

Registro de la Propiedad Industrial e Intelectual. Managua, 15 de Octubre de 1999. Dra. María Soledad Pérez de Ramírez, Registrador de la Propiedad Industrial e Intelectual de Nicaragua.

3-2

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

NORMA TECNICA OBLIGATORIA NICARAGUENSE NORMA PARA LA CLASIFICACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS

Reg. No. 10116 - M. 039158 - Valor C\$ 2,460.00
M. 037926 - Valor C\$ 900.00

NTON 05 007 - 98

1. OBJETO

Esta norma establece los parámetros para determinar los niveles de calidad exigibles de los cuerpos de agua (lagos, lagunas, lagos artificiales, manantiales, ríos, aguas subterráneas, estuarios y mares), de acuerdo con los usos a los cuales se destinen.

2. CLASIFICACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE ACUERDO A SUS USOS

2.1 Con el objeto de determinar la capacidad y condiciones del aprovechamiento de los recursos hidráulicos y los niveles y calidad de vertimientos tolerables para cada cuerpo de agua, se establecen seis tipos de cuerpos de agua:

a.- Tipo 1. Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él. Las aguas de este Tipo se desagregan en dos categorías:

. Categoría 1-A Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes; y

. Categoría 1-B Aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y/o cloración.

b.- Tipo 2. Aguas destinadas a usos agropecuarios. Estas se desagregan en dos categorías:

. Categoría 2-A Aguas para riego de vegetales destinados al consumo humano;

. Categoría 2-B Aguas destinadas para riego de cualquier otro tipo de cultivo y uso pecuario.

c.- Tipo 3. Aguas marinas o medios costeros destinados a la cría y explotación de moluscos para su consumo humano;

d.- Tipo 4. Aguas destinadas a balnearios, deportes acuáticos, pesca deportiva, comercial y de subsistencia. Las aguas de este Tipo se desagregan en dos categorías:

. Categoría 4-A Aguas para el contacto humano total;

. Categoría 4-B Aguas para el contacto humano parcial.

e.- Tipo 5. Aguas destinadas para usos industriales que no requieren agua potable;

f.- Tipo 6. Aguas destinadas a la navegación y generación de energía.

3. PROCESO DE CLASIFICACION DE LOS CUERPOS DE AGUA

3.1 A los efectos de la clasificación determinada en el Artículo anterior, se establecen los siguientes niveles mínimos de calidad exigibles de acuerdo a la categoría de uso a que se destinen:

3.1.1 Aguas Tipo 1

Parámetro	Limite o rango máximo	
	Categoría 1 A	Categoría 1 B
Oxígeno disuelto (OD)	> 4.0 mg/l (*)	> 4.0 mg/l (*)
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅ , 20)	2.0 mg/l	5.0 mg/l
pH	min.6.0 y máx.8.5	min.6.0 y máx. 8.5
Color real	< 15 U Pt-Co	< 150 U Pt-Co
Turbiedad	< 5 UNT	< 250 UNT
Fluoruros	min 0.7 y máx. 1.5	< 1.7 mg/l
Hierro Total	0.3 mg/l	3 mg/l
Mercurio Total	0.001 mg/l	0.01 mg/l
Plomo Total	0.01 mg/l	0.05 mg/l
Sólidos Totales disueltos	1000 mg/l	1500 mg/l
Sulfatos	250 mg/l	400 mg/l
Zinc	3 mg/l	5 mg/l
Cloruros	250 mg/l	600 mg/l
Organismos Colif. Totales (**)		(***)

(*) También puede ser como porcentaje de saturación y deber ser mayor de 50%.

(**) Promedio mensual menor de 2000 NMP por cada 100 ml.

(***) Promedio mensual menor de 10000 NMP por cada 100 ml.-

Categorías 1A y 1B (Continuación)

Parámetro	Limite o rango máximo
Cianuro total	0.1 mg/l
Cobre total	2.0 mg/l
Cromo total	0.05mg/l
Detergentes	1.0 mg/l
Dispersantes	1.0 mg/l
Dureza como CaCO ₃	400 mg/l
Extracto de carbono al cloroformo	0.15mg/l
Fenoles	0.002 mg/l
Manganeso total	0.5 mg/l

Nitritos + Nitratos (N)	10.0 mg/l
Plata total	0.05 mg/l
Selenio	0.01 mg/l
Sodio	200 mg/l
Organofosforados y Carbamatos	0.1 mg/l
Organoclorados	0.2 mg/l
Actividad α	max.0.1 becquerelio por litro (Bq/l)
Actividad β	max.1.0 becquerelio por litro (Bq/l)

3.1.2 Aguas Tipo 2

Parámetro	Límite o rango máximo	
	2 A	2 B
Organismos colif. totales	(·)	(··)
Organismos colif. fecales	(+)	(++)

- (·) Promedio mensual menor de 1000 NMP por cada 100 ml.
 (··) Promedio mensual menor de 5000 NMP por cada 100 ml.
 (+) Promedio mensual menor de 100 NMP por cada 100 ml.
 (++) Promedio mensual menor de 1000 NMP por cada 100 ml.

Categorías 2A y 2B (Continuación)

Parámetro	Límite o rango máximo
Aluminio	1.0 mg/l
Arsénico total	0.05 mg/l
Bario total	1.0 mg/l
Boro	0.75 mg/l
Cadmio	0.005 mg/l
Cianuro	0.2 mg/l
Cobre	0.2 mg/l
Cromo total	0.05 mg/l
Hierro total	1.0 mg/l
Litio	5.0 mg/l
Manganeso total	0.5 mg/l
Mercurio	0.01 mg/l
Molibdeno	0.005 mg/l
Níquel	0.5 mg/l
Plata	0.05 mg/l
Plomo	0.05 mg/l
Selenio	0.01 mg/l
Sodio	200 mg/l
Sólidos disueltos totales	3000 mg/l
Sólidos flotantes	Ausentes
Vanadio	10.0 mg/l
Zinc	5.0 mg/l
Organofosforados y Carbamatos	0.1 mg/l
Organoclorados	0.2 mg/l
Actividad α	max.0.1 becquerelio por litro (Bq/l)
Actividad β	max.1.0 becquerelio por litro (Bq/l)

3.1.3 Aguas Tipo 3

Parámetro	Límite o rango máximo
Oxígeno disuelto (OD)	> 5.0 mg/l(*)
pH	min. 6.5 y máx. 8.5
Aceites minerales	0.3 mg/l
Detergentes no biodegradables	< 1 mg/l
Detergentes biodegradables	< 0.2 mg/l
Residuos de petróleo, sólido sedimentables y flotantes	Ausentes
Metales y otras sustancias tóxicas	No detectables (**)
Fenoles y sus derivados	0.002 mg/l
Organofosforados y Carbamatos	0.1 mg/l

Organoclorados	0.2 mg/l
Organismos colif. totales	(***)
Actividad α	max. 0.1 becquerelio por litro (Bq/l)
Actividad β	max. 1.0 becquerelio por litro (Bq/l)

Las muestra a captar para la realización de los análisis deberán ser representativas de la calidad del cuerpo de agua a ser aprovechado, tomando en consideración las fuentes de contaminación que pudieran afectar a la zona bajo estudio.

3.1.4 Aguas Tipo 4

Parámetro	Límite o rango máximo
Oxígeno disuelto (OD)	> 5.0 mg/l (*)
pH	min. 6.5 y máx. 8.5
Aceites minerales	0.3 mg/l
Detergentes	< 1 mg/l
Sólidos disueltos	desviación menor de 33% de la condición natural

- (*) También puede ser expresado como porcentaje de saturación y debe ser mayor de 60%
 (**) Según los métodos aprobados por el INAA (se recomienda aplicar bioensayos de toxicidad)
 (***) a) Promedio mensual menor de 70 NMP por cada 100 ml.
 b) El 10% de las muestras puede exceder de 200 NMP por cada 100 ml.

Aguas Tipo 4 (Continuación)

Parámetro	Límite o rango máximo
Residuos de petróleo, sólidos sedimentables y flotantes	Ausentes
Metales y otras sustancias tóxicas	No detectables (**)
Fenoles y sus derivados	0.002 mg/l
Organofosforados y Carbamatos	0.1 mg/l
Organoclorados	0.2 mg/l
Actividad α	max. 0.1 becquerelio por litro (Bq/l)
Actividad β	max. 1.0 becquerelio por litro (Bq/l)

Las aguas del sub-tipo 4 A deberán responder a los límites y rangos siguientes:

- Organismos coliformes totales:
 - a) menor a 1000 NMP por cada 100 ml en el 90% de una serie de muestras consecutivas;
 - b) menor a 5000 NMP por cada 100 ml en el 10% restante.

- Organismos coliformes fecales:
 - a) menor a 200 NMP por cada 100 ml en el 90% de una serie de muestras consecutivas;
 - b) menor a 400 NMP por cada 100 ml en el 10% restante.

- Moluscos infectados con *S. Manzoni*: Ausentes

Las aguas del sub-tipo 4 B deberán responder a los límites y rangos siguientes:

- Organismos coliformes totales:

- a) menor a 5000 NMP por cada 100 ml en el 80% de una serie de muestras consecutivas;
b) menor a 10000 NMP por cada 100 ml en el 20% restante.

- Organismos coliformes fecales:

- a) menor a 1000 NMP por cada 100 ml en la totalidad de las muestras.

- Moluscos infectados con *S. Manzoni*: Ausentes

(**) Según los métodos aprobados por el INAA (se recomienda aplicar bioensayos de toxicidad)

3.1.5 Aguas Tipo 5

Parámetro	Límite o rango máximo
Fenolos y sus derivados	0.002 mg/l
Aceites y espumas	Ausentes
Sustancias que originen sedimentación de sólidos y formación de lodos	Ausentes

3.1.6 Aguas Tipo 6

Parámetro	Límite o rango máximo
Oxígeno disuelto (OD)	> 3.0 mg/l

3.2 El MARENA, con el apoyo técnico de los Organismos Sectoriales, podrá mediante Resolución establecer la clasificación y categoría correspondiente a cada cuerpo de agua o sectores de éstos. En la correspondiente Resolución se establecerán las normas específicas aplicables para su aprovechamiento, de conformidad con las condiciones y destino propuesto al correspondiente cuerpo de agua o sector de éste.

Nota: El MARENA, con el apoyo de los Organismos Sectoriales, establecerá un orden de prioridades para la clasificación de los cuerpos de agua, de acuerdo con la intensidad del grado de intervención o degradación de las aguas.

3.3 El MARENA podrá diseñar planes de control y manejo de cuerpos de agua específicos o sectores de éste a los fines de establecer un programa de mejoramiento de la calidad de dicho cuerpo. El MARENA podrá delegar esta función en la autoridad que juzgue competente.

Nota: Los Planes se formularán atendiendo las directrices siguientes:

- a. Destino propuesto del cuerpo de agua o sectores de este;

- b. Evaluación de las actividades que tienen por objeto el uso o aprovechamiento del cuerpo de agua;
c. Relaciones causa-efecto entre las actividades susceptibles de degradar el cuerpo de agua y los problemas de calidad del mismo;
d. Cronograma de adecuación de las actividades susceptibles de degradar el cuerpo de agua para garantizar la recuperación del cuerpo de agua;
e. Determinación de las condiciones para el uso y aprovechamiento del cuerpo de agua, presentes y futuros, incluyendo los límites de aprovechamiento o descargas máximas permisibles por cada fuente de vertimiento;
f. Determinación de las normas complementarias que se estimen necesarias para el control y manejo de la calidad del cuerpo de agua.

4. DISPOSICIONES TRANSITORIAS

4.1 Las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que se propongan iniciar cualquier actividad que tenga por objeto el uso o aprovechamiento de los recursos hidráulicos, que requiera de autorización por parte del MARENA sobre cuerpos de agua no clasificados de conformidad con las presentes normas, deberá acompañar a su solicitud los siguientes recaudos a los fines de obtener la normativa aplicable:

- a. La ubicación de la actividad propuesta respecto a centros poblados y ecosistemas frágiles;
b. La caracterización del cuerpo de agua, incluyendo los caudales medios mensuales y anuales, y el uso actual y potencial del cuerpo de agua objeto de uso o aprovechamiento;
c. El volumen y la periodicidad de su aprovechamiento;
d. El volumen, la periodicidad y las características físico-químicas, biológicas y toxicológicas de los vertimientos;
e. Las limitaciones y restricciones de carácter técnico para su aprovechamiento o para la ejecución de las actividades de adecuación de sus vertimientos.

4.2 El MARENA, a los fines de establecer la factibilidad y términos y condiciones del uso o aprovechamiento propuesto, deberá incorporar en su respuesta las directrices contenidas en el inciso 3.3 del presente cuerpo normativo, a cuyo efecto dispondrá de un plazo no mayor de treinta (30) días para comunicar al interesado el régimen aplicable.

4.3 El presente Decreto entrará en vigencia a partir de la fecha de su publicación en La Gaceta, Diario Oficial.

5. REFERENCIAS

- a) Dotación y Capacitación de Unidades Ambientales Tomo I. Ingeniería CAURA. INAA, septiembre 1996.
b) CAPRE. Normas de Calidad del Agua para consumo Humano (Norma Regional de Calidad del Agua. CAPRE) Centroamérica, 1994.

- c) República de Nicaragua. Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. 1996.
- d) República de Perú. Reglamento de los Títulos I, II, III de la Ley General de Agua No. 17752 del Perú, 1969.
- e) República de Venezuela. Normas para la Clasificación y Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y vertidos o efluentes líquidos. Decreto No. 883, octubre de 1995, Gaceta Oficial No. 5.021 Extraordinario, 18.12.1995.
- f) República de Venezuela. Reglamento Parcial No. 4 de la Ley Orgánica del Ambiente sobre clasificación de las Aguas. Decreto No. 2.831, agosto de 1978, Gaceta Oficial No. 2.323 Extraordinario, 20.10.1978

Reg. No. 10117 - M. 039158 - Valor C\$ 2460.00
M. 037926 - Valor C\$ 900.00

NTON 05 008 - 98

1. OBJETO

La economía de las obras ha de ser el principio fundamental a considerar, en el diseño de sistemas de tratamiento de aguas servidas domésticas para localidades que disponen de un acueducto.

La forma más común para el control de la polución del agua, consiste en un sistema de colectores cloacales y plantas de tratamiento. La red recoge las aguas servidas producidas en las viviendas, establecimientos e industrias y las lleva a la planta de tratamiento de aguas servidas donde se las hace adecuadas para ser vertidas a los cuerpos receptores, en consideración a las correspondientes normas de descarga.

2. TERMINOLOGIA

El diseño de un Sistema de Alcantarillado Sanitario, requiere la consideración de los aspectos siguientes:

- 2.1 Ubicación: política, características geográficas de la región, vías de comunicación y distancias a centros de importancia;
- 2.2 Climatología: información climática basada en datos concretos: precipitación pluvial, vientos, nubosidad, temperatura máxima, mínima y media, humedad relativa, evaporación y transpiración;
- 2.3 Características locales: principales medios de vida de los habitantes, tipos e importancia de las industrias existentes, servicios públicos, dependencias oficiales, escuelas, otros;

2.4 Estado de Saneamiento: condiciones sanitarias generales de la localidad; tipo de abastecimiento de agua, disposición de excretas y basuras; enfermedades predominantes, especialmente de origen hídrico; condiciones de la vivienda y otros;

2.5 Acueducto: deberá conocerse: fuente de abastecimiento de agua, condiciones sanitarias de la misma, cuenca tributaria, condiciones físico-químicas del agua, características de las instalaciones existentes, profundidad de las tuberías colocadas, población servida o número de suscriptores, dotación por persona y día, tipo de servicio: continuo o intermitente, directo o con estanque domiciliario, consumo diario aproximado:

2.6 Pavimento: en cada calle, si lo tiene: tipo, espesor, planos;

2.7 Demografía y catastro: es necesario un censo que cubra catastro de la población con la indicación de cada inmueble; número de propietarios con posibilidad económica y disposición de empotrar su inmueble a la cloaca; número de habitantes permanentes, población flotante y turística (si la hubiere); factores que pudieran influir en la tasa de crecimiento demográfico, tales como vías de comunicación, industrias existentes o a establecerse y otros; áreas de expansión futura según el potencial desarrollo de la población; datos de censos anteriores, capacidad máxima de escuelas, hospitales, hoteles y otras instituciones similares; datos sobre los propietarios de los terrenos donde se extenderá el emisario, así como también donde se ubicará la planta de tratamiento; estaciones de bombeo, lagunas de estabilización y otras, cuando se prevea su instalación;

2.8 Industrias: datos referentes a características y volumen de sus aguas residuales (donde existan) y futuras ampliaciones;

2.9 Mano de Obra, precios de materiales y otros: para planificar el trabajo adecuadamente y elaborar los correspondientes presupuestos, es necesaria la información siguiente: disponibilidad de personal especializado y obrero; sueldos y salarios medios vigentes; disponibilidad y precios unitarios de materiales de construcción, herramientas, equipos y otros; facilidades y costo del transporte en escala local; talleres mecánicos y estaciones de servicio; existencia de contratistas locales, su capacidad técnica y solvencia económica; características, precios y condiciones de la corriente eléctrica;

2.10 Fotografías, videos y otros medios gráficos, de todos los sitios y estructuras.

3. INVESTIGACIONES PRELIMINARES PARA EL PROYECTO DE SISTEMAS ALCANTARILLADO SANITARIO

3.1 Estudios De Campo

Los estudios de campo necesarios, deberán realizarse obteniendo la información que se menciona a continuación:

3.1.1 Suelo y subsuelo: características y calidad del terreno, por medio de sondeos y excavaciones practicadas en calles y sitios donde se ubicarán estructuras de importancia. Se determinará en todos los lugares donde sea necesario, la altura de la mesa de agua;

3.1.2 Levantamiento topográfico: levantamiento planialtimétrico de la población, incluyendo las zonas de expansión futura, referido a los puntos más cercanos cartografiados por la Cartografía Nacional; catastro de infraestructura existente (de agua y alcantarillados, electricidad, teléfono, pluvial, puentes, etc.)

3.1.3 Descarga: la descarga de las aguas servidas de la población en un curso de agua, se calculará de acuerdo con la normativa vigente, (Decreto 33-95). Adicionalmente, se indicarán las poblaciones situadas aguas abajo y su distancia aproximada al sitio de descarga. Si no se dispone de datos sobre aforos del río, éstos deberán ser efectuados, determinando los gastos mínimos de estiaje y máximos de crecientes; se harán sondeos en la línea que ha de seguir la tubería de descarga, dentro del lecho del río; se determinarán los niveles de crecida de las corrientes de agua que puedan afectar al sistema de cloacas a proyectarse y su altura en los puentes y alcantarillas existentes; los puentes y alcantarillas deberán situarse en los planos, así como sus cotas y secciones, además se estudiará su capacidad de desagüe, materiales de los que están fabricados, estado de conservación y otros; si la descarga se ha de efectuar en el mar o en un lago, deberán obtenerse los datos necesarios para conocer la dirección y la velocidad de los vientos predominantes, niveles mínimos y máximos de bajamar y pleamar respectivamente, deberá realizarse un levantamiento batimétrico de una amplia zona, alrededor del punto de descarga.

3.2 Sistema de Alcantarillado Sanitario

3.2.1 Los líquidos diferentes de aguas negras domiciliarias, aguas residuales industriales y aguas de infiltración, deberán ser excluidos en lo posible, del sistema de cloacas. Un sistema cloacal deberá ser proyectado para un período de duración o vida útil de 20 a 30 años para las redes (colectores principales, secundarios y otros) y de 10 a 15 años para estaciones de bombeo y tuberías de descarga sumergida.

3.2.2 Los gastos de aguas servidas deben ser considerados en detalle para un período determinado de vida útil. Es necesario considerar igualmente, las posibilidades de crecimiento de la población, durante el período para el cual se proyecte un sistema cloacal.

3.2.3 La población o zona bajo estudio deberá ser considerada como un todo con las áreas adyacentes, de acuerdo con los diferentes factores topográficos, demográficos y urbanísticos que puedan influir en el proyecto. Por tanto, se debe tener en cuenta para el cálculo

de la capacidad de los colectores, las posibles variaciones urbanísticas y de densidad demográfica, dentro de la parte urbanizada actualmente y las áreas de futura expansión, acordes con la población de proyecto que puedan incorporarse a través de los colectores, fijándoles coeficientes de gasto adecuados, que obliguen a proyectarlos, de diámetros o profundidades mayores que los necesarios, si no fuesen consideradas las futuras ampliaciones. Otros aspectos a considerar son:

- Localización de las cloacas
- Empotramientos
- Ubicación de las cloacas con respecto al acueducto
- Profundidad de las cloacas con respecto a los inmuebles
- Forma y materiales de las tuberías
- Diámetros mínimos
- Obstáculos al paso de las tuberías
- Drenajes
- Sifones invertidos
- Bocas de visita
- Localización de los colectores de arranque con relación al colector de salida
- Cálculos hidráulicos
- Cálculos estructurales
- Clases de apoyos de las tuberías en zanja
- Tuberías en terraplén
- Cálculos de las cargas que actúan sobre las tuberías
- Resistencia de los tubos
- Dimensiones y tolerancias
- Estaciones de bombeo (ubicación, tipos, construcción y materiales, capacidad, protección de las bombas)
- Proyecto del pozo húmedo
- Proyecto del pozo seco
- Equipo de bombeo (tipos de bomba, motores de las bombas, tuberías y válvulas, equipo eléctrico)
- Dependencias y anexos
- Memoria descriptiva
- Planos del proyecto (plano índice, planos de planta del sistema de cloacas, planos de perfiles, planos de estación de bombeo, planos de detalle)
- Cómputo métrico y presupuesto.
- Legalización de predios y servidumbres de paso.

3.3 Sistemas de Tratamiento de Aguas Servidas Domésticas

3.3.1 Los líquidos residuales, por su agresividad, requieren ser descargados de manera que no constituyan un problema social en el sentido más amplio. En tal sentido, las aguas servidas domésticas, por su carácter ofensivo, ya que contienen compuestos orgánicos putrescibles, agentes patógenos, a veces sustancias tóxicas, etc, deben ser tratadas para que no perjudiquen al hombre y a su ambiente.

3.3.2 Las normas de diseño para sistemas de tratamiento de aguas servidas domésticas deben abarcar:

- a. Vertederos de caudales de demasia en estructuras de entrada; tratamiento preliminar de separación y transformación

de los sólidos orgánicos ofensivos (suspendidos, coloidales y disueltos), con la finalidad, por una parte, de proteger las instalaciones (y su funcionamiento) que constituyen las obras de tratamiento y, por la otra, eliminar o reducir sensiblemente las condiciones indeseables relacionadas fundamentalmente con la apariencia estética de esas plantas de acondicionamiento. Las sustancias extrañas asociadas al agua que justifican el tratamiento preliminar o de acondicionamiento, se componen de: arenas (fina y gruesa), grava y aún piedras que han sido arrastradas a lo largo de las tuberías de recolección de las aguas residuales; y trapos, papeles y otros materiales sólidos de desecho de similar procedencia, descargados incontroladamente en las redes cloacales del sistema de alcantarillado;

b. Operaciones de pretratamiento, las cuales comprenden el uso de rejas, bombas, rejillas y trituradores, desarenadores, lavadores de arena, estanques de pre-aeración y de flotación, tratamientos químicos y floculación; y

c. Proceso de sedimentación-flotación, para provocar la separación física de los materiales en suspensión presentes en el líquido residual procedente del pretratamiento, a fin de que tales materiales, constituidos por arenas (particularmente en sistemas mixtos), sólidos orgánicos suspendidos y coloidales, sedimentables por sí mismos o mediante coagulación-floculación y materia flotante sólida o líquida que, al no haber sido removida previamente en el sistema (por rejas, rejillas, cedazos o micromallas), sean separadas del agua residual para reducir su carácter ofensivo para con las unidades posteriores de los mismos procesos de acondicionamiento y también para reducir, básicamente la demanda bioquímica de oxígeno que acusan las materias nombradas. Utilización de cámaras desarenadoras para remoción por decantación de arenas y otros sólidos de densidad notoriamente mayor a la del líquido en proceso de tratamiento; de estanques sedimentadores, clarificadores y densificadores, para remoción por sedimentación de sólidos suspendidos sedimentables de naturaleza floculante y de densidades mayores que la del agua, pero menores que las de las arenas; y de estanques desnatadores o desgrasadores, para remoción de partículas sólidas o líquidas de densidades menores a las del líquido que las contiene.

Las características físicas del diseño de los estanques de sedimentación deben atender a:

- Período de retención
- Velocidad horizontal del flujo a través de la unidad: velocidad media y en el fondo (para los efectos de resuspensión)
- Profundidad y relación de largo a profundidad
- Efectos de la entrada y la salida del líquido a la unidad
- Forma del separador
- Pantallas reguladoras o de control

- Arca superficial del fondo (tasa de desbordamiento superficial)

- Efectos de los mecanismos agregados, entre los cuales puede incluirse:

- La relación largo-ancho, en cuanto pueda influenciar la distribución del flujo en el estanque

- Efectos misceláneos en el estanque (acción de las corrientes de convección, corrientes de densidad por influencia de variaciones de la temperatura del líquido y del ambiente, efectos biológicos, reacciones del fondo).

La remoción de la demanda bioquímica de oxígeno mediante la separación física obtenida a través de las unidades de sedimentación-flotación no va más allá de 35 a 40 por 100.

d. Tratamiento primario: coagulación-floculación, con la finalidad de reducir de manera significativa, entre otros parámetros, la demanda bioquímica de oxígeno, por medio de la separación de los sólidos orgánicos, con una eficiencia entre un 50 y un 70 por 100. Uso de coagulantes y procoagulantes tales como: cloruro férrico, sulfato férrico y sulfato ferroso, alumbre y, aún, cal, cloruro aluminico y carbonato de sodio y, en pequeñas dosis polielectrolitos y otros compuestos químicos, todos ellos a ser seleccionados dependiendo del carácter que muestre el líquido residual a tratar, de las facilidades para su manipulación y de su costo.

El rango de pH de óptima coagulación debe ser escogido mediante pruebas de jarro, midiendo por ejemplo, la turbiedad remanente del sobrenadante, los tiempos de formación de los floculos para varias dosis de floculante y el pH del agua.

La adición de coagulantes y procoagulantes se efectuará mediante mezcladores mecánicos, que permitan la turbulencia necesaria para lograr una mezcla homogénea de la sustancia química con el agua.

e. Tratamiento secundario, adicional al primario, biológico, debe remover un 85 por 100 o más de la demanda bioquímica de oxígeno del líquido cloacal crudo. El tratamiento secundario presupone la aplicación previa de tratamientos primarios, los cuales son de acción física o fisico-química. Podrán aplicarse tratamientos secundarios por lodos o barros activados y zanjas de oxidación, filtros biológicos percoladores o de goteo y sus variantes, lagunas de estabilización (aerobias, facultativas y anaerobias), de oxidación (oxigenación fotosintética y aereadas) y de acabado; y otros de uso más limitado: filtros intermitentes de arena; lechos de contacto y los denominados "filtros Dumber".

f. El efluente final del tratamiento secundario de la planta de tratamiento de aguas servidas domésticas deberá cumplir con los rangos y límites establecidos en el Decreto 33-95 para descargas a cuerpos de agua receptores.

4. REFERENCIAS

Dotación y Capacitación de Unidades Ambientales. Ingeniería