica o difusión de aire comprimido. Es una simplificación del proceso de lodos activados y según sus características se distinguen cuatro tipos de lagunas aireadas 1. laguna aireada de mezcla completa, 2. laguna aireada facultativa, 3. laguna facultativa con agitación mecánica y 4. laguna de oxidación aireada.

**Laguna anaerobia** Laguna con alta carga orgánica en la cual se efectúa el tratamiento en ausencia de oxígeno disuelto (molecular), con la producción de gas metano y otros gases como el sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ).

**Laguna de estabilización** Se entiende por lagunas de estabilización los estanques construidos en tierra, de poca profundidad (1-4 m) y períodos de retención considerable (1-40 días). En ellas se realizan de forma espontánea procesos físicos, químicos, bioquímicos y biológicos, conocidos con el nombre de autodepuración o estabilización natural. La finalidad de este proceso es entregar un efluente de características múltiples establecidas (DBO, DQO, OD, SS, algas, nutrientes, parásitos, enterobacterias, coliformes, etc).

**Laguna de maduración** Laguna de estabilización diseñada para tratar efluente secundario o agua residual previamente tratada por un sistema de lagunas (anaerobia - facultativa, aireada – facultativa o primaria - secundaria). Originalmente concebida para reducir la población bacteriana.

**Laguna facultativa** Laguna de coloración verdosa cuyo contenido de oxígeno varía de acuerdo con la profundidad y hora del día. En el estrato superior de una laguna facultativa primaria existe una simbiosis entre algas y bacterias, en presencia de oxígeno; en los estratos inferiores se produce una biodegradación anaerobia de los sólidos sedimentables.

**Lecho de filtración** Medio constituido por material granular poroso por el que se hace percolar un flujo.

**Lechos de secado** Dispositivos que eliminan una cantidad de agua suficiente de lodos para que puedan ser manejados como material sólido.

**Lixiviado:** Líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de las basuras bajo condiciones aeróbicas y aneróbicas o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación.

**Lodo** (en Potabilización) Contenido de sólidos en suspensión o disolución que contiene el agua y que se remueve durante los procesos de tratamiento.

**Lodo** Suspensión de materiales en un líquido proveniente del tratamiento de aguas residuales, del tratamiento de efluentes líquidos o de cualquier actividad que lo genere.

**Lodos activados** Procesos de tratamiento biológico de aguas residuales en ambiente químico aerobio, donde las aguas residuales son aireadas en un tanque que contiene una alta concentración de microorganismos degradadores. Esta alta concentración de microorganismos se logra con un sedimentador que retiene los flóculos biológicos y los retorna al tanque aireado.

**Macromedición** Sistema de medición de grandes caudales, destinados a totalizar la cantidad de agua que ha sido tratada en una planta de tratamiento y la que está siendo transportada por la red de distribución en diferentes sectores.

**Mantenimiento** Conjunto de acciones que se ejecutan en las instalaciones y/o equipos para prevenir daños o para la reparación de los mismos cuando se producen.

**Mantenimiento correctivo** Conjunto de actividades que se deben llevar a cabo cuando un equipo, instrumento o estructura ha tenido una parada forzosa o imprevista.

**Mantenimiento preventivo** Conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia de trabajo, evitando que se produzcan paradas forzosas o imprevistas.

**Material de cubierta:** Material de origen natural o sintético, utilizado para cubrir los residuos sólidos depositados en un relleno sanitario.

**Medible** Que se puede determinar sus medidas, con base en el Sistema Internacional de medidas.

**Medición** Sistema destinado a registrar o totalizar la cantidad de agua transportada por un conducto.

**Medio magnético** Placa circular para la grabación y reproducción de sonidos, imágenes o datos informáticos.

**Metales pesados** Son elementos tóxicos que tienen un peso molecular relativamente alto. Usualmente tienen una densidad superior a  $5,0 \text{ g/cm}^3$  por ejemplo, plomo, plata, mercurio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, molibdeno, níquel, zinc.

**Mezcla lenta** Agitación suave del agua con los coagulantes, con el fin de favorecer la formación de los flóculos.

**Mezcla rápida** Agitación violenta para producir dispersión instantánea de un producto químico en la masa de agua.

**Mezclador** Equipo para producir turbulencia en el agua.

**Micromedición** Sistema de medición de volumen de agua, destinado a conocer la cantidad de agua consumida en un determinado período de tiempo por cada suscriptor de un sistema de acueducto.

**Microtamizado** Cribado del agua en mallas.

**Monitoreo:** Actividad consistente en efectuar observaciones, mediciones y evaluaciones continuas en un sitio y periodo determinados, con el objeto de identificar los impactos y riesgos potenciales hacia el ambiente y la salud pública o para evaluar la efectividad de un sistema de control.

**Monóxido de carbono (CO):** Gas venenoso, inodoro, incoloro, producido de la combustión incompleta de un combustible fósil.

**Muestra compuesta de agua** Integración de muestras puntuales tomadas a intervalos programados y por períodos determinados, preparadas a partir de mezclas de volúmenes iguales o proporcionales al flujo durante el periodo de toma de muestras.

**Muestra integrada** Consiste en el análisis de muestras instantáneas tomadas simultáneamente en diferentes puntos o tan cerca como sea posible. La integración se hace de manera proporcional a los caudales medidos al tomar la muestra.

**Muestra puntual** Muestra de agua residual tomada al azar en un momento determinado para su análisis. Algunos parámetros deben determinarse in situ y otros en el laboratorio.

**Muestra puntual de agua** Muestra tomada en un punto o lugar en un momento determinado.

**Nivel freático:** Profundidad de la superficie de un acuífero libre con respecto a la superficie del terreno.

**Norma de calidad del agua potable** Valores de referencia admisibles para algunas características presentes en el agua potable, que proporcionan una base para estimar su calidad.

**Norma técnica colombiana oficial obligatoria** Norma técnica colombiana o parte de ella, cuya aplicación ha sido declarar obligatoria por el organismo nacional competente. (Decreto 2269/93)

**Operación** Conjunto de acciones para mantener en funcionamiento un sistema.

**Optimización** Proceso de diseño y/o construcción para lograr la mejor armonía y compatibilidad entre los componentes de un sistema o incrementar su capacidad o la de sus componentes, aprovechando al máximo todos los recursos disponibles.

**Organismo de acreditación** Entidad gubernamental que acredita y supervisa los organismos de certificación, los laboratorios de pruebas y ensayo y de metrología que hagan parte del sistema nacional de normalización, certificación y metrología. (Decreto 2269/93)

**Organismo de certificación** Entidad imparcial o pública o privada nacional, extranjera o internacional, que posee la competencia y la confiabilidad necesarias para administrar un sistema de certificación, consultando los intereses generales. (Decreto 2269/93)

**Organismo nacional de certificación** Entidad reconocida por el gobierno nacional cuya función principal es la elaboración, adopción y publicación de las normas técnicas nacionales y la adopción como tales de las normas elaboradas por otros entes. El Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC es el organismo nacional de normalización. (Decreto 2269/93)

**Oxígeno disuelto** Concentración de oxígeno medida en un líquido, por debajo de la saturación. Normalmente se expresa en mg/L.

**Ozonización / Ozonizador** Aplicación de ozono al agua. El ozonizador es el dispositivo empleado para hacer este proceso.

**Parámetros de control de un proceso** Criterios preestablecidos que se utilizan como base para compararlos con los obtenidos en un proceso, con el fin de controlar o medir la eficiencia del mismo.

**Parámetros de diseño** Criterios preestablecidos con los que se diseñan y construyen cada uno de los equipos de la planta de tratamiento.

**Patógenos** Microorganismos que pueden causar enfermedades en otros organismos, ya sea en humanos, animales y plantas.

**Pérdida de carga** Disminución de la energía de un fluido debido a la resistencia que encuentra a su paso.

**Pérdidas menores** Pérdida de energía causada por accesorios o válvulas en una conducción de agua.

**Pérdidas por fricción** Pérdida de energía causada por los esfuerzos cortantes del flujo en las paredes de un conducto.

**Período de diseño** Tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su(s) capacidad(es) permite(n) atender la demanda proyectada para este tiempo.

**Periodo de retorno** Número de años que en promedio la magnitud de un evento extremo es igualada o excedida.

**Permeabilidad:** Propiedad que tiene los cuerpos de permitir el paso de un fluido a través de él.

**pH** Logaritmo, con signo negativo, de la concentración de iones hidrógeno, en moles por litro.

**pH óptimo** Valor de pH que produce la máxima eficiencia en un proceso determinado.

**Plan de contingencias** Es el conjunto de procedimientos preestablecidos para la respuesta inmediata, con el fin de atender en forma efectiva y eficiente las necesidades del servicio de manera alternativa y para restablecer paulatinamente el funcionamiento del sistema después de la ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico que ha causado efectos adversos al sistema

**Plan maestro de alcantarillado** Plan de ordenamiento del sistema de alcantarillado de una localidad para un horizonte de planeamiento dado.

**Planta de tratamiento de agua potable PTAP** *sin. Planta de potabilización.* Conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable.

**Planta de tratamiento de agua residual PTAR** Conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales.

**Planta piloto (para Potabilización)** Modelo para simular operaciones, procesos y condiciones hidráulicas de la planta de tratamiento, utilizando para este efecto el agua de la fuente de abastecimiento.

**Planta piloto (para diseño de PTAR)** Planta de tratamiento a escala de laboratorio o técnica, que sirve para el estudio de la tratabilidad de un desecho líquido o la determinación de las constantes cinéticas y los parámetros de diseño del proceso.

**Población flotante** Población de alguna localidad que no reside permanentemente en ella y que la habita por un espacio de tiempo corto por razones de trabajo, turismo o alguna otra actividad temporal.

**Población servida** Número de habitantes que son servidos por un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

**Potencial de hidrógeno (pH)** Expresión de la intensidad de la condición básica o ácida de un líquido.

**Pozo o cámara de inspección** Estructura de ladrillo o concreto, de forma usualmente cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma tronco-cónica, y con tapa removible para permitir la ventilación, el acceso y el mantenimiento de los colectores.

**Precipitación** Cantidad de agua lluvia caída en una superficie durante un tiempo determinado.

**Presión** Fuerza por unidad de superficie.

**Presión interna:** corresponde a la máxima presión interna a la que estará sometida la tubería durante su vida útil y que resulta directamente del diseño hidráulico y a la sobrepresión máxima que pueda llegar a generarse por efectos de golpes de ariete en el sistema.

**Presión nominal** Presión interna máxima a la cual puede estar sometida una tubería, considerando un factor de seguridad, y que es dada por el fabricante según las normas técnicas correspondientes.

**Pretratamiento** Proceso previo que tiene como objetivo remover el material orgánico e inorgánico flotante, suspendido o disuelto del agua antes del tratamiento final.

**Proceso biológico** Proceso en el cual las bacterias y otros microorganismos asimilan la materia orgánica del desecho, para estabilizar el desecho e incrementar la población de microorganismos (lodos activados, filtros percoladores, digestión, etc.).

**Procesos anaerobios de contacto** Los lodos del digester de alta tasa son sedimentados en un digester de segunda etapa. El digester de segunda etapa opera como un tanque de sedimentación que permite la remoción de microorganismos del efluente. Los organismos, como en un proceso de lodos activados, retornan al digester y se siembran en agua residual cruda.

**Profundidad del colector** Diferencia de nivel entre la superficie del terreno o la rasante de la calle y la cota clave del colector.

**Puesta en marcha** Actividades que se realizan cuando un sistema va a empezar a funcionar al final de la etapa constructiva.

**Punto de descarga:** Ducto, chimenea, dispositivo o sitio por donde se emiten los contaminantes a la atmósfera.

**Punto de muestreo** Sitio específico destinado para tomar una muestra representativa del cuerpo de agua.

**Reactor** Estructura hidráulica en la cual un proceso químico, físico o biológico se lleva a cabo.

**Reactor anaerobio de flujo ascendente (UASB)** Proceso continuo de tratamiento anaerobio de aguas residuales en el cual el desecho circula de abajo hacia arriba a través de un manto de lodos o filtro, para estabilizar parcialmente de la materia orgánica. El desecho se retira del proceso en la parte superior ; normalmente se obtiene gas como subproducto del proceso.

**Reactor de flujo de pistón** Aquel en que todas las partículas del fluido tienen igual tiempo teórico de detención.

**Reciclaje:** Procesos mediante los cuales se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelven a los materiales sus potencialidades de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje consta de varias etapas:

procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, acopio, reutilización, transformación y comercialización.

**Recolección en acera:** Es la que se efectúa cuando los residuos sólidos son presentados por los usuarios para su recolección en el andén ubicado frente a su predio o domicilio.

**Recolección en esquinas:** Sistema de recolección en el que los residuos de un sector son colocados en una zona (esquina) próxima a la vivienda.

**Recolección en unidades de almacenamiento:** Es la que se efectúa cuando los residuos sólidos generados por los usuarios se presentan para su recolección en cajas de almacenamiento

**Recolección:** Acción y efecto de retirar y recoger las basuras y residuos sólidos de uno o varios generadores, efectuada por su generador o por la entidad prestadora del servicio público.

**Red de distribución o Red Pública** Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.

**Red local de acueducto** Es el conjunto de tuberías y accesorios que conforman el sistema de suministro del servicio público de acueducto a una comunidad y del cual se derivan las acometidas de las inmuebles

**Red local de alcantarillado** Conjunto de tuberías y canales que conforman el sistema de evacuación de las aguas residuales, pluviales o combinadas de una comunidad, y al cual desembocan las acometidas del alcantarillado de los inmuebles.

**Red matriz** Parte de la red de distribución que conforma la malla principal de servicio de una población y que distribuye el agua procedente de la conducción, planta de tratamiento o tanques de compensación a las redes secundarias. La red matriz llamada también primaria, mantiene las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto de todo el sistema, y generalmente no reparte agua en ruta.

**Red menor de distribución** Red de distribución que se deriva de la red secundaria y llega a los puntos de consumo.

**Red primaria** Véase Red matriz

**Red pública de alcantarillado** Conjunto de colectores domiciliarios y matrices que conforman el sistema de alcantarillado.

**Red secundaria de distribución** *sin. Red Pública* Parte de la red de distribución que se deriva de la red primaria y que distribuye el agua a los barrios y urbanizaciones de la ciudad y que puede repartir agua en ruta.

**Red secundaria de alcantarillado** Conjunto de colectores que reciben contribuciones de aguas domiciliarias en cualquier punto a lo largo de su longitud.

**Reglamento Técnico** Reglamento de carácter obligatorio expedido por la autoridad competente, con fundamento en la Ley, que suministra requisitos técnicos, bien sea directamente o mediante referencia o incorporación del contenido de una norma nacional, regional o internacional, una especificación técnica o un código de buen procedimiento. Decreto 2269/93

**Registro de corte en el inmueble** Llamado también registro de rueda o válvula de bola, es un dispositivo de suspensión del servicio para efecto de las reparaciones y mantenimiento

interno de la vivienda. Está situado después del medidor, generalmente en el límite con la instalación interna. Puede operarlo el usuario.

**Registro de corte o llave de corte** Dispositivo situado en la cámara de registro del medidor (o cajilla del medidor) que permite la suspensión del servicio de acueducto de un inmueble. Solamente lo opera la entidad prestadora del servicio.

**Rejilla** Dispositivo instalado en una captación para impedir el paso de elementos flotantes o sólidos grandes.

**Relleno sanitario:** Lugar técnicamente diseñado para la disposición final controlada de los residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería. Confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final.

**Residuo sólido:** Cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que se abandona, bota o rechaza después de haber sido consumido o usado en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico. Se dividen en aprovechables y no aprovechables.

**Riesgo** Potenciales consecuencias económicas, sociales o ambientales que se pueden generar como resultado de los daños o la pérdida de función de un sistema durante un tiempo de exposición definido. Se expresa matemáticamente, como la probabilidad de exceder una pérdida en un sitio y durante un lapso determinado, resultado de relacionar la vulnerabilidad del sistema y la amenaza a la cual se encuentra sometido.

**Ruta de reciclaje:** Recorrido necesario para recoger los residuos separados en origen.

**Sedimentación** Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad.

**Sedimentación (precedida de coagulación)** Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad, previa adición de químicos coagulantes.

**Servicio público domiciliario de aseo:** Es el servicio de recolección de residuos, principalmente sólidos, el barrido y limpieza de vías y áreas públicas, transporte y disposición final sanitaria, incluyendo las actividades complementarias de transferencia, tratamiento y aprovechamiento.

**Sifón invertido** Estructura compuesta por una o más tuberías que funcionan a presión. Se utilizan cuando es necesario pasar las tuberías por debajo de obstáculos inevitables.

**Sistema de conducción** Conjunto de tuberías, ductos o canales que sirven para conducir un fluido.

**Sistema de control** El sistema de control permite mantener variables de un proceso dentro de un rango de operación, tomando acciones a partir de comparar el valor deseado con el valor requerido. Un sistema de control está compuesto usualmente por los siguientes elementos Instrumentación de medición-transductor, transmisor, controlador, actuador y sistema de registro.

**Sistema de potabilización** Conjunto de procesos unitarios para purificar el agua y que tienen por objeto hacerla apta para el consumo humano.

**Sistema de suministro de agua potable** Conjunto de obras, equipos y materiales utilizados para la captación, aducción, conducción, tratamiento y distribución del agua potable para consumo humano.

**Sistema:** grupo de elementos, componentes y métodos operacionales cuya función es la captación, conducción, tratamiento y distribución de agua potable y/o el saneamiento básico.

**Sólidos disueltos** Mezcla de un sólido (soluto) en un líquido solvente en forma homogénea.

**Sólidos no sedimentables** Materia sólida que no sedimenta en un período de 1 hora, generalmente.

**Sólidos sedimentables** Materia sólida que sedimenta en un periodo de 1 hora.

**Sólidos suspendidos** Pequeñas partículas de sólidos dispersas en el agua; no disueltas.

**Solubilidad** Capacidad de una sustancia o soluto de mezclarse homogéneamente en un solvente para unas condiciones de presión y temperatura específicas.

**Sumidero** Estructura diseñada y construida para cumplir con el propósito de captar las aguas de escorrentía que corren por las cunetas de las calzadas de las vías para entregarlas a las estructuras de conexión o pozos de inspección de los alcantarillados combinados o de lluvias.

**Sustancias flotantes** Materiales que se sostienen en equilibrio en la superficie del agua y que influyen en su apariencia.

**Tamaño efectivo** Diámetro por debajo del cual se encuentra el 10% en peso seco del total de las partículas de una distribución granulométrica dada.

**Tanque de aeración** Cámara usada para inyectar aire dentro del agua.

**Tanque de almacenamiento** Depósito destinado a mantener agua para su uso posterior.

**Tanque de compensación** Depósito de agua en un sistema de acueducto, cuya función es compensar las variaciones en el consumo a lo largo del día mediante almacenamiento en horas de bajo consumo y descarga en horas de consumo elevado.

**Tanque de compensación (en aguas residuales)** Tanque utilizado para almacenar y homogeneizar el desecho, eliminando las descargas violentas.

**Tanque Imhoff** Tanque compuesto de tres cámaras en el cual se realizan los procesos de sedimentación y digestión.

**Tanque séptico** Sistema individual de disposición de aguas residuales para una vivienda o conjunto de viviendas; combina la sedimentación y la digestión. Los sólidos sedimentados acumulados se remueven periódicamente y se descargan normalmente en una instalación de tratamiento.

**Tasa de aplicación superficial (carga superficial)** Relación entre el caudal y el área superficial de una determinada estructura hidráulica ( $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$ ).

**Tasa de carga volumétrica** Corresponde a los kilogramos de sólidos volátiles adicionados por día y por metro cúbico de capacidad de digestor.

**Tecnología no institucionalizada** Proceso industrial patentado, que no ha sido probado aún en el país y que para ser comercializado sin reservas, requiere ser avalado por una institución de investigación científica reconocida nacionalmente, o que en prueba piloto

controlada rigurosamente en tiempo y esfuerzo, demuestre resultados de funcionamiento satisfactorios.

**Tiempo de contacto para la desinfección** Tiempo que toma al agua moverse desde el punto de aplicación del desinfectante hasta el punto donde se mide la concentración residual del mismo.

**Tiempo de residencia:** Tiempo necesario que deben permanecer los residuos sólidos en la cámara de combustión para que se produzca la combustión completa de los mismos a las condiciones de temperatura y aire en exceso que se tengan.

**Tiempo de retención hidráulica** Tiempo medio teórico que se demoran las partículas de agua en un proceso de tratamiento. Usualmente se expresa como la razón entre el caudal y el volumen útil.

**Tipo de usuario** Diferentes clases de usuarios que pueden existir a saber: residenciales, industriales, comerciales, institucionales y otros.

**Tramo** Colector comprendido entre dos estructuras de conexión.

**Tramos iniciales** Tramos de colectores domiciliarios que dan comienzo al sistema de alcantarillado.

**Tratamiento (para potabilización)** Conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla potable de acuerdo a las normas establecidas en el Decreto 475 de 1998.

**Tratamiento anaerobio** Estabilización de un desecho por acción de microorganismos en ausencia de oxígeno.

**Tratamiento avanzado** Proceso de tratamiento fisicoquímico o biológico usado para alcanzar un grado de tratamiento superior al de tratamiento secundario. Puede implicar la remoción de varios parámetros, como remoción de sólidos en suspensión, complejos orgánicos disueltos, compuestos inorgánicos disueltos o nutrientes.

**Tratamiento biológico** Procesos de tratamiento en los cuales se intensifican la acción natural de los microorganismos para estabilizar la materia orgánica presente. Usualmente se utilizan para la remoción de material orgánico disuelto.

**Tratamiento convencional** Procesos de tratamiento bien conocidos y utilizados en la práctica. Generalmente se refiere a procesos de tratamiento primario o secundario. Se excluyen los procesos de tratamiento terciario o avanzado.

**Tratamiento primario** Tratamiento en el que se remueve una porción de los sólidos suspendidos y de la materia orgánica del agua residual. Esta remoción normalmente es realizada por operaciones físicas como la sedimentación. El efluente del tratamiento primario usualmente contiene alto contenido de materia orgánica y una relativamente alta DBO.

**Tratamiento secundario** Es aquel directamente encargado de la remoción de la materia orgánica y los sólidos suspendidos.

**Tratamiento (para residuos líquidos o sólidos)** Conjunto de operaciones, procesos o técnicas encaminadas a la eliminación, la disminución de la concentración o el volumen de los residuos sólidos o basuras, o su conversión en formas más estables.

**Tubería** Ducto de sección circular para el transporte de agua.

**Tubería rígida:** los materiales de tuberías que clasifican como rígidos son aquellos que derivan una parte substancial de su capacidad de carga ante las cargas del terreno a partir de la resistencia estructural del elemento asociada a la rigidez misma de la pared de la tubería.

**Tuberías enterradas:** aquellas en las cuales las tuberías quedan instaladas en pequeñas zanjas completamente enterradas en suelo natural o relativamente pasivo.

**Tuberías superficiales:** aquellas en las cuales las tuberías se apoyan sobre suelos relativamente superficiales y en las que la parte superior del tubo se proyecta por encima de la superficie natural del terreno, y luego es cubierta por un terraplén de relleno.

**Tubo ó tubería** Conducto prefabricado, o construido en sitio, de concreto, concreto reforzado, plástico, poliuretano de alta densidad, asbesto-cemento, hierro fundido, gres vitrificado, PVC, plástico con refuerzo de fibra de vidrio, u otro material cuya tecnología y proceso de fabricación cumplan con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular.

**Turbiedad** Propiedad óptica del agua basada en la medida de luz reflejada por las partículas en suspensión.

**UASB** Ver reactor anaerobio de flujo ascendente.

**Unidad de la planta de tratamiento** Cada uno de los procesos de tratamiento.

**Usuario** Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público domiciliario, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le conoce también como consumidor. (Ley 142 de 1994)

**Valor admisible** Valor establecido para la concentración de un componente o sustancia, que garantiza que el agua de consumo humano no representa riesgo para la salud del consumidor.

**Vectores:** Organismos, generalmente insectos o roedores que transmiten enfermedades. Medio de transmisión de un patógeno de un organismo a otro.

**Velocidad de filtración** Caudal de filtración por unidad de área.

**Velocidad de lavado** Caudal de lavado por unidad de área.

**Vertedero** Dispositivo hidráulico de rebose de un líquido.

**Vigilancia de la calidad del agua** Actividades realizadas por las autoridades competentes para comprobar, examinar e inspeccionar el cumplimiento de las normas de calidad del agua potable establecidas en el Decreto 475 de 1998.

**Volumétrico** El aforo volumétrico consiste en recoger en un tiempo específico una cantidad de material que se esta aforando o recoger un volumen específico midiendo el tiempo utilizado en la recolección de este. Es útil para el aforo de vertimientos puntuales de pequeño tamaño.

**Vulnerabilidad:** predisposición intrínseca de un sistema de ser afectado o de ser susceptible a sufrir daños o pérdida de su función, como resultado de la ocurrencia de un evento que caracteriza una amenaza.

**Zona de presión de la red de distribución** Es una de las partes en que se divide la red de acueducto para evitar que las presiones mínimas, dinámica y máxima estática sobrepasen los límites prefijados.

**PARAGRAFO:** Las siguientes siglas que aparecen en el texto del Presente Reglamento Técnico tiene el siguiente significado y así deben ser identificadas:

|        |                                                                    |
|--------|--------------------------------------------------------------------|
| ESP    | Empresa Prestadora de Servicios Públicos                           |
| CRA    | Comisión de Regulación de Agua potable y Saneamiento básico        |
| DGAPSB | Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico             |
| PTAP   | Planta de Tratamiento de Agua Potable                              |
| PTAR   | Plata de Tratamiento de Aguas residuales                           |
| RAS    | Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico |
| SSPD   | Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios               |

**ARTÍCULO 211.- VIGENCIA Y DEROGATORIAS.** La presente Resolución rige a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de acuerdo con lo señalado con el artículo 119 de la Ley 489 de 1998 y deroga las disposiciones que le sean contrarias

Publíquese y Cúmplase.

Dada en Bogotá, D.C., a los 17 días del mes de noviembre de 2000.

---

AUGUSTO RAMIREZ OCAMPO  
Ministro de Desarrollo Económico