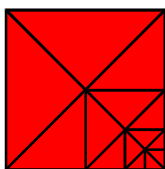


1998-07-22

**GESTIÓN AMBIENTAL.
CALIDAD DE AGUA. MUESTREO. PARTE 13:
GUÍA PARA EL MUESTREO DE LODOS DE
AGUAS RESIDUALES Y PLANTAS DE
TRATAMIENTO DE AGUAS**



MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO

E: ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. WATER SAMPLING.
PART 13: GUIDANCE ON SAMPLING OF SLUDGES FROM
SEWAGE AND WATER TREATMENT WORKS

CORRESPONDENCIA: esta norma es una adopción
equivalente (EQV) de la norma ISO
5667-13:1997

DESCRIPTORES: calidad de agua; gestión ambiental;
muestreo; aguas residuales; lodos;
aguas; tratamiento de aguas.

I.C.S.: 13.060

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

Prohibida su reproducción

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La norma NTC-ISO 5667-13 fue ratificada por el Consejo Directivo de 1998-07-22.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 000016 "Gestión ambiental. Agua".

CARVAJAL S. A.
AQUAVITA

LARKIN LTDA.

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

ACERCAR-DAMA
ACIPET
ALPINA S. A.
AMBIENCOL ING.
AQUAVITA
CARVAJAL S. A.
CENICAÑA
CERVUNIÓN S. A.
COLINAGRO
COLPAPEL
E.A.A.B.
ECOPETROL
INGEOMINAS
ISA

ISAGEN ESP.
LARKIN LTDA.
MINISTERIO DE DESARROLLO
MINISTERIO DE SALUD
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
NESTLÉ DE COLOMBIA
PROPAL S. A.
SIEMENS
SIMESA
SOCIEDAD ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE BARRANQUILLA
UNIVERSIDAD LIBRE
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

**GESTIÓN AMBIENTAL.
CALIDAD DE AGUA. MUESTREO. PARTE 13: GUÍA PARA EL
MUESTREO DE LODOS DE AGUAS RESIDUALES Y PLANTAS
DE TRATAMIENTO DE AGUAS**

0. INTRODUCCIÓN

Esta parte de la serie NTC-ISO 5667 debe leerse conjuntamente con la NTC-ISO 5667-1, NTC-ISO 5667-2 y la NTC-ISO 5667-3. En general la terminología utilizada esta de acuerdo con varias partes de las serie NTC 3650.

El muestreo y determinación de las propiedades físicas de los lodos y sólidos relacionados normalmente se llevan a cabo para un propósito específico. Los métodos de muestreo presentados son adecuados para uso general pero no excluyen modificaciones a la luz de cualquier factor especial conocido por el analista que recibe las muestras o cualquier razón operacional que dicte la necesidad del muestreo.

La importancia de usar una técnica de muestreo no se puede exagerar aunque el análisis posterior haga evidente su validez. Es importante que el personal que toma y analiza las muestras conozca completamente su naturaleza y el propósito del análisis, antes de emprender cualquier programa de trabajo. Una cooperación completa con el laboratorio que analizará las muestras asegura la aplicación más efectiva del muestreo. Por ejemplo, el uso de técnicas de conservación de muestras con un método específico ayudará a determinar con exactitud los resultados.

1. OBJETO

La presente norma presenta una guía para el muestreo de lodos de instalaciones de tratamiento de aguas residuales, de tratamiento de aguas y procesos industriales. Se aplica a todos los tipos de lodos que surgen de estas obras y también a lodos de características similares, por ejemplo lodos de tanques sépticos. También se brinda orientación sobre el diseño de programas de muestreo y técnicas para la recolección de muestras.

Esta parte de la serie NTC-ISO 5667 se aplica al muestreo motivado por diferentes objetivos, algunos de los cuales son:

- Suministrar datos para la operación de las plantas de lodos activados.
- Suministrar datos para la operación de instalaciones para tratamiento de lodos.
- Determinar la concentración de contaminantes en los lodos de aguas residuales para su disposición final en rellenos sanitarios.
- Determinar si los límites establecidos de la sustancia se infringen cuando los lodos se usan en agricultura.
- Proporcionar información sobre el control de procesos en el tratamiento de aguas residuales, que incluye:
 - a) Adición o retiro de sólidos
 - b) Adición o retiro de líquido.
- Proporcionar información sobre los aspectos legales vigentes acerca de la disposición de lodos de alcantarillados e instalaciones de abastecimiento de agua.
- Facilitar investigaciones especiales sobre el desarrollo de nuevos equipos y procesos.
- Optimizar costos; por ejemplo, para el transporte de lodos para tratamiento y/o disposición final.

Nota. Cuando se diseña un programa para muestreo de lodos, es esencial tener en mente los objetivos del estudio, de manera que la información obtenida corresponda a la requerida. Además, los datos no se deben distorsionar por el uso de técnicas inapropiadas, tales como almacenamiento a temperaturas inadecuadas o el muestreo de partes no representativas de la planta de tratamiento.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que, a través de su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente norma. En el momento de su publicación eran válidas las ediciones indicadas. Todas las normas están sujetas a actualización y se recomienda a las partes que realizan acuerdos con base en esta norma, estudiar la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las normas indicadas en seguida.

NTC-ISO 5667-2:1995, Gestión Ambiental. Calidad de agua. Muestreo. Técnicas generales de muestreo.

NTC-ISO 5667-3:1995, Gestión Ambiental. Calidad de agua. Recomendaciones para la preservación y manejo de muestras.

NTC-ISO 5667-12:1998, Gestión Ambiental. Calidad de agua. Muestreo. Guía para el muestreo de sedimentos de fondo.

ISO 5667-14¹ Water Quality. Sampling. Part 14: Guidance on Quality Assurance of Environmental Water Sampling and Handling.

¹ Se publicará próximamente

ISO 8363:1986, Measurement of Liquid Flow in Open Channels. General Guidelines for Selection of Method.

NTC 4113-6:1997, Gestión Ambiental. Calidad de suelo. Guía para la recolección, manejo y almacenamiento de suelo para la evaluación del proceso microbiano aeróbico en el laboratorio.

3. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma, se aplican las siguientes definiciones:

3.1 Muestra aleatoria: muestra discreta tomada aleatoriamente (con relación al tiempo y/o lugar) de un cuerpo de lodos.

(con base en la norma NTC 3650-2).

3.2 Muestra compuesta: dos o más muestras o submuestras mezcladas en proporciones conocidas apropiadas (ya sea en forma discreta o continua), de las cuales se puede obtener el valor promedio de una característica deseada.

Nota. Las proporciones normalmente se basan en las mediciones de flujo o tiempo.

(con base en la norma NTC 3650-2).

3.3 Muestreo de flujos: muestras tomadas a intervalos de tiempo variables determinados por el flujo de material.

Nota. Normalmente esto se aplica a lodos líquidos; para mayor orientación, consúltese la norma NTC-ISO 5667-10.

3.4 Muestreo proporcional: técnica para obtener una muestra de lodos que fluyen, en el cual la frecuencia de la recolección (en el caso de muestreo discreto) o el caudal de la muestra (en el caso de muestreo continuo), es directamente proporcional al caudal del lodo al que se realiza el muestreo.

4. EQUIPO DE MUESTREO

4.1 MATERIALES

El muestreo de lodos desde puntos fijos puede requerir la instalación de equipo permanente, aun cuando sea solamente un tubo o válvula adicional a la planta de procesamiento. Es importante verificar que el equipo sea limpiado con regularidad y que esté libre de corrosión. Además, será necesario evaluar el potencial de interferencia sobre cualquier resultado de ensayo que pueda tener el equipo. Por ejemplo, el uso de tubería de extensión de aluminio conectada a una válvula de muestreo sería inapropiado si las muestras se hubieran tomado para un análisis de un ayudante de floculación de aluminio. En general, se debe consultar al laboratorio que realiza el examen de lodos antes de instalar cualquier equipo de punto fijo o de implementar un nuevo programa de muestreo.

Se deben elegir los implementos para evitar la contaminación de las sustancias de interés, y se

deben mantener limpios y libres de corrosión. Se pueden usar utensilios de plástico y cuchillos de paleta de politetrafluoroetileno si se comprueba que son resistentes, y se pueda demostrar la ausencia de cualquier influencia contaminante. Rutinariamente se utilizan elementos de acero inoxidable, pero es necesario reconocer y probar la posibilidad de contaminación si se van a realizar análisis de elementos como cromo en la muestra de lodos. No se deben usar herramientas viejas u oxidadas o cuyos recubrimientos o pintura superficial estén agrietados o deportillados, ya que pueden contribuir a la contaminación aleatoria de las muestras.

Los recipientes de polietileno, polipropileno, policarbonato y vidrio se consideran satisfactorios desde el punto de vista de la estabilidad química cuando se realiza muestreo de lodos (véase también el numeral 6.1). Sin embargo, se debe tener precaución, ya que los recipientes se pueden presurizar debido a la producción de gas en los lodos de aguas residuales y se pueden presentar explosiones. En el numeral 7 se presenta orientación para resolver este problema.

Se deben usar recipientes de vidrio cuando se van a determinar componentes orgánicos como los plaguicidas, mientras que los recipientes de polietileno son preferibles en el muestreo para la determinación de parámetros de interés general como pH y material seco. Los recipientes de polietileno es posible que no sean adecuados para recoger muestras que se van a someter a análisis de metales traza (por ejemplo mercurio); solamente se deben usar estos recipientes si los ensayos preliminares indican niveles de interferencia aceptables.

La introducción de material envejecido del espacio muerto en las líneas de muestreo también puede contribuir a la contaminación de muestras debido a la corrosión (véase el numeral 5.3.3) y pueden llegar a ser una fuente potencial seria de error si no se eliminan.

Consúltense los procedimientos analíticos estándar para una guía detallada sobre el tipo de recipiente de muestras que se va a usar. Para orientación sobre los recipientes de muestreo, véase la norma NTC-ISO 5667-3.

4.2 EQUIPO

En general, el equipo para muestreo de lodos es más práctico cuanto más simple sean su construcción y diseño. Las características de un lodo pueden variar de acuerdo con el tipo y el contenido de sólidos, y por lo tanto, la forma de manipular un dispositivo de muestreo depende de las propiedades físicas; no se pueden dar recomendaciones generales, pero en los Anexos A y B se presentan algunos ejemplos específicos de equipo para lodos líquidos bajo circunstancias particulares.

5. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

5.1 RÉGIMEN DE MUESTREO

La forma más apropiada de realizar el muestreo en cualquier situación dependerá de varios factores:

- a) Acceso al punto de muestreo por parte del personal.
- b) El sentido práctico al instalar y mantener equipo automático, si es apropiado.
- c) El sentido práctico para interrumpir en forma segura una corriente de lodos líquidos o tortas en movimiento cuando se realiza muestreo manual, y

- d) La naturaleza del diseño de la cámara o tanque con respecto a la estratificación de los lodos líquidos.

En una planta fija, cuando se planifica un ejercicio de muestreo, se recomienda llevar a cabo una revisión sobre la viabilidad del sitio antes de determinar la posición más segura y más práctica para el muestreo manual. La naturaleza representativa de la muestra resultante también desempeñará un papel clave en la selección de la posición final.

Cuando los lodos pasan por una corriente accesible, se debe considerar ya sea muestreo continuo o intermitente. Cuanto mayor sea el número de muestras tomadas, mayor el grado de confianza en la representatividad de la muestra. Para mayor información, véanse las normas NTC-ISO 5667-1 e ISO 5667-14. Puede haber un requisito para considerar la naturaleza representativa de los lodos sólidos. Para este propósito, en la norma ISO 1988 se puede encontrar mayor información sobre la valoración estadística de las cargas a granel de materiales sólidos.

Sin embargo, es recomendable con frecuencia tomar muestras diarias o alternadas para propósitos de control, ya que las definiciones de lotes y períodos variarán de una planta a otra. Es más probable que se pueda llevar a cabo muestreo continuo en donde se pueda realizar muestreo a una descarga de un transportador manual. El muestreo intermitente es más adecuado para muestreo manual de la descarga de un vagón o buque cisterna.

5.1.1 Tipos de muestra

Los tipos básicos de muestras que se pueden requerir son:

- a) Una muestra compuesta que puede ser generada por muestras aleatorias o continuas tomadas de apilamientos (stockpiles) existentes, muestreo de lodos líquidos o en torta.
- b) Una muestra aleatoria o puntual, que es tomada aleatoriamente de un líquido o flujo de torta en un transportador o de un solo punto en la muestra, en una pila. Un refinamiento de esta técnica es una serie programada de muestras aleatorias analizadas individualmente, que pueden ser líquidas o en torta.

Para calcular el intervalo de muestreo máximo, t , en minutos, entre la toma de muestras cuando se usa muestreo basado en el tiempo, se debe usar la ecuación (1):

$$t = \frac{60 Q}{Gn}$$

Donde:

- Q = es la masa del lote (en toneladas).
- G = es el caudal máximo (en toneladas/hora)
- n = es el número de muestras

5.1.2 Muestreo compuesto

5.1.2.1 Muestreo continuo. En un muestreo continuo a intervalos regulares, las muestras se toman uniformemente en toda la provisión de lodos, pero luego se agrupan en muestras compuestas.

5.1.2.2 Muestreo intermitente o de remesa. Para este tipo de muestreo, las muestras no se toman normalmente a intervalos uniformes en todo el suministro de lodos antes de formar muestras compuestas. En vez de esto, los lodos se consideran como una serie de lotes y para el muestreo solamente se selecciona una proporción. Los lotes seleccionados se esparcen uniformemente en toda la provisión de lodos y las muestras se toman uniformemente de cada lote seleccionado para muestreo. Por ejemplo, se hace un muestreo escogiendo tanques cisterna en forma aleatoria, independientemente de la fuente de los lodos o la masa transportada.

Con este tipo de programa de muestreo es necesario tener en cuenta el hecho de que el promedio de intervalos de tiempo estará influenciado por la variación entre lotes, lo cual no se puede predecir. Se requerirán más muestras durante el intervalo de tiempo para lograr una confianza dada, que si se realizara muestreo continuo, ya que el error de muestreo en un lote es ahora una porción del error total.

5.1.2.3 Muestreo relacionado con el flujo. Se lleva a cabo extrayendo, al final de cada intervalo de tiempo, una masa de lodo proporcional al caudal en el punto de muestreo. Ésta se puede agregar a una muestra compuesta o a una muestra compuesta parcial. Este método es aplicable cuando se realiza el muestreo del lodo primario en el momento de la decantación; es decir, cuando la cabeza de decantación cae, la tasa de descarga caerá y el flujo cambiará proporcionalmente. Si hay un requisito de información sobre transferencia de masa, se recomienda medir el caudal asociado y/o el tamaño del lote de lodos. Por ejemplo, se puede requerir información diaria sobre carga de metales para lodos bombeados a un terreno agrícola. Para mayor orientación, consúltese la norma ISO 8363.

5.2 MUESTREO POR DUPLICADO

En una situación en la que se va a instalar muestreo automático, por ejemplo sobre una cinta transportadora, es preferible determinar que el punto en el que se van a tomar las muestras es representativo de la producción de esa parte particular de la planta. Bajo estas circunstancias, se deben usar muestras por duplicado para evaluar la variabilidad de la corriente de salida en el punto de muestreo propuesto. Esta técnica se puede aplicar a lodos en torta y líquidos.

Por ejemplo, cuando el muestreo por duplicado se encuentra en progreso, se deben tomar dos muestras y colocarlas en dos recipientes rotulados A y B. Después de que se ha recogido por duplicado un número de muestras, los resultados se deben examinar y se deben cambiar el número de muestras o de lotes muestreados a los que se les aplicó muestreo para seguir las directrices de las normas NTC-ISO 5667-1 e ISO 5667-14. Después de llevar a cabo este ejercicio, se puede encontrar que se pueden tomar menos muestras en el futuro que las que se estimaron primero, para lograr la confianza requerida definida por la necesidad de muestreo. En la norma ISO 1988 se presentan detalles sobre el cálculo del número de muestras si el material se puede asemejar a un mineral.

Si se necesita confirmación adicional del funcionamiento del muestreo, el muestreo por duplicado es ideal. Se recomienda que esto se logre tomando una corrida de 10 muestras por duplicado (es decir, 20 muestras) después de cada 40 muestras ordinarias. No es posible evaluar si ha habido un cambio en el funcionamiento del muestreo hasta que se hayan obtenido y comparado dos grupos de 10 resultados por duplicado. Si en algún momento existe

alguna razón para creer que las condiciones del muestreo han cambiado, se recomienda recolectar 10 muestras por duplicado adicionales y verificarlas estadísticamente antes de cambiar el régimen.

Es importante asegurarse de que las muestras de confirmación no se toman con un cuidado mayor que el normal. Una forma de cerciorarse de esto es siempre hacer el muestreo por duplicado, pero unificar las dos submuestras y preparar la muestra combinada cuando no se requieran resultados por duplicado.

5.3 METODOLOGÍA

No hay una directriz definitiva que se pueda suministrar sobre la necesidad de realizar el muestreo de lodos como tortas o líquidos. Por ejemplo, puede ser necesario hacer el muestreo de lodos en ambas formas en una planta en particular con el fin de que se pueda optimizar el proceso y la calidad del resultado final se pueda verificar para propósitos de disposición final.

5.3.1 Tamaño de la muestra

Se puede dar poca orientación sobre el tamaño de la muestra. Esto se debe a que este criterio depende de la variabilidad del material al que se ha aplicado muestreo y al tipo de análisis que se va a llevar a cabo.

a) Lodos líquidos

Se debe observar que los lodos líquidos (con bajo contenido de sólidos) requerirán la preparación de volúmenes relativamente grandes de material al que se ha realizado muestreo, para proporcionar suficiente material seco para un análisis verdaderamente representativo de componentes tales como los metales. Siempre se debe consultar al analista en cuanto a las cantidades de lodo requeridas y en consecuencia se reduce la muestra en campo antes de enviarla al laboratorio. Los grandes volúmenes de muestra acumulados por combinación de muestras representativas deben ser homogeneizadas antes del submuestreo. El proceso de mezcla preferiblemente se debe ensayar para asegurar la eficiencia de la mezcla. La homogeneización se puede lograr en un recipiente como por ejemplo una caneca de basura plástica, usando una paleta adecuada para evitar la sedimentación.

b) Torta de lodos

Para obtener una muestra representativa de la muestra de lodos, la masa acumulada siempre será demasiado grande para manipulación en el laboratorio. Por lo tanto, la reducción del tamaño de muestra se lleva a cabo mejor en campo, de acuerdo con los procedimientos descritos en el numeral 6.4.

5.3.2 Muestreo de tanques y carros cisterna

El funcionamiento de los tanques usados para sedimentación o consolidación de las aguas residuales o lodos de alcantarillas, digestores y otros recipientes, no siempre se puede apreciar en las muestras tomadas de las tuberías de entrada y de salida. La segregación de sólidos que es probable que ocurra se puede detectar con el muestreo de diferentes secciones y profundidades de un tanque. El acceso a diferentes estratos a menudo se logra con un diseño

como por ejemplo tubería de decantación escalonada. La inspección del tanque correspondiente normalmente revelará la presencia de estas instalaciones, si las hay. En el Anexo A se presentan ejemplos de equipos que se pueden usar en otros casos.

Normalmente se requiere una muestra de lodos compuesta, y el lodo en el tanque debe haber sido mezclado muy bien antes del muestreo, en donde sea posible. Esta práctica minimiza la necesidad de realizar muestreo a material estratificado, ya que toda la producción de lodos se trata como una mezcla. Cuando esto no se puede lograr, será necesario llevar a cabo la interpretación de los datos analíticos con precaución.

Se debe tomar de un carrotanque una mezcla aleatoria, realizando un muestreo de la descarga con una cuchara de mango largo. Un procedimiento valioso para obtener una muestra compuesta de la descarga de un carrotanque, es desviar el flujo a intervalos aleatorios hacia un recipiente separado, tal como una carretilla, para permitir la separación de la mezcla y el muestreo posterior. Esta técnica ayuda a eliminar algunos de los problemas de estratificación que se pueden presentar cuando se dejan reposar algunos lodos en tanques o carrotanques, por ejemplo con lodos fácilmente sedimentables.

5.3.3 Muestreo de tubos

Si se realiza bombeo, el muestreo correcto se puede lograr con muestras tomadas a intervalos apropiados en la salida de la bomba o en un sitio conveniente similar (véase el numeral 5.1.1). Sin embargo, factores tales como la naturaleza de los lodos, el caudal, el diámetro y la rugosidad de los tubos pueden afectar la tendencia del sistema dinámico a permitir el movimiento del flujo. La influencia de este problema potencial se puede minimizar permitiendo que el flujo se equilibre antes de recolectar una porción de la cual tomar una submuestra después del mezclado. Cualquier brazo o válvula lateral utilizados en el montaje de muestreo se debe inundar con un mínimo de tres veces el volumen permanente, para asegurarse de retirar del tubo cualquier material estancado. Cuando se toman las muestras de esta manera, se deben realizar verificaciones visuales para asegurar que el caudal y la consistencia permanecen constantes. Los bloqueos en las tuberías debido a materiales fibrosos influirán con frecuencia en la naturaleza de los lodos mediante una acción de filtración, lo que produce resultados falsos. Esto puede pasar sin ser detectado en el momento del muestreo, por lo cual se necesita repetir el ejercicio para evaluar la confiabilidad de los resultados.

Después del muestreo, las muestras se pueden amontonar para formar una muestra compuesta o se pueden analizar separadamente para determinar un perfil, por ejemplo el retiro de lodos en un clarificador o un tanque primario. El muestreo de la descarga de carrotanques se puede llevar a cabo usando una cuchara de mango largo.

Un caso especial es el muestreo de lodos acondicionados de una línea de alta presión antes del prensado de filtro de placa. En este caso, si el muestreo de los lodos se fuera a llevar a cabo de una forma convencional, lo que permite una rápida descompresión, sus propiedades de filtración probablemente se deteriorarían notablemente debido al esfuerzo cortante en la válvula de muestreo. Para llevar a cabo el muestreo de un lodo acondicionado con el mínimo de esfuerzo cortante, se puede usar el aparato que se presenta en el Anexo B, para reducir este problema. Este tipo de muestreo se requiere normalmente si se ha solicitado determinar la resistencia específica a la filtración, para evaluar la eficacia potencial de la dosificación química sobre el funcionamiento de la prensa.

5.3.4 Muestreo de canales abiertos

Se debe usar un balde lastrado o bomba, dependiendo del contenido de sólidos del lodo. Un contenido de sólidos de hasta el 5 % puede ser sometido a muestreo desde un canal abierto,

siempre que, cuando se use una bomba, la velocidad en el tubo de succión sea suficiente para mantener todas las partículas en suspensión. Esta velocidad se debe determinar con base en un sitio específico, usando una sección transparente del tubo de entrada de la bomba para evaluar visualmente el desempeño de la succión. Las muestras se deben tomar a lo ancho y en la profundidad del canal para asegurar que se obtiene una muestra compuesta representativa después de mezclar las muestras individuales. Se debe tener en mente que las características físicas del lodo pueden cambiar al pasar a través de la bomba, debido al cizallamiento de la materia en partículas. La práctica de llevar a cabo muestreo de canales abiertos es probable que ocurra solamente cuando se trata con plantas de lodos activados de aguas residuales y por lo tanto un balde lastrado es con frecuencia más apropiado.

5.3.5 Muestreo de tortas de lodo de montones y pilas

En general, con frecuencia no se exige este tipo de muestreo y los requisitos de seguridad normalmente prohíben el muestreo de rutina de esta manera. Sin embargo, si es necesario realizar el muestreo de pilas y montones, se aplica lo siguiente: cuando se lleva a cabo el muestreo de montones de lodos secos al aire de lechos o pilas de secado de la torta de lodos, es importante obtener porciones de lodos de toda la masa y no solamente de la capa superior. Los lodos tomados de lechos de secado deben estar libres de los medios presentes en el lecho, ya que la inclusión de cascajo y arena distorsionará las mediciones del contenido de materia seca. La inclusión de cascajo o arenilla sólo es aplicable si es representativa de la masa entera del lodo que se procesa. Una excavadora mecánica puede ser la herramienta más práctica, pero es necesario tener especial cuidado para asegurar un muestreo representativo.

Si después de la evaluación de los requisitos de seguridad y de la disponibilidad de equipos el muestreo de núcleo se puede considerar como un medio de obtener muestras, las muestras se deben tomar de toda la profundidad de la pila o montón y se debe preparar la muestra compuesta nominalmente, n_{sp} de estos núcleos

$$n_{sp} = \frac{\sqrt{V}}{2} \text{ [dado con aproximación al número entero más cercano]}$$

Donde:

V = es el volumen nominal de apilamiento (stockpile), en metros cúbicos.

Se recomienda que el valor de n_{sp} se encuentre entre 4 y 30. En la norma NTC-ISO 5667-12 se puede encontrar mayor información sobre muestreo en el núcleo.

Se pueden presentar variaciones importantes en los datos en los apilados, particularmente en los viejos, en las cuales las capas superiores se desecan formando costras que permiten el incremento de la actividad anaeróbica por debajo y que la actividad aeróbica prolifere en las capas superficiales. La migración de especies nutrientes debido a que la lixiviación en estas situaciones también puede causar dificultad cuando se intenta tomar muestras representativas y/o usar resultados analíticos. Por lo tanto, las capas superficiales pueden dar lugar a malas interpretaciones cuando se penetra hasta el núcleo o profundidad completa de la pila, debido a las inconsistencias en la relación área superficial a volumen, que dependen de la forma del apilado. En algunas circunstancias, el acceso a las secciones transversales de una pila con una excavadora mecánica se debe considerar, si se puede realizar con seguridad, para permitir un muestreo representativo.

5.3.6 Muestreo de vagones

El único método considerado satisfactorio para realizar el muestreo en vagones es tomar muestras de manera que sean representativas de todas las partes del lodo en el vagón. Normalmente, la mayoría del lodo en un vagón es inaccesible y los métodos con frecuencia involucran muestreo después de descarga. El método por adoptar depende del método de manipulación del lodo cargado en el vagón y de los tipos de vagón. El muestreo de vagones no se recomienda como una práctica de rutina, pero en donde las circunstancias lo determinen como necesario, por ejemplo, para entrega a un relleno sanitario (landfill), entonces se aplicará lo establecido en el numeral 5.3.6.1.

5.3.6.1 Muestreo de la parte superior de vagones. Es evidente que las muestras de lodo tomadas de la parte superior de los vagones no pueden ser representativas del contenido de humedad, si el lodo ha estado expuesto durante algún tiempo a la lluvia o la nieve, o a los efectos del aire durante el transporte. En consecuencia, el muestreo de la parte superior de los vagones para la determinación del contenido de humedad o cenizas no es satisfactorio. Además, las precauciones de seguridad apropiadas para el acceso regular hacen de esta práctica una medición de rutina improbable.

Si el muestreo está orientado a determinar el contenido de sólidos secos o cenizas, entonces se debe tomar una muestra intermitente homogeneizada en el punto de descarga del vagón después de la descarga, si se considera seguro hacerlo, es decir, no en el lado de volcamiento de un relleno sanitario (landfill) en funcionamiento.

5.3.7 Muestreo desde bandas transportadoras

5.3.7.1 Generalidades. Los fragmentos de lodos prensados o compactados de otra forma tienden a segregarse por tamaño y densidad cuando se agitan, y los finos tienden a caer al fondo. Con el fin de obtener una muestra representativa del material en una banda transportadora, se debe retirar una porción transversal completa, incluyendo los finos. Si el material sólido es de tamaño aproximadamente uniforme, los terrones se pueden remover aleatoriamente de una banda transportadora, con precaución.

5.3.7.2 Muestreo desde una banda estática. Las muestras tomadas de una banda estacionaria bajo estas condiciones deben provenir de todo el ancho y profundidad del flujo. Se debe tomar una sección completa de una longitud suficiente para dar la masa requerida. Es conveniente definir una posición adecuada para el muestreo regular marcando la estructura adyacente a la banda.

5.3.7.3 Muestreo de fin de banda. Este muestreo se hace mejor mediante un dispositivo que recolecta temporalmente el flujo entero en una estación de transferencia o punto de descarga del transportador. Por ejemplo, la desviación del flujo a un recipiente o carretilla.

En donde no es posible detener el transportador, las muestras de lodo se deben tomar mientras el transportador está en movimiento. Cuando resulte factible, la muestra se puede tomar mientras el lodo pasa de los brazos de carga a los vagones o tolvas. Si esto no es posible, el muestreo se puede hacer mientras los lodos pasan de un transportador a otro, si hay suficiente caída para la inserción de una pala de muestreo. Con frecuencia un punto adecuado se encuentra en donde los lodos caen de una banda transportadora sobre brazo de carga o rampa. Se puede colocar una plataforma para que el acceso en el muestreo manual sea fácil y seguro (véase el numeral 7).

Estas técnicas son útiles para tomar muestras representativas cuando las tortas de lodo son cargadas en los vagones. Si no es posible usar esta técnica de recolección en una estación de transferencia o punto de descarga, un procedimiento alternativo es detener el transportador periódicamente y considerar el material como una pila grande (véase el numeral 5.3.8).

5.3.7.4 Muestreo manual de una banda en movimiento. Se debe usar una pala o cuchara para hacer el muestreo desde una banda en movimiento. Es esencial que el muestreo de la corriente sea de tal manera que no introduzca sesgo. La pala se puede insertar, para muestras alternas, de izquierda a derecha y debe pasar completamente a través de la corriente para asegurar que en la muestra se incluye torta de lodo de todo el ancho. Si el tamaño de la corriente es demasiado grande para realizar el muestreo de todo el conjunto, se pueden tomar muestras sucesivas de partes adyacentes de la corriente.

Ya sea que la correa esté detenida o no, la carga de la muestra se debe controlar en cuanto sea posible, de manera que las muestras no tengan masa en exceso (véase el numeral 7).

5.3.7.5 Muestreo mecánico de una banda en movimiento. Se ha desarrollado maquinaria para el muestreo de minerales de bandas transportadoras y corrientes descendentes que puede ser transformada para uso con tortas de lodo. Sin embargo, la adaptación de este equipo no es común. Si surge una situación particular en la cual el equipo parece práctico, se debe llevar a cabo un análisis estadístico del desempeño, antes de contemplar su implementación total.

5.3.8 Pilas largas

Con esta técnica, el flujo del transportador es desviado a un área que ha sido delimitada o diseñada específicamente como un recipiente largo con tabiques separables. Si es conveniente, los tabiques se pueden colocar en su sitio antes de la siguiente etapa. El material se debe verter en el área de la pila o recipiente, de manera que se distribuya uniformemente.

Si no hay opción de colocación previa, los pares de tabiques se deben insertar en toda la longitud de la pila a intervalos fijos. Es necesario asegurar los tabiques para evitar que se junten al extraer la muestra. Los tabiques deben hacer un buen contacto con la base. La muestra comprende todo el material entre los pares de tabiques, incluyendo los finos de la base.

6. ALMACENAMIENTO, PRESERVACIÓN Y MANIPULACIÓN

6.1 GENERALIDADES

Los métodos de muestreo pueden depender del tiempo en términos de la técnica analítica por usar (por ejemplo, cambio de pH con el tiempo). Además, si hay un requisito operacional de operación inmediato, la pérdida de confianza puede ser aceptable. Los juicios se deben hacer con base en una situación específica. Por ejemplo, cuando la temperatura es el parámetro que se va a controlar, es posible que la homogeneidad de la muestra no se considere crítica. Para mayor orientación, consúltense las normas NTC-ISO 5667-3 y NTC 4113-6.

Nota 1. En la actualidad se encuentra en preparación una guía específica sobre preservación y manipulación de muestras de lodo. Se busca que este trabajo sea publicado como la norma ISO 5667-16.

Algunos tipos de lodos líquidos, particularmente lodos de alcantarillado sin tratamiento, sólidos atípicos gruesos tales como rocas ásperas, se pueden extraer pasando la muestra a través de un tamiz plástico de acero inoxidable o plástico cuyo tamaño de abertura es de mínimo 5 mm.

Nota 2. Se debe recordar que el acero inoxidable contiene cromo y níquel. No se espera que sea un problema en términos de liberación a la muestra, pero es prudente tener conocimiento de la presencia de estos metales cuando se encuentran los extremos del pH. Con tamices plásticos, el plastificante usado en la fabricación puede interferir con el análisis de bioácido.

Es posible que los sólidos atípicos requieran un examen posterior y se deben conservar. Algunas muestras pueden cambiar significativamente debido a la actividad biológica y por lo tanto es importante que sean analizadas lo más pronto posible después de su recolección.

6.2 RECIPIENTES Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS

Los recipientes para muestras se deben escoger con cuidado. La guía específica de preservación se puede obtener de la norma NTC-ISO 5667-3 y en todos los casos se debe consultar al analista (véase la nota 1 del numeral 6.1).

Las muestras para determinación de la humedad total se deben recoger y almacenar en recipientes a prueba de fugas, para evitar escapes o ingreso, y herméticos, para reducir la pérdida de humedad por evaporación. Los recipientes de las muestras se deben proteger en todo momento de cualquier fuente directa de calor, incluyendo el sol, y se deben llevar al laboratorio para almacenamiento en refrigeración y/o un análisis rápido para eliminar el riesgo de acumulación de gas en los recipientes.

Se recomienda envolver con cinta adhesiva impermeable todos los recipientes de vidrio usados para el muestreo de los lodos en donde puede ocurrir gasificación, o mediante otras medidas equivalentes, por ejemplo envolverlos en una malla plástica. Con estas medidas se minimizará la dispersión de fragmentos del recipiente si ocurre una explosión. Algunos fabricantes pueden ofrecer cubiertas para recipientes de vidrio con ecualización autorreguladora de presión. Excepto para las muestras que se van a tomar para trazas de materiales orgánicos, se pueden usar bolsas de polietileno dobles para las muestras de tortas de lodos. La muestra se debe colocar en la bolsa interna, se sella y esta bolsa de muestra y el sello se colocan dentro de la bolsa exterior de polietileno y se sellan. Las bolsas de tela no son adecuadas, ya que no son impermeables ni a prueba de polvo.

6.3 ALMACENAMIENTO

Véase también la Nota 1 del numeral 6.1.

Para los análisis clásicos, los recipientes de muestra completos se deben almacenar en un sitio fresco, preferiblemente a una temperatura inferior a la reinante cuando se tomó la muestra, prestando atención a las condiciones climáticas. Las muestras se deben identificar, empacar, almacenar y transportar en donde sea posible, a $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ para evitar la posibilidad de pérdida de elementos volátiles y minimizar el cambio inducido biológicamente. Se deben almacenar en la oscuridad para evitar inducir actividad biológica.

Nota. Si se requiere hacer el examen microbiológico de las muestras, la preservación de la muestra puede ser crítica para poblaciones específicas de organismos. En este caso, se debe solicitar orientación al laboratorio que realiza el examen, sobre los requisitos precisos.

Cuando se requieren determinaciones orgánicas de trazas, el análisis normalmente se lleva a cabo en las muestras como se recibieron (sin secar antes de uso). Sólo se deben usar recipientes de vidrio, y se deben tener en cuenta las precauciones apropiadas en cuanto a producción de gas y acumulación de presión. Si no se sospecha que las trazas de elementos orgánicos se volatilicen significativamente en la fase de gas, se puede adoptar un régimen de abertura del recipiente con regularidad, para aliviar la presión acumulada durante el

almacenamiento. Si se sospecha volatilidad significativa de la fase de gas, el análisis se debe emprender lo más pronto posible después del muestreo. Las muestras fermentables (casi todos los lodos derivados biológicamente) en donde sea posible, no se deben almacenar en recipientes de vidrio sin que antes la actividad biológica sea inerte, por ejemplo, mediante refrigeración, debido al riesgo de explosión debido a la generación de gas.

El almacenamiento en el laboratorio se recomienda hasta que se hayan obtenido todos los datos, en caso de información errada que requiere investigación. En algunos casos es posible que se requiera agregar preservativos. Si la muestra se seca al aire, la muestra tamizada se debe almacenar en un recipiente de vidrio o polietileno cerrado.

Antes del almacenamiento pueden ser apropiadas algunas formas de tratamiento térmico, como el autoclave, por ejemplo, si los elementos volátiles no son de interés y la muestra se guarda para determinación de metales compuestos. Siempre se debe buscar orientación del analista receptor.

6.4 REDUCCIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA (CUARTEO)

Normalmente es necesario reducir la masa de cualquier muestra sólida a granel. Esto da como resultado una muestra de ensayo que a su vez se reduce para obtener una porción de masa más apropiada para el ensayo que se realiza. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo la reducción de la muestra de manera que en cada etapa se obtenga una parte representativa de la muestra.

La muestra se debe mezclar muy bien amontonándola sobre una superficie limpia, plana y dura, para formar un cono. Luego se le da la vuelta con una pala, para formar un nuevo cono. Esta operación se lleva a cabo tres veces. Cada montículo cónico se debe formar depositando cada palada de material en el ápice del cono, de manera que las porciones que resbalan por los lados se distribuyan de la manera más homogénea posible, y que el centro del cono no se desplace. Luego el montículo se divide en cuartos, que deben ser de diámetro y espesor uniforme y se debe considerar debidamente la forma irregular. Se deben conservar y recombinar los cuartos opuestos diametralmente. El proceso se repite hasta que los dos cuartos finales producen la masa de muestra requerida.

Usando esta técnica es poco probable homogeneizar lodos que tienen apariencia gelatinosa y que se comportan más como una gelatina que como un mineral sólido como la gravilla. Puede ser más apropiado el mezclado empleado para la preparación manual o mecánica del mortero de cemento. La división en submuestras se puede lograr mediante la combinación de cuartos opuestos diametralmente.

6.4.1 Reducción de muestras para obtener múltiples submuestras

Cuando de una muestra a granel es necesario obtener dos o más muestras de laboratorio, la masa de la muestra se debe dividir por cuarteo. Todo el exceso de muestra rechazado se debe recombinar en las etapas de división individuales, se mezcla muy bien y se reduce de nuevo para obtener una segunda muestra de laboratorio. Esto se debe repetir cuanto sea necesario hasta obtener el número requerido de muestras de laboratorio.

Cuando en el laboratorio se maneja material seco, con frecuencia el cuarteo se lleva a cabo en una lámina plástica que puede ser usada para mezclar el material y formar un nuevo montículo listo para la reducción de masa. La mezcla se realiza volteando hacia adentro los cuartos opuestos, levantando los bordes de la lámina y doblándola por la mitad o mediante el uso de implementos plásticos.

Este procedimiento también se debe adoptar si se requiere la división en duplicados de laboratorio. Con este procedimiento se asegura así la máxima homogeneidad de los dos duplicados de la misma muestra a granel. Por ejemplo, después de homogeneización de una submuestra preparada para los análisis de metales.

Alternativamente, la muestra se puede verter en un montículo cónico que ha sido dividido en cuatro usando tabiques planos más largos que la pila. Los cuadrantes diametralmente opuestos se deben retirar (incluyendo los finos) y combinar. Este proceso se repite hasta que la muestra sea lo suficientemente reducida en volumen para suministrar al analista una muestra de un tamaño apropiado. Cuando las muestras han sido secadas y homogeneizadas, se pueden usar dispositivos como las cajas de separación (véase la Figura 1) para subdividir, si hay suficiente material. En donde se usan cajas de separación, el material se debe distribuir uniformemente por todo el ancho, para asegurar que la muestra se divide representativamente. Si las muestras húmedas se tratan de esta manera, no quedarán divididas adecuadamente y pueden causar obstrucción de la caja.

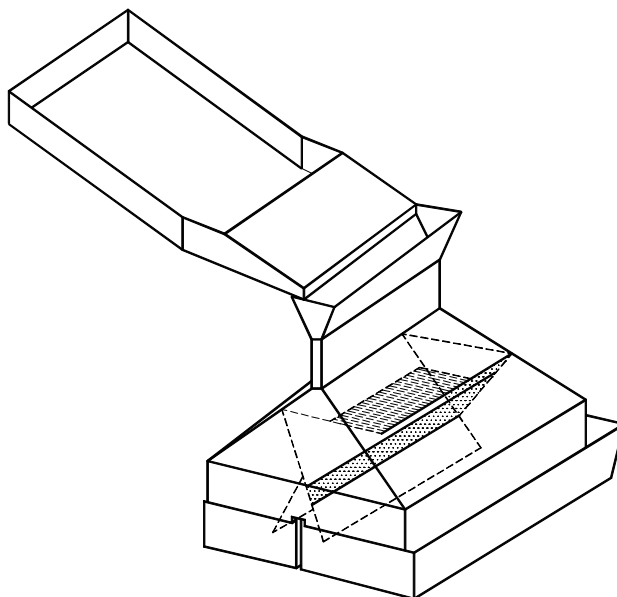


Figura 1. Caja típica de separación

7. SEGURIDAD

Puede ser necesario tomar muestras de un sistema de alcantarillado al igual que de instalaciones de tratamiento o lugar similar, pero en cualquier caso, es probable que se presenten algunos riesgos. En general, las recomendaciones de seguridad dadas en otras partes de la serie NTC-ISO 5667 son pertinentes en muchas ocasiones en que se hacen muestreos de lodo, por ejemplo la norma NTC-ISO 5667-10. Los ejemplos de tipos de riesgos que se pueden presentar con respecto a muestreo de lodos en particular se dan abajo:

- a) Las plantas de manejo de lodos se asocian con frecuencia con suelo húmedo que puede estar cubierto con derrames de lodos secundarios. Se puede evitar deslizamiento en el suelo mientras se realiza el muestreo, si se escogen puntos de muestreo protegidos por plataformas elevadas.

- b) Puede ocurrir infección bacterial y parasitaria debido a ingestión accidental o a través de piel herida no protegida y las membranas mucosas. Los riesgos se pueden minimizar mediante la adopción de códigos estrictos de higiene personal y el uso de guantes y gafas protectoras.
- c) En los espacios confinados existen atmósferas peligrosas. Estos pueden ser fuentes húmedas de estaciones de bombeo. Las atmósferas peligrosas pueden ser aquellas con deficiencia de oxígeno, gases y vapores tóxicos, gases y vapores explosivos. La mayoría de ambientes de muestreo hacen despliegue de signos de advertencia sobre los peligros potenciales, pero los componentes atmosféricos se deben controlar siempre si las condiciones no se han evaluado previamente. Es esencial que el personal comprometido en el muestreo esté familiarizado con el equipo de seguridad y los procedimientos disponibles y la operación del equipo de ensayo de gas/vapor que se usa para evaluar la calidad de la atmósfera. Se debe tener cuidado particular en las plantas de digestión anaeróbica, debido a los riesgos de explosión potencial. La entrada a los espacios confinados bajo estas condiciones con frecuencia está sujeta a las reglamentaciones nacionales.
- d) La inundación es un riesgo que probablemente está asociado solamente con alcantarillados y tanques de retención. La regla más importante debe ser siempre que no se debe entrar a estas áreas durante muestreo, excepto bajo circunstancias excepcionales. En donde exista riesgo de inundación, siempre debe haber personal de seguridad presente.
- e) El muestreo de apilamientos de tortas de lodo no se realiza sin algún riesgo para el personal, y se debe tener cuidado para evitar el riesgo de quedar atrapado por deslizamiento o hundimiento.
- f) Se deben considerar los requisitos de las prácticas de trabajo seguro cuando se trabaja con maquinaria en movimiento, por ejemplo, bandas transportadoras y prensa de placas.
- g) Se sugiere que la masa máxima de una muestra que debe levantar un individuo debe ser 25 kg.
- h) En donde el muestreo de los lodos se hace usando sistemas de presión o de vacío, se debe tener cuidado para prevenir la exposición del personal a los aerosoles de lodos formados durante el proceso de muestreo. De lo contrario, los agentes infecciosos pueden entrar al cuerpo por los pulmones.

Las disposiciones de las reglamentaciones nacionales de salud y seguridad se deben estudiar siempre cuidadosamente y aplicarlas antes de realizar el muestreo.

8. PRESENTACIÓN DE INFORMES

Los recipientes de las muestras se deben rotular en forma clara y sin ambigüedades, de manera que los resultados analíticos posteriores se puedan interpretar. Todos los detalles pertinentes a la muestra se deben registrar en una etiqueta adherida al recipiente y además debe incluir los resultados de los ensayos en el sitio, llevados a cabo por quien tomó las muestras (por ejemplo, pH). Alternativamente, se debe usar un sistema codificado, por ejemplo código de barras. Cuando para una sola ocasión se necesitan muchos recipientes, se recomienda identificarlos con números codificados y registrar todos los detalles pertinentes en un formato de registro de muestras. Los rótulos o formatos se deben llenar siempre en el momento de la recolección de las muestras.

El formato detallado del reporte de la muestra dependerá de los objetivos del muestreo. Los detalles que se deben considerar para inclusión son:

- a) El nombre de la planta.
- b) El sitio de muestreo (esta descripción debe ser lo suficientemente completa para permitir que otra persona encuentre el sitio exacto sin orientación adicional).
- c) La fecha y hora de recolección de las muestras.
- d) El nombre del recolector de muestras.
- e) Las condiciones meteorológicas en el momento del muestreo.
- f) La apariencia de la muestra.
- g) Información sobre cualquier técnica de conservación usada.
- h) Información sobre cualquier requisito específico de almacenamiento de la muestra (por ejemplo, mantenerse refrigerada).

DOCUMENTO DE REFERENCIA

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Water Quality - Sampling. Part 13: Guidance on Sampling of sludges from sewage and water treatment works. Geneve: ISO, 1997. 21 p. (ISO 5667-13)

Anexo A (Informativo)**Dispositivos de muestreo al vacío****A.1 LODOS ESPESOS DE RECIPIENTES ABIERTOS**

Para lodos espesos (tales como los lodos primarios), se ha usado con éxito el muestreador ilustrado en la Figura A.1, en circunstancias tales como tanques de almacenamiento que no tienen acoplada tubería para muestreo estratificado. Se puede colocar tubería de toma de muestras a profundidades predeterminadas desde la parte superior del tanque. La construcción consta de un tubo de 25 mm de calibre, conectado equipotencialmente al tanque, en secciones de 2 m unidas por conexiones roscadas que no reducen el calibre, hasta máximo 5 secciones. Ésta se conecta por medio de un tubo flexible y una válvula a un vaso de precipitados Buchner o botella de 10 l que está rodeado por un dispositivo de protección para prevenir lesiones si llegara a sufrir alguna falla; puede ser evacuada ya sea a mano o por medio de una bomba de vacío eléctrica equipada con un motor intrínsecamente sin chispa.

Es necesario obtener un buen vacío en la botella antes de abrir la válvula a la línea de muestreo. Antes de tomar la muestra, se debe tomar un poco de lodo en una botella limpia de 10 l para purgar la tubería. Se recomienda una purga equivalente a tres veces el volumen estático del brazo (sonda) de muestreo. Este método es adecuado particularmente para realizar el muestreo desde digestores, ya sea a través de un orificio en el techo o de un sello de lodos en los tipos de cabeza flotante. Es importante retirar el lodo incrustado desde el punto de muestreo, antes de insertar la tubería de aluminio. Para asegurar que la muestra de lodos es representativa, será necesario considerar cuidadosamente el lugar de colocación del tubo de entrada.

Notas.

- 1) En situaciones en las cuales se desarrolla una capa muy viscosa en un lodo estratificado, este equipo puede atraer material menos viscoso y una capa de aguas lluvias, generando así una muestra no representativa.
- 2) El equipo ha demostrado ser inadecuado para hacer el muestreo de lodos con contenido de sólidos secos mayor del 6 % al 8 % de fracción de masa.

A.2 LODOS CLAROS

Para llevar a cabo el muestreo de lodos claros (es decir, con menor contenido de sólidos), por ejemplo en clarificadores o tanques de sedimentación comercial se puede usar un muestreador comercial con tubo plástico de pequeño calibre (mínimo 6 mm de diámetro). Se debe tener cuidado de limpiar todos los tubos después de su uso para evitar acumulación de babazas bacteriales o crecimiento de algas en las superficies internas de los tubos.

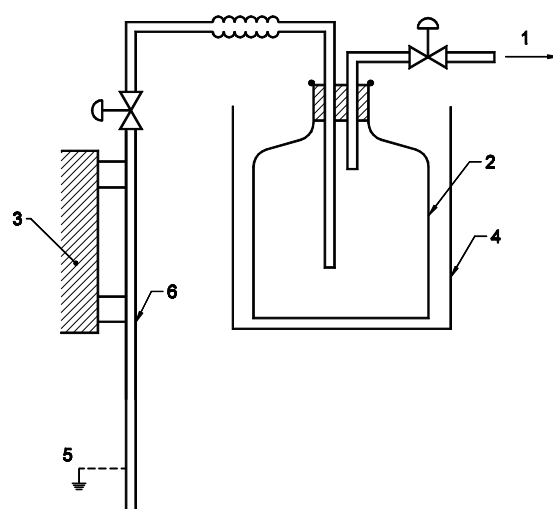


Figura A.1 Aparato sugerido para el muestreo de lodos líquidos espesos en vacío

1. Al vacío.
2. Botella de muestra de 10 litros.
3. Soporte.
4. Cubierta protectora.
5. Puesta a tierra del tanque
6. Diámetro interior 25 mm

Anexo B (Informativo)**Equipo para muestreo de tuberías presurizadas**

El montaje de ensayo recomendado (véase la Figura B.1) se debe conectar a un sistema de manómetros capaz de medir e igualar las presiones en el recipiente de muestreo y el tubo de muestreo al cual se conecta. El dispositivo actúa como un bloqueo de la presión para permitir descompresión controlada en el recipiente de la muestra. Esta operación es muy importante para manejar la muestra con seguridad y reduce considerablemente el efecto de cizallamiento sobre los lodos. Los pasos básicos del procedimiento son:

- a) Se conecta el aparato a la línea de alta presión en el punto A con todas las válvulas cerradas.
- b) Se abre la válvula D y se admite aire comprimido hasta que la presión del equipo sea igual a la presión de operación de la prensa del filtro o del tubo en cuestión.
- c) Se cierra la válvula D y se abre la B.
- d) Se abre ligeramente la válvula E para dejar escapar aire y que el muestreo del lodo se pueda hacer a través de la válvula B abierta.
- e) Cuando el lodo aparece en la salida de la válvula E, el compartimiento de muestreo está lleno de lodo. Se cierra la válvula E.
- f) Se cierra la válvula B y se abre la E para reducir la presión a la atmosférica.
- g) Se abre la válvula C y se retira la muestra de lodos.

Para compensar el volumen muerto del lodo en la línea de muestreo a presión A, se debe repetir el procedimiento anterior para obtener una purga equivalente a 3 veces el volumen del tubo. Así se asegura que el nuevo lodo es decantado como la muestra.

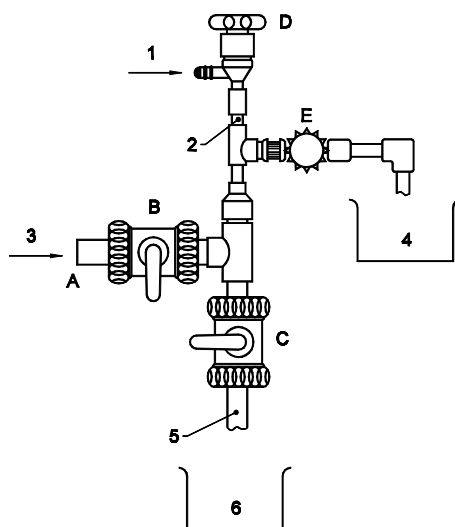


Figura B.1 Montaje de válvula recomendado para el muestreo de lodos líquidos bajo presión

1. Aire comprimido
2. Tubo de PVC de 15 mm de DE
3. Línea de lodos a alta presión
4. Recipiente
5. Tubo de PVC de 30 mm de DE
6. Recipiente para recolección de muestras

Anexo C (Informativo)

Bibliografía

ISO 1988: 1975, Hard Coal - Sampling

NTC-ISO 5667-1:1995, Gestión ambiental. Calidad de agua. Muestreo. Guía para el diseño de programas de muestreo.

NTC-ISO 5667-10:1995, Gestión ambiental. Calidad de agua. Muestreo. Guía para el muestreo de aguas residuales.

NTC-ISO 5667-12:1998, Calidad de agua. Muestreo. Guía para muestreo de sedimentos de fondo.

ISO 5667-16:1989, Water Quality - Part 16: Guidance on Biotesting of Samples.

NTC 3650:1994, Gestión ambiental. Calidad de agua. Vocabulario. Parte 2.

NTC 4113-4:1997, Gestión ambiental. Calidad de suelo. Guía sobre el procedimiento para la investigación de sitios naturales, cuasinaturales y cultivados