



PERÚ

Ministerio
de Educación

Guía

“Parámetros Específicos de Mantenimiento de Componentes de la Infraestructura Educativa”

INDICE

TÍTULO I. ASPECTOS GENERALES	3
Artículo 1.- Objetivo.....	3
Artículo 2.- Ámbito de aplicación	3
Artículo 3.- Base Normativa	3
Artículo 4.- Acrónimos, siglas y abreviaturas.....	4
Artículo 5.- Glosario	4
TÍTULO II. DESARROLLO DE LA GUIA.....	5
SUBTÍTULO I. CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES	5
SUBTÍTULO II. PARÁMETROS Y COMPONENTES	6
Artículo 6.- Parámetros específicos de Mantenimiento Preventivo y Correctivo	6
Artículo 7.- Desarrollo de los parámetros específicos.....	6
Artículo 8.- Consideraciones generales:.....	7
DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS	7
DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES	7
Anexo 1.- Instalaciones eléctricas interiores - Sistema de Pozo a Tierra	9
Anexo 2.- Instalaciones eléctricas interiores – Tableros Eléctricos	22
Anexo 3.- Techos y cubiertas.....	38
Anexo 4.- Instalaciones sanitarias – Sistema de drenaje pluvial	52
Anexo 5.- Instalaciones sanitarias - Sistema de disposición sanitaria de excretas.....	68
Anexo 6 – Instalaciones Sanitarias – Sistema de almacenamiento de agua	90

TÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

Artículo 1.- Objetivo

La presente Guía tiene como objetivo orientar la realización de actividades específicas vinculadas al mantenimiento preventivo y correctivo, bajo determinados parámetros que, a su vez, permitan la elaboración del diagnóstico del componente de infraestructura educativa; con el fin de asegurar las condiciones de funcionalidad, habitabilidad y seguridad de esta, y, contribuir a la mejora de la calidad del servicio educativo.

Artículo 2.- Ámbito de aplicación

El documento es de aplicación a todas las personas, instancias de gestión educativa descentralizadas y demás entidades de los tres niveles de gobierno que intervengan en el mantenimiento de la infraestructura de las instituciones educativas públicas de gestión directa e instituciones educativas públicas de gestión privada, de Educación Básica, Educación Técnico-Productiva y Educación Superior que se imparte en institutos y escuelas.

Artículo 3.- Base Normativa

- 3.1 Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA – Decreto Supremo que aprueba 66 Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE y modificatorias.
- 3.2 Resolución de Secretaría General N° 239-2018-MINEDU - Resolución de Secretaría General que aprueba la Norma Técnica de Criterios Generales de Diseño para Infraestructura Educativa.
- 3.3 Resolución Viceministerial N° 017-2015-MINEDU- Resolución Viceministerial que aprueba la Norma Técnica de Infraestructura para locales de Educación Superior - NTIE 001-2015; excepto en el extremo que regula los criterios de diseño para los institutos y escuelas de Educación Superior Tecnológica.
- 3.4 Resolución Viceministerial N° 050-2019-MINEDU - Resolución Viceministerial que aprueba la Norma Técnica Criterios de Diseño para Colegios de Alto Rendimiento-COAR.
- 3.5 Resolución Viceministerial N° 056-2019-MINEDU - Resolución Viceministerial que aprueba la Norma Técnica Criterios de Diseño para Locales Educativos de Educación Básico Especial.
- 3.6 Resolución Viceministerial N° 208-2019-MINEDU - Resolución Viceministerial que aprueba la Norma Técnica Criterios de Diseño para Locales Educativos de Primaria y Secundaria.
- 3.7 Resolución Viceministerial N° 104-2019-MINEDU - Resolución Viceministerial que aprueba la Norma Técnica Criterios de Diseño para Locales Educativos del Nivel de Educación Inicial.

- 3.8 Resolución Viceministerial N° 283-2019-MINEDU - Resolución Viceministerial que aprueba la Norma Técnica “Criterios de Diseño para Ambientes de los Institutos Tecnológicos de Excelencia”.
- 3.9 Resolución Viceministerial N° 100-2020-MINEDU - Resolución Viceministerial que aprueba la Norma Técnica “Criterios de Diseño para Institutos y Escuelas de Educación Superior Pedagógica”.
- 3.10 Resolución Viceministerial N° 140-2021-MINEDU - Resolución Viceministerial que aprueba la Norma Técnica “Criterios de Diseño para Institutos y Escuelas de Educación Superior Tecnológica”.
- 3.11 Guía General Parámetros de Mantenimiento de la Infraestructura Educativa, difundida mediante Oficio N° 02555-2020-MINEDU/VMGI-DIGEIE, Oficio N° 02556-2020-MINEDU/VMGI-DIGEIE, Oficio Múltiple N° 00017-2020-MINEDU/VMGI-DIGEIE, y Memorandum N° 00004-2020-MINEDU/VMGI-DIGEIE-DINOR.

Las referidas normas incluyen sus respectivas disposiciones ampliatorias, modificatorias y conexas, de ser el caso.

Artículo 4.- Acrónimos, siglas y abreviaturas

Para la presente Guía, se consideran los siguientes acrónimos, siglas y abreviaturas:

4.1 Acrónimos y siglas

IE	-	Institución Educativa.
IIEE	-	Instituciones Educativas.
INDECI	-	Instituto Nacional de Defensa Civil.
RNE	-	Reglamento Nacional de Edificaciones.
UGEL	-	Unidad de Gestión Educativa Local.
DRE	-	Dirección Regional de Educación.
GR	-	Gobierno Regional.
GL	-	Gobierno Local.
CNE-utilización	-	Código Nacional de Electricidad – Utilización.
CNE-suministro	-	Código Nacional de Electricidad – Suministro.

4.2 Abreviaturas

D.S.	-	Decreto Supremo.
R.M.	-	Resolución Ministerial.
R.V.M.	-	Resolución Viceministerial.
R.D.E.	-	Resolución Directoral Ejecutiva.
N.T. Criterios Generales	-	Norma Técnica de Criterios Generales de Diseño para Infraestructura Educativa.

Artículo 5.- Glosario

Para efectos de la presente Guía los siguientes términos tienen el significado que a continuación se detalla:

5.1. Infraestructura educativa. – Es el soporte físico del servicio educativo, constituido por el conjunto de predios, espacios, edificaciones, equipamiento y mobiliario. Asimismo, contempla los elementos estructurales y no estructurales, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias (entre otras instalaciones técnicas), organizados bajo un concepto arquitectónico bajo los requerimientos de seguridad, funcionalidad y habitabilidad de la infraestructura, y que a su vez responda a los requerimientos pedagógicos¹.

5.2. Vida útil.- Es el periodo de uso estimado durante el cual se espera que la infraestructura educativa o parte de ella conserve sus propiedades de acuerdo a los estándares de calidad correspondientes. Excepcionalmente, la vida útil puede culminar como consecuencia de un daño irreparable o por obsolescencia².

El presente Glosario de Términos se complementa con las definiciones establecidas en la guía General Parámetros de Mantenimiento de la Infraestructura Educativa, la N.T. Criterios Generales y el RNE.

TÍTULO II. DESARROLLO DE LA GUIA

SUBTÍTULO I. CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

En la presente Guía se desarrollan las actividades específicas del mantenimiento preventivo y correctivo de los siguientes componentes de la infraestructura educativa:

Cuadro N°1.- Componentes de la infraestructura educativa

Componentes de la infraestructura educativa	
Instalaciones eléctricas interiores	1. Sistema de Pozo a Tierra 2. Tableros eléctricos
Techos y/o cubiertas	3. Techos y cubiertas
Instalaciones sanitarias	4. Sistema de drenaje pluvial 5. Sistema de disposiciones sanitaria de excretas 6. Sistema de almacenamiento de agua

Fuente: Elaboración propia

La presente Guía se complementa con las disposiciones señaladas en la Guía General Parámetros de Mantenimiento de la Infraestructura Educativa.

¹ Conforme a lo dispuesto en la N.T. Criterios Generales.

² Tomando como base lo señalado en el documento denominado “Lineamientos para la identificación y registro de las inversiones de optimización, de ampliación marginal, de rehabilitación y de reposición – IOARR”, se pueden identificar dos dimensiones en los cuales se desenvuelve la aplicación de la vida útil: vida útil estimada y vida útil efectiva. Sobre la primera pueden ser: (i) tiempo de uso de diseño. Por ejemplo, un foco incandescente por lo general tiene un tiempo de uso de 1000 horas, en cambio una luminaria led su periodo es mayor por la tecnología que utiliza; (ii) cantidad de unidades producidas de diseño. Por ejemplo, una impresora con capacidad de realizar hasta un millar de impresiones. Sobre la segunda dimensión pueden ser: (i) Por el valor actual de los costos incurridos de operación y mantenimiento en tanto sea mayor al valor actual del costo de adquisición nueva y su operación. Por ejemplo, una bomba de agua de inodoro con tecnología obsoleta vs una actual, donde para el mantenimiento y operación de la primera se gasten más recursos que adquirir una nueva y operarla; (ii) Por previsión de daño irreparable o por causas propias de su operación y uso. Aquello relacionado con los aspectos de la vida útil estimada. Por ejemplo, al estar cercano al cumplimiento de las 1000 horas máximas de uso de un foco incandescente; (iii) Por un daño o deterioro irreparable. Por ejemplo, la rotura de un vidrio de ventana; (iv) Por modificación de la normativa vigente aplicado al componente. Por ejemplo, en el caso de una puerta por actualización de sus dimensiones normativas. En este caso se analiza la conveniencia técnica y económica de su permanencia, hasta que se presente alguno de los casos anteriormente señalados; y (v) Por requerimiento tecnológico de un nuevo hardware para poder utilizar adecuadamente el software en equipos informáticos.

SUBTÍTULO II. PARÁMETROS Y COMPONENTES

Artículo 6.- Parámetros específicos de Mantenimiento Preventivo y Correctivo

- 6.1. Los parámetros específicos establecidos en la presente Guía orientan al desarrollo del mantenimiento preventivo y correctivo de determinados componentes que forman parte de la infraestructura educativa y permiten, a su vez, realizar diagnósticos y el control de las actividades bajo criterios establecidos.
- 6.2. Los parámetros señalan actividades mínimas y recomendables para el mantenimiento preventivo o correctivo.
- 6.3. Los parámetros se desarrollan en base a las condiciones de la infraestructura educativa referidas a seguridad, funcionalidad y habitabilidad establecidas en la N.T. Criterios Generales.
- 6.4. Si bien esta Guía propone determinadas actividades, como parte de los parámetros; se pueden considerar actividades y/o componentes adicionales y/o distintas, así como frecuencias mayores o menores. Ello, dependerá de los documentos de referencia³, la complejidad de la infraestructura educativa y/o las características del entorno (por ejemplo, mayor presencia de fenómenos atmosféricos como lluvias).

Artículo 7.- Desarrollo de los parámetros específicos

Los parámetros de cada componente se desarrollan en los anexos de la presente Guía, cuyo contenido es el siguiente:

1. Definición General
2. Definiciones operacionales: Definición de términos y tipos acordes al componente de infraestructura desarrollado.
3. Componentes básicos: Descripción de los elementos o partes básicas del componente.
4. Requerimientos básicos para el mantenimiento:
 - 4.1. Recursos humanos
 - 4.2. Indumentaria sugerida (Equipos de Protección Personal)⁴
 - 4.3. Herramientas básicas sugeridas. De requerirse, se especifica si una herramienta requiere de certificado de calibración vigente, según normativa sobre la materia.
5. Actividades del mantenimiento:
 - 5.1. Procedimientos preliminares: Actividades previas a realizar el mantenimiento.
 - 5.2. De corresponder, mediciones y/o pruebas de funcionamiento iniciales: Según el tipo de componente, se especifican las mediciones y/o pruebas de funcionamiento como parte de las actividades de inspección del mantenimiento preventivo.
 - 5.3. Actividades de mantenimiento preventivo: Se listan las actividades de reparación, reemplazo, pintado, ajustes, entre otros que formen parte del mantenimiento preventivo del componente.

³ Los documentos de referencia son las memorias o fichas técnicas, manuales o guías específicas del fabricante, proveedor, y/o normativa aplicable al componente de la infraestructura educativa.

⁴ Se señala solo indumentarias sugeridas para la ejecución del mantenimiento. No se señala el proveedor de la misma.

- 5.4. Actividades de mantenimiento correctivo. Se listan las actividades de reposición, instalación, entre otros que formen parte del mantenimiento correctivo del componente.
6. Descripción de las actividades del mantenimiento: De corresponder, se desarrollan las actividades listadas en el numeral precedente.
7. Prohibiciones, precauciones y recomendaciones: Se señalan prohibiciones específicas de acuerdo a la normativa vigente y/o precauciones con respecto al componente y/o sistema. Asimismo, se señalan recomendaciones a seguir en los procedimientos.
8. Flujograma de actividades: Descripción gráfica del procedimiento técnico del mantenimiento.
9. Programación de actividades de mantenimiento (frecuencia sugerida para un óptimo funcionamiento).
10. Ficha de mantenimiento a ser llenada en la ejecución de acciones de mantenimiento⁵.
11. Referencias bibliográficas (documentos normativos, orientadores, entre otros).

Artículo 8.- Consideraciones generales:

- 8.1. Los residuos sólidos productos de los trabajos de mantenimiento, deben seguir la normativa vigente sobre la materia⁶.
- 8.2. Se recomienda que los reemplazos o sustituciones de elementos y/o componentes sean realizados con elementos de mejor calidad, siguiendo la normativa vigente, con el fin de garantizar o prolongar su vida útil.
- 8.3. En caso las actividades de mantenimiento comprometan la estructura de la edificación, se deberá contactar con la UGEL o DRE de su jurisdicción (o el que haga sus veces) para conocimiento y acciones.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

PRIMERA.- La presente Guía específica contempla únicamente actividades de mantenimiento preventivo o correctivo, excluyendo acciones y/o actividades que podrían desarrollarse en el marco de la normativa del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, y sus directivas; asimismo, no contempla, como parte del mantenimiento, acciones de remodelación o acondicionamiento que modifiquen el uso y/o tipología de los ambientes⁷.

SEGUNDA.- Los inmuebles declarados como inhabitables por el INDECI no son objeto de mantenimiento.

⁵ Las fichas tienen como propósito registrar las actividades de mantenimiento, independientemente de su gestor (IE, UGEL, DRE, entre otros). Al ser una ficha de registro, es recomendable que se conserve en la IE para poder ser revisada, según la necesidad.

⁶ Decreto Legislativo 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y su Reglamento aprobado con D.S. 014-2017-MINAM, así como la Guía para la implementación de acciones para el manejo adecuado de residuos sólidos en instituciones educativas de educación básica regular, aprobada por R.M. N° 070-2020-MINAM. Asimismo, de corresponder, se debe considerar la normativa en el marco de la emergencia sanitaria generada por el brote de la COVID-19.

⁷ Los términos de edificación nueva, ampliación y remodelación son los señalados en la Ley de Regulación de Habilitaciones Urbanas y de Edificaciones, aprobado mediante D.S. N° 006-2017-VIVIENDA y sus modificatorias.

TERCERA.- Para intervención en IIEE que constituyen bienes culturales inmuebles o los que se encuentran ubicadas en zonas monumentales, se debe de tener en cuenta lo señalado en la normativa vigente sobre la materia⁸, según corresponda.

CUARTA.- Las exigencias y/o prohibiciones señaladas en leyes, reglamentos técnicos, normas metrológicas, normas sanitarias y/u otras normas especiales, se aplican con preferencia a las disposiciones de la presente Guía.

QUINTA.- Para el desarrollo del mantenimiento preventivo, esta Guía específica es un documento complementario a los manuales, guías, instrucciones o fichas técnicas del fabricante y/o proveedor de determinado componente.

SEXTA.- A fin de prevenir la transmisión del COVID-19, se debe considerar los lineamientos para la vigilancia, prevención y control de la salud de los trabajadores con riesgo de exposición a SARS-CoV-2⁹ del MINSA, así como toda aquella normativa y/o disposición que resulte aplicable¹⁰ en el marco de lo dispuesto en la presente Guía.

⁸ Norma A.140 “Bienes Culturales Inmuebles” del RNE.

⁹ Aprobado por Resolución Ministerial 972-2020-MINSA.

¹⁰ Entre ellas, para el presente año fiscal, la Resolución Ministerial N° 005-2021-MINEDU que aprueba la Norma Técnica “Disposiciones específicas para la ejecución del Programa de Mantenimiento 2021” – (Anexo N° 5 “Recomendaciones para la ejecución del Programa de Mantenimiento 2021 para prevenir la transmisión de COVID-19”).

Anexo 1.- Instalaciones eléctricas interiores - Sistema de Pozo a Tierra

Artículo 1.- Definición General

Son electrodos enterrados de modo horizontal o vertical, en contacto directo con el suelo natural o a través de un relleno de tierra fina mezclada con sales conductoras o productos químicos que retienen la humedad, para dispersar las corrientes eléctricas de fallas con la mínima resistencia eléctrica. Su funcionamiento conductor y dispersor es ininterrumpido, asegurando la protección de las personas principalmente contra toques eléctricos, y facilitando la referencia del potencial cero para el correcto funcionamiento de los aparatos electromecánicos, laboratorios, talleres y cómputo¹¹.

Artículo 2.- Definiciones operacionales

Para los propósitos de la presente Guía de pozo a tierra se aplican las definiciones de la Norma Técnica Peruana NTP-IEC 60364-5-54:2020, y las siguientes:

- 2.1. **Aislamiento.-** Todo material usado para aislar eléctricamente un dispositivo o componente conductor de corriente eléctrica¹².
- 2.2. **Bentonita.-** Arcilla cuya virtud principal radica en absorber agua y retenerla, se coloca alrededor del electrodo para permitir que las corrientes eléctricas drenen a tierra, coadyuvando a estabilizar la impedancia del electrodo. Es de baja resistividad y no es corrosiva¹³.
- 2.3. **Cemento conductor.-** Cemento que tiene ciertos aditivos que incrementa en gran proporción la conductividad eléctrica respecto al cemento regular. La conducción ocurre tanto por medios electrolíticos como iónicos. Asimismo, muestra propiedades capacitivas los cuales reducen la impedancia y mejora el comportamiento de sistemas de tierras que son sometidas a altas descargas. Absorbe picos de voltaje en la medida que tiene una superficie conductora mayor que en los otros sistemas. En este producto se tiene una baja resistencia de puesta a tierra que es beneficiosa para cualquier puesta a tierra.

La aplicación de cemento conductor es estable a pesar de que la resistividad del suelo sea elevada. Esta tecnología es apropiada por su bajo costo de mantenimiento y protección eléctrica de la infraestructura¹⁴.
- 2.4. **Circuito.-** Conductor o sistema de conductores a través de los cuales puede fluir una corriente eléctrica¹⁵.
- 2.5. **Conexión a tierra.-** Conectar una instalación, construcción o equipo determinado a un sistema de puesta a tierra adecuado al tipo de servicio¹⁶.
- 2.6. **Electrodo de puesta a tierra.-** Sistema de tuberías metálicas de agua u objeto metálico o dispositivo enterrado o embutido dentro de la tierra, de manera tal que se tenga un buen contacto entre ambos, al cual se conecta eléctrica y mecánicamente el conductor de puesta a tierra¹⁷.

¹¹ CNE-utilización.

¹² Guía Técnica para Mantenimiento del Pozo de Puesta a tierra en los Establecimientos de Salud, aprobada mediante Resolución Ministerial N° 051-2015/MINSA, de 30 de enero de 2015.

¹³ Ídem.

¹⁴ Ídem.

¹⁵ Ídem.

¹⁶ Ídem.

¹⁷ CNE-utilización.

- 2.7. Enlace equipotencial:** Conexión de baja impedancia permanente de partes metálicas normalmente no energizadas, para formar una vía eléctricamente conductiva que asegure continuidad eléctrica y descargue cualquier corriente que sea aplicada¹⁸.
- 2.8. Conductor de puesta a tierra.-** Conductor utilizado para conectar el equipo de conexión o el sistema, al electrodo de puesta a tierra¹⁹.
- 2.9. Dosis química-GEL.-** Es un compuesto químico complejo que se forma cuando se mezclan en el terreno las soluciones acuosas de sus dos componentes. El compuesto químico resultante tiene naturaleza coloidal, que lo convierte en una membrana semipermeable, que facilita el movimiento de ciertos iones dentro de la malla, de modo que pueda cruzarlo en uno u otro sentido, convirtiéndose en excelente conductor eléctrico.
- Tiene gran atracción por agua que lo convierte en una especie de reservorio acuífero. Rellena los poros dentro del pozo constituyendo una excelente conexión eléctrica entre el terreno y el electrodo asegurando una conductividad permanente²⁰.
- 2.10. Malla equipotencial a tierra.-** Es la conexión de los equipos a un conjunto de pozos de puesta a tierra, por medio de uno o más conductores comunes de sección adecuada²¹.
- 2.11. Puesta a tierra.-** Camino conductivo permanente y continuo con capacidad suficiente para conducir a tierra cualquier corriente de falla probable que sea impuesta por diseño, de impedancia suficiente baja para limitar la elevación de tensión sobre el terreno y facilitar la operación de los dispositivos de protección en el circuito²².
- 2.12. Resistividad del terreno.-** Es la resistencia que presenta el terreno al paso de la corriente de dispersión²³.
- 2.13. Sistema de puesta a tierra.-** Comprende todos los conductores, conectores, abrazaderas, placas de conexión a tierra o tuberías, y electrodos de puesta a tierra por medio de los cuales una instalación eléctrica es conectada a tierra²⁴.
- 2.14. Voltaje de paso.-** La diferencia de potencial o tensión entre los dos pies del cuerpo humano producido en el terreno por corriente de fallas o descarga²⁵.

Artículo 3.- Componentes básicos del pozo de puesta a tierra

Son los mismos que deben cumplir con lo indicado en la Norma Técnica Peruana NTP-IEC 60364-5-54:2020:

- 3.1. Materiales circundantes al electrodo de puesta a tierra, los cuales deben estar

¹⁸ Ídem.

¹⁹ Ídem.

²⁰ Guía Técnica para Mantenimiento del Pozo de Puesta a tierra en los Establecimientos de Salud, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 051-2015/MINSA, de 30 de enero de 2015.

²¹ Ídem.

²² CNE-utilización.

²³ Guía Técnica para Mantenimiento del Pozo de Puesta a tierra en los Establecimientos de Salud, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 051-2015/MINSA, de 30 de enero de 2015.

²⁴ CNE-utilización.

²⁵ Guía Técnica para Mantenimiento del Pozo de Puesta a tierra en los Establecimientos de Salud, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 051-2015/MINSA, de 30 de enero de 2015.

constituido de tierra cernida o material de baja resistividad. Se recomienda emplear el mismo material del terreno donde se ubica el pozo de puesta a tierra, siempre que el material de terreno corresponda a una tierra de cultivo, extrayendo las piedras u otros similares.

3.2. Elementos químicos utilizados para aminorar el valor de resistencia del pozo de puesta a tierra, los cuales se emplean para modificar el medio que rodea al electrodo y conseguir los siguientes efectos:

- Mejorar la conductividad eléctrica de la tierra.
- Conseguir una excelente actividad higroscópica para una buena absorción de agua, por ende, de permanente humedad.
- Ausencia de fenómenos corrosivos dañinos para los accesorios del pozo a tierra.

Los materiales que se recomiendan son la bentonita y sales electrolíticas (manteniendo el pH neutro para evitar corrosión).

3.3. Conectores, los cuales permiten la conexión del electrodo con el conductor de puesta a tierra en el tablero. Se debe considerar los siguientes aspectos:

- Debe ser accesible para permitir su mantenimiento.
- No se requiere que la conexión sea accesible cuando se emplea electrodos de puesta a tierra del tipo embutido en el concreto. Los conectores son grapas empernados adecuados para proveer un ajuste seguro entre el conductor de puesta a tierra de cobre y electrodo, el perno de ajuste debe ser del mismo material.
- Debe tener capacidad para recibir como mínimo conductores de 10mm².
- Debe permitir solo un conductor por grapa, a no ser que la grapa sea diseñada para instalar más de un conductor por separado.

3.4. Protección externa o caja registro. Cuando la conexión del electrodo sea accesible, se debe proveer una protección contra daños mecánicos externos.

Artículo 4.- Requerimientos básicos

4.1. Recursos humanos

En caso de que la IE y/o UGEL no cuente con personal técnico para el mantenimiento, se procede a contratar servicios de mantenimiento; para lo cual, se recomienda que el personal a cargo de dichas labores cuente con el perfil que se describe en los siguientes cuadros²⁶:

Cuadro N° 1.- Perfil profesional supervisor

CARGO	Supervisión
FORMACIÓN	Ing. Mecánico-Electricista o Ing. Electricista
ESPECIALIDAD	Mantenimiento eléctrico y mecánico
EXPERIENCIA	- Experiencia en mantenimiento de equipos electromecánicos - Conocimiento de aspectos de seguridad en el trabajo ²⁷

Fuente: Elaboración propia

²⁶ Según la magnitud de la actividad de mantenimiento, esta puede ser realizada por una o más técnicos adicionales a lo señalado en los Cuadros N° 1 y 2; de ser así, se estipula al responsable a cargo del grupo, en la Ficha de Mantenimiento del presente Anexo.

²⁷ De acuerdo con la R.M. N° 111-2013-MEM-DM, que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo con Electricidad – 2013.

Cuadro N° 2.- Perfil profesional técnico

CARGO	Responsable de la ejecución del mantenimiento
FORMACIÓN	Técnico en electrotecnia, titulado en Instituto o escuela de Educación Superior
ESPECIALIDAD	Ejecución y/o mantenimiento de instalaciones eléctricas
EXPERIENCIA	- 01 año en mantenimiento de instalaciones eléctricas - 01 año en mantenimiento de pozos de puesta a tierra - Conocimiento de aspectos de seguridad en el trabajo ²⁸

Fuente: Elaboración propia

4.2. Indumentaria y Equipo de Protección Personal-EPP

Se recomienda la siguiente relación de Equipo de Protección Personal-EPP para el mantenimiento del pozo de puesta a tierra:

Cuadro N° 3.- Equipo de Protección Personal

Protege	Descripción	Características	Cantidad
Cabeza	Casco	Dieléctrico con barbiquejo (antichoque)	1 unidad por operario
Ojos y Rostro	Lentes de protección	Tipo UV para electricista	1 unidad por operario
Manos	Guantes dieléctricos	Guantes dieléctricos de 1000 voltios únicamente utilizados en baja tensión	1 par por operario
	Guantes de badana cuero	Guantes de badana	1 par por operario
Pies	Zapatos dieléctricos	Con planta de jebe aislante	1 par por operario
Cuerpo	Ropa de trabajo	Para construcción	1 kit por operario

Fuente: Elaboración propia en base a: (i) Guía técnica para mantenimiento del pozo a tierra en los establecimientos de salud. (ii) Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo con Electricidad – 2013.

4.3. Herramientas para el mantenimiento

Se recomienda la siguiente relación de herramientas para el mantenimiento del pozo de puesta a tierra:

Cuadro N° 4.- Herramientas e insumos

N°	Herramientas	Características	Cantidad
1	Lija de fierro	Lija de fierro N°100	1 unidad
2	Conector AB	Conector AB de bronce	1 unidad
3	Telurómetro	Telurómetro digital de 04 bornes con sus respectivas picas	1 unidad
4	Voltímetro		1 unidad
5	Set de llaves mixtas	Set de llaves mixtas milimétricas	1 kit
6	Alicate	1 pieza universal con aislamiento	1 unidad
7	Brocha para limpieza	De Nylon	1 unidad
8	Trapo industrial	Trapo industrial para limpieza	1 kg
9	Juego de desarmadores eléctricos	X 6 piezas todos los tamaños	1 kit
10	Multímetro digital y accesorios	Medición de voltaje corriente, resistencia y pruebas de diodos	1 unidad
11	Pinza amperimétrica digital	250-600AMP- 600vol ac dc	1 unidad
12	Pico	Pico	1 unidad
13	Lampa	Lampa	1 unidad
14	Barreta	Barreta	1 unidad

²⁸ Ídem.

 PERÚ Ministerio de Educación	PARÁMETROS ESPECÍFICOS DE MANTENIMIENTO DE COMPONENTES DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA
--	---

17	Sales	Sales higroscópicas	2 dosis
18	Cámara fotográfica		
19	Wincha métrica de lona	50 metros	1 unidad
20	Elementos de señalización	Conos, señales desmontables de seguridad, entre otros	1 kit

Fuente: Elaboración propia en base a: (i) Guía técnica para mantenimiento del pozo a tierra en los establecimientos de salud. (ii) Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo con Electricidad – 2013.

Artículo 5.- Actividades del mantenimiento del Pozo de puesta a tierra²⁹

5.1. Actividades preliminares del mantenimiento preventivo

5.1.1. Ubicar e inspeccionar las condiciones externas físicas y ambientales en las que se encuentra el pozo de puesta a tierra:

- a. Ubicar el pozo de puesta a tierra consultando el proyecto de instalaciones eléctricas (planos). Efectuar limpieza externa hasta encontrar la caja de registro del pozo de puesta a tierra. De encontrarse debajo del nivel del terreno la caja deberá subir hasta quedar a nivel de 10.0 cm.
- b. Inspeccionar externamente para detectar posibles roturas de la caja de registro, falta de mantenimiento de manija, falta de pintura de señalización, entre otras.
- c. La frecuencia a efectuar dichas actividades es trimestral (Ver Cuadro N° 5).
- d. Registrar las actividades según formato de registro de la Tabla N° 1 del presente Anexo.

5.1.2. Inspeccionar las condiciones internas físicas y ambientales en las que se encuentra el pozo de puesta a tierra:

- a. Abrir la caja de registro para evaluar las condiciones internas de los elementos del pozo de puesta a tierra: (i) falta de agua, (ii) estado del conector del pozo a tierra (si se encuentra sulfatado, corroído, rajado, entre otros), (iii) el perno de sujeción del conector (si se encuentra oxidado, partido, rajado, desgastado en la cabeza), (iv) el cable de interconexión entre el pozo de puesta a tierra y el tablero eléctrico o equipo (si se encuentra sulfatado, deshilachado, desconectado, falso contacto, entre otros). Asimismo, permite verificar si el cable de interconexión entre el pozo de puesta a tierra y el tablero eléctrico cumplen con el dimensionamiento indicado en la Tabla N° 16 y 17 del CNE.
- b. La frecuencia para efectuar esta actividad es semestral (Ver Cuadro N° 5).
- c. Registrar las actividades según formato de registro de la Tabla N° 1 del presente Anexo.

5.2. Mediciones iniciales del mantenimiento preventivo

5.2.1. Actividades preliminares:

- a. Efectuar las desconexiones para aislar el pozo de puesta a tierra.
- b. Verificar si existe la presencia de tensión entre el cable y el electrodo o varilla a tierra.
- c. Efectuar la medición de la resistencia del pozo de puesta a tierra, utilizando un telurómetro y tomar registro. Utilizar la ficha de mantenimiento del presente Anexo.

²⁹ Ver desarrollo de la actividad en el numeral 6.1.1 del presente anexo

- d. Si el valor de la resistencia es menor o igual a 5.0 ohmios³⁰, se efectuará un mantenimiento preventivo.
- e. Si el valor de la resistencia es mayor a 5.0 ohmios se efectuará el mantenimiento correctivo hasta lograr la resistencia indicada.
- f. Si el valor de la resistencia es mayor a 15.0 ohmios, se efectuará el mantenimiento correctivo, construyendo un nuevo pozo de puesta a tierra con la tecnología de cemento conductor.
- g. La frecuencia de efectuar esta actividad es semestral (Ver Cuadro N° 5).

5.3. Actividades específicas de mantenimiento preventivo del pozo de puesta a tierra

Luego de las actividades preliminares e iniciales descritas en los numerales 5.1 y 5.2, de corresponder, se procederá a ejecutar las siguientes actividades específicas:

- 5.3.1. Limpieza y lijado de conector y el perno de sujeción del conector.
- 5.3.2. Llenado de agua (100 litros o 05 baldes.)
- 5.3.3. Esperar la filtración del agua por un tiempo de dos horas y efectuar la medición de la resistencia del pozo de puesta a tierra, utilizando un telurómetro y tomar registro de la medida obtenida.
- 5.3.4. Reconexión del conductor con la varilla de tierra y ajuste del conector.
- 5.3.5. Pintado con pintura amarilla el símbolo de pozo de puesta a tierra en la tapa de caja de registro, de corresponder.
- 5.3.6. La frecuencia de efectuar esta actividad es semestral (Ver Cuadro N° 5).
- 5.3.7. Registrar las actividades según formato de registro de la Tabla N° 1 del presente Anexo.

5.4. Actividades del mantenimiento correctivo

Después de efectuadas las actividades preliminares e iniciales descritas en los numerales 5.1 y 5.2, de corresponder, se procederá a ejecutar las siguientes actividades específicas:

- 5.4.1. Pozo de puesta a tierra con la tecnología convencional:
 - a. Desmontar la caja de registro y excavar pozo a 1.0 m de profundidad.
 - b. Lijado de la varilla de cobre, conductor y reposición e instalación de los componentes del pozo de puesta a tierra.
 - c. Verter una dosis química de gel disuelto en agua y dejar reposar hasta que sea totalmente absorbida y llenar de agua (100 litros o 05 baldes).
 - d. Esperar la filtración del agua por un tiempo de dos horas y efectuar la medición de la resistencia del pozo de puesta a tierra, utilizando un telurómetro y tomar registro de la medida obtenida.
 - e. Si corresponde la medida, reconexión del conductor con la varilla de tierra y ajuste del conector.
 - f. Pintar con pintura amarilla el símbolo de pozo de puesta a tierra en la tapa de caja de registro, de corresponder.
 - g. Registrar las actividades según formato de registro de la Tabla N° 1 del presente Anexo.
- 5.4.2. Construcción de pozo de puesta a tierra con la tecnología de cemento conductor:

³⁰ El valor de resistencia máxima es referencial, puede variar en función a los valores de diseño de los equipos de fabrica (catalogo); asimismo, se recomienda consultar el CNE-Utilización.

- a. Realizar una excavación de un pozo de 0.80 m de diámetro por una profundidad de 2.60 m.
- b. Compactar por capas de 10 cm de espesor de tierra de cultivo, con un pisón de 15 kg.
- c. Colocar en el centro del pozo, en posición vertical, un tubo de PVC pesado de 4" 100 mm de diámetro x 1mt de longitud con manijas de extracción.
- d. Pasar la varilla por el tubo al centro del pozo, y la varilla debe estar suspendida verticalmente desde un apoyo transversal fijado al terreno (en la boca del pozo).
- e. Rellenar con cemento conductivo el molde del tubo plástico (cortado en mitades a lo largo del tubo), para lo cual se necesita 1 bolsa de 25 kg y verter agua según dosificación de fabricante. Deberá de mezclarse mecánicamente la solución agua cemento y dejar que fragüe aproximadamente en 90 minutos.
- f. Retirar el molde de plástico del encofrado.
- g. Rellenar los contornos extremos, a la columna fraguada de cemento conductivo con tierra de cultivo cernido y zaranda de 1.25 cm compactar con pisón de 15 kg.
- h. Repetir la operación anterior, hasta llegar a los 15 cm de varilla del electrodo libre que servirá para colocar los conectores y los cables de la línea de tierra.
- i. Para culminar con la construcción del nuevo pozo con cemento conductivo, proceder a efectuar las actividades siguientes:
 - Montar la caja de registro y pintar con pintura amarilla, de corresponder.
 - Montaje de conector nuevo.
 - Efectuar la conexión eléctrica del electrodo.
 - Registrar las actividades según formato de registro de la Tabla N° 1 del presente Anexo.

Artículo 6.- Descripción de las actividades del mantenimiento del pozo de puesta a tierra

6.1. Descripción de mediciones iniciales del mantenimiento preventivo

- a. Efectuar las desconexiones para aislar el pozo de puesta a tierra.
- b. Verificar si existe la presencia de tensión entre el cable y el electrodo o varilla de tierra:
 - Esta verificación se hace con un voltímetro, entre el extremo del cable (conductor) que viene desde el tablero o equipo protegido, y con el extremo superior de la varilla de cobre (electrodo).
 - Si hay tensión peligrosa se debe aterrar el cable con varilla provisionalmente, de modo que se hinquen en el terreno (pica provisional).
- c. Efectuar la medición de la resistencia del pozo de puesta a tierra, utilizando un telurómetro y tomar registro:
 - El telurómetro debe contar con el certificado de calibración vigente emitida por una entidad certificadora. El certificado debe tener como validez un (01) año a la fecha de su expedición. La falta del certificado o el estar caduco (fuera del año) puede incurrir en errores en las mediciones correspondientes.
 - Conectar (aterrado) los cables de interconexión (entre el pozo de puesta a tierra y el tablero eléctrico o el equipo especial) directamente a tierra por

- medio mecánico, mediante el uso de picas auxiliares³¹. Luego, desajustar el conector a fin de efectuar la desconexión del cable de interconexión. Seguido de ello, en el área donde se conectará el telurómetro se lija la varilla de cobre a fin de eliminar sulfatos, óxidos, entre otros.
- Se selecciona el rango adecuado y se procede a efectuar la medición del pozo de puesta a tierra. Con los resultados obtenidos y la experiencia del personal profesional y técnico, determinarán la cantidad de material que necesita el pozo de puesta a tierra para su mantenimiento.
- d. Si la medida de la resistencia del pozo de puesta a tierra es menor o igual a 5.0 ohmios, se efectuará un mantenimiento preventivo:
- Se dotará de agua al pozo y se efectuará la reconexión correspondiente del cable con la varilla (según las actividades específicas de mantenimiento preventivo descritas en el numeral 5.3 y 6.2 del presente Anexo).
- e. Si la medida es mayor de 5.0 ohmios, se procederá a efectuar el mantenimiento correctivo hasta lograr una resistencia menor o igual 5.0 ohmios:
- Ver las actividades del mantenimiento correctivo numeral 5.4.1 y 6.3 del presente Anexo.
- f. Si el valor de la resistencia es mayor a 15 ohmios, se efectuará el mantenimiento correctivo, según el numeral 5.4.2, construyendo un nuevo pozo de puesta a tierra con la tecnología de cemento conductor:
- Cuando el terreno tiene una resistividad muy alta, se deberá definir el diseño del pozo de puesta tierra.

6.2. Descripción de actividades específicas del mantenimiento preventivo del pozo de puesta a tierra

- 6.2.1. Limpieza y lijado de conector y perno de sujeción del conector:
Se procede a la limpieza de la sulfatación y óxido con lija metálica, el área de contacto debe de quedar libre de elementos no conductores.
- 6.2.2. Llenado de agua (100 litros o 05 baldes):
Es indispensable mantener húmedo el pozo de puesta a tierra, por lo que se debe de doblar 100 litros o 05 baldes de agua. Solo para el caso que el pozo de puesta a tierra cuente como componente la bentonita, se deberá tener cuidado especial de mantener la humedad del pozo de manera permanente, a fin de evitar que la bentonita se solidifique perdiendo sus propiedades físicas y desperdiciando el pozo de puesta a tierra.
- 6.2.3. Esperar la filtración del agua por un tiempo de dos horas y efectuar la medición de la resistencia del pozo de puesta a tierra, utilizando un telurómetro y tomar registro de la medida obtenida:
Efectuar la medición siguiendo los pasos del literal c del numeral 5.2.1. del presente Anexo.
- 6.2.4. Reconexión del conductor con la varilla de tierra y ajuste del conector:
Efectuarlo garantiza la descarga de corriente del cable que viene del tablero eléctrico o equipo especial al pozo de puesta a tierra.
- 6.2.5. Pintar con pintura amarilla de símbolo de pozo de puesta a tierra en tapa de caja de registro, de corresponder:

³¹ Considerar la distancia entre los cables de interconexión según especificaciones técnicas del equipo telurómetro.

El pintado del símbolo del pozo de puesta a tierra debe estar incluido en la tapa de la caja de registro, el mismo que debe estar pintado con pintura amarilla (oro viejo).

6.3. Descripción de actividades del mantenimiento correctivo del pozo de puesta a tierra con tecnología convencional

6.3.1. Desmontar la caja registro y excavar el pozo a un 1.0 m de profundidad:

- a. Se procede a efectuar la excavación con las dimensiones del pozo tratando de no afectar a la barra de cobre y el cable espiral desnudo, de corresponder.
- b. La excavación deberá culminarse al llegar a un 1.0 m de profundidad.

6.3.2. Lijado de varillas de cobre, conductor y reposición e instalación de los componentes del pozo de puesta a tierra:

- a. Se procede a la limpieza de la sulfatación y óxido de la varilla de cobre y el conductor con lija metálica, el área de contacto debe de quedar libre de elementos no conductores.
- b. En caso de que el conector del electrodo se encuentre deteriorado deberá ser reemplazado por uno nuevo.
- c. En caso de que exista varilla de copperweld, este será reemplazado por una varilla de cobre electrolítico.
- d. Rellenar con nueva tierra de cultivo cernida y combinada con bentonita por capas de 25 cm y compactarlo con pisón:
 - Se debe tener presente que la tierra extraída con anterioridad no debe ser usada para el relleno.
 - La nueva tierra debe ser de cultivo (chacra) y debe ser adecuada para el relleno del pozo, mezclado con bentonita.
- e. No olvidar de colocar a masa el cable de llegada desde el tablero o equipo al pozo de puesta a tierra. Seguidamente proceder a efectuar los trabajos de desconexión y conexión.

6.3.3. Verter una dosis química de gel disuelto en agua y dejar reposar hasta que sea totalmente absorbida y llenar de agua (100 litros o 05 baldes):

Es indispensable mantener húmedo el pozo de puesta a tierra, por lo que se debe de dotar 100 litros o 05 baldes de agua. Solo para el caso que el pozo de puesta a tierra cuente como componente la bentonita, se deberá tener cuidado especial de mantener la humedad del pozo de manera permanente, a fin de evitar que la bentonita se solidifique perdiendo sus propiedades físicas y desperdiciando el pozo de puesta a tierra.

6.3.4. Esperar la filtración del agua por un tiempo de dos horas y efectuar la medición de la resistencia del pozo de puesta a tierra, utilizando un telurómetro y tomar registro de la medida obtenida, y asimismo se debe efectuar la medición siguiendo los pasos del literal c del numeral 5.2.1. del presente Anexo.

6.3.5. Reconexión del conductor con la varilla de tierra y ajuste del conector:

Efectuarlo garantiza la descarga de corriente del cable que viene del tablero eléctrico o equipo especial al pozo de puesta a tierra.

6.3.6. Pintar con pintura amarilla el símbolo de pozo de puesta a tierra en la tapa de caja de registro, de corresponder:

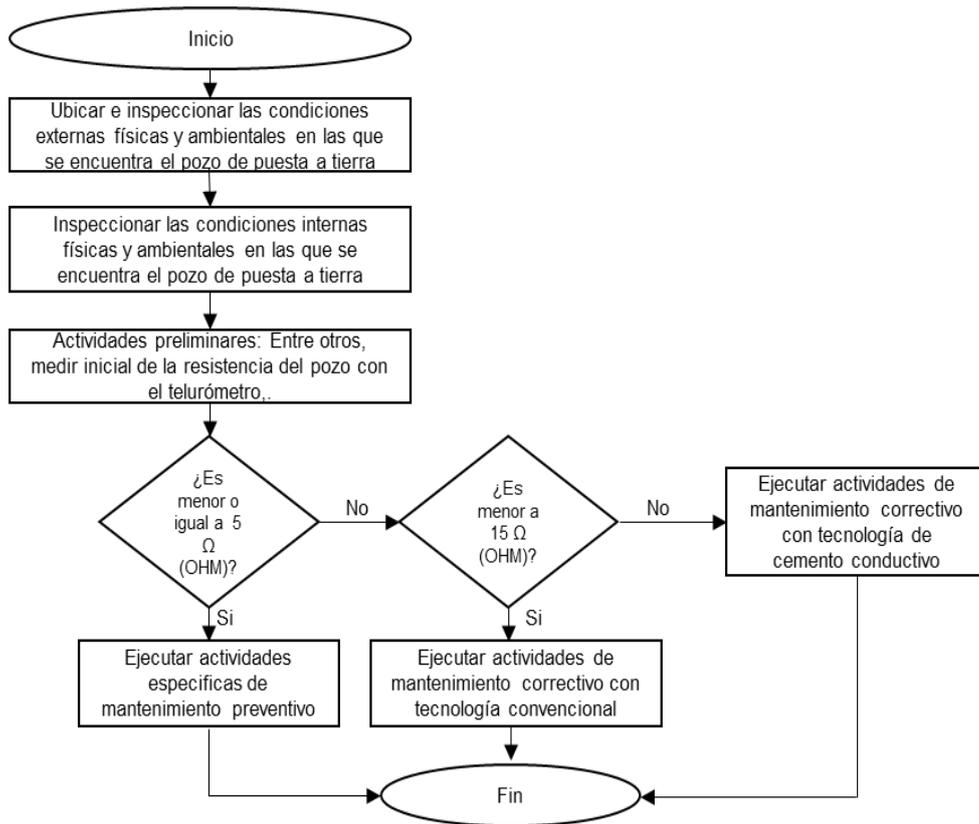
El pintado del símbolo del pozo de puesta a tierra debe estar incluido en la tapa de la caja de registro, el mismo que debe estar pintado con pintura amarilla (oro viejo).

Artículo 7.- Prohibiciones, precauciones y recomendaciones

- 7.1. Para los casos, en que la medición de la resistencia del pozo de puesta a tierra sea mayor a 15 ohmios, se sugiere construir un nuevo pozo con tecnología de cemento conductivo.
- 7.2. El personal que efectúe las actividades de mantenimiento debe estar vestido con el EPP correspondiente.
- 7.3. Se deben tener en cuenta las recomendaciones del fabricante de los equipos de medición.
- 7.4. Los valores de la resistencia del sistema de puesta a tierra serán de acuerdo a lo señalado en los planos de las instalaciones eléctricas.

Artículo 8.- Flujograma de actividades

Figura N° 1.- Flujograma de actividades



Artículo 9.- Programación de actividades de mantenimiento preventivo de pozo de puesta a tierra

Cuadro N° 5.- Programación de actividades de mantenimiento preventivo de pozo de puesta tierra

Correspondencia con contenido	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD TECNICA	PERIODO: MESES		
		03	06	12
5.1.1.	Ubicar e inspeccionar las condiciones externas físicas y ambientales en las que se encuentra el pozo de puesta a tierra	X		
5.1.2.	Inspeccionar las condiciones internas físicas y ambientales en las que se encuentra el pozo de puesta a tierra		X	
5.2.	Mediciones iniciales de Pozo de puesta a Tierra con Telurómetro		X	
5.3.	Actividades específicas de mantenimiento preventivo		X	
5.4.	Actividades específicas de mantenimiento correctivo de pozo a tierra con la tecnología convencional		X	

Fuente: Elaboración propia

Artículo 10.- Ficha de mantenimiento de pozo de puesta a tierra

Tabla N° 1.- Ficha de mantenimiento de pozo de puesta a tierra

Datos Generales del local educativo			
1. Nombre de la IE			
2.1 Código Modular		2.2 Código Local	
3. Dirección			
4. Fecha de mantenimiento (d/m/a)			
Datos Generales del supervisor			
5.1 Nombre y apellido		5.2 IE/UGEL/DRE/GR/GL	
6.1 DNI		6.2. CIP	
7. R.U.C.			
8. Telf. celular o fijo			
9. Correo			
Datos Generales del técnico			
10. Nombre y apellido			
11. DNI			
12. R.U.C.			
13. Telf. celular o fijo			
14. Correo			
Trabajos a realizar			
15. Tipo de mantenimiento a realizar:	Preventivo		Correctivo
16. ¿Es programado?	SI		NO
Datos específicos del pozo de puesta a tierra			
17. Ubicación (edificio / pabellón)		18. Número de Pozo	
19. Certificado de calibración del telurómetro (fecha de vencimiento)			

20. Aplicaciones de pozo a tierra y valores mínimos recomendados									
Media Tensión BT		Baja Tensión BT		Computo BT		Comunicaciones: BT			
21. Tipo de pozo a tierra									
Convencional		Johnson:		Malla:		Otro:			
22. Tipo de electrodo									
Varilla de cobre		Platina de cobre		Varilla copperweld:		Otro:		Dimensión (m)	
21. Distancia entre electrodos telurómetros (para medición de puesta a tierra)									
Entre pozo a tierra y electrodo(m):				Entre electrodo y electrodo (m):					
22. Tipos de Sales									
Bentonita		Sulfato de cobre		Sal de carbón		Otro			
Datos específicos del Telurómetro									
23. Características técnicas									
Análogo		Digital		Marca		N° serie			
Mantenimiento preventivo-actividades preliminares									
24. ¿La caja registro se encuentra en buenas condiciones?	SI			NO		reparación		sustitución	
25. ¿El pozo a tierra le falta agua?	SI			NO					
26. ¿El conector AB se encuentra en buenas condiciones?	SI			NO		reparación		sustitución	
27. ¿El perno de sujeción se encuentra en buenas condiciones?	SI			NO		reparación		sustitución	
28. ¿El cable de interconexión se encuentra en buenas condiciones y cumple con los regulado en el CNE-utilización?	SI			NO		reparación		sustitución	
Lectura por telurómetro(ohmios): El valor de resistencia máxima es referencial, puede variar en función a los valores de diseño de los equipos de fabrica (catalogo); asimismo, se recomienda consultar el CNE-Utilización.									
29. Medida inicial		≤5Ω		>5Ω		>15Ω			
15. Tipo de mantenimiento a realizar:		Preventivo				Correctivo		reparación	
								instalación	
16. ¿Es programado?				SI				NO	
30. Medida posterior luego del Mantenimiento preventivo o correctivo:				<5Ω		>5Ω			



PERÚ

Ministerio
de Educación

PARÁMETROS ESPECÍFICOS DE MANTENIMIENTO
DE COMPONENTES DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA

31. Fotografías de lectura de medida final por telurómetro

Firma y sello supervisor

Firma y sello. Responsable del mantenimiento de la IE

Artículo 11.- Referencias bibliográficas

- 11.1 El Código Nacional de Electricidad.
- 11.2 Guía Técnica para el Mantenimiento del Pozo de Puesta a Tierra en los Establecimientos de Salud.
- 11.3 NTP-IEC 60364-5-54:2020 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-54: Selección e instalación de equipo eléctrico. Configuraciones de puesta a tierra y conductores de protección.

Anexo 2.- Instalaciones eléctricas interiores – Tableros Eléctricos

Artículo 1.- Definición General

También denominados Panel de Distribución, es un panel o conjunto de paneles diseñados para constituir un solo panel; incluye barras, dispositivos automáticos de sobrecorriente, y con o sin interruptores para el control de circuitos de alumbrado y fuerza; construidos para su colocación en un gabinete adosado o empotrado en la pared y accesible solo por un frente³².

Artículo 2.- Definiciones operacionales

Para los propósitos de la presente Guía de tableros eléctricos se aplican las siguientes definiciones:

- 2.1 Aislamiento.-** Es el conjunto de aislantes aplicados alrededor de los conductores y destinados a aislarlos eléctricamente³³.
- 2.2 Circuito.-** Conductor o sistema de conductores a través de los cuales puede fluir una corriente eléctrica³⁴.
- 2.3 Desenergizado.-** Cuando ha sido desconectado de todas las fuentes de suministro por la operación del interruptor, apertura de tomas de carga, apertura de puentes u otra manera del suministro eléctrico; quedando el circuito al potencial de tierra. Sinónimo: muerto o desconectado³⁵.
- 2.4 Energizado.-** Eléctricamente conectado a una diferencia de potencial o eléctricamente cargado de modo que tenga un potencial contra tierra. Sinónimo: vivo³⁶.
- 2.5 Equipo de suministro eléctrico.-** Equipo que alimenta, modifica, regula, controla o protege un suministro eléctrico. Sinónimo: equipo de suministro³⁷.
- 2.6 Estación de suministro eléctrico.-** Cualquier edificación, habitación o área separada en la cual está ubicado el equipo de suministro eléctrico y cuyo acceso es permitido por regla general solamente a personal calificado. Esto incluye estaciones de generación y subestaciones, considerando su generador asociado, baterías, transformador y equipos de maniobra, pero no incluye elementos tales como equipos tipo pedestal, instalaciones en buzones de inspección y cámaras³⁸.
- 2.7 Limpieza.-** Es el proceso de eliminación y/o remoción de suciedad e impurezas de las superficies mediante medios mecánicos (barrer, refregar, entre otros) y elementos físicos (agua, jabón, detergente, entre otros)³⁹. Para el caso de tableros eléctricos, consiste en la eliminación de suciedad e impurezas de las superficies⁴⁰. Involucra a los elementos externos (tapas, mandiles, señalización, etc.) e internos

³² Código Nacional de Electricidad – Utilización, Sección 010: Introducción, Definiciones.

³³ Definición establecida en la Sección 2. Terminología Básica del CNE - Suministro, RM 214-2011-MEM.

³⁴ Guía Técnica para Mantenimiento del Pozo de Puesta a tierra en los Establecimientos de Salud, aprobada mediante Resolución Ministerial N° 051-2015/MINSA, de 30 de enero de 2015.

³⁵ Definición establecida en la Sección 2. Terminología Básica del CNE - Suministro, RM 214-2011-MEM

³⁶ Ídem.

³⁷ Ídem.

³⁸ Ídem.

³⁹ Definición establecida en el numeral 5.6 de la Guía General "Parámetros de Mantenimiento de la Infraestructura Educativa".

⁴⁰ Concordante con las definiciones establecidas en la Guía para la Limpieza y Desinfección de manos y superficies. R.D. N° 003-2020-INACAL/DN.

(llaves termo magnéticas, conexiones, entre otros).

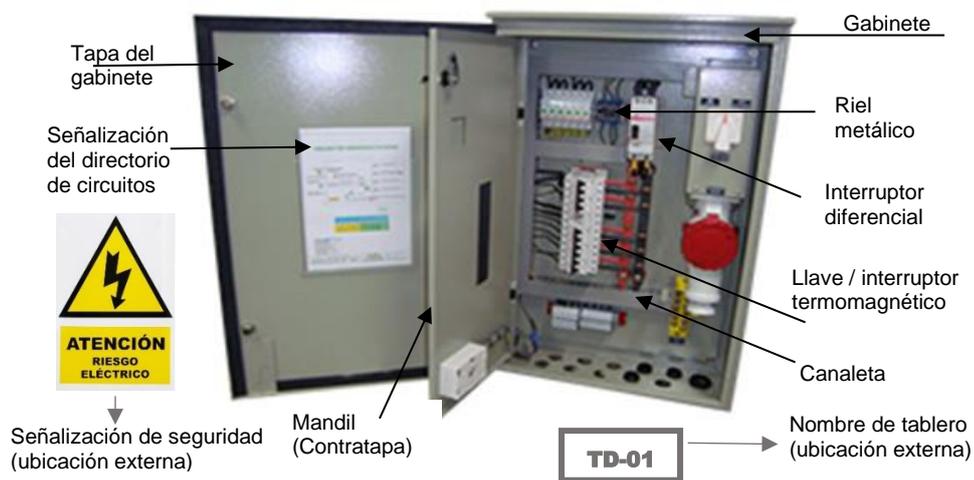
2.8 Señalización de tableros eléctricos.- Los tableros eléctricos deben contar con la respectiva señal de seguridad⁴¹.

2.9 Subestación eléctrica.- Conjunto de instalaciones, incluyendo las eventuales edificaciones requeridas para albergarlas, destinado a la transformación de la tensión eléctrica y al seccionamiento y protección de circuitos o sólo al seccionamiento y protección de circuitos y está bajo el control de personas calificadas⁴².

Artículo 3.- Componentes básicos de los tableros eléctricos

3.1 Según la función que cumplen en las instalaciones eléctricas del local educativo, tenemos los siguientes tipos de tableros⁴³:

Figura N° 1.- Elementos del tablero eléctrico metálico



Fuente: Ubicada en el portal electrónico: <https://www.mrtecnysol.com/tablero-electrico/>

3.1.1 Tablero general. Son los principales de la instalación eléctrica. En ellos están montados los dispositivos de protección y maniobra, que protegen los alimentadores y que permiten controlar todas las instalaciones interiores. Su uso es obligatorio.

3.1.2 Tablero auxiliar. Son los que se alimentan desde el tablero general y cumplen la función de proteger y operar sub alimentadores para los tableros de distribución. Su uso y cantidad corresponde a la cantidad de circuitos que tiene el local educativo, no siendo obligatorio en caso el número de instalaciones sea manejable con un solo tablero general.

3.1.3 Tablero de control. Son los que contienen dispositivos de protección y maniobra o solo de maniobra que permiten la operación de un grupo de artefactos en forma programada o no programada. Se pueden utilizar para

⁴¹ Concordante con la Regla 110.A.1 del Código Nacional de Electricidad.

⁴² Definición establecida en la Sección 2. Terminología Básica del CNE - Suministro, RM 214-2011-MEM.

⁴³ Definiciones tomadas del documento Mantenimiento de instalaciones eléctricas del establecimiento educacional, Chile – UNESCO.

el control de caso de bombas para cisternas, alumbrado de emergencia, alarma contra incendios, u otros.

3.1.4 Tablero de distribución. Son los que tienen dispositivos de protección y maniobra que permiten proteger y operar los circuitos en que está dividida la instalación o parte de ella. Usualmente se utilizan para un piso o toda una edificación de aulas, con la finalidad de accionarlos directamente en caso de emergencias. Los tableros eléctricos tienen las siguientes partes:

- a. **Gabinete.-** Caja de cubierta de resistencia mecánica adecuada, compuesta de material no combustible y resistente a la absorción de humedad, diseñada para montaje superficial o empotrado, provista de una armadura, guarnición o contramarco, que soporta puertas abisagradas u otros tipos de puertas⁴⁴.
- b. **Riel metálico.-** Es el elemento guía para el apoyo y montaje de los distintos componentes que se van a utilizar para el control del sistema.
- c. **Canaletas.-** Son elementos de plástico o similar utilizadas para la colocación y traslado de los cables de manera segura dentro del tablero.
- d. **Borneras o bornes de conexión.-** Elementos para la conexión eléctrica que aprisionan el cable a través de un tornillo, también llamados conectores.
- e. **Interruptor automático de disparo instantáneo.-** Interruptor automático diseñado para abrir solamente bajo condiciones de cortocircuito³⁵. También denominada interruptor termomagnético (ITM).

Figura N° 2.- Llave termomagnética



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/tableros-electricos/>

- f. **Interruptores diferenciales (ID), Dispositivo de corriente residual o Interruptor de falla a tierra (GFC).-** Dispositivo para la protección de personas, cuya función es interrumpir automáticamente la corriente de un circuito, en un tiempo predeterminado, cuando la corriente excede un valor predeterminado. Debe existir una adecuada instalación de interruptores de falla a tierra de una instalación, debido a la función que cumple de protección al usuario de los equipos eléctricos.

⁴⁴ Código Nacional de Electricidad. Utilización, Sección 010: Introducción, Definiciones

Figura N° 3.- Interruptor diferencial



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/tableros-electricos/>

- g. Temporizador.-** Dispositivo para accionar el funcionamiento o interrupción del mismo en algún(os) circuito(s), según sea del tipo normalmente abierto (NO) o normalmente cerrado (NC) según configuración electrónica.

Artículo 4.- Requerimientos básicos

4.1 Recursos humanos

En caso de que la IE y/o UGEL no cuente con personal técnico para el mantenimiento, se procede a contratar servicios de mantenimiento; para lo cual, se recomienda que el personal a cargo de dichas labores cuente con el perfil que se describe en los siguientes cuadros⁴⁵:

Cuadro N° 1.-Perfil profesional supervisor

CARGO	Supervisor
FORMACIÓN	Ing. Mecánico-Electricista o Ing. Electricista
ESPECIALIDAD	Mantenimiento eléctrico y mecánico
EXPERIENCIA	- Experiencia en mantenimiento de tableros eléctricos - Conocimiento de aspectos de seguridad en el trabajo ⁴⁶

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 2.-Perfil profesional técnico

CARGO	Responsable de la ejecución del mantenimiento
FORMACIÓN	Técnico en electrotecnia, titulado en Instituto o escuela de Educación Superior
ESPECIALIDAD	Ejecución y/o mantenimiento de instalaciones eléctricas
EXPERIENCIA	-01 año en mantenimiento de instalaciones eléctricas -01 año en mantenimiento de tableros eléctricos -Conocimiento de aspectos de seguridad en el trabajo ⁴⁷

Fuente: Elaboración propia

4.2 Indumentaria y Equipo de Protección Personal-EPP

Se recomienda la siguiente relación de Equipo de Protección Personal-EPP para el mantenimiento de tableros eléctricos:

⁴⁵ Según la magnitud de la actividad de mantenimiento, esta puede ser realizada por una o más técnicos adicionales a lo señalado en los Cuadros N° 1 y 2; de ser así, se estipula al responsable a cargo del grupo, en la Ficha de Mantenimiento del presente Anexo.

⁴⁶ De acuerdo con la R.M. N° 111-2013-MEM-DM, que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo con Electricidad - 2013

⁴⁷ Ídem.

Cuadro N° 3.-Indumentaria y Equipo de Protección Personal (EPP)

N°	Indumentaria / equipo de protección personal ⁴⁸	Características	Cantidad
1	Guantes dieléctricos (cuero)	Para instalaciones eléctricas	1
2	Ropa de trabajo anti arco	Para construcción	1
3	Casco dieléctrico	Para construcción	1/ operario
4	Lentes protectores anti arco	Para instalaciones eléctricas	1/ operario
5	Tapabocas	Para construcción	1/ operario
6	Zapatos dieléctricos		

4.3 Herramientas para el mantenimiento

Se recomienda la siguiente relación de herramientas para el mantenimiento de tableros eléctricos:

Cuadro N° 4.-Herramientas

N°	Herramientas	Características	Cantidad
1	Medidor de secuencia		1
2	Pinza amperimétrica		1
3	Multímetro o voltímetro + amperímetro + ohmímetro		1
4	Aspiradora / brocha		1
5	Juego de herramientas, wincha pasacable	Alicates, destornilladores, llaves, otros	1
6	Cámara de temperatura (termográfica) (*)	Para inspección de componentes eléctricos	1

(*) Cuando sea factible para evaluar el calentamiento en conexiones / circuitos

4.4 Otros insumos

Cuadro N° 5.-Otros insumos

N°	Utensilios	Características	Cantidad
1	Brocha de limpieza	Según material del sistema de drenaje	1
2	Trapo industrial	Según cantidad de tableros	1
3	Escobilla para metal	Según material del tablero	1

N°	Materiales	Características	Cantidad
1	Repuesto de tapa / mandil	Mismo material del tablero	Según área
2	Repuesto de llaves térmicas		Según área
3	Accesorios (pernos, bisagras, interruptores diferenciales, llaves termomagnéticas, bornes, cerraduras, etc.)	Según material del tablero	Según área
4	Cinta aislante	Para uso en instalaciones eléctricas	Según área
5	Pintura anticorrosiva		Según área
6	Lija para metal	Según material del sistema de drenaje	Según área

⁴⁸ En concordancia con los numerales 6.14 del artículo 6 y 9.3 del artículo 9 la Ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y el Decreto Supremo N° 011-2019-TR que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo para el Sector Construcción.

Artículo 5.- Actividades del mantenimiento del tablero eléctrico⁴⁹

5.1 Actividades preliminares del mantenimiento preventivo

- 5.1.1. Revisar antecedentes de los tableros eléctricos y su funcionamiento.
- 5.1.2. Desenergizar los circuitos de suministro de las instalaciones eléctricas.
- 6.1.1 Limpieza de los componentes del tablero eléctrico.
- 5.1.3. La frecuencia de efectuar esta actividad es anual (Ver el cuadro 6 del artículo 9).
- 5.1.4. Registrar las actividades según formato de registro de la Tabla N° 1 del presente Anexo.

5.2 Actividades del mantenimiento preventivo de tableros eléctricos

- 5.2.1 Verificar el estado de los elementos del tablero eléctrico:
 - a. Tablero eléctrico en general.
 - b. Estructura del gabinete.
 - c. Tapa y mandil (contratapa).
 - d. Señalización del directorio de circuitos, de seguridad y nombre de tablero.
 - e. Llaves o interruptores termomagnéticos (ITM) y diferenciales.
 - f. Conexiones en todos sus circuitos.
 - g. Cables de alimentación y salida.
- 5.2.2 Probar el funcionamiento de las instalaciones del tablero.
- 5.2.3 La frecuencia recomendable para efectuar esta actividad es anual (Ver el cuadro 6 del artículo 9).
- 5.2.4 Registrar las actividades según formato de registro de la Tabla N° 1 del presente Anexo.

5.3 Actividades del mantenimiento correctivo de tableros eléctricos

- 5.3.1 Realizar la reparación o sustitución del (los) elemento(s) deteriorado(s) o inoperativo(s).
- 5.3.2 Probar el funcionamiento de las instalaciones.
- 5.3.3 En caso de mal funcionamiento de instalaciones, retomar acciones de los numerales 5.3.1. y 5.3.2.
- 5.3.4 Registrar las actividades según formato de registro de la Tabla N° 1 del presente Anexo.

Artículo 6.- Descripción de actividades del mantenimiento de tablero eléctrico

6.2 Descripción de actividades preliminares del mantenimiento preventivo

- 6.2.1 Revisar antecedentes de los tableros eléctricos y su funcionamiento:
 - a. Previo al inicio de las labores, se debe consultar la información sobre los antecedentes del tablero eléctrico:
 - Antigüedad.
 - La identificación y capacidad de los circuitos y los ambientes que son servidos, según información del diagrama unifilar de las instalaciones eléctricas⁵⁰.
 - Anteriores actividades de mantenimiento y su periodicidad.

⁴⁹ Ver desarrollo de la actividad, en el numeral 6.1.1 del presente anexo

⁵⁰ Concordante con artículo 14 de la Norma GE.020 Componentes y características de los proyectos del RNE

- Su funcionamiento en condiciones ordinarias
- Existencia de fluctuaciones en la energía provista, la ocurrencia de fallas, desperfectos o sobrecargas suscitados durante la máxima demanda de los circuitos o en otras circunstancias

b. Cuando no se disponga de información registrada, se puede consultar al personal encargado del mantenimiento o en su defecto a los trabajadores con mayor antigüedad de servicio en el local educativo.

6.2.2 Desenergizar los circuitos de suministro de las instalaciones eléctricas:

Se debe desconectar el suministro de energía eléctrica hacia los circuitos del tablero. A continuación, se debe verificar con un instrumento, como la pinza amperimétrica (tipo de amperímetro), que los circuitos no tengan energía.

6.2.3 Limpieza de los componentes del tablero eléctrico:

Limpiar (puede ser con aspiradora, trapo y/o brocha, se puede aplicar disolvente dieléctrico) los elementos interiores del tablero (rieles, canaletas, borneras o conectores, llaves, temporizador en caso corresponda) y las superficies exteriores (gabinete). Utilizar un limpiador de contactos eléctricos no inflamable para las borneras (contactos), pernos o tornillos y arandelas que sujetan los cables con los terminales de cada ITM. Esto tiene por finalidad eliminar la presencia de polvo, grasa, aceite, insectos u otro elemento que pueda originar el deterioro o malfuncionamiento de los componentes. No se debe utilizar elementos líquidos que puedan resultar conductores de energía eléctrica e implicar un riesgo para el personal.

Figura N° 4.- Limpieza de tablero eléctrico



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/tableros-electricos/>

6.3 Descripción de las actividades del mantenimiento preventivo de tableros eléctricos

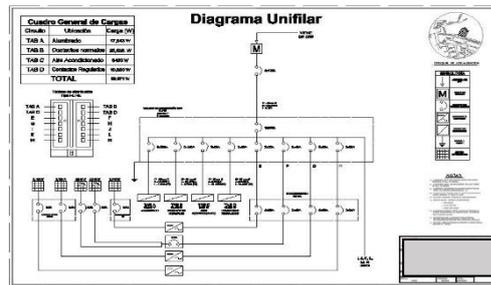
6.3.1. Verificar el estado de los componentes del tablero eléctrico:

a. Tablero eléctrico en general:

Verificar que las características del tablero corresponden a lo señalado en el diagrama unifilar⁵¹, que consta en el plano de diagramas de tableros eléctricos, el cual forma parte de los antecedentes. Ver figura N° 5.

⁵¹ Esquema que debe constar en los documentos técnicos de la infraestructura, de acuerdo con lo indicado en la Norma GE.020 del RNE y el CNE Suministro, Reglas 010-008, 190-006

Figura N° 5.- Diagrama unifilar en planos



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://documentos.arq.com.mx/Detalles/185504.html>

b. Estructura del gabinete:

- Verificar que no haya deterioro en su funcionamiento; para ello se debe inspeccionar posibles deformaciones, o desprendimiento de partes del gabinete, y que se encuentre nivelado. Para gabinetes adosados verificar, además de lo descrito, su estabilidad y aplomado.
- En caso de deterioro en gabinetes de polímero ignífugo, como fisuras, se debe evaluar si es factible recuperar la solidez del elemento, mediante el sellado con silicona o similar y realizar la limpieza de superficies con detergente y/o removedor de manchas; caso contrario, reemplazar la pieza.
- En gabinetes metálicos cuando se observe corrosión (óxido) en el elemento, se debe lijar, masillar, y pintar las superficies interiores y exteriores del gabinete; así como lubricar las bisagras. Utilizar sello con silicona en los bordes y masilla plástica en los orificios con riesgo de filtración de agua; caso contrario, reemplazar la pieza.

c. Tapa (puerta) y mandil (contratapa), (ver figura N° 1):

- Verificar su fijación, nivelación, hermeticidad, y giro, revisando el estado de bisagras, pernos, y/o cerradura, y sustituyendo los elementos no recuperables. así como la nivelación y estabilidad de la tapa (puerta).
- De corresponder, limpiar las entradas naturales protegidas de ventilación (ranuras).
- Revisar o sustituir la señalética de seguridad en la tapa del gabinete⁵².

d. Señalización del directorio de circuitos, de seguridad y nombre del tablero:

- Comprobar que sea legible la identificación de cada circuito, conforme al diagrama unifilar de instalaciones del tablero eléctrico⁵³, así como la señalización de seguridad por riesgos eléctricos y la identificación del tablero según el diagrama. En caso de deterioro se debe reemplazar la señalización, siendo recomendable que esté protegido para prolongar su vida útil.

e. Llaves o interruptores termomagnéticos (ITM) y diferenciales:

- Revisar si al tacto exterior, estos elementos presentan sobrecalentamiento, que indicaría un malfuncionamiento del componente o defecto en su

⁵² Conforme a la NTP 399.010-1 SEÑALES DE SEGURIDAD. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad, del INACAL.

⁵³ Según lo indicado en el artículo 14 de la Norma GE.020 Componentes y características de los proyectos del RNE.

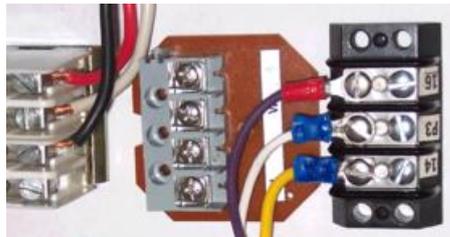
instalación.

- Verificar que los espacios previstos para la ampliación de circuitos en el gabinete se encuentren debidamente protegidos mediante conectores o placas para evitar el riesgo de electrocución⁵⁴.
- En los interruptores diferenciales, además de verificar su funcionamiento con el pulsador, puede utilizarse un cable de puesta (derivación) a tierra para comprobar la respuesta en términos de intensidad-tiempo del componente⁵⁵.
- En caso de malfuncionamiento de los interruptores termomagnéticos o diferenciales, evaluar si es posible recuperar su funcionamiento; cuando no sea posible, corresponde su sustitución.

f. Conexiones en todos sus circuitos:

- Verificar si el cable que se conecta al interruptor (llave) se encuentra debidamente fijado y seguro a través de la bornera respectiva (conector). Asegurar o fijar los conductores en rieles y canaletas (de existir). Ver referencia en Figura N° 6.

Figura N° 6.- Conectores de circuitos (borneras / clemas)



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://es.wikipedia.org/wiki/Clema>

- Cuando haya ocurrido un deterioro en el conector, debido al uso constante o antigüedad de la instalación, se debe desmontar la parte deteriorada, evaluar si es posible recuperar su capacidad operativa y volver a conectar el nuevo tramo de cable a las borneras, en caso contrario reemplazar el elemento.
- Verificar el funcionamiento de la conexión del sistema de puesta a tierra al tablero, el ajuste de los cables a los bornes de conexión, así como el funcionamiento de la(s) llave(s) de control.

g. Cables de alimentación y salida:

- Identificar las fases de los cables de alimentación y salida, cada barra debe estar diferenciada con los colores según norma⁵⁶, además de que los cables de cada ITM deben estar rotulados para vincularlo con la fase (alimentador / carga) o neutro, a la cual corresponde.
- Organizar (peinar) los cables en cada tablero, utilizando cintillos (cinchos) de plástico y espirales plásticas para guiar los cables y fijarlos a las paredes interiores, así como marcadores (etiquetadores) para su identificación según el circuito y función que cumplen en la instalación. Ver figuras N° 7 y 8.

⁵⁴ En concordancia con lo indicado en la Regla 070-3026 del Código Nacional de Electricidad – Utilización.

⁵⁵ Ver video referencial en el enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=Tk0Ha5yZlXw>.

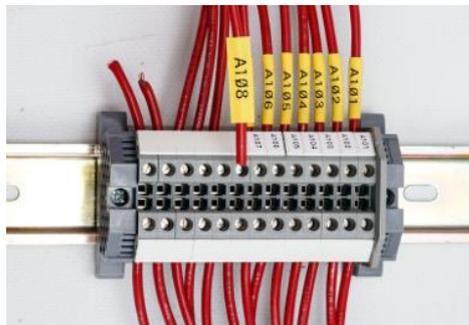
⁵⁶ Ver Código Nacional de Electricidad, Utilización, Definiciones, Reglas 030-028, 030-036.

Figura N° 7.- Cintillos (cinchos) para peinar cables



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://www.cablesyredes.com/articulos-blog/importancia-de-los-cintillos/>

Figura N° 8.- Marcadores de circuitos



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://www.cablesyconectoreshoy.com/etiquetas-de-identificacion-para-cables/>

- Cuando haya ocurrido un deterioro en el cable que se conecta, debido el uso o antigüedad de la instalación, se debe cortar y retirar el tramo deteriorado del cable y volver a conectar el nuevo tramo a las borneras.

6.3.2. Probar el funcionamiento de las instalaciones del tablero:

- a. Realizado el mantenimiento según los literales del numeral 6.2.1 y energizado los circuitos del tablero, se realiza la prueba accionando las llaves y circuitos respectivos por más de una vez y observando su funcionamiento por un período sostenido de tiempo no menor de 15 minutos.
- b. Se debe realizar una prueba de funcionamiento de acuerdo a lo señalado en el directorio de circuitos, activando cada uno de los circuitos, de manera independiente y de manera integrada, por un espacio de tiempo no menor de 15 minutos; debiendo realizarse las siguientes acciones:

1. Conexiones de alumbrado y tomacorrientes del tablero:

Accionar los interruptores y/o artefactos conectados a los tomacorrientes, verificando su funcionamiento. En caso de presentar inconvenientes, evaluar si corresponde a un defecto en la conexión; en caso contrario sustituir el elemento por otro de similar o mejor capacidad, conforme al diagrama unifilar.

2. Conexiones especiales:

Cuando haya elementos de potencia para conmutación (contactores para arranque de motores, aire acondicionado u otro similar), desarmarlos y

evaluar el estado de los platinos (contactos); además de limpiar el núcleo de la bobina de accionamiento, se debe evitar el lijado de platinos y núcleo. Cuando se evidencia el desgaste en los platinos, es conveniente cambiar éstos o en su defecto el componente.

- c. Medir y/o verificar la presencia de voltajes, corriente y temperatura en cada circuito utilizando los equipos apropiados para ello, como son el multímetro o en su defecto el voltímetro, amperímetro y ohmímetro:
- Identificar la tensión o voltaje (medida en voltios).
 - La corriente o intensidad eléctrica (medida en amperios).
 - La potencia eléctrica (que se mide en vatios) y la energía eléctrica producida/consumida (medida en vatios-hora).

Los valores verificados deben corresponder con las especificaciones técnicas del elemento (cables, interruptor termomagnético o diferencial, otros) y a la capacidad del circuito indicada en el diagrama unifilar.

6.4 Descripción de las actividades del mantenimiento correctivo de tableros eléctricos

6.4.1 Realizar la reparación o sustitución del (los) elemento(s) deteriorado(s) o inoperativo(s):

- a. Los elementos deteriorados deben ser retirados y reparados o sustituidos (de corresponder), siendo instalados en la misma ubicación que el componente retirado. Una vez reinstalado se⁵⁷ debe seguir las siguientes acciones:
1. Medir voltajes, corrientes, temperaturas y resistencia de puesta a tierra, con los equipos previstos para estas acciones como el multímetro o en su defecto el voltímetro, amperímetro y ohmímetro. Los valores a verificar deben corresponder con las especificaciones técnicas del elemento (sean estos cables, interruptor termomagnético o diferencial u otros) y con la capacidad del circuito indicada en el diagrama unifilar de los documentos técnicos.
 2. Reajustar las borneras de conexión de los interruptores y dispositivos existentes, detectar nuevamente si este elemento presenta rastros de calentamiento, que puede ser ocasionado por inadecuada instalación o defectos del elemento. Si está presente algún rastro, anotarlo, para posteriormente desconectarlo y/o desarmarlo para identificar la causa u origen del calentamiento⁵⁸.
 3. Verificar con el multímetro o la pinza amperimétrica que los cables conductores al sistema de puesta a tierra se encuentren bien asegurados, correctamente conectados a las borneras y que exista continuidad eléctrica entre los cables y la estructura del tablero. Verificar que no exista calentamiento anormal de los conductores de acometida, con multímetro o de ser factible con cámara de temperatura.

⁵⁷ Referencias tomadas del enlace: <http://www.pozosatierra.com/mantenimiento-preventivo-tableros-electricos.html>

⁵⁸ Hay elementos de potencia como los dispositivos para electrobombas, sistemas de aire acondicionado, motores u otros, que deben ser inspeccionados.

Figura N° 9.- Uso de cámara de temperatura (termográfica)



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://www.instrumentacionhoy.com/category/fluke-corporation/>

- b. En caso de modificaciones, registrar en la tabla 2 del presente Anexo.

Figura N° 10.- Uso de multímetro en tableros



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-de-medicion/como-usar-un-multimetro>

6.4.2 Probar el funcionamiento de las instalaciones:

Se debe realizar el mismo procedimiento indicado previamente en el numeral 6.3.2 del presente Anexo, respecto del accionado de llaves y circuitos, así como la prueba de los elementos (conexiones de alumbrado y tomacorriente, conexiones especiales) y medición de voltaje, corriente y temperatura.

6.4.3 En caso de mal funcionamiento de instalaciones, retomar acciones de numerales 6.3.1 y 6.3.2:

Se debe realizar el retiro de las instalaciones, verificar si el (los) elemento(s) se encuentran operativas cada uno(a) y volver a instalar. De persistir el problema, realizar una nueva sustitución del (los) elemento(s) cambiado(s).

6.4.4 Registrar las actividades según formato de registro de la Tabla N° 1 del presente Anexo:

Al culminar los trabajos debe realizarse el registro respectivo de las acciones realizadas, para orientación de las personas que van a realizar las siguientes actividades de mantenimiento; así como para la programación de actividades y recursos destinados al componente Instalaciones eléctricas interiores de la infraestructura educativa.

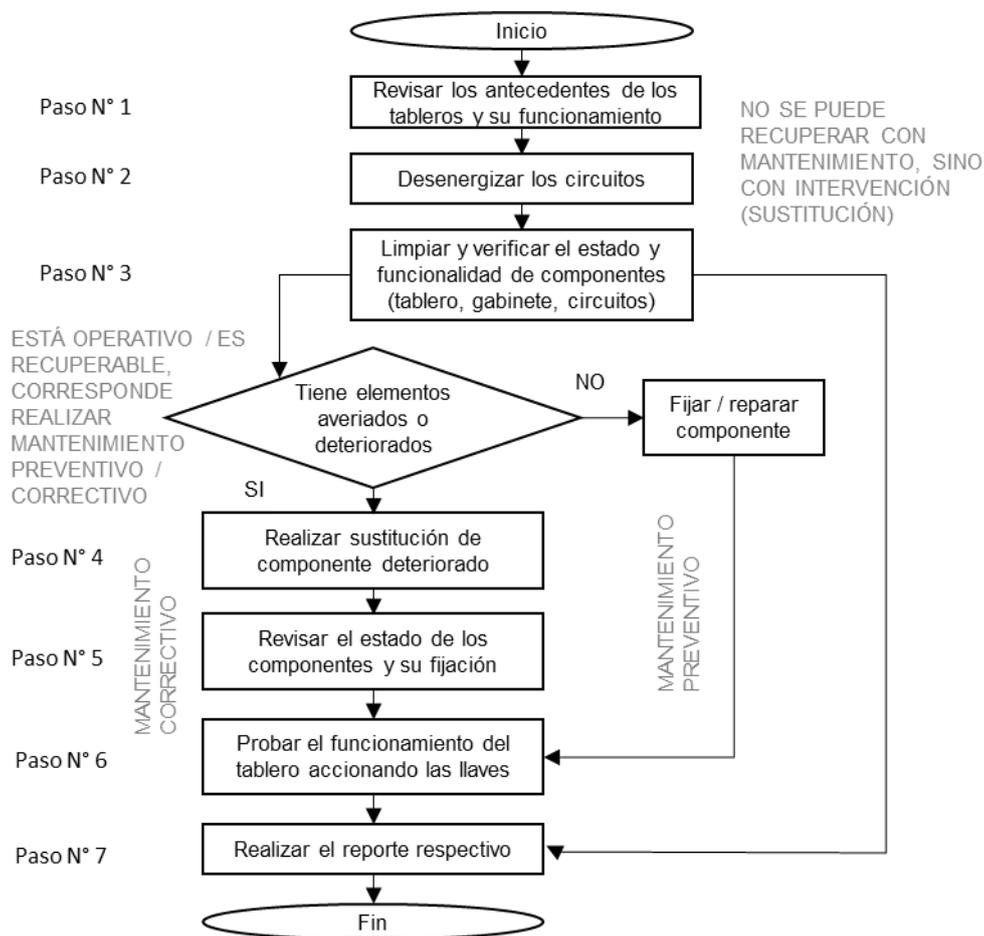
Artículo 7.- Prohibiciones, precauciones y recomendaciones

7.1 Precauciones^{59, 60}

- 7.1.1 Verificar el corte de energía (desenergizar) en el (los) circuito(s) al (los) que se va a dar mantenimiento.
- 7.1.2 Al energizar el tablero y activar los equipos que utilizan energía eléctrica en condiciones normales, verificar que corresponda con los antecedentes.
- 7.1.3 Cuando sean accesibles a personas no autorizadas, todas las tapas (puertas) de los tableros eléctricos deben estar permanentemente cerradas con llave⁶¹.

Artículo 8.- Flujograma de actividades

Figura N° 11.-Flujograma de actividades



⁵⁹ Fuente: <http://www.pozosatierra.com/mantenimiento-preventivo-tableros-electricos.html>

⁶⁰ Fuente: http://www.beckmax.cl/index.html/assets/files/tableros_electricos_mantenimiento.pdf

⁶¹ Conforme a lo dispuesto por la Regla 280-304 del Código Nacional de Electricidad – Utilización.

Artículo 9.- Programación de actividades de mantenimiento preventivo de tablero eléctrico

Cuadro N° 6.- Programación de actividades de mantenimiento preventivo del sistema del tablero eléctrico

EQUIPO		TABLEROS ELÉCTRICOS		
TIPO		TIPO: metálico / sintético / otros		
Correspondencia con contenido	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD TÉCNICA	PERIODO C/ MESES		
		03	06	12
1; 6.1.2 y 6.1.3	Revisar los antecedentes de tableros eléctricos, su funcionamiento y condiciones del entorno. Desenergizar los circuitos. Realizar la limpieza	1 sola vez al planificar el registro de actividades de mantenimiento		
6.2.1	Verificar el estado de los elementos (tableros eléctricos en general, estructura del gabinete, tapa y mandil, señalización de directorios, interruptores termomagnéticos y/o diferenciales, conexiones en todos sus circuitos, cables de alimentación y salida)			X (mínimo)
6.2.2	Probar el funcionamiento de los elementos del tablero eléctrico y registrar las actividades en el formato			X

Fuente: Elaboración propia

Artículo 10.- Ficha de mantenimiento de tableros eléctricos

Tabla N° 1.- Ficha de mantenimiento de tableros eléctrico

Datos Generales del local educativo			
1. Nombre de la IE			
2.1 Código Modular		2.2. Código Local	
3. Dirección			
4. Fecha (d/m/a)			
Datos Generales del supervisor			
5. Nombre y apellido		5.2 IE/UGEL/DRE/GR/GL	
6.1 DNI		6.2. CIP	
7.1 R.U.C.			
8. Telf. celular o fijo			
9. Correo			
Datos Generales del técnico			
10. Nombre y apellido			
11. DNI			
12. R.U.C.			
13. Telf. celular o fijo			
14. Correo			
Trabajos a realizar			
Tipo de mantenimiento a realizar:	Preventivo		Correctivo
¿Es programado?	SI		NO
Datos específicos del tablero eléctrico			
15. Ubicación (edificio / pabellón)		16. Número de tableros	
17. Número de circuitos			



PERÚ

Ministerio de Educación

PARÁMETROS ESPECÍFICOS DE MANTENIMIENTO DE COMPONENTES DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA

Mantenimiento preventivo:						
18. ¿Las características del tablero corresponden a lo señalado en el diagrama unifilar?			SI		NO	
19. Estructura del gabinete		Buen estado		Reparación		Sustitución
20. Tapa y mandil		Buen estado		Reparación		Sustitución
21. ¿La señalización del directorio es conforme al diagrama unifilar?			SI		NO	
22. Llave o interruptores termomagnéticos (ITM) y diferenciales						
22.1. ¿Presentan sobrecalentamiento?			SI		NO	
22.2. ¿Los espacios previstos para la ampliación de circuitos se encuentren protegidos?			SI		NO	
22.2. ¿La llave opera en tanto se realizan las pruebas de funcionamiento?			SI		NO	
Acción a tomar		Limpieza		Reparación		Sustitución
23. Conexiones en todos sus circuitos						
23.1. ¿Los cables están fijos?			SI		NO	
Acción a tomar		Fijación		Reparación		Sustitución
24. Cables de alimentación y salida						
23.1. ¿Las barras están diferenciados por colores?			SI		NO	
Acción a tomar		Organización		Reparación		Sustitución
25. Funcionamiento del tablero						
25.1. Funcionamiento del alumbrado y tomacorriente		bueno		regular		malo
25.2. Funcionamiento de conexiones especiales		bueno		regular		malo
Observaciones:						
26. Fotografías de lectura de medida por multímetro / pinza amperimétrica / voltímetro y/u otro(s)						
Firma y sello Especialista				Firma y sello. Responsable del mantenimiento de la IE		

Artículo 11.- Referencias bibliográficas:

- 11.1. Ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y su Reglamento aprobado con D.S. 011-2019-TR.
- 11.2. Norma EM.010 Instalaciones Eléctricas Interiores del RNE.
- 11.3. Código Nacional de Electricidad. Tomo V, Utilización.
- 11.4. Código Nacional de Electricidad – Suministro.
- 11.5. Manual de mantenimiento recurrente y preventivo de los espacios educativos, Ministerio de Educación, Ecuador.
- 11.6. Mantenimiento de instalaciones eléctricas del establecimiento educacional, Ministerio de educación, Chile / UNESCO.

Anexo 3.- Techos y cubiertas

Artículo 1.- Definición General

1.1 Techo.- Es el elemento o parte superior que cubre un piso⁶². Asimismo, se denomina techo al elemento constructivo horizontal, inclinado o curvo que sirve de separación o límite final de la edificación con el medio ambiente exterior⁶³. Los techos conforman la envolvente de la edificación, junto a los muros y a los pisos. Su función es de separación y protección contra las inclemencias del clima, así como de garantizar las condiciones de confort al interior del ambiente⁶⁴. Forma parte de la estructura en la edificación y según su forma puede ser plano, inclinado o abovedado⁶⁵. Según su tipo de construcción y composición material puede ser de concreto o liviano, según se detalla:

1.1.1 Techos de losas de concreto armado.- Aquel construido con cemento, agregados y agua, que tienen una armadura de refuerzo con la cantidad de acero correspondiente, conforme a la Norma E.060 del RNE. Pueden ser losas aligeradas, macizas, nervadas u otros. En locales educativos se complementan con cubiertas de cemento pulido, ladrillo pastelero o tejas para impermeabilizar la superficie.

Figura N ° 1.- Edificación con techo aligerado de concreto



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <http://www.minedu.gob.pe/p/politicas-infraestructura-mantenimiento-escuelas.html>

1.1.2 Techos livianos.- Soportada por correas y viguetas de madera o de fierro, que transmiten las cargas a las vigas, tijerales, u otro elemento estructural; y tiene la característica de no contribuir a la rigidez de la edificación, y a la distribución de los esfuerzos horizontales en caso de sismo. Sirven para dar cobertura a distintos espacios; siendo los materiales usados calamina, PVC, termoacústico, aluminio, policarbonato, acrílico y similares, así como de madera (y sus derivados como fibrocemento) u otros.

⁶² Norma G.040 Definiciones del RNE.

⁶³ Numeral 5.51 de la Norma EM.110 Confort térmico y lumínico con eficiencia energética del RNE.

⁶⁴ Concordante con los literales b) y c) del numeral 12.18 de la NT Criterios Generales de Diseño.

⁶⁵ En algunos contextos, cuando el material que forma la cubierta es la teja, se llama tejado, siendo su principal función impermeabilizar la superficie del techo, por ello suele tener una pendiente para la evacuación de aguas pluviales.

Figura N ° 2.- Edificación con techo liviano

Fuente: ubicada en el portal electrónico: https://www.youtube.com/watch?v=2D9_Jy512tg

1.2 Cubiertas.- Elemento que sirve como cerramiento para la protección contra la exposición directa de agentes externos sobre áreas libres como patios, azoteas, techos, estacionamientos y accesos peatonales⁶⁶. Asimismo, se define como la capa superior del techo que lo separa del exterior y está en contacto con el aire, cuya inclinación sea inferior a 60° respecto de la horizontal.⁶⁷

Figura N ° 3.- Cubierta en patio con materiales opacos y traslúcidos

Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://andina.pe/agencia/noticia-junin-entregan-primero-primero-colegio-patio-techado-chanchamayo-611958.aspx> estudiantes-de-los-intensos-rayos

⁶⁶ Norma G.040 Definiciones del RNE.

⁶⁷ Numeral 5.23 de la Norma EM.110 Confort térmico y lumínico con eficiencia energética del RNE.

Artículo 2.- Definiciones operacionales

2.1. Consideraciones de los techos y/o las cubiertas:

Los techos y/o las cubiertas deben garantizar la protección de la infraestructura ante las condiciones climatológicas (asoleamiento, vientos, lluvias, granizadas u otros), brindando confort térmico y acústico al interior para el desarrollo de las actividades.

Artículo 3.- Elementos básicos de los techos livianos

3.1. Dentro de los materiales para techos livianos y/o cubiertas utilizados en locales educativos, encontramos con mayor frecuencia los siguientes⁶⁸ :

Cuadro N ° 1.- Características de techos livianos y/o cubiertas

TIPO	CARACTERÍSTICAS	IMAGEN
Plancha metálica de acero galvanizado con zinc	-Livianas -Mayor resistencia a corrosión que otras planchas metálicas -Durables -No requieren mantenimiento constante	
Plancha de acero inoxidable	-Resistencia a la corrosión, impactos y efectos del clima -Requieren poco mantenimiento -Menos económicas que otras planchas	
Plancha de polipropileno	-Opacas y livianas, -No requieren mantenimiento constante Económicas, -Diversos tamaños y colores	
Cobertura de policarbonato	-Ligeras -Resistentes -Traslúcidas, permiten iluminación natural, Mayor transmisión térmica que polipropileno	
Cobertura de fibrocemento	-Ligero, -Fácil instalación -Impermeable	
Tejas cerámicas	-Económica -Mantenimiento periódico -Gran durabilidad -Poco mantenimiento	
Ladrillos pasteleros	-Económica -Mantenimiento periódico -Absorbe y disipa la temperatura -Aísla la humedad	

Fuente: elaboración propia

3.2. Dentro de los elementos para techos o cubiertas livianas, debe considerarse la estructura de soporte, las cuales pueden ser de madera o metal: Incluir también los accesorios de fijación (platinas, ángulos, pernos, remaches u otros) y/o arriostre (vigas, correas, tensores, otros).

⁶⁸ El cuadro N° 1 tiene carácter referencial, no excluye la existencia o utilización de materiales distintos a los indicados.

Artículo 4.- Requerimientos básicos

4.1. Recursos humanos

En caso de que la IE y/o UGEL no cuente con personal técnico para el mantenimiento, se procede a contratar servicios de mantenimiento; para lo cual, se recomienda que el personal a cargo de dichas labores cuente con el perfil que se describe en los siguientes cuadros⁶⁹:

Cuadro N ° 2.- Perfil profesional supervisor

CARGO	Supervisión
FORMACIÓN	Ingeniero civil o arquitecto
ESPECIALIDAD	Construcción civil, albañilería, estructuras metálicas, mantenimiento
EXPERIENCIA	-Experiencia en mantenimiento de infraestructura -Capacitación en temas de seguridad en el trabajo

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N ° 3.- Perfil profesional técnico

CARGO	Responsable de la ejecución del mantenimiento
FORMACIÓN	Técnico en construcción civil, titulado en Instituto o escuela de Educación Superior
ESPECIALIDAD	Mantenimiento de edificaciones
EXPERIENCIA	- 01 año mínimo en mantenimiento en infraestructura - Capacitación en temas de seguridad en el trabajo

Fuente: Elaboración propia

4.2. Indumentaria y Equipo de Protección Personal-EPP

Se recomienda la siguiente relación de Equipo de Protección Personal-EPP para el mantenimiento:

Cuadro N ° 4.- Equipo de protección personal

N°	Indumentaria ⁷⁰	Características	Cantidad
1	Guantes de badana / cuero	Para construcción	1 por operario
2	Ropa de trabajo	Para construcción, incluyendo calzado con suela antideslizante	1 por operario
3	Arnés con línea de vida	Arnés de cuerpo entero y de una línea de enganche con amortiguador de impacto con dos mosquetones de doble seguro	1 por operario
4	Casco	Para construcción	1 por operario
5	Lentes apropiados	Para construcción	1 por operario

Fuente: Elaboración propia

4.3. Herramientas para el mantenimiento

Se recomienda la siguiente relación de herramientas para el mantenimiento del techo y/o cubiertas:

⁶⁹ Según la magnitud de la actividad de mantenimiento, esta puede ser realizada por una o más técnicos adicionales a lo señalado en los Cuadros N° 1 y 2; de ser así, se estipula al responsable a cargo del grupo, en la Ficha de Mantenimiento del presente Anexo.

⁷⁰ En concordancia con los numerales 6.14 del artículo 6 y 9.3 del artículo 9 la Ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y el Decreto Supremo N° 011-2019-TR que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo para el Sector Construcción.

Cuadro N ° 5.- Herramientas

Item	Descripción	Características	Cantidad
1	Martillo	Mango de madera.	1 unidad
2	Wincha	Manual, de metal. Long. 5 m	1 unidad
3	Nivel de burbuja	Manual, con verificación en 2 sentidos	1 unidad
4	Alicate	Para uso en albañilería	1 unidad
5	Comba y cincel	Para uso en albañilería	1 unidad
6	Taladro eléctrico, destornillador eléctrico	Según material utilizado	1 unidad
7	Plancha y badilejo	Para el uso de pasteleros, tejas	1 unidad
8	Picota	Para el uso de pasteleros, tejas	1 unidad
9	Cepillo / espátula	Para uso en albañilería	1 unidad

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N ° 6.- Otros insumos

Item	UTENSILIOS	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD
1	Escoba, escobilla	Según material utilizado	1 unidad
2	Brocha de limpieza	Según material utilizado	1 unidad
3	Escalera de tijera / andamio	Según altura de elementos	1 unidad
4	Trapo industrial, paño	Para limpieza	Según área
5	Manguera con agua suficiente	Para limpieza	1 unidad
6	Detergente	Según material utilizado	Según área
7	Brocha, soplete	Según material utilizado	1 unidad
8	Rodillo para limpieza	Según material utilizado	1 unidad
9	Cepillo, espátula	Según material utilizado	1 unidad

Fuente: Elaboración propia

Item	MATERIALES	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD
1	Repuesto de material de cubierta (ladrillo pastelero, teja plana / andina, cemento, otros)	Según material del techo / cubierta	Según área
2	Cemento / pegamento	Según material de techo / cubierta	Según área
3	Alambre /	Según material de techo / cubierta	Según área
4	Clavos/ tornillos autoperforantes	Según material de techo / cubierta	Según área

Fuente: Elaboración propia

Artículo 5.- Actividades del mantenimiento del techo y/o cubierta⁷¹

Se recomienda que estas actividades se desarrollen cuando menos 2 veces al año; la primera, antes del inicio de la temporada de precipitaciones y, la segunda, al concluir la misma. Asimismo, se debe contar con un registro de actividades, conforme a la Ficha desarrollada en el artículo 9 del presente anexo.

5.1 Actividades preliminares del mantenimiento preventivo

- 5.1.1. Revisar los antecedentes de los techos y/o cubiertas.
- 5.1.2. Evaluación preliminar del entorno.
- 5.1.3. Revisar la solidez del techo o estructura de soporte de la cubierta, para el apoyo del personal de mantenimiento

5.2. Actividades del mantenimiento preventivo

- 5.2.1. Realizar la limpieza de los techos y/o cubiertas: Consiste en la verificación del

⁷¹ Ver desarrollo de la actividad en el numeral 6.1.1 del presente anexo

estado de todos los componentes del sistema, en previsión de riesgos:

- a. Techos con cubierta de ladrillos pastelero.
- b. Techos con cubierta de tejas cerámicas.
- c. Techo con cubierta de cemento semipulido.
- d. Impermeabilización de superficies exteriores.
- e. Cubiertas con planchas metálicas y/o de material sintético.

5.2.2. Probar el funcionamiento de los techos y/o cubiertas.

5.3. Actividades del mantenimiento correctivo de cubiertas

- 6.3.3. Realizar la limpieza del techo y/o la cubierta.
- 6.3.4. Sustituir el (los) elemento(s) deteriorado(s).
- 6.3.5. Probar el funcionamiento del sistema.

Artículo 6.- Descripción de actividades del mantenimiento del techo y/o cubiertas

Por razones de ubicación y complementariedad del sistema de drenaje pluvial con el techo y/o la cubierta de las edificaciones, es recomendable que los trabajos de mantenimiento preventivo, correctivo y la prueba de funcionamiento de ambos componentes de la infraestructura educativa se realice de manera conjunta, para optimizar personal y recursos en una actividad que involucra a ambos componentes exteriores de la infraestructura.

Figura N ° 4.- Mantenimiento de techo inclinado con tejas



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://www.olx.com.ec/item/realizamos-trabajos-de-construccion-plomeria-electricidad-arreglo-de-goteras-a-domicilio-garantizado-100-economico-iid-1101414670>

6.1 Descripción de actividades preliminares

6.1.1. Revisar los antecedentes de los techos y/o cubiertas

- a. Previo al inicio de las labores, se debe consultar la información sobre los antecedentes del techo y/o cubierta:
 - Antigüedad
 - Anteriores actividades de mantenimiento y la periodicidad de estas.
 - Verificar si cuenta con manuales técnicos de mantenimiento.
- b. Cuando no se disponga de información registrada, se puede consultar al personal encargado del mantenimiento en el local educativo o en su defecto a los trabajadores con mayor antigüedad de servicio en la IE.

6.1.2. Evaluación preliminar del entorno:

- a. Verificar que no exista instalaciones eléctricas o de comunicaciones sin aislamiento o protegidas en la superficie o cerca del techo y/o cubierta, así como de ramas de árboles que puedan constituir un riesgo de desprendimiento.
- b. Verificar que en el cielo raso o falso cielo raso no existan indicios de humedad, tales como manchas, eflorescencias, deformación de los elementos del falso cielo raso, entre otros; si se hayan dichos indicios, descartar la presencia de instalaciones sanitarias en sus proximidades, asimismo, verificar si se trata de una tubería y de estar comprometida la estructura, contactar a la UGEL correspondiente, para las acciones del caso.

6.1.3. Revisar la solidez del techo o estructura de soporte de la cubierta para el apoyo del personal de mantenimiento:

Se debe verificar que haya la suficiente solidez en la edificación o estructura de soporte para que sirva de apoyo en el desplazamiento del personal a cargo de las labores de mantenimiento, así como los elementos suficientes y seguros para el anclaje de los EPP. Para ello, previamente se debe aplicar fuerza y/o peso sobre el techo o sistema estructural en el que se apoya la cubierta.

6.2 Descripción de actividades del mantenimiento preventivo

6.2.1. Realizar la limpieza del techo y/o cubierta:

- a. Realizar la limpieza con escoba y trapo, retirando la presencia de polvo, hojas, animales muertos u otros. Verter agua para mejorar la limpieza de la superficie y detergente con cepillo o espátula en el caso de existir elementos que no pueden ser removidos con facilidad como moho, ácaros u otros.

Figura N ° 5.- Limpieza de techo liviano metálico



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://en-gb.facebook.com/pg/lagosestructuras/posts/>

6.2.2. Verificar el estado de elementos del techo y/o cubierta, en previsión de riesgos:

a. Techos con cubierta de ladrillos pasteleros:

1. Verificar que la fijación con el mortero u otro material usado sea firme
2. Verificar que la pieza de cerámica no tenga fisuras o grietas, esté quebrada o deformada.
3. En caso de piezas sueltas o inestables, retirar la mezcla deteriorada, limpiar

la superficie con escobilla y brocha; luego, volver a instalar el elemento (pastelero) con mezcla similar a la utilizada previamente, utilizando badilejo y plancha de albañilería para distribuir uniformemente la mezcla.

4. Reponer las juntas que se hubieran desprendido con el mismo material y/o siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento o del proveedor.
5. Cuando corresponda, reponer el elemento de impermeabilización de los componentes (sea pintura, impermeabilizante u otro).

Figura N ° 6.- Mantenimiento de ladrillos pasteleros



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <http://www.oscorpindustries.com.pe/impermeabilizaciones-techo-vivienda/nggallery/slideshow>

b. Techos con cubiertas de tejas cerámicas:

1. Revisar el acoplamiento entre las tejas cerámicas, así como, su alineación, pendiente y traslape. Las tejas cerámicas deben seguir un patrón de instalación ordenado, verificando en aquellos contextos que requieran mayor fijación (por la presencia de fuertes vientos o lluvia) y que se encuentren fijos los elementos de seguridad (con alambre galvanizado o cobre).
2. Verificar que la fijación con el mortero sea firme.
3. Verificar que la pieza de cerámica no tenga fisuras o grietas, esté quebrada o deformada. Asimismo, se debe evitar en lo posible, el corte de tejas.
4. Cuando haya una o más tejas en peligro de desprenderse por deterioro del mortero, debe retirarse la(s) pieza(s) y mortero afectado, realizar la limpieza de la superficie y volver a instalar con nuevo mortero de características iguales o similares, verificando su alineamiento e integración con el conjunto.

c. Techos con cubiertas de cemento semipulido:

1. Verificar la presencia de fisuras (menores a 0.03 m de profundidad o el espesor del recubrimiento). De presentarse, sellar la fisura con mezcla de cemento, arena fina y agua, debiendo cubrirse en su integridad el tramo fisurado. Se puede utilizar también productos de relleno o sellado preparados como masilla, morteros (estuco) u otros; se procede a aplicar con badilejo y plancha de albañilería para su distribución uniforme. En caso la fisura sea mayor a la dimensión indicada, se procederá a realizar el mantenimiento correctivo.
2. Verificar que el cemento no esté deformado, desquebrajado, así como no tenga presencia de salitres, humedad, entre otros. Cuando se presenten estos casos, corresponde realizar el mantenimiento correctivo de todo el paño afectado; previa evaluación y solución del probable causal, se sustituye la capa afectada.

d. Impermeabilización de superficies exteriores:

1. Verificar las especificaciones técnicas del producto para su mantenimiento. Ésta debe contar con adherencia, así como la resistencia ante las condiciones climáticas del lugar de emplazamiento. En caso de evidencias de deterioro superficial de la cubierta, como raspado en alguna(s) parte(s), es recomendable realizar una nueva capa de impermeabilización del paño.
2. Para el mantenimiento preventivo del sistema de impermeabilización, se debe realizar una limpieza exhaustiva de la cubierta con elementos suaves (escoba suave, paño húmedo), evitando el abrasamiento de la parte afectada y luego se procede a aplicar uniformemente una nueva capa del recubrimiento, debiendo verificarse que el producto utilizado sea el mismo de la capa afectada o en su defecto, compatible para adherirse a esta.

e. Cubiertas con planchas metálicas y/o de material sintético:

1. Inspeccionar la unión de las planchas la cual debe ser fija entre ellas y con el (los) elemento(s) de soporte, sin fisuras en la plancha.
2. Se recomienda que cuando se observe fisuras menores de 0.20 m de largo en coberturas metálicas; sellar la fisura con soldadura u otro elemento como un parche del mismo material fijándolo con remaches o similar, y en el caso de deformación, se deberá reparar de manera mecánica, aplicando calor y asegurar la fijación de los elementos de sujeción a la estructura.
3. En el caso de coberturas de material sintético (policarbonato, acrílico, fibra de vidrio u otros), con decoloración o deformación, se deberá realizar la reparación correspondiente (recuperación de la forma, fijación y/o alineado). Para solucionar la decoloración en caso de planchas opacas, se puede pintar la superficie exterior para mejorar el ornato y en el caso de deformación por sobrecarga o desprendimiento del elemento de fijación (remache, tornillo o similar), debe reponerse o adicionarse elemento(s) de fijación que permitan su integración a la estructura de soporte.

6.2.3. Probar el funcionamiento de los techos y/o cubiertas:

Luego de haber realizado el mantenimiento de los componentes, debe realizarse una prueba para garantizar el correcto funcionamiento de la cubierta en toda su extensión, verificando la total impermeabilización del techo u ambiente al que sirve. Se recomienda que la prueba se realice vertiendo agua en toda su extensión y en esta acción se debe evaluar de manera conjunta el techo / cubierta y el sistema de drenaje pluvial, que tienen funciones complementarias.

6.3 Descripción de actividades del mantenimiento correctivo de cubiertas

6.3.1. Realizar la limpieza del techo y/o la cubierta:

Desarrollar el mismo procedimiento indicado en el numeral 6.2.1.

6.3.2. Sustituir el (los) elementos deteriorados:

Cuando exista(n) pieza(s) deteriorada(s) que no puedan ser recuperadas mediante el mantenimiento preventivo, éstas deben ser sustituidas. Según el material utilizado, se recomienda proceder de la siguiente manera:

a. Techos con cubierta de cemento semipulido:

1. Cuando haya agrietamiento, se debe retirar la superficie comprometida del recubrimiento, para que no tenga problemas de adherencia entre la nueva capa, el elemento del techo y la superficie contigua. Cuando no sea posible obtener esto, es recomendable reparar todo el paño afectado⁷².

Figura N ° 7.- Sustitución de cubierta deteriorada de cemento



Fuente: ubicada en el portal electrónico: https://es.123rf.com/photo_70645464_de-cerca-suelo-abstracta-grunge-%C3%A1spera-de-hormig%C3%B3n-de-cemento-grieta-textura-de-la-pared-de-fondo.html

2. Se prepara el mortero con la proporción recomendada por el fabricante del cemento o en su defecto la proporción 1:2 de cemento y arena⁷³, la cual se aplica sobre la superficie humedecida del elemento estructural del techo que se repara, utilizando badilejo y plancha de albañil. Para paños mayores a 1.00 m, es recomendable utilizar elementos (como resinas o similares) que mejoren la adherencia de la nueva capa con el elemento estructural del techo⁷⁴.
 3. Para realizar la impermeabilización de la superficie, se debe aplicar un sellador a doble mano con brocha, rodillo o soplete.
- b. Techos con cubiertas de ladrillos pasteleros, tejas y similares:
1. Identificada la(s) pieza(s) averiada(s), se procede al desprendimiento y retiro de ella(s), así como las que se traslapan con ella(s); además de los restos del mortero aplicado, utilizando escobilla y brocha, así como cincel y comba. En este procedimiento se debe evitar el deterioro de las piezas contiguas durante las acciones de mantenimiento y de aquellas piezas sobre las que se apoya el operador, se puede utilizar un tablón para repartir el peso de este.
 2. Para el asentado de las nuevas tejas o pasteleros, es recomendable una mezcla de cal, arena fina y cemento con proporción de 1:4:1/4 con la finalidad de darle fluidez y flexibilidad, así como maniobrabilidad para su instalación en el caso de necesidad de sustituciones posteriores.
 3. El asentado se realiza colocando la(s) pieza(s) en la misma posición y traslape que los elementos retirados, para ello se utiliza plancha y badilejo con la finalidad de distribuir uniformemente la mezcla y ejerciendo presión manual para lograr la posición y alineamiento uniforme con las demás piezas.
 4. En caso la cubierta tenga acabado sellado o pintado, se debe proceder al recubrimiento de toda la superficie, no solamente de la superficie repuesta, para lograr su uniformidad y funcione integralmente.

⁷² De requerirse, se puede reparar toda el área del techo con cubierta de cemento semipulido.

⁷³ Ver referencias en enlaces: <https://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2014/12/TbIDOSIF.pdf>; <https://www.coursehero.com/file/p51dqkh/0402-PISO-DE-CEMENTO-PULIDO-IMPERMEABILIZADO-Descripci%C3%B3n-Capa-conformada-por/>

⁷⁴ Si se advierte que está comprometida la estructura, correspondería realizar una intervención en la estructura del techo y no en la cubierta, lo cual no constituye una actividad de mantenimiento. Se debe de seguir lo señalado en el numeral 8.3 del Subtítulo II de la presente Guía.

c. Cubiertas con planchas metálicas o material sintético:

1. Se debe desprender los elementos de sujeción de las planchas (pernos, tornillos u otros), luego se debe proceder a retirar el (los) elemento(s) deteriorado(s) de manera manual; a continuación, se realiza el desmontaje de los mismos, retirando una por una la(s) plancha(s), sea de manera manual o asistida por equipos para su izamiento, según sea el material y dimensiones del elemento.
2. A continuación, se realiza la limpieza, del elemento al que se traslapa, utilizando lija o cepillo metálico, liberando los sedimentos, restos y/o presencia de oxidación, en el caso de planchas metálicas y verificando la limpieza de las perforaciones para el traslape y sujeción. Para planchas de material sintético se utiliza escobilla, detergente y paño suave.
3. Con los mismos procedimientos de seguridad, se procede el izamiento del (los) nuevo(s) elemento(s), se comprueba su ubicación, verificando que coincidan las perforaciones para los elementos de sujeción y se fijan a la estructura sobre la que se apoya el elemento. En el caso de planchas metálicas, es recomendable utilizar los tornillos autoperforantes / remaches con atornillador eléctrico y cinta butil para mejorar su integración, siendo imprescindible el uso de arandelas con neopreno en todos los tornillos.
4. Asimismo, debe utilizarse cumbreras, limatesas o limahoyas, en los cambios de pendiente según corresponda e integrarse el sistema de evacuación de aguas pluviales.

d. Impermeabilización de superficies exteriores:

Cuando se aprecie raspado o abrasamiento en la impermeabilización de la cubierta, se debe realizar la limpieza y retiro de toda la capa deteriorada; verificar que no haya fisuras en el techo, de ser así realizar previamente el sellado respectivo. A continuación, se realiza la imprimación de la superficie con pintura o emulsión asfáltica y luego se realiza al sellado con el material elegido, aplicando con brocha o rodillo. Cuando se utilice membranas, el procedimiento de impermeabilización se inicia con la imprimación de la superficie, luego se coloca la tela que corresponde al producto a utilizar y sobre ella se aplica uniformemente el elemento de sellado, siendo recomendable hacerlo a doble mano (2 capas).

6.3.3. Probar el funcionamiento del techo y/o cubierta:

Luego de realizada la sustitución de los elementos deteriorados o colapsados, debe revisarse el estado de su fijación y luego realizar una prueba para garantizar el correcto funcionamiento del conjunto a lo largo de toda su extensión. Se recomienda que la prueba se realice vertiendo agua en toda la superficie y se revisa cada unión entre elementos distintos y la inexistencia de filtración hacia el ambiente o espacio al que cubre. En esta acción, se debe evaluar de manera conjunta el techo / cubierta y el sistema de drenaje pluvial, que tienen funciones complementarias.

Artículo 7.- Prohibiciones, precauciones y recomendaciones

7.1 Recomendaciones

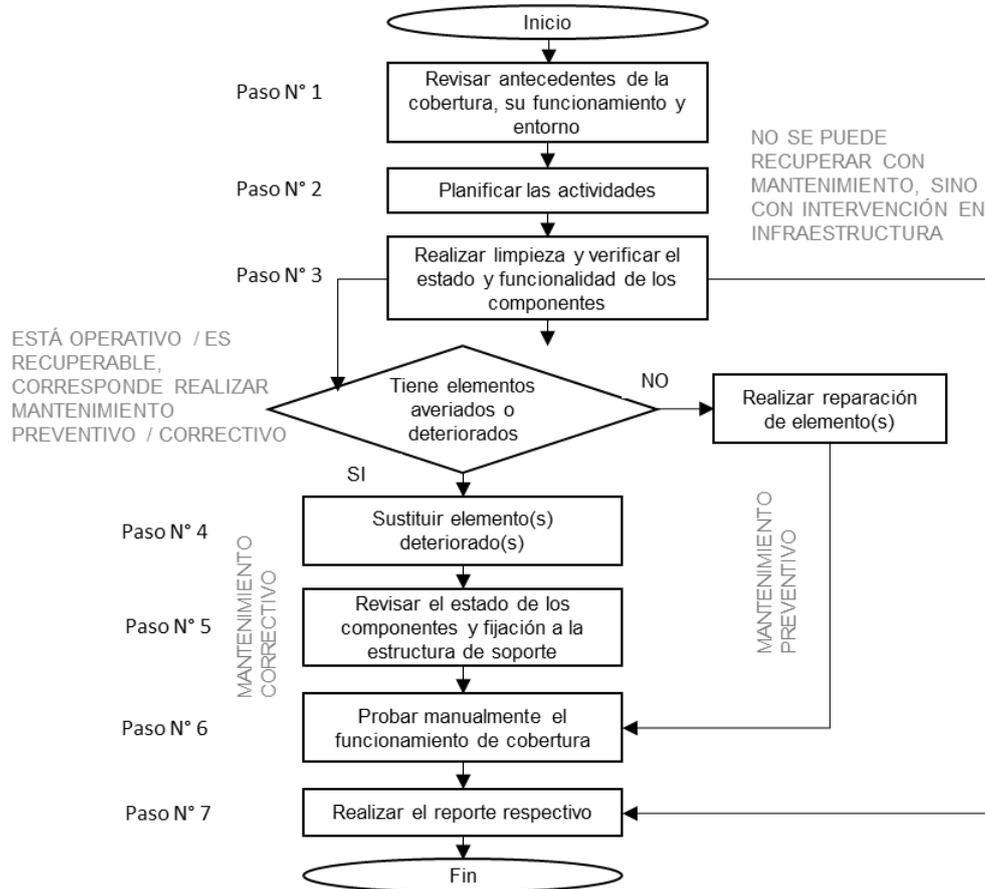
7.1.1. Las cubiertas de las edificaciones cumplen una función esencial en la

infraestructura educativa, brindando condiciones de confort y protección ante la acción del clima (por asoleamiento, presencia de vientos, precipitaciones, entre otros fenómenos), con la finalidad que las actividades educativas se desarrollen en condiciones satisfactorias. Por esta razón las cubiertas deben ser preservadas y mantenidas con la frecuencia que corresponda, según las condiciones climáticas de la ubicación del local educativo, teniendo como mínimo la frecuencia recomendada en el artículo 9 del presente Anexo.

7.1.2. Se recomienda que el acceso al techo/cubierta sea controlado y destinado exclusivamente para realizar actividades de mantenimiento del elemento. Así mismo, se debe tener la precaución de transitar sobre tablonés en cubiertas.

Artículo 8.- Flujograma de actividades

Figura N ° 8.- Flujograma de actividades



Artículo 9.- Programación de actividades de mantenimiento preventivo de techos y/o cubiertas

Cuadro N ° 7.- Programación de actividades de mantenimiento preventivo de techos y/o cubiertas

EQUIPO		CUBIERTA	
TIPO		TIPO: arcilla (pasas pastelero, tejas), cemento (semipulido)	
Correspondencia con contenido	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD TÉCNICA	PERIODO C/ MESES	
		06	12
6.1.1; 6.1.2; 6.1.3	Revisar los antecedentes de la cubierta, evaluación preliminar del entorno, revisar la solidez del techo o estructura de soporte de la cubierta para el apoyo del personal de mantenimiento	X	
6.2.1	Realizar la limpieza del techo y/o cubierta	X	
6.2.2	Verificar el estado de elementos del techo y/o cubierta, en previsión de riesgos según material / elemento (cubiertas con ladrillo pastelero, tejas o similares, cemento semipulido, planchas metálicas o sintéticas, impermeabilización de superficies externas)	X	
6.2.3	Probar el funcionamiento de techos y/o cubiertas	X	

Fuente: Elaboración propia

Artículo 10.- Ficha de mantenimiento de techos y/o cubiertas

Tabla N° 1.- Ficha de mantenimiento de techos y/o cubiertas

Datos Generales del local educativo			
1. Nombre de la IE			
2. Código Modular		2.1. Código Local	
3. Dirección			
4. Fecha (d/m/a)			
Datos Generales del supervisor			
5. Nombre y apellido		5.2 IE/UGEL/DRE/GR/GL	
6. DNI		6.2. CIP/CAP	
7. R.U.C.			
8. Telf. celular o fijo			
9. Correo			
Datos Generales del técnico			
10. Nombre y apellido			
11. DNI			
12. R.U.C.			
13. Telf. celular o fijo			
14. Correo			
Trabajos a realizar			
Tipo de mantenimiento a realizar:	Preventivo		Correctivo
¿Es programado?	SI		NO
Datos específicos del techo / cubierta			
15. Ubicación (edificio / pabellón)		16. Antigüedad	
17. Tipo de material	Past./tejas	Cemento	Metálico / Sintético
18. ¿Hay cerca instalaciones eléctricas sin protección?		SI	NO
19. ¿Existe evidencias de humedad en techo / cielo raso?		SI	NO
Mantenimiento preventivo / correctivo:			
20. Sistema con ladrillos pasteleros o tejas			

20.1 ¿Tiene elementos sueltos / con fisuras / grietas / quiebre?		SI		NO	
Acción a tomar	Fijación	Reparación		Sustitución	
21. Sistema con cemento semipulido					
21.1 ¿Tiene fisuras menores a 0.03 m de profundidad?		SI		NO	
Acción a tomar	Limpieza	Reparación (sellado)		Sustitución (correctivo)	
22. Sistema de impermeabilización					
22.1. ¿Hay evidencias de raspado / abrasamiento de superficie?		SI		NO	
Acción a tomar	Limpieza	Reparación		Sustitución	
23. Planchas metálicas y/o de material sintético					
23.1. ¿Existen planchas sin fijación (sueltas)?		SI		NO	
23.2. ¿Tiene planchas metálicas con fisuras menores a 0,20 m?		SI		NO	
23.2. ¿Tiene planchas sintéticas con decoloración/deformación?		SI		NO	
Acción a tomar	Limpieza y pintado	Reparación / fijación		Sustitución	
24. Funcionamiento del techo / cubierta					
24.1. Funcionamiento uniforme del techo / cubierta (verificación manual)	bueno		regular		malo
24.2. Funcionamiento del sistema de impermeabilización (verificación con agua)	bueno		regular		malo
Observaciones:					
Firma y sello Especialista			Firma y sello. Responsable del mantenimiento de la IE		

Artículo 11.- Referencias bibliográficas

- 11.1. Ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y su Reglamento aprobado con D.S. 011-2019-TR.
- 11.2. Ley 29090, Ley de Regulación de Habilitaciones Urbanas y de Edificaciones.
- 11.3. Manual de Mantenimiento 2019 para infraestructura educativa en Perú, Instructivo Técnico, Pronied MINEDU.
- 11.4. Guía para Mantenimiento de Infraestructura Física, MINSA.
- 11.5. Mantenimiento de Cubiertas e Impermeabilización del Establecimiento Educativo, MINEDUC (Chile) / UNESCO.
- 11.6. Manual de Mantenimiento recurrente y preventivo de los espacios educativos, Ministerio de Educación, Ecuador.

Anexo 4.- Instalaciones sanitarias – Sistema de drenaje pluvial⁷⁵

Artículo 1.- Definiciones generales

Para los propósitos de la presente Guía se aplican las siguientes definiciones:

- 1.1. Drenaje Pluvial.-** Servicio básico que constituye un componente estructural que forma parte de la infraestructura de todo centro poblado, y está compuesto por un conjunto de sistemas que comprende la recolección, transporte, almacenamiento y evacuación de las aguas pluviales a un cuerpo receptor diseñado para tal efecto⁷⁶.
- 1.2. Evacuación de aguas pluviales.-** Acción de conducir el agua de lluvias hacia el sistema de drenaje exterior⁷⁷. Corresponde tanto a las precipitaciones del período de lluvias ordinario, como a las ocasionadas por fenómenos climatológicos.

Artículo 2.- Definiciones operacionales

2.1. Consideraciones del drenaje pluvial:

- 2.1.1 El diseño de los componentes del sistema de drenaje pluvial responde al régimen pluviométrico de la zona, definiendo la cantidad de ramales, el número de montantes o bajantes y demás componentes del sistema; debiendo garantizar una evacuación inmediata sin rebasar su capacidad para la máxima intensidad de precipitaciones registrada en la zona.
- 2.1.2 La pendiente del canal o canaleta puede variar entre 0.5% y 4%⁷⁸ en función del área servida y su diámetro; por ello existen en el mercado elementos y accesorios para distinta capacidad del drenaje pluvial, con la finalidad de lograr la evacuación oportuna de aguas pluviales según el diseño del sistema.

2.2. Para los propósitos de la presente Guía se aplican las siguientes definiciones:

- 2.2.1 Sistema de drenaje pluvial.** Comprende los componentes y procesos que permiten la gestión del agua pluvial, desde su captación hasta la evacuación o almacenamiento⁷⁹. Las instalaciones para drenaje pluvial permiten la recepción y evacuación del agua pluvial. Se compone de tuberías, aparatos, equipos y accesorios⁸⁰; correspondiendo los montantes / bajantes a tuberías y el resto de los elementos como canaletas, elementos de sujeción y seguridad, sumideros son accesorios. En edificaciones para locales educativos no se tiene previsto el uso de aparatos y equipos.

⁷⁵ Tiene carácter obligatorio mandatorio según lo indicado en el artículo 15 de Norma A.010 del RNE, lo cual es concordante con el artículo 3 de Norma CE.040 que establece la obligatoriedad de drenaje pluvial a nivel nacional para los 3 niveles de gobierno y para las instituciones y empresas a cargo del diseño y construcción de infraestructura de drenaje pluvial.

⁷⁶ Definición establecida en el numeral 2 del artículo 4 del Decreto Legislativo N° 1356, Decreto Legislativo que aprueba la Ley General de Drenaje Pluvial. Según el numeral 5.1 artículo 5 de la misma Ley, tiene carácter obligatorio para toda habilitación urbana o edificación, conforme al Reglamento Nacional de Edificaciones.

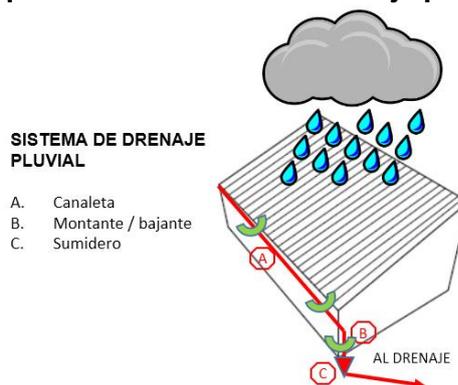
⁷⁷ Concordante con lo indicado en el artículo 3. Ámbito de aplicación de la Norma CE.040 del RNE.

⁷⁸ Ver referencia en Exigencia Básica HS 5 del Documento Básico HS Salubridad (DBHS), España.

⁷⁹ Definición establecida en el artículo 6 del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1356, Decreto Legislativo que aprueba la Ley General de Drenaje Pluvial, aprobado con Decreto Supremo N° 016-2018-VIVIENDA.

⁸⁰ Del artículo 4. Glosario de términos de la Norma CE.040 Drenaje pluvial.

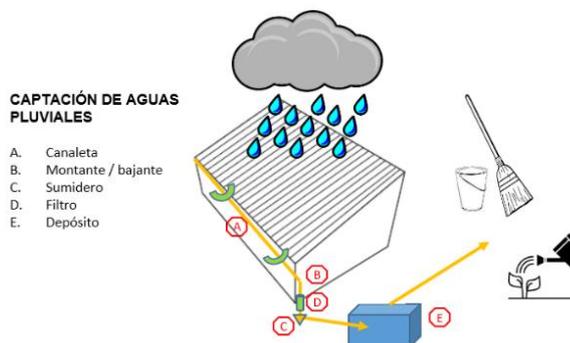
Figura N° 1.- Esquema del sistema de drenaje pluvial en edificaciones



Fuente: Elaboración propia

En contextos donde hay precipitación frecuente e intensa, se tiene la oportunidad de realizar variantes en el sistema para aprovechar las aguas pluviales con fines de higiene de la infraestructura e instalaciones, riego de áreas verdes u otros; para ello se adiciona al sistema de evacuación de aguas pluviales, elementos para permitir la captación y almacenamiento del agua de lluvias (pluvial), con fines de utilizarlas posteriormente.

Figura N° 2.- Esquema de variante para captación de aguas pluviales



Fuente: Elaboración propia

Artículo 3.- Elementos básicos del sistema de drenaje pluvial

El sistema de drenaje pluvial cuenta con los siguientes elementos:

3.1. Canal o canaleta pluvial. Conducto abierto o cerrado en el que el agua pluvial fluye por gravedad con una superficie libre⁸¹. En las edificaciones están adosados al borde exterior de la pendiente descendente del techo o cubierta y pueden ser de PVC (de mayor duración y requiere mantenimiento menos frecuente), de acero inoxidable, galvanizado u otro material metálico (requieren mayor frecuencia de mantenimiento) y se fijan a la infraestructura del techos o cubiertas mediante accesorios de sujeción y evitando tramos largos que rebasen la capacidad de evacuación del elemento. También, hay casos de canaletas de concreto integradas al techo aligerado.

⁸¹ Definiciones establecidas en la Norma CE.040 Drenaje pluvial del RNE, artículo 4. Glosario de términos.

Figura N° 3.- Canaleta pluvial aérea

Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://www.empitalito.gov.co/programas/servicio-alcantarillado/pozos-septicos-y-sumideros>

- 3.2. Montante o bajante pluvial.** Tubería vertical por medio del cual se evacúa las aguas pluviales de los niveles superiores a los inferiores⁸². Pueden ser de PVC SAP (que tiene mayor duración y requiere mantenimiento menos frecuente), de acero inoxidable, galvanizado u otro material metálico (requieren mayor frecuencia de mantenimiento). Se fijan a elementos de la infraestructura tales como columnas, muros, vigas o parantes, mediante accesorios de sujeción.

Figura N° 4.- Montante, bajante pluvial

Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://www.empitalito.gov.co/programas/servicio-alcantarillado/pozos-septicos-y-sumideros>

- 3.3. Sumidero.** Estructura destinada a la captación del agua pluvial ubicada generalmente antes de las esquinas con el objeto de interceptar el agua pluvial previo de la zona de tránsito de los peatones⁸³. Para efectos del presente documento, está referido al elemento interior que recibe y traslada las aguas pluviales hacia el colector o drenaje exterior y tiene rejillas de protección contra el arrastre de residuos.

Figura N° 5.- Sumidero pluvial

Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://rhiannaoca.wordpress.com/2018/12/05/exercise-1-5/>

- 3.4. Alcantarillado pluvial.** Conjunto de alcantarillas que transportan agua pluvial⁸⁴.
- 3.5. Captación.** Estructura que permite el ingreso del agua pluvial a la infraestructura

⁸² Definición establecida en la Norma CE.040 Drenaje pluvial del RNE, artículo 4. Glosario de términos.

⁸³ Ídem.

⁸⁴ Definición establecida en la Norma CE.040 Drenaje pluvial del RNE, artículo 4. Glosario de términos.

de drenaje pluvial⁸⁵.

- 3.6. Cuneta.** Estructura hidráulica descubierta, estrecha y de sentido longitudinal destinada al transporte de agua pluvial, generalmente situada al borde de la calzada o pista⁸⁶. Al interior del local educativo, usualmente son de cemento pulido y se integran al piso de la vereda o patio contiguo.
- 3.7. Accesorios para fijación.** Elementos para la unión del sistema de drenaje con la edificación y para el acoplamiento entre los componentes que lo forman. Son de diverso tipo y material (PVC, acero, entre otros) y entre ellos tenemos: ganchos, soportes, abrazaderas, tapas, juntas, conectores, codos, embudos, rejillas, sellos de goma entre otros. El distanciamiento entre unidades de fijación responde al tipo de material y longitud de los tramos servidos por el sistema de drenaje pluvial.

Figura N° 6.- Accesorios para fijación



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://www.nicoll.com.pe/ftecnica/canaletas.pdf>

Artículo 4.- Requerimientos básicos

4.1. Recursos humanos

En caso de que la IE y/o UGEL no cuente con personal técnico para el mantenimiento, se procede a contratar servicios de mantenimiento; para lo cual, se recomienda que el personal a cargo de dichas labores cuente con el perfil que se describe en los siguientes cuadros⁸⁷:

Cuadro N° 1.- Perfil profesional supervisor

CARGO	Supervisión
FORMACIÓN	Ing. civil, sanitario, arquitecto, o afines
ESPECIALIDAD	Construcción civil, albañilería, estructuras metálicas, mantenimiento
EXPERIENCIA	Experiencia en mantenimiento en infraestructura

Fuente: Elaboración propia

⁸⁵ Ídem.
⁸⁶ Ídem.
⁸⁷ Según la magnitud de la actividad de mantenimiento, esta puede ser realizada por una o más técnicos adicionales a lo señalado en los Cuadros N° 1 y 2; de ser así, se estipula al responsable a cargo del grupo, en la Ficha de Mantenimiento del presente Anexo.

Cuadro N° 2.- Perfil profesional técnico

CARGO	Responsable de la ejecución
FORMACIÓN	Técnico en construcción civil, titulado en Instituto o Escuela de Educación Superior
ESPECIALIDAD	Mantenimiento de edificaciones
EXPERIENCIA	- 01 año mínimo en mantenimiento en infraestructura - Capacitación en temas de seguridad en el trabajo

Fuente: Elaboración propia

4.2. Indumentaria y Equipo de Protección Personal-EPP

Se recomienda la siguiente relación de Equipo de Protección Personal-EPP para el mantenimiento:

Cuadro N° 3.- Equipo de protección personal

N°	Indumentaria / equipo de protección personal ⁸⁸	Características	Cantidad
1	Guantes de badana / cuero	Para construcción	1 por operario
2	Ropa de trabajo	Para construcción	1 por operario
3	Arnés con línea de vida	De cuerpo entero y línea de enganche con amortiguador de impacto con dos mosquetones de doble seguro	1 por operario
4	Casco	Para construcción	1 por operario
5	Lentes apropiados	Para construcción	1 por operario

Fuente: Elaboración propia

4.3. Herramientas para el mantenimiento

Se recomienda la siguiente relación de herramientas para el mantenimiento del sistema de drenaje pluvial:

Cuadro N° 4.- Herramientas

Item	Descripción	Características	Cantidad
1	Martillo	Mango de madera.	1 unidad
2	Wincha	Manual, de metal. Long. 5 m	1 unidad
3	Set de llaves mixtas	Según materiales del sistema de drenaje	1 unidad
4	Nivel de burbuja	Manual, para albañilería	1 unidad
5	Alicate	Manual, para albañilería	1 unidad
6	Juego de desarmadores	Planos y estrellas. Distintos tamaños	1 unidad
7	Comba y cincel	Metálico	1 unidad
8	Sierra/ arco de sierra/ tijera para hojalatería	Según característica del material del sistema de drenaje pluvial	1 unidad
9	Taladro eléctrico	Manual, para albañilería	1 unidad

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.- Otros insumos

Item	Descripción	Características	Cantidad
1	Escoba	Según material del sistema de drenaje	1 unidad
2	Brocha de limpieza	Según material del sistema de drenaje	1 unidad
3	Escalera de tijera / andamio	Según altura de elementos	1 unidad
4	Trapo industrial	Según longitud del sistema a	1 unidad

⁸⁸ En concordancia con los numerales 6.14 del artículo 6 y 9.3 del artículo 9 la Ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y el Decreto Supremo N° 011-2019-TR que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo para el Sector Construcción.

		mantener	
5	Manguera conectada a red	Para limpieza	1 unidad
6	Detergente	Según longitud del sistema a mantener	Seg. Long.
7	Escobilla para metal	Según material utilizado	Seg. Mat.
8	Señalización	Señalización del área de trabajo	

Item	Descripción	Características	Cantidad
1	Repuesto de canaleta	Mismo material del sistema de drenaje	Según área
2	Repuesto de montante	Mismo material del sistema de drenaje	Según área
3	Accesorios (ganchos, uniones, tapas, sumideros, abrazaderas, codos, etc.)	Según material del sistema de drenaje	Según área
4	Pegamento	Según material del sistema de drenaje	Según área
5	Alambre	Según material del sistema de drenaje	Según área
6	Clavos	Según material del sistema de drenaje	Según área
7	Sellos de goma / silicona / otros	Según material del sistema de drenaje	Según área
8	Tarugos de plástico	Según material del sistema de drenaje	Según área
9	Lija para metal	Según material del sistema de drenaje	Según área
10	Tiza / material para marcado	Para identificar tramos afectados	-

Fuente: Elaboración propia

Artículo 5.- Actividades del mantenimiento del sistema de drenaje pluvial⁸⁹

Se recomienda que las actividades de mantenimiento preventivo se desarrollen por lo menos 2 veces al año; la primera, antes del inicio de la temporada de precipitaciones y, la segunda, al concluir la misma. Asimismo, cada actividad de mantenimiento debe contar en el registro de actividades, conforme a la Ficha desarrollada en la Tabla N° 1 del artículo 10 del presente anexo.

5.1 Actividades preliminares del mantenimiento preventivo

- 5.1.1 Revisar los antecedentes del sistema de drenaje pluvial y su mantenimiento.
- 5.1.2 Evaluación preliminar del entorno.

5.2 Actividades del mantenimiento preventivo

Luego de las actividades preliminares descritas en el numeral 5.1 se procederá a ejecutar las siguientes actividades específicas:

- 5.2.1 Realizar la limpieza del sistema de drenaje pluvial.
- 5.2.2 Verificar el estado y funcionalidad de los componentes del sistema:
 - a. Pendiente de canaletas y otros.
 - b. Sistemas de drenaje pluvial con material de PVC.
 - c. Sistemas de drenaje pluvial con material metálico.
 - d. Sistemas de drenaje pluvial con concreto.

- 5.2.3 Mantenimiento de rejillas y sumideros pluviales a nivel del suelo.

⁸⁹ Ver desarrollo de la actividad en el numeral 6.1.1 del presente anexo

5.2.4 Probar el funcionamiento del sistema.

5.3 Actividades del mantenimiento correctivo

5.3.1 Realizar la limpieza del sistema de drenaje pluvial.

5.3.2 Sustituir tramos y/o componentes deteriorados.

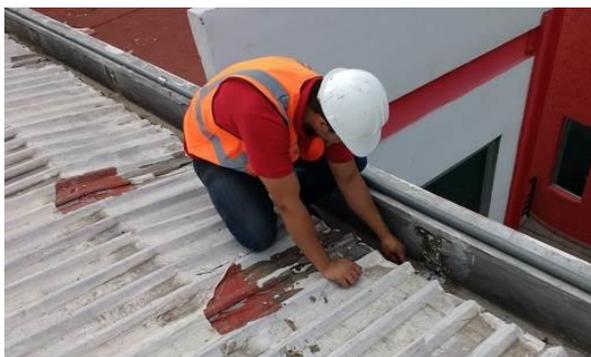
5.3.3 Probar el funcionamiento del sistema.

5.3.4 Registrar las actividades según formato de registro de la Tabla N° 1 del presente Anexo.

Artículo 6.- Descripción de actividades del mantenimiento del sistema de drenaje Pluvial

Por razones de ubicación y complementariedad del sistema de drenaje pluvial con el techo y/o cubierta de las edificaciones, es recomendable que las actividades preliminares, y/o los trabajos de mantenimiento preventivo y la prueba del funcionamiento de ambos componentes de la infraestructura educativa se realice de manera conjunta, para optimizar personal y recursos en una actividad que involucra a ambos componentes exteriores de la infraestructura.

Figura N° 7.- Mantenimiento de drenaje pluvial



Fuente: ubicada en el portal electrónico: https://fotos.habitissimo.com.mx/foto/mantenimiento-en-techo-de-auditorio-cmic-queretaro_317544

6.1 Descripción de actividades preliminares

6.1.1 Revisar los antecedentes del sistema de drenaje pluvial y su mantenimiento:

- a. Previo al inicio de las labores, se debe consultar la información sobre los antecedentes del sistema de drenaje pluvial:
 - Antigüedad
 - Anteriores actividades de mantenimiento y su periodicidad
- b. Cuando no se disponga de información registrada, se puede consultar al personal encargado del mantenimiento o, en su defecto, a los trabajadores con mayor antigüedad de servicio en el local educativo.

6.1.2 Evaluación preliminar del entorno y del sistema:

- a. Verificar que no exista la presencia de instalaciones eléctricas o de comunicaciones cercanas al sistema de drenaje pluvial, así como de riesgo de impacto por presencia / caída de ramas o similares, nidos de insectos u otros. Estos deben ser removidos y/o reubicados.

- b. Verificar que los sumideros del sistema no se encuentren obstruidos con residuos como hojas, sedimentos, piedras u otros objetos. Cuando se advierta ello, estos deben ser removidos.
- c. Revisar la presencia de humedad u hongos en los muros contiguos al sistema: Cuando existan, se debe identificar las causas de las filtraciones, cerciorarse que estas no sean producidas por defectos o averías en los elementos del sistema de drenaje pluvial.

6.2 Descripción de actividades del mantenimiento preventivo

6.2.1 Realizar la limpieza y verificación del sistema de drenaje pluvial:

- a. Realizar la limpieza con escoba, escobilla o cepillo y trapo desde el punto más alto de recolección de aguas pluviales (canaleta), retirando los residuos de polvo, hojas u otros que se hayan asentado en las canaletas a fin de evitar la acumulación de residuos que puedan obstruir las bajadas pluviales (montantes) o su descarga mediante este componente.
- b. De existir presencia de sedimentos, hongos, ácaros, animales muertos u otros elementos que interfieran la circulación de las aguas pluviales, éstos deben ser removidos con espátula y luego limpiados con agua, detergente y/o desinfectante para que se realice la evacuación pluvial de manera eficiente.
- c. Verificar el estado físico del elemento según el material: oxidado (metálicos), agrietado, rotura (metálicos o sintéticos) entre otros, para determinar su recuperación o reemplazo, cuando no sea posible recuperar su funcionalidad.
- d. Limpiar los canales y sumideros del sistema ubicados a nivel de piso, debiendo retirarse los residuos y/o sedimentos que obstruyen el flujo de evacuación. Verificar su estado y funcionamiento, para identificar la necesidad de mantenimiento correctivo.

Figura N° 8.- Limpieza de canaleta



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://www.youtube.com/watch?v=r4Jofsj-b18>

- e. Revisar la fijación de las canaletas y montantes hacia la edificación, a fin de evitar desprendimientos o malfuncionamiento del sistema. En caso de presentar fallas, evaluar si los accesorios pueden ser fijados de manera segura y estable, o se requiere sustituirlos.
- f. Realizar la limpieza de las superficies contiguas al sumidero, retirando restos de polvo acumulado y/o maleza que obstaculice la labor de mantenimiento; para

ello, se utiliza escoba y recogedor. Luego, se retira la rejilla metálica verificando su firmeza y evidencias de posible deterioro por el uso, exposición al tránsito de personas o antigüedad del componente (deformación, corrosión u otro).

- g. Revisar el estado físico de las rejillas, por presencia de óxido, desnivelación, descuadrado, entre otros. Es recomendable aplicar pintura anticorrosiva en las rejillas metálicas por lo menos cada dos años, para prolongar su vida útil y cuando su estado implique riesgo para los usuarios o el sistema, realizar el mantenimiento correctivo cambiando el elemento.

6.2.2 Verificar el estado y funcionamiento de los elementos del sistema

a. Pendiente de las canaletas y otros:

1. Verificar pendiente de las canaletas no menor de 1% y diámetro mínimo de 0,10 m⁹⁰, para ello se utilizará nivel de burbuja manual. Cuando no se tenga a disposición el nivel, deberá verificarse que, por cada metro de recorrido horizontal de la canaleta, exista una diferencia de nivel en altura no menor de 1 cm, hacia la descarga, que corresponde a la pendiente indicada.

Figura N° 9.- Verificación de componentes



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://reparacionesyconstrucciones.com/limpieza-canales-bajantes.html>

2. Verificar la presencia de humedad u hongos en los muros contiguos, de presentarse verificar que no haya filtraciones producidas por defectos o averías en los elementos del sistema de drenaje pluvial.
 3. Revisar el estado de los componentes y la unión entre estos (codos, uniones para el caso de PVC y empalmes, soldadura y sellado para el caso de utilizar acero, también rejillas para protección, entre otros), a fin de realizar el mantenimiento correspondiente.
- ##### b. Sistemas de drenaje pluvial con PVC-SAP:
1. Revisar el estado de las uniones de las canaletas, las cuales deben estar firmes y fijas, asimismo revisar que el pegamento de las uniones no se haya deteriorado por su exposición al clima. De lo contrario, se recomienda sellarlo con silicona o tapagotas u otro elemento a fin de evitar desprendimientos.
 2. Las canaletas o canales deben estar firmes en sus uniones, así como no tener fisuras en su recorrido.

⁹⁰ Según lo indicado en el numeral 12.4 del artículo 12 de la Norma CE.040 Drenaje Pluvial del RNE.

3. Revisar el estado de los accesorios de sujeción a las canaletas y montantes; así como la distancia recomendada entre los elementos de sujeción de PVC entre 0,60m y 0,90 m, para evitar su deformación y garantizar la evacuación.
4. Si en el (los) tramo(s) inspeccionado(s) de cualquiera de los elementos o accesorios se aprecia deterioro que se pueda evidenciar en la deformación o quiebre menor que pueden ser reparados, le corresponde un mantenimiento preventivo aplicando calor con mechero o similar y ejerciendo presión manual hasta alcanzar la forma original⁹¹ y, en el caso de quiebre menor de los elementos, reponer la falla sellando con silicona o similar, con parchado u otro elemento que garantice su continuidad y funcionamiento.
5. Cuando el deterioro no puede ser reparado en canaletas, uniones y sujeciones, corresponderá realizar un mantenimiento correctivo mediante el reemplazo de las piezas o componentes no recuperables.

Figura N° 10.- Sistema de drenaje pluvial de PVC



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/content/a2280013/que-tipo-de-canaleta-y-bajada-existen?sid=bnnext55582&disp=OTROS-MEDIOS>

6. El mantenimiento preventivo de reparación en las uniones deterioradas se debe iniciar con una limpieza exhaustiva de los bordes de unión, retirando restos del elemento de sellado previo y con las superficies secas, aplicar el nuevo sellador, que puede ser silicona u otro producto para fijación, utilizando una paleta de madera o similar para su distribución uniforme⁹².
- c. Sistemas de drenaje pluvial con material metálico (acero, aluminio u otro):
1. Revisar el estado de las canaletas y sus empalmes o traslapes, observando su continuidad, firmeza y funcionalidad.
 2. Revisar el estado de las uniones de canaletas, los cuales deben estar soldados o unidos a presión y sellados con elemento sellador que puede ser sintético, tapagoterías butílicas u otro⁹³.
 3. Revisar el estado de los elementos de sujeción de las canaletas y montantes (uniones) y la fijación de estos hacia el muro (ganchos o abrazaderas). Se recomienda que la distancia máxima entre los accesorios mencionados sea de 1.00 m.

⁹¹ Ubicada en el portal electrónico: <https://revistacentrozaragoza.com/reparacion-de-deformaciones-en-termoplasticos/>
⁹² Ubicada en el portal electrónico: <https://www.albaniles.org/hogar/como-reparar-las-juntas-o-grietas-en-las-canaletas-de-plastico/> ; <https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/content/a380006/sellantes-tapagoterias-y-adhesivos>
⁹³ Ubicada en el portal electrónico: <https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/content/a380006/sellantes-tapagoterias-y-adhesivos> ; <http://www.anaerobicos.com/marcas/productos/69/sella-canaletas>

Figura N° 11.- Sistema de drenaje pluvial de aluminio



Fuente: <https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/content/a2280013/que-tipo-de-canaleta-y-bajada-existen?sid=bnext55582&disp=OTROS-MEDIOS>

4. Si en el (los) tramo(s) inspeccionado(s) se aprecia deterioro en las uniones o existe presencia de óxido que puedan ser reparados, le corresponde un mantenimiento preventivo. Cuando el deterioro no puede ser reparado, corresponderá realizar un mantenimiento correctivo mediante el reemplazo de piezas (canaleta, montante, unión, sujeciones u otros).
 5. La reparación consiste en lijar la superficie afectada por óxido y protegerla con sellador, pintura anticorrosiva o similar⁹⁴.
 6. Asimismo, según el tipo de material utilizado se pueden utilizar parches fijados con soldadura y/o remaches y tapagoterías o impermeabilizante⁹⁵.
- d. Sistemas de drenaje pluvial con concreto:

Cuando se observe fisuras en la canaleta de concreto adosadas al techo, se debe reparar con mezcla fluida de cemento y arena según proporción recomendada 1:2 de cemento y arena, utilizando badilejo y plancha de albañilería; además de reparar el acabado pulido de este elemento, para que cumpla su función de evacuar las aguas pluviales. Cuando la profundidad del deterioro supere los 0.02 m (2 cm), evaluar la pertinencia de realizar el mantenimiento correctivo del elemento, reemplazando el tramo completo y verificando su adherencia a la estructura del techo.

6.2.3 Mantenimiento de rejillas y sumideros pluviales a nivel del suelo:

- a. Se procede a realizar la limpieza interna de las superficies del sumidero para retirar cualquier sedimento que se haya adosado a ellas (como lodo, plásticos, residuos u otros) para ello se debe utilizar escobilla, espátula, recogedor de mano y trapo de limpieza.
- b. En el caso de evidencias visibles de deterioro de la caja del sumidero (sea de concreto, albañilería u otro) o de la rejilla (metálica u otro), como pueden ser filtración en el área contigua o la rotura de rejilla; se procederá a realizar el mantenimiento correctivo del componente mediante su sustitución.

⁹⁴ Ubicada en el portal electrónico: https://www.youtube.com/watch?v=LQF_DOaAdmo

⁹⁵ Ubicada en el portal electrónico: <https://www.bricopared.com/2019/08/28/sellar-fugas-en-canalones-y-bajantes/>

6.2.4 Probar el funcionamiento del sistema:

Luego de realizadas las actividades de los numerales 6.2.1 y 6.2.2 se debe realizar una prueba para garantizar el correcto funcionamiento del sistema a lo largo de todo su recorrido, vertiendo agua por un período no menor de 5 minutos, desde la captación (canaleta) para luego inspeccionar el trayecto del agua hasta la entrega. No se deben presentar filtración, desborde o pérdida de agua en su recorrido⁹⁶.

Figura N° 12.- Prueba de funcionamiento del sistema



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://www.iagua.es/noticias/espana/universitat-autonoma-barcelona/15/10/19/recojida-agua-pluvial-uso-domestico-permite>

6.3 Descripción de actividades del mantenimiento correctivo del sistema de drenaje pluvial

Cuando en el desarrollo de las acciones iniciales del mantenimiento preventivo descritas en el numeral 6.2 del presente Anexo, se identifican elementos que no pueden ser recuperados mediante dicha actividad, corresponde realizar las actividades que se detallan en el presente numeral.

6.3.1 Realizar la limpieza del sistema de drenaje pluvial:

Se debe desarrollar las mismas actividades señaladas en el numeral 6.2.1

6.3.2 Sustituir los tramos y/o componentes deteriorados:

Según el tipo de material del sistema de drenaje pluvial, es recomendable realizar el siguiente procedimiento:

Figura N° 13.- Sustitución de componentes



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://www.eloficial.ec/instalacion-de-canales-y-bajantes-sobre-muro/>

a. Sistemas de drenaje pluvial con PVC o similar:

1. Para la separación de los elementos (uniones, canaletas, sujeciones) se utiliza un disolvente de pegamento o cortando el tramo de unión. Luego se realiza el desacople con el gancho, abrazadera o similar.

⁹⁶ En caso se realice el mantenimiento en conjunto con el techo y/o cubierta. La prueba de funcionamiento se realizará en conjunto.

2. Para la instalación del nuevo elemento se utiliza pegamento para PVC.

Figura N° 14.- Sustitución de componente de unión



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://www.sodimac.com.pe>

b. Sistemas de drenaje pluvial con material metálico:

1. Para la separación de los elementos (uniones, canaletas, sujeciones) se utiliza un disolvente del elemento de sellado y el retiro del elemento de unión (remache u otro) o en su defecto, cortar el tramo de unión. Luego se realiza su desacople con los elementos de sujeción.
2. Para la instalación del nuevo elemento se utiliza broca para hacer el agujero en el nuevo elemento que se acopla, sellador en las superficies que se superponen, remache o similar para la unión y aplicar el sellador o tapagoteras adicional sobre los nuevos remaches⁹⁷.

c. Sistemas de drenaje pluvial con concreto:

Previo al inicio de una actividad de mantenimiento correctivo del sistema de drenaje de concreto, evaluar si es posible realizar la acción sin poner en riesgo la estructura del techo. De ser posible ello, corresponderá retirar la parte afectada del (los) tramo (s) afectado(s) utilizando cincel y comba, realizar la limpieza respectiva y preparar la mezcla de concreto (proporción referencial de 1:2 de cemento y arena), incorporando de ser posible algún aditivo o pegamento epóxico para mejorar la adherencia del nuevo material a la estructura del techo; al respecto, se utiliza el badilejo y plancha para el pulido del nuevo material.

6.3.3 Probar el funcionamiento del sistema:

Luego de realizada la sustitución de los componentes, se debe efectuar una prueba para garantizar el correcto funcionamiento del sistema a lo largo de todo su recorrido, desde la captación hasta la entrega. Se realiza el mismo procedimiento indicado en el numeral 6.2.4 del presente anexo.

Artículo 7.- Prohibiciones, precauciones y recomendaciones

7.1. Prohibiciones.

- a. Según lo dispuesto en el numeral 7.1 de la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones del RNE, debe evacuarse las aguas de drenaje pluvial a un sistema de drenaje exterior o áreas verdes existentes, no debiendo evacuarse hacia redes de aguas residuales (desagüe).

⁹⁷ Ver referencia en el enlace https://apihum.hagaloustedmismo.cl/wp-content/uploads/2020/05/te-re01_reparar-canaletas-1.pdf

- b. Asimismo, los receptores de agua de lluvias deberán estar previstos de rejillas de protección contra el arrastre de hojas, papeles, basura y similares que puedan contaminar, impedir u obstaculizar la evacuación de las aguas pluviales.

Artículo 8.- Flujograma de actividades

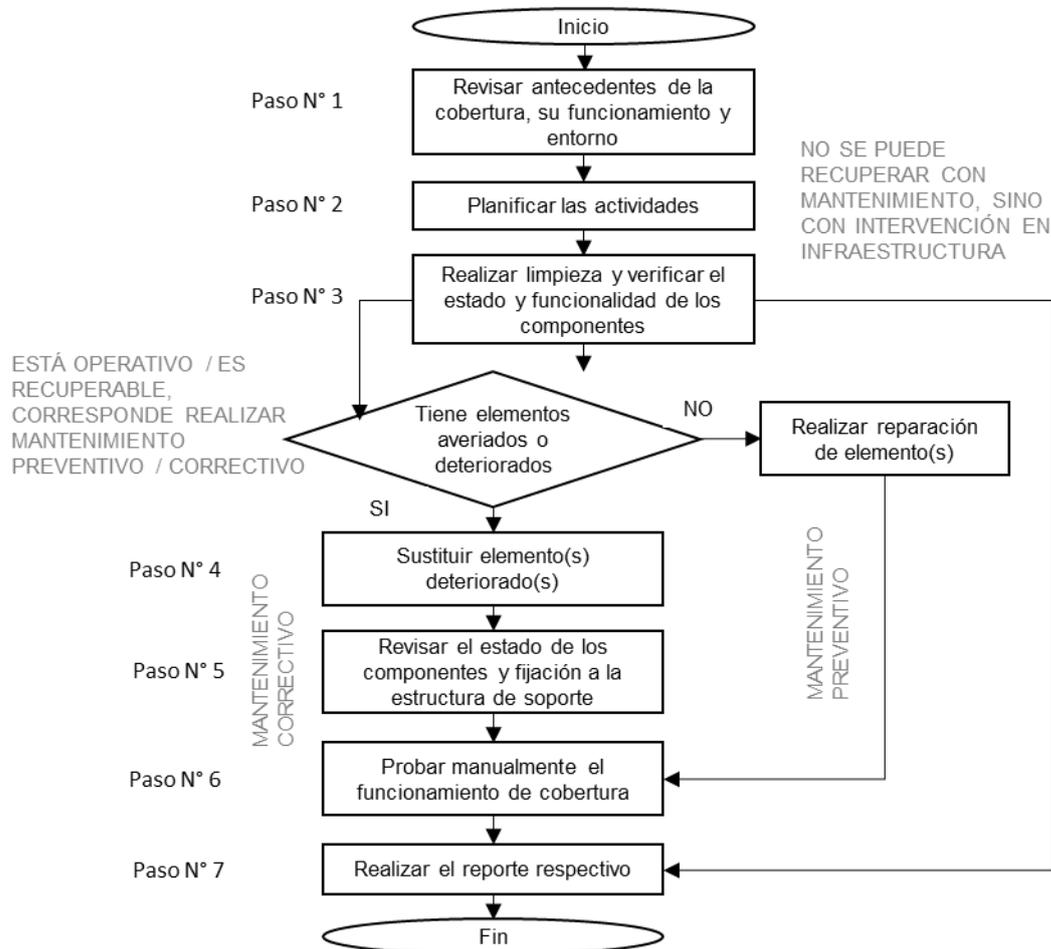


Figura N° 15.- Flujograma de actividades

Artículo 9.- Programación de actividades de mantenimiento preventivo del sistema de drenaje pluvial

Cuadro N° 6.- Programación de actividades de mantenimiento preventivo del sistema de drenaje pluvial

EQUIPO		SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL	
TIPO		TIPO: PVC / acero	
Correspondencia con contenido	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD TÉCNICA	PERIODO C/ MESES	
		06	12
5.1 a	Revisar los antecedentes del sistema de drenaje pluvial y su entorno	X	
5.1 b	Evaluación preliminar del entorno	X	
5.1 c	Señalar la zona de trabajo	X	
5.2 a, b, c	Actividades de mantenimiento preventivo	X	

Fuente: Elaboración propia

Artículo 10.- Ficha de mantenimiento del sistema de drenaje pluvial

Tabla N° 1.- Ficha de mantenimiento del sistema de drenaje pluvial

Datos Generales del local educativo				
1. Nombre de la IE				
2.1 Código Modular		2.2 Código Local		
3. Dirección				
4. Fecha (d/m/a)				
Datos Generales del supervisor				
5. Nombre y apellido		5.2 IE/UGEL/DRE/GR/GL		
6.1 DNI		6.2. CIP/CAP		
7. R.U.C.				
8. Telf. celular o fijo				
9. Correo				
Datos Generales del técnico				
10. Nombre y apellido				
11. DNI				
12. R.U.C.				
13. Telf. celular o fijo				
14. Correo				
Trabajos a realizar				
Tipo de mantenimiento a realizar:		Preventivo		Correctivo
¿Es programado?		SI	NO	
Datos específicos del sistema de drenaje pluvial				
15.Ubicación (edificio / pabellón)		16.Número de canaletas		
17.Número de montantes		18.Número de sumideros		
Mantenimiento preventivo:				
18. ¿Hay presencia de sedimentos hongos, ácaros u otros?		SI	NO	
19. Pendiente de canaletas y otros				
19.1. ¿Hay diferencia de nivel entre 0.5cm y 4 cm hacia la descarga?		SI	NO	
19.2. ¿Hay humedad u hongos en la canaleta y zona contigua?		SI	NO	
20. Sistema de drenaje pluvial de PVC				
20.1 Uniones firmes y fijas, sin fisuras		Buen estado	Reparación	Sustitución
20.2. Distanciamiento entre elementos de sujeción separado entre 0,60 m y 0,90 m		Buen estado	Fijación / Reparación	Sustitución
20.3 Tiene deformación o quiebre		No tiene	Reparación	Sustitución
20.4. ¿Requiere reemplazar el sellado de uniones?		SI	NO	
21. Sistema de drenaje pluvial metálico				
21.1. ¿Presenta deterioro en unión de elementos?		SI	NO	
21.2. ¿Tiene elementos de sujeción deteriorados (abrazaderas)?		SI	NO	

21.3. ¿Hay presencia de óxido en planchas o uniones?		SI		NO	
Acción a tomar	Limpieza		Reparación		Sustitución
22. Rejillas y sumideros pluviales					
22.1. ¿Tiene restos de polvo acumulado, maleza en su entorno?		SI		NO	
22.2. ¿Presenta obstrucción o sedimentos en su interior?		SI		NO	
22.3. ¿La estructura de la caja está en buen estado?		SI		NO	
Acción a tomar	Limpieza		Reparación		Sustitución
23. Funcionamiento del sistema de evacuación de aguas pluviales					
23.1. Funcionamiento de canaletas	bueno		regular		malo
23.2. funcionamiento de montantes	bueno		regular		malo
23.3. Funcionamiento de sumideros	bueno		regular		malo
Observaciones:					
Firma y sello Especialista			Firma y sello. Responsable del mantenimiento de la IE		

Artículo 11.- Referencias bibliográficas

- 11.1. Ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y su Reglamento aprobado con D.S. 011-2019-TR.
- 11.2. Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y su Reglamento aprobado con D.S. 014-2017-MINAM.
- 11.3. Norma CE.040 Drenaje Pluvial del RNE.
- 11.4. Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones del RNE.
- 11.5. Norma G.050 Seguridad durante la Construcción del RNE.
- 11.6. Guía para Mantenimiento de Infraestructura Física, MINSA.
- 11.7. Mantenimiento de Cubiertas e Impermeabilización del Establecimiento Educativo, MINEDUC (Chile) / UNESCO.

Anexo 5.- Instalaciones sanitarias - Sistema de disposición sanitaria de excretas

Artículo 1.- Definición General

Son aquellas instalaciones que resuelven los procesos para la disposición final del agua residual y la disposición sanitaria de las excretas con o sin arrastre hidráulico.

Artículo 2.- Definiciones operacionales

Para los propósitos de la presente Guía específica del sistema de disposición sanitaria de excretas, se aplican los siguientes términos y definiciones:

- 2.1. Brocal.-** Anillo de protección del pozo de absorción de la Unidad Básica de Saneamiento.
- 2.2. Caja de registro.-** Caja de reunión o inspección prefabricada en concreto o material termoplástico, la cual permite la conexión de tuberías en ángulos de 45° y 90°, su uso es obligatorio cuando el tramo instalado tiene más de 15 metros⁹⁸.
- 2.3. Unidad Básica de Saneamiento (UBS).-** Conjunto de componentes que permiten brindar el acceso a agua potable y la disposición sanitaria de excretas con o sin arrastre hidráulica.
- 2.4. Caseta de la UBS.-** Ambiente que brinda las condiciones físicas o de infraestructura, tales como: puerta, ventana, piso, muro, pintura e instalaciones eléctricas. Asimismo, alberga los siguientes aparatos sanitarios e instalaciones sanitarias, como son: ducha, taza especial o placa tipo turco, urinario, entre otros, y que su modelo varía dependiendo del tipo de sistema de disposición sanitaria de excretas⁹⁹.
- 2.5. Disposición sanitaria de excretas.-** Es el sistema cuyas instalaciones permiten el tratamiento de las excretas, ya sea en un medio seco o con agua, de modo que no represente riesgo para la salud y el medio ambiente¹⁰⁰.
- 2.6. Excretas.-** Son el conjunto de deposiciones orgánicas de humanos y animales. Cuando estas no se eliminan adecuadamente, pueden provocar daños a la salud de las personas¹⁰¹.
- 2.7. Hoyo seco ventilado.-** Opción tecnológica que permite disponer adecuadamente las excretas y orina en un hoyo con el uso de una taza especial, su ubicación es temporal, ya que al llenarse el hoyo se tiene que clausurar y reubicar la caseta sobre un nuevo hoyo de las mismas dimensiones¹⁰².
- 2.8. Humedal artificial (Biojardinera).-** Es un sistema alternativo de tratamiento de aguas residuales domésticas de poca profundidad y en el que se siembran plantas acuáticas encargadas de purificar el agua mediante procesos naturales. La eficiencia de los humedales como sistemas de tratamiento está condicionada fundamentalmente por la actividad microbiológica que en ellos se lleva a cabo.

⁹⁸ Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobada con RM N° 192-2018-VIVIENDA.

⁹⁹ Ídem.

¹⁰⁰ Ídem.

¹⁰¹ Programa de entrenamiento en salud pública dirigido a personal del servicio militar voluntario

¹⁰² Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobada con RM N° 192-2018-VIVIENDA.

Es por esto que, al diseñar y construir un humedal artificial, se debe tomar muy en cuenta la creación de un ambiente propicio para el crecimiento de los microorganismos.¹⁰³

Figura N ° 1.- Taza especial



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-saneamiento/tratamiento-semi-centralizado/humedal-artificial-de-flujo-horizontal-subsuperficial>

- 2.9. Material secante.-** Es un material que sirve para absorber la humedad de las heces y para eliminar los microbios, transformándola en abono. Esto debe permanecer en la caseta de la unidad básica de saneamiento. Como material secante se puede utilizar: ceniza, aserrín, cáscara de arroz, tierra seca, hierba seca picada y/o cal.
- 2.10. Opciones tecnológicas.-** Soluciones de saneamiento que se rigen bajo condiciones técnicas, económicas y sociales para su selección¹⁰⁴.
- 2.11. Opciones tecnológicas no convencionales.-** Soluciones de saneamiento seleccionadas a partir de condiciones técnicas, económicas y sociales, que atienden a pocas familias agrupadas en grandes extensiones de territorio¹⁰⁵.
- 2.12. Pozo de absorción.-** Cavity realizada en el terreno con una determinada profundidad para infiltrar el agua residual tratada procedente, ya sea del tanque séptico o del tanque séptico mejorado.
- 2.13. Sedimentación.-** Es el proceso de asentar y depositar la materia suspendida que arrastra el agua, las aguas negras u otros líquidos, por gravedad. Esto se logra usualmente disminuyendo la velocidad del líquido por debajo del límite necesario para el transporte del material suspendido. También se llama asentamiento.
- 2.14. Tanque séptico.-** Sistema individual de disposición de aguas residuales que combina la sedimentación y la digestión. El efluente es dispuesto por percolación en el terreno y los sólidos sedimentados y acumulados son removidos periódicamente en forma manual o mecánica¹⁰⁶.
- 2.15. Tanque séptico mejorado.-** Estructura generalmente cilíndrica, prefabricado en polietileno de alta densidad y diseñado de acuerdo a la Norma IS.020 Tanque

¹⁰³ En concordancia con el numeral 1.2.3.1 – Humedales, 25 sistema de disposición instituciones educativas con humedales, de Excretas – 16, de RM N° 192-2018-VIVIENDA

¹⁰⁴ Idem.

¹⁰⁵ Idem.

¹⁰⁶ En concordancia con el numeral 3.124 – De la Norma OS.090 del RNE.

Séptico del RNE. Es un sistema para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas, mediante la retención y degradación séptica anaeróbica de la materia orgánica. El agua tratada es infiltrada hacia el terreno aledaño mediante unas zanjas de percolación.

2.16. Unidad Básica de Saneamiento (UBS).- Conjunto de componentes que permiten brindar el acceso a agua potable y a la disposición sanitaria de excretas a una familia, institución educativa e institución pública, el diseño final dependerá de la opción tecnológica no convencional seleccionada¹⁰⁷.

2.17. Unidad Básica de Saneamiento (UBS) compostera.- Sistema de disposición sanitaria de excretas sin arrastre hidráulico, el cual permite el almacenamiento de las excretas generadas durante su uso, al mismo tiempo que permite eliminar los organismos patógenos por ausencia de humedad, alta temperatura y ausencia de oxígeno, las excretas adecuadamente secas pueden utilizarse como mejorador de suelos. Por otro lado, la taza especial con separador de orina permite conducir la orina hacia un sistema de disposición final, humedales artificiales o zanjas de percolación¹⁰⁸.

2.18. Zanja de percolación.- Excavación larga y angosta realizada en el terreno para acomodar las tuberías de distribución del efluente - proveniente del tanque séptico o tanque séptico mejorado - o de las aguas grises, para su infiltración superficial en el suelo.

2.19. Pozo de absorción.- Pozo excavado en el terreno, que se introduce por lo menos dos (02) metros en la capa filtrante del mismo, y cuya cara cilíndrica esta revestida de modo que permita la percolación del efluente - proveniente del tanque séptico - o de aguas grises, hacia el terreno.

2.20. Taza especial o placa tipo turco.- Taza fabricada en losa vitrificada, granito o plástico reforzado, cuyo diseño permite la separación de las deposiciones (excretas) de las micciones (orina); dejando caer el excremento directamente al hoyo seco o compostera, y direccionando la orina hacia el respectivo depósito.

Figura N ° 2.- Taza especial



Fuente: ubicada en el portal electrónico: <http://www.rotaria.net/peru3/rotaria/?page=8>

¹⁰⁷ Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobada por RM N° 192-2018-VIVIENDA.

¹⁰⁸ Ídem.

Artículo 3.- Componentes básicos del sistema de disposición sanitaria de excretas

3.1. Sistemas sin arrastre hidráulico¹⁰⁹

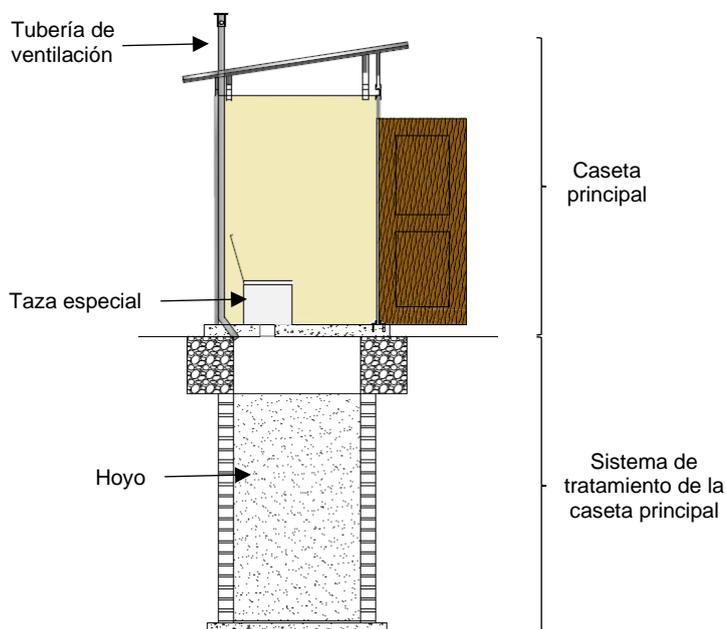
Son aquellos sistemas que no cuentan con el sistema de eliminación de excretas con arrastre de agua, del cual se cuenta con soluciones del tipo estático para la eliminación de las mismas. Entre los principales tipos de instalaciones se tienen:

3.1.1. Unidad Básica de Saneamiento (UBS) de hoyo seco ventilado¹¹⁰

Contempla los elementos siguientes:

- Caseta principal¹¹¹: Contiene únicamente la taza especial o placa tipo turca para la disposición adecuada de excretas y orina.
- Caseta secundaria para el aseo personal¹¹²: Contiene ducha y anexa un lavadero multiusos.
- Sistema de tratamiento de la caseta principal: Corresponde a un hoyo seco, ubicado debajo de la caseta. Cuenta con una tubería de ventilación que une al hoyo seco con el exterior permitiendo la salida de los gases generados, ayudando al secado de las excretas.
- Sistema de disposición final de la caseta secundaria: Pueden ser humedales artificiales o zanjas de percolación (ver figura 15 y 16). Este sistema permite la descarga adecuada de las aguas grises de la caseta secundaria.

Figura N ° 3.- Corte longitudinal de la caseta de la UBS de hoyo seco ventilado



Fuente: Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito rural¹¹³

¹⁰⁹ Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobada por RM N° 192-2018-VIVIENDA.

¹¹⁰ Ídem.

¹¹¹ Instalación temporal a reubicarse cuando el hoyo alcanza su altura máxima de almacenamiento de excretas

¹¹² De construcción definitiva, ya que no se reubica.

¹¹³ Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobada por RM N° 192-2018-VIVIENDA.

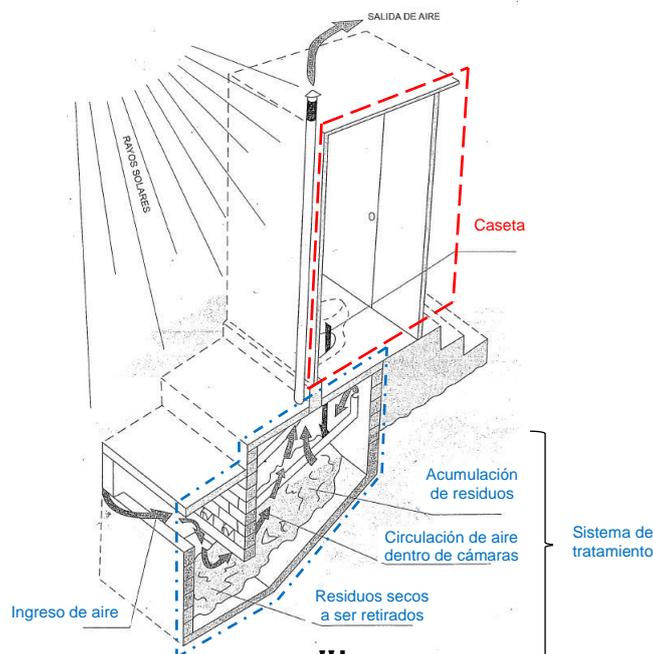
3.1.2. Unidad Básica de Saneamiento (UBS) con núcleo sanitario basón

Esta UBS carece de agua y desagüe para su funcionamiento. Asimismo, es una tecnología apta para zonas inundables¹¹⁴

Contempla los elementos siguientes:

- Caseta: Incluye una taza especial o placa tipo turca.
- Sistema de tratamiento: Corresponde a la cámara compostera, la que debe quedar aislada del cuerpo de agua, durante las inundaciones; cuenta con una tubería de ventilación que une al hoyo seco con el exterior permitiendo la salida de los gases generados, ayudando al secado de las excretas.

Figura N ° 4.- Corte longitudinal de la UBS del Núcleo sanitario basón



Fuente: ubicada en el portal electrónico:
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1052313/sanitario_bason.pdf

3.1.3. Unidad Básica de Saneamiento (UBS) compostera¹¹⁵

Esta UBS compostera permite acumular las excretas en dos (2) cámaras, las cuales se usan alternadamente para facilitar su secado y ser usados como mejorador de suelos.

Contempla los elementos siguientes:

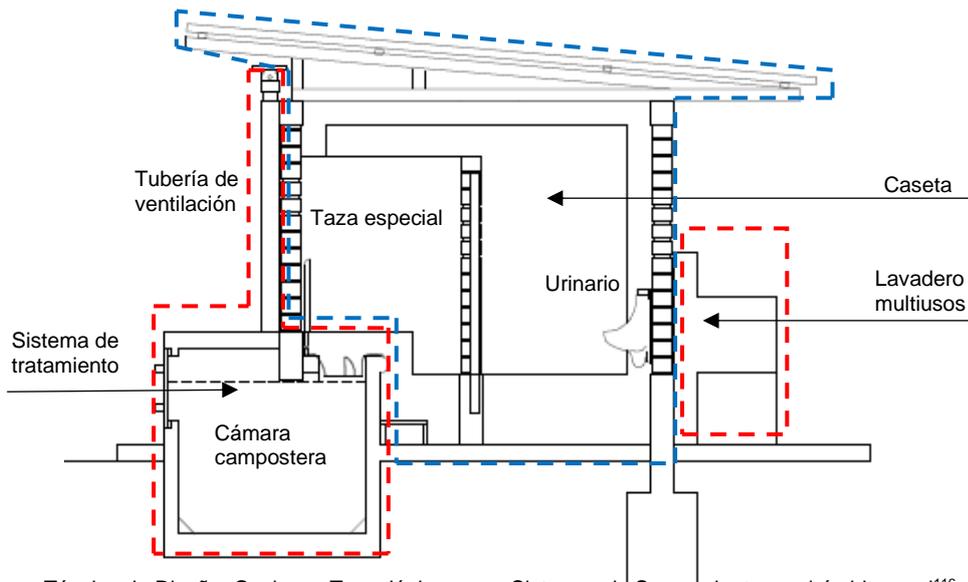
- Caseta, que incluye una taza especial o placa tipo turca, ducha, lavatorio y urinario.
- Sistema de tratamiento de las deposiciones, corresponde a las cámaras composteras; cuenta con tubería de ventilación que la une con el exterior permitiendo la salida de los gases generados, ayudando así, al secado de las excretas.

¹¹⁴ Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobada con RM N° 192-2018-VIVIENDA.

¹¹⁵ Ídem.

- c. Lavadero multiusos.
- d. Caja de registro.
- e. Sistema de disposición final de las aguas grises, pueden ser humedales artificiales o zanjas de percolación.

Figura N ° 5.- Caseta - Corte



Fuente: Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito rural¹¹⁶

3.2. Sistema con arrastre hidráulico

Este sistema permite la eliminación de excretas, mediante un sistema con arrastre de agua al tanque séptico o tanque séptico mejorado (biodigestor), seguido de un sistema de infiltración (zanja de percolación o pozo de absorción).

3.2.1. Unidad Básica de Saneamiento (UBS) de Tanque séptico

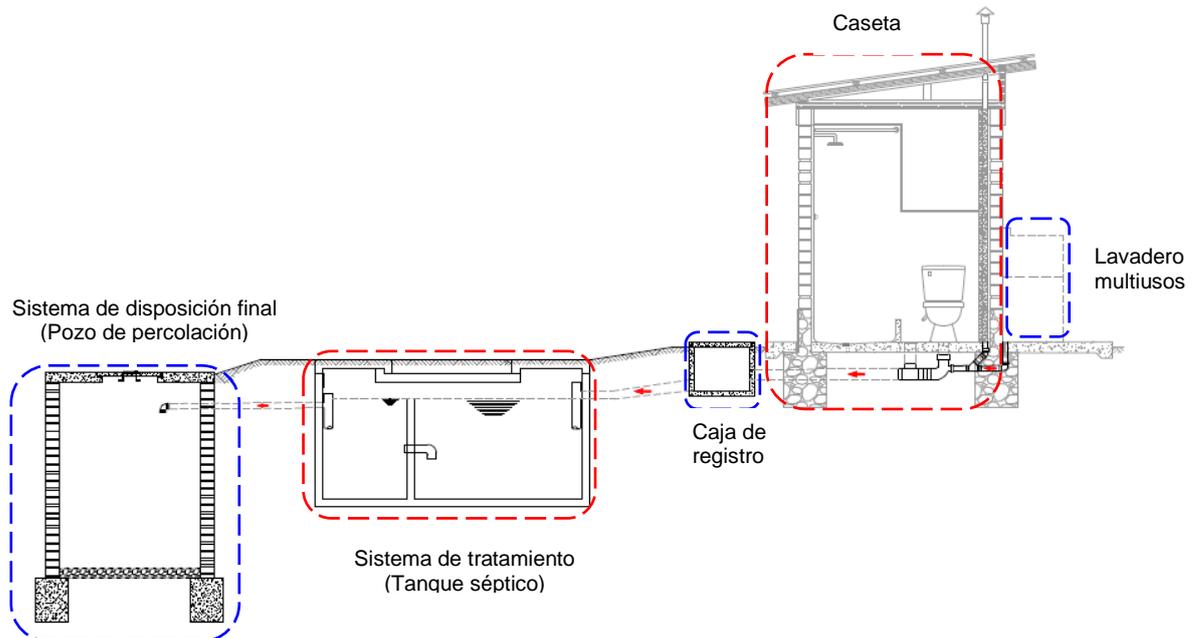
Este UBS permite almacenar las excretas y líquidos en un tanque de sedimentación, donde se separan los sólidos de los líquidos. Los sólidos se sedimentan en el fondo del tanque, en donde tiene lugar una digestión anaeróbica. El efluente resultante es derivado a las instalaciones para su disposición final y los lodos resultantes deben ser evacuados cada cierto tiempo, de acuerdo a lo señalado en el numeral 6.1.2 del presente documento.

Contempla los elementos siguientes:

- a. Caseta, que incluye un inodoro (de asiento o de placa turca), ducha y lavatorio.
- b. Sistema de tratamiento, corresponde al tanque séptico.
- c. Lavadero multiusos.
- d. Caja de registro.
- e. Sistema de disposición final de los efluentes, que puede ser humedales artificiales, zanjas de percolación o pozo de absorción.

¹¹⁶ Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobada por RM N° 192-2018-VIVIENDA.

Figura N ° 6.- Corte con caseta con Tanque Séptico



Fuente: Elaboración propia complementado con la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito rural¹¹⁷

3.2.2. Unidad Básica de Saneamiento (UBS) de Tanque séptico mejorado

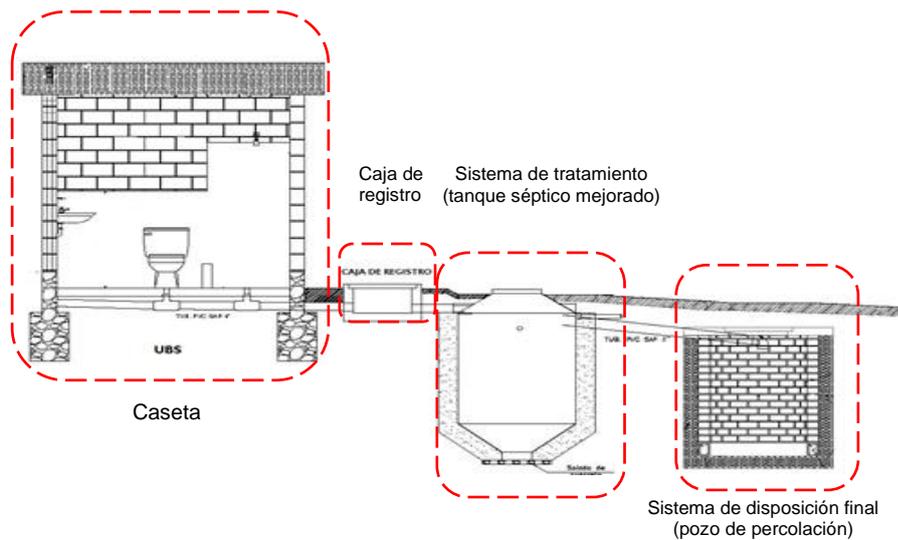
Este UBS sustituye al tanque séptico de concreto, debido a que es prefabricado en polietileno de alta densidad y diseñado de acuerdo con la Norma IS.020 Tanque Séptico del RNE. Además, contempla los elementos siguientes:

- Caseta, que incluye un inodoro (de asiento o placa turca), ducha y lavatorio.
- Sistema de tratamiento, corresponde al tanque séptico mejorado.
- Lavadero multiusos.
- Caja de registro.
- Sistema de disposición final del efluente, que pueden ser humedales, zanjas de percolación o pozo de absorción.

¹¹⁷ Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobada por RM N° 192-2018-VIVIENDA.

Figura N ° 7.- Componentes del tanque séptico mejorado

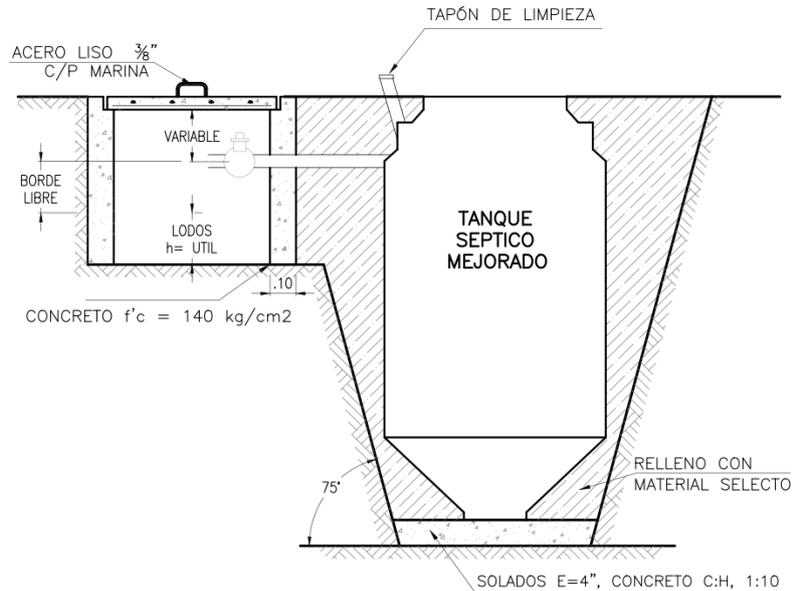
Fuente: ubicada en el portal electrónico: <https://servitek.com.ar/construccion/biodigestor-rotoplas-600-lts.html>

Figura N ° 8.- Caseta – corte transversal

Fuente: Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito rural¹¹⁸

¹¹⁸ Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobada por RM N° 192-2018-VIVIENDA.

Figura N ° 9.- Caja de lodos y Tanque séptico mejorado



Fuente: Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito rural¹¹⁹

Artículo 4.- Requerimientos básicos

4.1. Recursos humanos

En caso de que la IE y/o UGEL no cuente con personal técnico para el mantenimiento, se procede a contratar servicios de mantenimiento; para lo cual, se recomienda que el personal a cargo de dichas labores cuente con el perfil que se describe en los siguientes cuadros¹²⁰:

Cuadro N ° 1.- Perfil profesional supervisor

CARGO	Supervisión
FORMACIÓN	Ing. Civil, arquitecto o Ing. Sanitario
ESPECIALIDAD	Construcción civil, albañilería, sanitaria, mantenimiento
EXPERIENCIA	Experiencia en mantenimiento de infraestructura

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N ° 2.- Perfil profesional técnico

CARGO	Responsable de la ejecución del mantenimiento
FORMACIÓN	Técnico en construcción civil, titulado en Instituto o escuela de Educación Superior
ESPECIALIDAD	Ejecución y/o Mantenimiento de edificaciones
EXPERIENCIA	- 01 año mínimo en mantenimiento de infraestructura - Capacitación en temas de seguridad en el trabajo

Fuente: Elaboración propia

¹¹⁹ Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobada por RM N° 192-2018-VIVIENDA.

¹²⁰ Según la magnitud de la actividad de mantenimiento, esta puede ser realizada por una o más técnicos adicionales a lo señalado en los Cuadros N° 1 y 2; de ser así, se estipula al responsable a cargo del grupo, en la Ficha de Mantenimiento del presente Anexo.

4.2. Indumentaria y Equipo de Protección Personal-EPP

Se recomienda la siguiente relación de Equipo de Protección Personal-EPP para el mantenimiento:

Cuadro N° 3.- Equipo de protección personal

N°	Indumentaria / Equipo De Protección Personal ¹²¹	Características	Cantidad
1	Guantes de látex	Para construcción	1/ operario
2	Traje protector	Para construcción	1/ operario
3	Gafas / visor protector	Para construcción	1/ operario
4	Mascarilla ¹²²		1/ operario
5	Botas de seguridad	Para construcción	1/ operario
6	Mandiles sanitarios	Para construcción	1/ operario

Fuente: Elaboración propia

4.3. Herramientas para el mantenimiento

Se recomienda la siguiente relación de herramientas para el mantenimiento del sistema de drenaje pluvial:

Cuadro N° 4.- Herramientas

N°	Herramientas	Cantidad
1	Wincha	1
2	Arco de sierra	1
3	Escuadra	1
4	Llave Stilson	1
5	Llave francesa	1
6	Cinta teflón	1
7	Alicate	1
8	Desarmado o destornillador mediano	1
9	Desatorador	1

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.- Otros insumos

N°	Utensilios	Cantidad
1	Escoba	1
2	Brocha de limpieza	1
3	Escalera de tijera / andamio	1
4	Trapo industrial	1
5	Manguera conectada a red	1
6	Detergente	Seg. Long.
7	Escobilla para metal	Seg. Mat.
8	Listón de madera con un final en "L"	1
9	Tela	1
10	Lampa	1
11	Carretilla	1
12	Recipiente de 8 litros	1
13	Espumadera para lodos	1

Fuente: Elaboración propia

¹²¹ En concordancia con los numerales 6.14 del artículo 6 y 9.3 del artículo 9 la Ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y el Decreto Supremo N° 011-2019-TR que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo para el Sector Construcción.

¹²² En concordancia con la RM N° 135-2020-MINSA que aprueba documento denominado Especificaciones técnica para la confección de mascarillas faciales textiles de uso comunitaria.

Artículo 5.- Actividades del mantenimiento del sistema de disposición sanitaria de excretas¹²³

5.1. Actividades preliminares del mantenimiento preventivo

5.1.1. Ubicar e inspeccionar las condiciones externas físicas y ambientales en las que se encuentran los componentes de la UBS, así:

- a. Revisar los planos de las instalaciones sanitarias, la ubicación de las UBS y las instalaciones, de no contar con ello, ubicar insitu los componentes de la UBS.
- b. Efectuar la limpieza integral externa de los sistemas de disposición sanitaria de excretas ubicadas al nivel del terreno, hasta encontrar las tapas de los Tanque séptico y/o mejorado, cajas de registro, lodos, de las cámaras de distribución de caudales y los sistemas de disposición final de los efluentes (Pozo de absorción) y otros.
- c. La inspección externa realizada permitirá detectar las posibles roturas, rajaduras, y otros defectos, de las tapas del registro del Tanque séptico y/o mejorado, cajas de registro, lodos, de las cámaras de distribución de caudales, los sistemas de disposición final de los efluentes (Pozo de absorción) y otros.
- d. La frecuencia a efectuar esta actividad es anual. Ver cuadro 6.

5.1.2. Inspeccionar las condiciones internas físicas en las que se encuentra la caseta de la UBS, realizando lo siguiente:

- a. Se procederá a inspeccionar las condiciones físicas de los elementos que conforman la caseta. Tales como piso, muro, techo, ventana y puerta, a fin de advertir alguna falla o deterioro que comprometa el funcionamiento del (los) elemento(s) que conforma(n) la caseta, como fisura, oxido, rajaduras, humedad, salitre, entre otras de similar característica¹²⁴.
- b. La frecuencia a efectuar esta actividad es semestral. Ver cuadro 6.

5.2. Mediciones iniciales del mantenimiento preventivo

5.2.1. Tanque séptico:

- a. Efectuar la medición de la profundidad de los lodos y de la nata al menos una vez al año¹²⁵; del Tanque séptico, destapando la tapa de registro e introduciendo un listón de madera con un final en “L”, (Ver Figura N° 10). Luego de ello retirar el listón de madera para efectuar la medición mediante una wincha.
- b. Si la altura entre la cara inferior de la capa de nata y la prolongación de la parte baja del dispositivo de salida, supera los 8 centímetros¹²⁶, se debe realizar el mantenimiento preventivo en el sistema de tratamiento. Según lo señalado en el numeral 6.1.2 del presente Anexo.

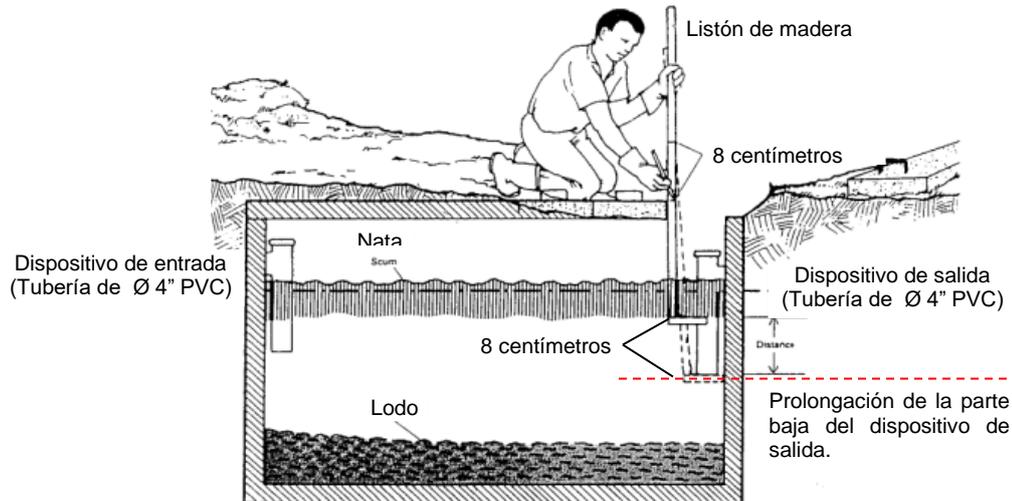
¹²³ Ver desarrollo de la actividad en el numeral 6.1.1 del presente anexo

¹²⁴ Considerar lo señalado en la Guía General “Parámetros de Mantenimiento de la Infraestructura Educativa”

¹²⁵ Considerando lo señalado en el numeral 6.6.1 de la Norma IS.020 del RNE.

¹²⁶ Considerando lo señalado en el literal a del artículo 22 de la Norma Sanitaria para Trabajos de Desinsectación, Desratización, Desinfección, Limpieza y Desinfección de Reservorios de Agua, Limpieza de Ambientes y de Tanques Sépticos, aprobado con RM N° 449-2001-SA/DM.

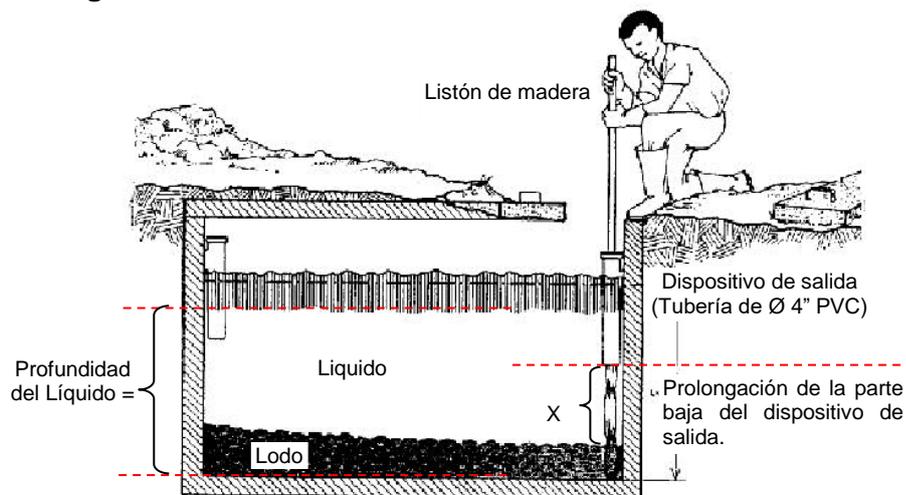
Figura N ° 10.- Medición de la profundidad de la nata



Fuente: Tecnología en Marcha –Tanques sépticos. Concepto, teóricos base y aplicaciones.

- c. Por otro lado, se debe medir la profundidad del líquido del tanque séptico, mediante el listón de madera, sumergiendo por la caja de registro, dato importante para realizar el mantenimiento.
- d. Luego de ello se procederá a medir la profundidad de lodos, se tiene que introducir un listón de madera con un pedazo de tela amarrada en la parte por sumergir, por la Tubería de salida (Ver Figura N° 11), para luego de ello realizar la medición de los lodos impregnados en la tela mediante una wincha.
- e. Si la medida del lodo impregnado en el listón de madera resulta a la mitad o a las dos terceras partes de la profundidad del líquido¹²⁷; se realiza también el mantenimiento preventivo en el sistema de tratamiento. Según lo señalado en el numeral 6.1.2 del presente documento.

Figura N ° 11.- Medición de la profundidad de los lodos



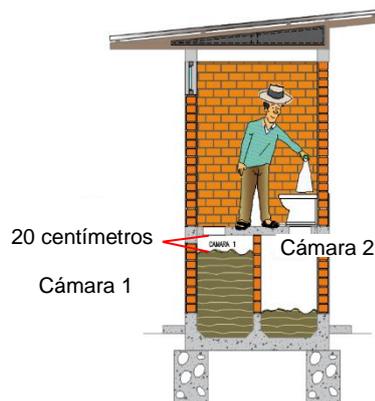
Fuente: Tecnología en Marcha –Tanques sépticos. Concepto, teóricos base y aplicaciones.

¹²⁷ Se recomienda revisar el numeral 6.6.1 de la Norma IS.020 del RNE.

5.2.2. Cámara compostera y/o núcleo sanitario basón:

- a. Antes de la medición, se debe retirar la taza especial o placa tipo turbo, para luego introducir por el hoyo el listón de madera, con el fin de nivelar las excretas al interior de la cámara compostera, expandiéndolas, en vista que se van acumulando en forma de cono.
- b. Luego de ello, mediante el listón de madera, señalar la altura entre la cara inferior del piso de la caseta con la capa superior de las excretas, para luego medir en el exterior las distancias marcadas en el listón de madera mediante una wincha.
- c. De verificar que la medida obtenida sea menor o igual a 20 centímetros, se deberá clausurar la cámara 1, del cual se recomienda rellenar con material secante (ceniza, aserrín, cascara de arroz, tierra seca o cal) a fin de amenorar el mal olor¹²⁸, para luego iniciar la habilitación de la cámara 2.
- d. Habilitar las instalaciones en la cámara 2, para empezar a dar uso a la siguiente cámara de la UBS.

Figura N ° 12.- Cámara compostera



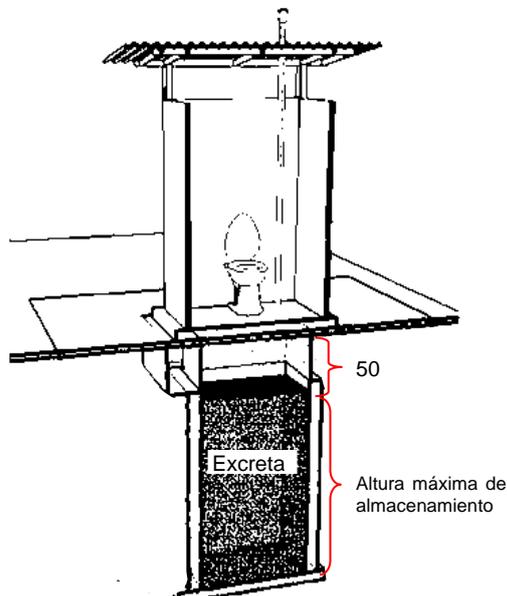
Fuente: Guía de opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

5.2.3. Hoyo seco ventilado:

- a. Antes de la medición, se debe retirar la taza especial o placa tipo turbo, para luego introducir por el hoyo el listón de madera, del cual permitirá nivelar las excretas al interior del hoyo, expandiéndolas en vista que se van acumulando en forma de cono.
- b. Luego de ello, mediante el listón de madera señalar la altura entre la cara inferior del piso de la caseta con la capa superior de las excretas, para luego medir en el exterior las distancias marcadas en el listón de madera con una wincha.
- c. De verificar que la medida obtenida sea igual a 50 centímetros¹²⁹, se deberá clausurar el hoyo y reubicar la UBS de hoyo seco ventilado. Ver Figura N°13.
- d. Verificar el estado de conservación y las condiciones operativas de las tuberías de ventilación.

¹²⁸ Se recomienda revisar el "Manual de construcción y mantenimiento de letrinas en barrios populares" de Tegucigalpa

¹²⁹ Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobada por RM N° 192-2018-VIVIENDA.

Figura N ° 13.- Hoya seco ventilado

Fuente: Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobada con RM N° 192-2018-VIVIENDA.

5.2.4. La frecuencia en estas actividades será, como mínimo, anualmente. Ver cuadro 6.

5.2.5. Registrar las actividades utilizando el formato protocolo de prueba de la Tabla 1.

5.3. Actividades del mantenimiento preventivo

Luego de realizar las actividades preliminares, señaladas en los numerales 5.1 y 5.2 del presente Anexo, se procederá a ejecutar el mantenimiento preventivo:

- 5.3.1. Vaciar las excretas de la cámara compostera.
- 5.3.2. Inspección y limpieza del Tanque séptico.
- 5.3.3. Limpieza del Tanque séptico mejorado.
- 5.3.4. Limpieza del Sistema de disposición final.
- 5.3.5. Limpieza y/o reparación de los componentes de la infraestructura de la caseta
- 5.3.6. Registrar las actividades según formato de registro de la Tabla N° 1 del presente Anexo.

5.4. Actividades del mantenimiento correctivo

Luego de las actividades preliminares descritas en los numerales 5.1 y 5.2, se procederá a ejecutar el mantenimiento correctivo:

- 5.4.1. Reubicación de la UBS de hoyo seco ventilado cuando el hoyo alcanza su altura máxima de almacenamiento de excretas.
- 5.4.2. Reposición de aparatos y accesorios sanitarios por daños físicos
- 5.4.3. Reposición de los componentes de la infraestructura de la caseta
- 5.4.4. Sustituir el (los) elementos deteriorados
- 5.4.5. Registrar las actividades según formato de registro de la Tabla N° 1 del presente Anexo.

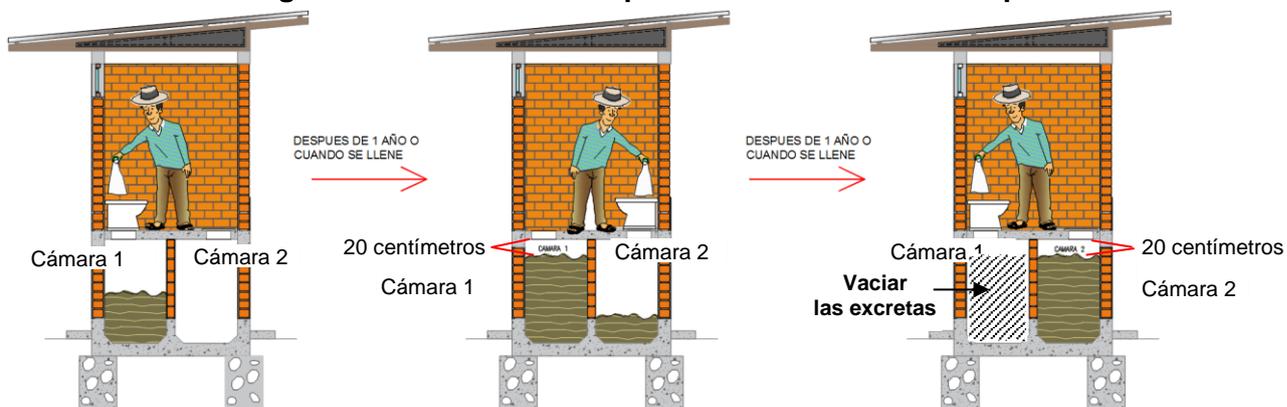
Artículo 6.- Descripción de las actividades del mantenimiento del sistema de disposición sanitaria de excretas

6.1. Descripción de Actividades del mantenimiento preventivo

6.1.1. Vaciar las excretas de la cámara compostera:

- Previo al vaciado de las excretas, se recomienda el uso del material secante (ceniza, aserrín, cascara de arroz, tierra seca o cal) a fin de disminuir el mal olor¹³⁰.
- Extraer las excretas de la cámara 1 después del llenado de la cámara 2, ver figura 13, por lo cual, es necesario contar con una lampa y un recipiente y/o carretilla para trasladar el compost para fines agrícolas; caso contrario, deberán ser enterrados adecuadamente, revisar el literal “d” del numeral 6.1.2.
- Asimismo, inspeccionar las superficies interiores de la cámara compostera, y, descartar la presencia de fisuras, grietas o el desprendimiento de sus acabados; si se comprueba ello, proceder a resanar las superficies.
- Inspeccionar el estado físico de los componentes de la Infraestructura Educativa¹³¹ de la caseta, para que luego sean registrados en la Tabla 1 del presente anexo.
- Si los hallazgos indicados en el literal anterior son sobre las superficies de elementos de concreto armado y, además, se observan manchas de óxido o cualquier tipo de lesión estructural, se deberá evaluar la estabilidad de la estructura, programar el mantenimiento correspondiente y notificar a los especialistas de la UGEL y/o DRE.

Figura N ° 14.- Ciclo de operación de la cámara compostera



Fuente: Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobado con RM N° 192-2018-VIVIENDA.

6.1.2. Limpieza del Tanque séptico¹³²:

- Antes del mantenimiento, la cubierta debe mantenerse abierta durante un tiempo mínimo de 15 minutos, para permitir la expulsión de gases tóxicos o explosivos¹³³.

¹³⁰ Se recomienda revisar el “Manual de construcción y mantenimiento de letrinas en barrios populares” de Tegucigalpa

¹³¹ Se recomienda revisar la Guía General de Parámetros de Mantenimiento de la Infraestructura Educativa respecto.

¹³² Se recomienda realizar la limpieza en época seca o no lluviosa de la región, considerando lo señalado en el manual de Tanques sépticos. Concepto, teóricos base y aplicaciones.

¹³³ Considerando lo señalado en el Manual de operación y mantenimiento del Tanque séptico y pozo percolador.

- b. Se retira la nata con lampa recta y una herramienta del tipo espumadera.
- c. Luego de ello, se deberá agitar la parte líquida y los lodos para introducir una bomba para los, su contenido se bombeará a recipientes con tapa hermética o a un camión cisterna.
- d. Los lodos extraídos se podrán transportar hacia plantas de tratamiento de aguas residuales, de no contar con ello, se debe disponer de los lodos en trincheras y, una vez secos, proceder a enterrarlos o usarlos como mejorador de suelos. Las zonas de enterramiento deben estar alejadas de la Infraestructura educativa, por lo menos a 500 metros. En ningún caso, los lodos removidos se arrojarán a cuerpos de agua, de acuerdo con lo señalado en el numeral 6.6.5 de la Norma IS.020 del RNE.
- e. Dejar en el fondo del tanque séptico dos a tres litros de residuos de lodo¹³⁴, para asegurar que el proceso de digestión continúe con rapidez.

6.1.3. Limpieza del tanque séptico mejorado¹³⁵:

Se debe revisar el manual del tanque séptico mejorado (prefabricado) para las consideraciones del mantenimiento, de no contar con dicho documento considerar como mínimo lo siguiente:

- a. Antes del mantenimiento, destapar el tanque y ventilar 10 minutos.
- b. Limpiar el filtro del tanque séptico mejorado.
- c. Purgar el lodo hasta bajar el nivel del agua, retirando el material que contiene el filtro.
- d. Remover el sólido acumulado con una escoba, utilizando también una manguera y chorro de agua para facilitar la actividad.
- e. Retirar todo el lodo acumulado en la caja de lodos, mediante una lampa y carretilla. (ver literal “d” del numeral 6.1.2).
- f. Revisar las cajas de lodo semanalmente, verificar que no estén llenas de agua. De encontrar, retirar el agua mediante un recipiente para que quede vacía y garantizar que la válvula de lodos esté en buenas condiciones.
- g. La frecuencia de realizar esta actividad es cada 12 a 18 meses de operación (Ver cuadro 6).

6.1.4. Limpieza del Sistema de disposición final:

- a. Revisar las tapas de las cajas de registros y de las cámaras de distribución de caudales de las zanjas de percolación, de encontrar agrietadas, quebradas entre otras, se recomienda ser reparada o reemplazada, a fin de no permitir filtración de aguas superficiales que arrastren sólidos.
- b. Limpiar la caja de registro y las cámaras de distribución de caudales, de las zanjas de percolación o humedales artificiales, retirando los sólidos acumulados dentro de la caja.
- c. Para los humedales artificiales, durante la primera temporada de crecimiento de la vegetación, es importante eliminar las malas hierbas que puedan competir con la vegetación de humedal plantada. El mantenimiento también debe garantizar que no crezcan árboles en el área, ya que las raíces pueden dañar el cerramiento

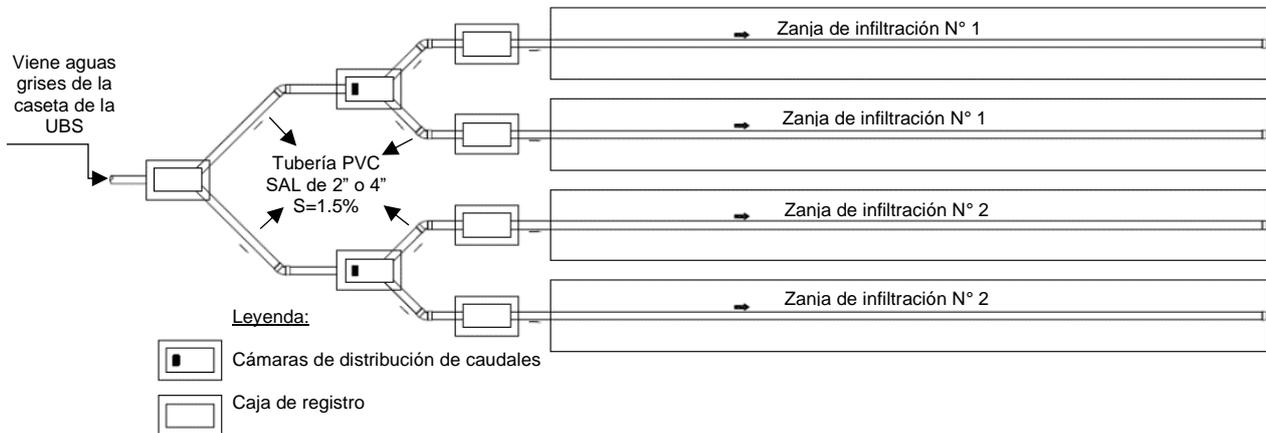
¹³⁴ Norma Sanitaria para Trabajos de Desinsectación, Desratización, Desinfección, Limpieza y Desinfección de Reservorios de Agua, Limpieza de Ambientes y de Tanques Sépticos, aprobada con RM N° 449-2001-SA/DM.

¹³⁵ Se recomienda que se realice antes que inicie la época de lluvia, considerando lo señalado en la Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobado con RM N° 192-2018-VIVIENDA.

de las estructuras del humedal¹³⁶. Verificar atoros en la tubería de ingreso del humedal, cada quince días.

- d. La frecuencia de realizar esta actividad es cada 06 meses de operación (Ver cuadro 6).

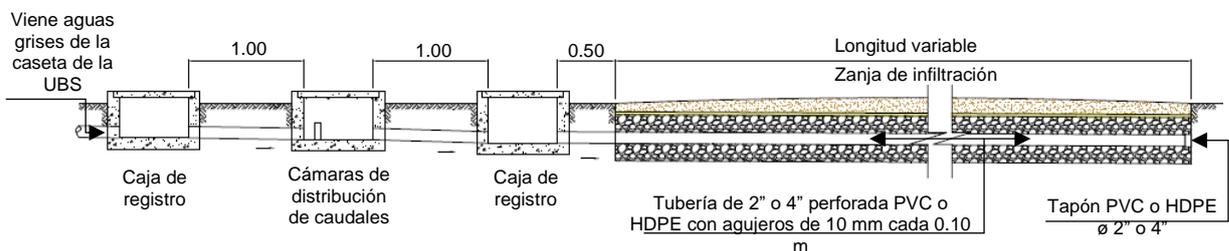
Figura N ° 15.- Zanjas de percolación vista en planta



Elaboración: propia

Fuente: Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobada con RM N° 192-2018-VIVIENDA.

Figura N ° 16.- Perfil hidráulico



Elaboración: propia

Fuente: Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobada con RM N° 192-2018-VIVIENDA.

6.1.5. Limpieza y/o reparación de los componentes de la infraestructura de la caseta:

- Luego de la inspección de las condiciones físicas de los componentes de la infraestructura educativa, tales como: puerta, ventana, piso, muro, pintura e instalaciones se procederá a realizar los trabajos de limpieza, barriendo con una escoba el piso y los alrededores de la caseta, asimismo, limpiar las paredes y techos a fin de evitar la presencia de telarañas y otros insectos.
- Para la orientación adecuada para la reparación de los componentes de la infraestructura, se recomienda revisar la Guía General de los Parámetros de Mantenimiento de la Infraestructura Educativa y la Guía de opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural del Ministerio de Vivienda.

¹³⁶ Se recomienda revisar <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-saneamiento/tratamiento-semi-centralizado/humedal-artificial-de-flujo-horizontal-subsuperficial>

- c. La frecuencia de realizar la limpieza será diaria de operación (Ver cuadro 6).
- d. La frecuencia de realizar la reparación es cada 06 meses de operación (Ver cuadro 6).

6.2. Descripción de actividades del mantenimiento correctivo

6.2.1. Reubicación de la UBS de hoyo seco ventilado, cuando el hoyo alcance su altura máxima de almacenamiento de excretas según lo señalado en el numeral 5.2.3 del presente anexo:

- a. Luego de verificar que el hoyo alcanzó su altura máxima de almacenamiento de excreta, se procederá a clausurar el hoyo, recomendándose que se rellene con piedras y con material secante (ceniza, aserrín, cáscara de arroz, tierra seca o cal), para evitar que se convierta en un foco infeccioso o en madriguera de animales indeseables.
- b. Se recomienda revisar la Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, aprobada con RM N° 192-2018-VIVIENDA, para una adecuada orientación técnica de la ubicación en otros aspectos de la UBS de hoyo seco ventilado.

6.2.2. Reposición de aparatos y accesorios sanitarios por daños físicos:

- a. Los aparatos y accesorios sanitarios, tales como taza especial, inodoro, griferías, llaves de paso, entre otros, que se encuentran quebrados, rajados, oxidados o presenten cualquier daño, deben ser separadas debido a que presentan un riesgo para la integridad del usuario. De acuerdo con ello deberán ser reemplazadas, considerando que el aparato sanitario sea de bajo consumo de agua¹³⁷.
- b. Para la orientación adecuada de la reposición de aparatos y accesorios sanitarios, se recomienda revisar la Guía de opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural del Ministerio de Vivienda y la Parámetros de Mantenimiento de la Infraestructura Educativa

6.2.3. Reposición de los componentes de la infraestructura de la caseta:

- a. Cuando existe(n) componente(s) deteriorado(s) por acción del clima, cumplimiento de vida útil, impacto u otra razón que, a su vez, no puedan ser recuperadas mediante el mantenimiento preventivo; deberán ser retirados con precaución para evitar el daño a otros elementos de la infraestructura educativa. El deterioro puede ser grietas, rajaduras, quiebre, oxido, o de similares características.
- b. Para la orientación adecuada de la sustitución de elementos deteriorados de la caseta y cámara, se recomienda revisar la Guía de opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y, las fichas técnicas de los componentes de la infraestructura.
- c. Registrar las actividades según la Ficha de mantenimiento señalada en la Tabla 1.

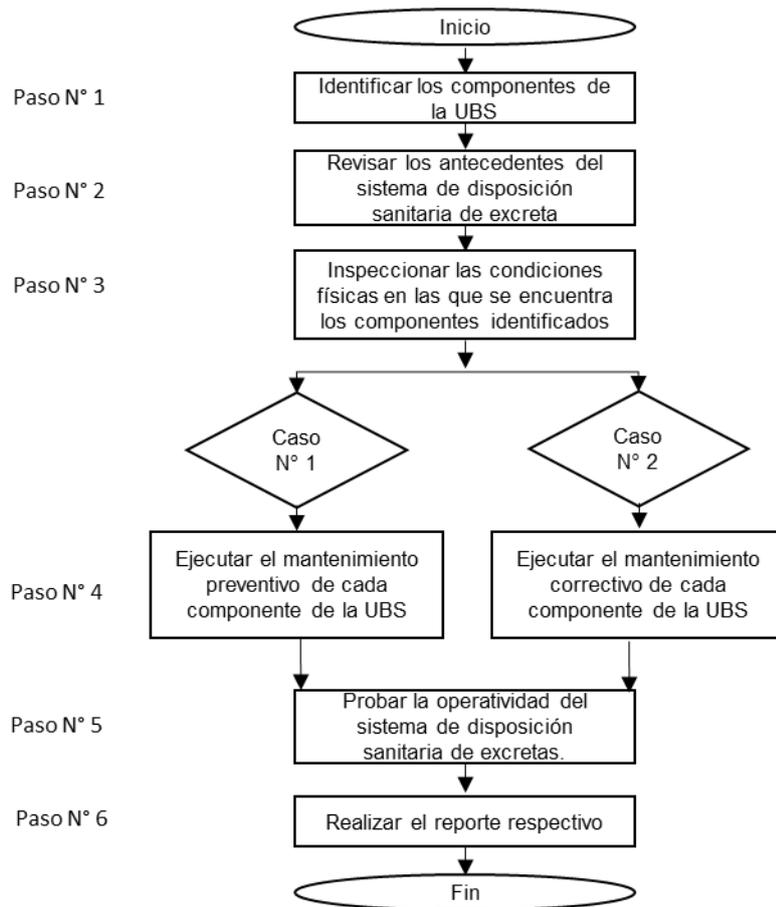
¹³⁷ Se recomienda que los aparatos sanitarios cumplan con el literal a) y b) del numeral II.2.1.5.1 del Código Técnico de Construcción Sostenible, aprobado mediante D.S. N° 015-2015-VIVIENDA.

Artículo 7.- Prohibiciones, precauciones y recomendaciones

- 7.1. Queda prohibida la limpieza sin los implementos de protección personal¹³⁸ en los sistemas de UBS de tanques sépticos y/o mejorados.
- 7.2. Los tanques sépticos no deben lavarse ni desinfectarse después del bombeo. Por el contrario, se deberá dejar en el fondo dos o tres litros de residuo de lodo, como inoculación de microorganismos para el funcionamiento correcto del tanque séptico¹³⁹.
- 7.3. Al abrir el registro del tanque séptico y/o mejorado para efectuar la inspección y limpieza, se recomienda dejar transcurrir un tiempo hasta tener la seguridad que el tanque se haya ventilado lo suficiente porque los gases que en ella se acumulan pueden causar asfixia o ser explosivos con el aire.
- 7.4. En el caso de abandono de un tanque séptico, es recomendable que se le rellene con piedras para evitar que se convierta en un foco infeccioso o en madriguera de animales indeseables.

Artículo 8.- Flujograma de actividades

Figura N ° 17.-Flujograma de actividades



¹³⁸ Se recomienda revisar los Artículos 23 y 24 de la Norma Sanitaria para Trabajos de Desinsectación, Desratización, Desinfección, Limpieza y Desinfección de Reservorios de Agua, Limpieza de Ambientes y de Tanques Sépticos, aprobada con RM N° 449-2001-SA/DM.

¹³⁹ Ídem.

Artículo 9.- Programación de actividades de mantenimiento preventivo

Cuadro N° 6.- Programación de actividades de mantenimiento preventivo

SISTEMA DE DISPOSICIÓN SANITARIA DE EXCRETAS				
CORRESPONDENCIA CON CONTENIDO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD TÉCNICA	Diario	PERIODO: (MESES)	
			06	12
5.1.1	Inspeccionar las condiciones externas físicas/ambientales en las que se encuentra los componentes de la UBS			X
5.1.2	Inspeccionar las condiciones internas físicas en las que se encuentra la caseta de la UBS		X	
5.2	Control de medición inicial del sistema de tratamiento (tanque séptico, tanque séptico mejorado, cámara compostera o Hoyo seco ventilado).			X
6.1.1	Vaciar las excretas de la cámara compostera			X
6.1.2	Limpieza del Tanque séptico			X
6.1.3	Limpieza del Tanque séptico mejorado			X
6.1.4	Limpieza del Sistema de disposición final		X	
6.1.5	Limpieza de los componentes de la infraestructura de la caseta	X		
6.1.5	Reparación de los componentes de la infraestructura de la caseta		X	
6.2.4	Registrar las actividades según la Ficha de mantenimiento			X

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía técnica para mantenimiento del pozo de puesta a tierra en los establecimientos de salud – MINSA

Artículo 10.- Ficha de mantenimiento de sistema de disposición de excretas

Tabla N° 1.- Ficha de mantenimiento de sistema de disposición de excretas

Datos Generales del local educativo			
1. Nombre de la IE			
2.1. Código Modular		2.2 Código Local	
3. Dirección			
4. Fecha de mantenimiento (d/m/a)			
Datos Generales del supervisor			
5.1 Nombre y apellido		5.2 UGEL/DRE/GR/GL	
6.1 DNI		6.2. CIP/CAP	
7. R.U.C.			
8. Telf. celular o fijo			
9. Correo			
Datos Generales del técnico			
10. Nombre y apellido			
11. DNI			
12. R.U.C.			
13. Telf. celular o fijo			
14. Correo			
Trabajos a realizar			
Tipo de mantenimiento a realizar:		Preventivo	Correctivo
¿Es programado?		SI	NO
Identificación del sistema de disposición de excretas			
15. Sin arrastre hidráulico		16. Con arrastre hidráulico	
		17. Sistema de disposición final	

UBS con hoyo seco ventilado	UBS con tanque séptico	Pozo de Absorción
UBS con Núcleo sanitario baso	UBS con tanque séptico mejorado	Zanja de percolación
UBS compostera		Humedales
Mantenimiento preventivo:		
18. Caseta		Acción a tomar
18.1. ¿La puerta abre adecuadamente, sin roces en el marco y/o piso?	SI	NO Reparación Sustitución
18.2. ¿La ventana, abren y cierran adecuadamente en función de su grado de apertura, sin roces en el marco?	SI	NO Reparación Sustitución
18.3. ¿La cobertura, tiene pendiente adecuada y no sufre estancamiento de agua que, mediante el surtimiento de agua, está se desliza de manera continua?	SI	NO Reparación Sustitución
18.4. ¿El inodoro, taza especial o placa tipo turco, se encuentra estable, fija y operativa?	SI	NO Reparación Sustitución
18.5. ¿Los inodoros y urinarios, al momento de accionar la palanca y/o grifería por 10 segundos, hay presencia de fugas, goteo y/o humedad en paredes y/o tubos de abasto?	SI	NO Reparación Sustitución
18.6. ¿La caseta está operativa y en buen estado de conservación?	SI	NO Reparación Sustitución
18.7. ¿La tubería de ventilación se encuentran con obstáculos y/o obstrucciones?	SI	NO Reparación Sustitución
18.8. ¿La tubería de ventilación presenta agujeros o se aprecian fisuras, grietas? agrietadas?	SI	NO Reparación Sustitución
19. Sistema de tratamiento		
19.1. ¿Presentan mal olor y presencia de insectos u otro?		SI NO
19.2. ¿El nivel de la capa del lodo se encuentra dentro de lo permitido, según lo señalado en el numeral 5.2 del presente documento?		SI NO
19.3. ¿La tapa del sistema de tratamiento se encuentra oxidada, quebrada, agrietada o agujerada?		SI NO
Acción a tomar	Buen estado	Reparación Sustitución
20. Lavaderos multiusos		
20.1. ¿Las griferías están fijas?		SI NO
20.2. ¿Al momento de accionar la grifería por 10 segundos, se visualiza la presencia de fugas, goteo y/o humedad en paredes y/o tubos de abasto?		SI NO
Acción a tomar	Buen estado	Reparación Sustitución
21. Caja de registro		
21.1. ¿Los ramales de desagüe, descargan a la caja de registro sin dificultad y sin pérdida?		SI NO

21.2. ¿La caja de registro presenta atoro, acumulación y estanqueidad?		SI		NO	
21.3. ¿Las tapas de las cajas de registro están quebradas, agrietadas u otro?		SI		NO	
Acción a tomar	Buen estado		Reparación		Sustitución
22. Sistema de disposición final					
22.1. ¿Zanjas de percolación, el pozo de absorción o los humedales, permiten la filtración de agua?		SI		NO	
22.2. ¿Las tapas de las cámaras de distribución de caudales se encuentran agrietadas y/o quebradas?		SI		NO	
Acción a tomar	Buen estado		Reparación		Sustitución
Observaciones:					
23. Fotografías					
Firma y sello Especialista		Firma y sello Supervisor		Firma y sello. Responsable del mantenimiento de la IE	

Artículo 11.- Referencias bibliográficas

- 11.1 Ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y su Reglamento aprobado con D.S. 011-2019-TR.
- 11.2 Resolución Ministerial N° 449-2001-SA/DM – Norma Sanitaria para Trabajos de Desinsectación, Desratización, Desinfección, Limpieza y Desinfección de Reservorios de Agua, Limpieza de Ambientes y de Tanques Sépticos. (26-07-2001).
- 11.3 Resolución Ministerial N° 525-2009/MINSA – aprueba la Directiva Sanitaria N° 028-MINSA/DIGESA-V01 “Directiva Sanitaria para la Limpieza y Desinfección de Centros Educativos en el Territorio Nacional”.
- 11.4 Resolución Ministerial N° 192-2018-VIVIENDA – Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural”.
- 11.5 Resolución Directoral Ejecutiva N° 038-2019-MINEDU/VMGI-PRONIED aprueba el Instructivo Técnico “Manual de Mantenimiento 2019” para la ejecución de acciones de mantenimiento del Programa de Mantenimiento 2019.
- 11.6 Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA- Decreto Supremo que aprueba 66 Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE, y sus modificatorias.

Anexo 6 – Instalaciones Sanitarias – Sistema de almacenamiento de agua

Artículo 1.- Definición general

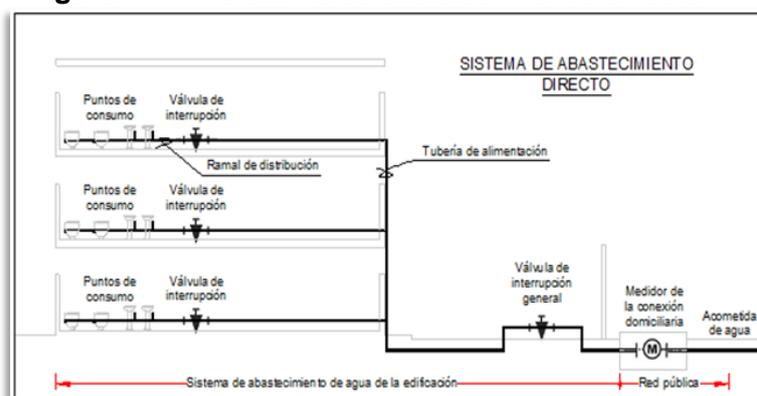
Es aquel conjunto de depósitos de almacenamiento en el que se acopia la dotación necesaria para la atención de los requerimientos de agua en una edificación. En el caso en que el sistema de abastecimiento público no brinde un servicio continuo o la presión resulte insuficiente ante las características de la edificación, se hace indispensable la incorporación de los depósitos de almacenamiento en el sistema de abastecimiento de la edificación.

Artículo 2.- Definiciones operacionales

Para efectos del presente Anexo se aplican las siguientes definiciones:

2.1 Sistema de abastecimiento Directo. - Son instalaciones que hacen llegar el agua a los aparatos sanitarios, grifos o equipos que lo requieran, de forma inmediata, desde la conexión domiciliaria, sin mediar depósito de almacenamiento alguno.

Figura N° 1 - Sistema de abastecimiento directo



Elaboración: Propia

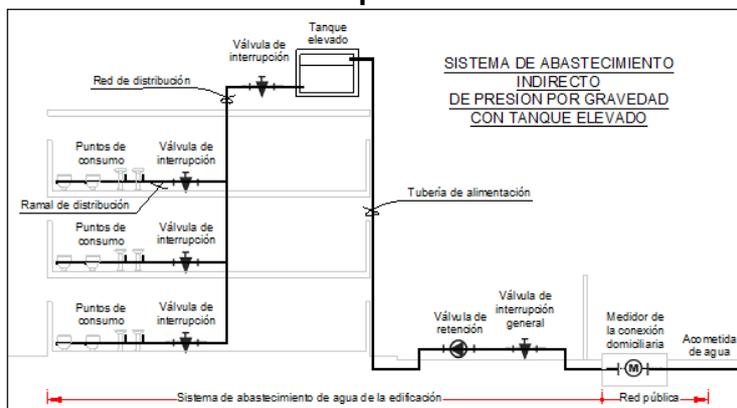
Fuente: Manual de albañilería – Las instalaciones sanitarias en la casa, Christian Mariani.

2.2 Sistemas de abastecimiento Indirecto.- Instalaciones que hacen llegar el agua a los aparatos sanitarios, grifos o equipos que los requieran, de forma mediata desde la conexión domiciliaria, contando para ello con uno o más depósitos de almacenamiento.

2.2.1 Sistema de presión por gravedad con Tanque Elevado.- En este caso el sistema cuenta con un (01) solo depósito de almacenamiento. El agua es almacenada inmediatamente en el tanque elevado ubicado sobre la edificación gracias a la presión de agua de la red pública y, desde dicho depósito - por efectos de la gravedad - es distribuida a los aparatos sanitarios, grifos o equipos que los requieran¹⁴⁰.

¹⁴⁰ Se ha tomado como referencia lo expuesto en la Sesión 5 - Sistema indirecto de abastecimiento de agua del Manual de instalaciones de abastecimiento de agua, reparación y mantenimiento de aparatos sanitarios - Módulo 3, MINEDU – PAEBA, 2008.

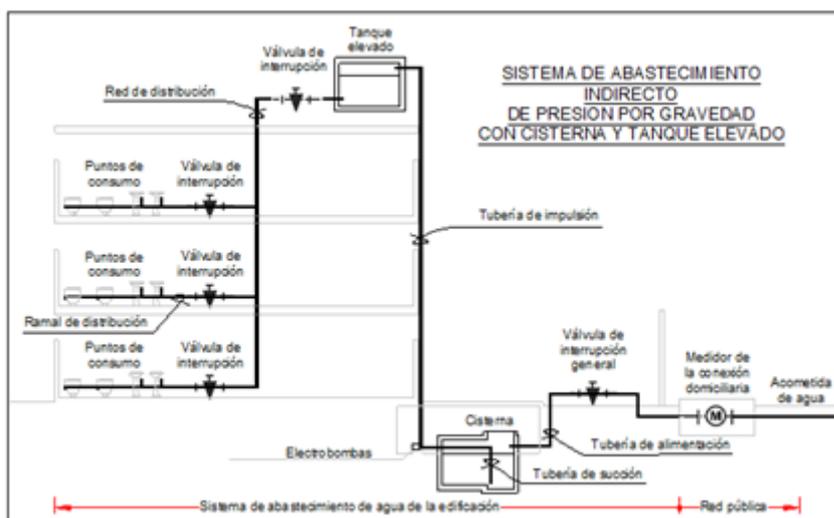
Figura N° 2 - Sistema de abastecimiento de presión por gravedad con Tanque elevado



Elaboración: Propia
 Fuente: Manual de albañilería – Las instalaciones sanitarias en la casa, Christian Mariani.

2.2.2 Sistema de presión por gravedad con Cisterna y Tanque elevado.- En este caso el sistema cuenta con por lo menos dos (02) depósitos de almacenamiento. El agua es depositada inmediatamente en la cisterna, desde donde es impulsada con un sistema de bombeo al tanque elevado ubicado sobre la edificación y, desde este último - por efecto de la gravedad - es distribuida a los aparatos sanitarios, grifos o equipos que lo requieran¹⁴¹.

Figura N° 3 - Sistema de abastecimiento de presión por gravedad con Cisterna y Tanque elevado

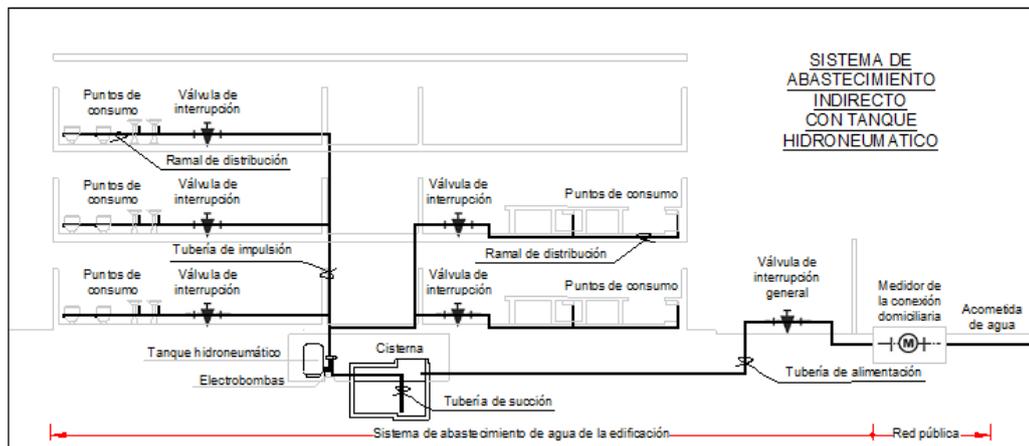


Elaboración: Propia
 Fuente: Manual de albañilería – Las instalaciones sanitarias en la casa, Christian Mariani.

¹⁴¹ Ídem.

2.2.3 Sistema de presión con tanque hidroneumático. - En este caso el sistema cuenta con un (01) depósito de almacenamiento. El agua es depositada inmediatamente en la cisterna, desde donde es presurizada con un sistema hidroneumático y distribuido a los aparatos sanitarios, grifos o equipos que lo requieran.

Figura N° 4 - Sistema de abastecimiento indirecto con tanque hidroneumático



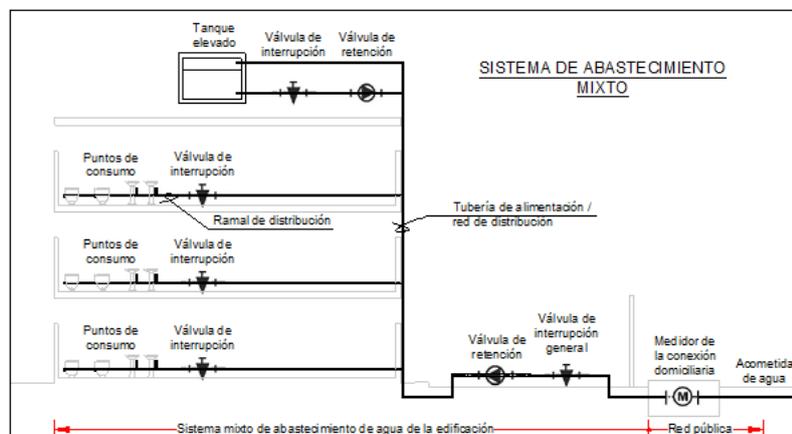
Elaboración: Propia

Fuente: Manual de albañilería – Las instalaciones sanitarias en la casa, Christian Mariani.

2.3 Sistema mixto.- En este caso el sistema cuenta con un (01) depósito de almacenamiento y sus instalaciones hacen llegar el agua a los aparatos sanitarios, grifos y equipos que lo requieran, de forma inmediata, desde la conexión domiciliar y, alternadamente, el agua se va almacenando en el tanque elevado ubicado sobre la edificación, gracias a la presión de la red pública. Al variar alguna condición de servicio público, el agua almacenada en el tanque elevado es distribuido por efecto de la gravedad, abasteciendo inmediatamente al local educativo.

2.4 Sistemas Combinados. - Son aquellos cuyas instalaciones hacen llegar el agua a los aparatos sanitarios, grifos o equipos que los requieran, desde una misma

Figura N° 5 - Sistema de abastecimiento mixto



Elaboración: Propia

Fuente: Manual de albañilería – Las instalaciones sanitarias en la casa, Christian Mariani.

conexión domiciliaria o punto de abastecimiento, adoptando diferentes alternativas de sistemas de abastecimiento en tramos independientes del sistema integral.

Artículo 3.- Componentes básicos del sistema de almacenamiento de agua

3.1. Sistemas de abastecimiento de agua.- Son todas aquellas instalaciones interiores que tienen por objeto hacer llegar el agua a cada uno de los aparatos sanitarios, grifos o equipos que lo requieran, preservando la calidad del agua, garantizando el caudal y la presión de servicio demandadas por cada uno de estos,¹⁴² y que el abastecimiento se logre en las mejores condiciones de sostenibilidad y ecoeficiencia durante su operación y el mantenimiento.¹⁴³

Dichas instalaciones, parten inmediatamente después de la conexión domiciliaria o el punto de suministro, extendiéndose hasta cada uno de los puntos de consumo.¹⁴⁴ Cuando el sistema de abastecimiento de agua es mediante la red pública, las condiciones de servicio ofertadas son determinantes al decidir las características adoptadas para los componentes de dicho sistema.

3.2. Depósitos de almacenamiento.- Tales depósitos pueden estar ubicados en la parte baja, en pisos intermedios o sobre las edificaciones, deben encontrarse contruidos con materiales resistentes y paredes impermeabilizadas, estar dotados de los dispositivos necesarios para su correcta operación y mantenimiento; su diseño y edificación debe prestar las condiciones para garantizar la preservación de la calidad del agua¹⁴⁵.

Artículo 4.- Requisitos Básicos

4.1. Recursos humanos recomendados

En caso de que la IE y/o UGEL no cuente con personal técnico para el mantenimiento, se procede a contratar servicios de mantenimiento; para lo cual, se recomienda que el personal a cargo de dichas labores cuente con el perfil que se describe en los siguientes cuadros¹⁴⁶:

Cuadro N° 1 - Perfil Profesional

CARGO	Supervisión
FORMACIÓN	Ing. Sanitario o afines
ESPECIALIDAD	Instalaciones sanitarias, Instalaciones eléctricas, construcción civil
EXPERIENCIA	-Experiencia en mantenimiento de infraestructura -Experiencia en instalación en depósito de almacenamiento de agua -Experiencia en realizar pruebas hidráulicas de presión y estanqueidad -Experiencia en mantenimiento de sistemas de bombeo y sistema hidroneumático -Capacitación en temas de seguridad en el trabajo ¹⁴⁷

Fuente: elaboración propia

¹⁴² En concordancia con el literal c) del numeral 2.1 - Instalaciones de agua fría de la Norma IS.010 – Instalaciones Sanitarias para edificaciones del RNE.

¹⁴³ En concordancia con el numeral 4.4 - Instalaciones sanitarias, de la Guía para mantenimiento de la infraestructura física, aprobada con RM N°123-2001-SA/D.

¹⁴⁴ En concordancia con el literal a) del numeral 2.1 - Instalaciones de agua de la Norma IS.010 – Instalaciones Sanitarias para edificaciones del RNE.

¹⁴⁵ En concordancia con los literales a), b) y g) del numeral 2.4.- Almacenamiento y regulación de la Norma IS.010 - Instalaciones Sanitarias para edificaciones del RNE.

¹⁴⁶ Según la magnitud de la actividad de mantenimiento, esta puede ser realizada por una o más técnicos adicionales a lo señalado en los Cuadros N° 1 y 2; de ser así, se estipula al responsable a cargo del grupo, en la Ficha de Mantenimiento del presente Anexo.

¹⁴⁷ En concordancia con el Artículo 16 – Capacitación del personal del Reglamento sanitario para las actividades de saneamiento ambiental en viviendas y establecimientos comerciales, industriales y de servicios aprobado con DS N° 022-2001-SA.

Cuadro N° 2 - Perfil profesional técnico 1

CARGO	Responsable de la ejecución del mantenimiento
FORMACIÓN	Competencias laborales afines (PAEBA, CETPRO) Técnico titulado en Instituto o escuela de Educación Superior en instalaciones sanitarias
ESPECIALIDAD	Instalación y/o mantenimiento en edificaciones, instalaciones eléctricas
EXPERIENCIA	-01 año en el mantenimiento de infraestructura: <ul style="list-style-type: none"> • mantenimiento de instalaciones eléctricas. • mantenimiento de sistemas de bombeo e hidroneumáticos. • mantenimiento de carpintería metálica. -Conocimiento en seguridad en el trabajo ¹⁴⁸

Fuente: elaboración propia

Cuadro N° 3 - Perfil profesional técnico 2

CARGO	Responsable de la ejecución del mantenimiento
FORMACIÓN	Competencias laborales afines (PAEBA, CETPRO) Técnico titulado en Instituto o escuela de Educación Superior
ESPECIALIDAD	Instalación y/o mantenimiento en edificaciones
EXPERIENCIA	-01 año en el mantenimiento de infraestructura <ul style="list-style-type: none"> • Obras menores • Limpieza y desinfección del depósito de almacenamiento -Conocimiento en seguridad en el trabajo ¹⁴⁹

Fuente: elaboración propia

4.2. Indumentaria y Equipo de Protección Personal-EPP

Se recomienda la siguiente relación de Equipo de Protección Personal-EPP para el mantenimiento:

Cuadro N° 4 - Equipo de protección personal

N°	Indumentaria / Equipo De Protección Personal ¹⁵⁰	Características	Cantidad
1	Overol	Ropa de trabajo protectora, de mangas largas para evitar el contacto del soluto con la piel. Buen estado y aseda	1/ operario
2	Botas	Impermeables de jebe, para zonas húmedas	1/ operario
3	Gorra	Para evitar el contacto del soluto con la piel y ante la posibilidad de salpicaduras de solución desinfectante	1/ operario
4	Máscara	Si la exposición va a ser breve o de poca intensidad, colocarse una máscara respiratoria	1/ operario
5	Guantes de protección	Selección del material de los guantes en función de los tiempos de rotura, grado de permeabilidad y degradación. El material del guante deberá ser impermeable y resistente al producto / la sustancia/el preparado	1/ operario
6	Lentes panorámicos	Gafas de protección herméticas, ante las posibles salpicaduras de la solución desinfectante	1/ operario
7	Cinturón de seguridad	Cinturón de seguridad con la correspondiente línea de vida ¹⁵¹	

Elaboración: Propia; Fuente: Artículo 12 – Vestimenta e indumentaria de protección del personal del Reglamento sanitario para las actividades de saneamiento ambiental en viviendas y establecimientos comerciales, industriales y de servicios aprobado con el DS N° 022-2001-SA; y el numeral 8. - Controles de exposición de la Ficha de datos de seguridad - Calcio hipoclorito 70% de QUIMIPUR, S.L.U.

¹⁴⁸ Ídem.

¹⁴⁹ Ídem.

¹⁵⁰ En concordancia con los numerales 6.14 del artículo 6 y 9.3 del artículo 9 la Ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y el Decreto Supremo N° 011-2019-TR que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo para el Sector Construcción.

¹⁵¹ En concordancia con el numeral 13.7 de la Norma G.050 - Seguridad durante la construcción del RNE.

4.3. Herramientas para el mantenimiento

Se recomienda la siguiente relación de herramientas para el mantenimiento del sistema de drenaje pluvial:

Cuadro N° 5 - Herramientas

N°	Herramienta / Insumos	Características	Cantidad
1	Wincha o flexómetro	De 5 m de longitud; Lámina fina de acero graduada: metros, centímetros, milímetros, pulgadas	1/ operario
2	Arco de sierra	De 12" de longitud; Para cortar tuberías. Consta de un mango de fierro revestido de plástico y un arco metálico, en cuyos extremos se coloca la hoja de sierra	1/ operario
3	Llave Stillson	De 10"; Para sujetar y enroscar accesorios y tuberías que tienen rosca. Consta principalmente de dos quijadas dentadas, un mango y una tuerca reguladora, que gradúa la abertura de las quijadas	1/ operario
4	Llave Francesa	De 7"; Para la instalación de válvulas, tapones, grifos, entre otros. Herramienta de acero, ajustable y regulable, consta de dos quijadas lisas y un tornillo sinfín que gradúa la abertura de las quijadas	1/ operario
5	Tarrajá	Con dados intercambiables: de 1/2", 3/4" y de 1"; para hacer rosca a tubos de PVC y de fierro galvanizado.	1/ operario
6	Alicate corte	De 6"; Acero, con mangos con cubierta antideslizante, que proporcione aislación eléctrica	1/ operario
7	Alicate de presión	Recto de 10"	1/ operario
8	Destornilladores	Juego de destornilladores, plano y estrella	1/ operario
9	Martillo	De 12 onzas Mango de madera. Cabeza de metal	1/ operario
10	Plancha o badilejo	6"	1/ operario
11	Balde de prueba de presión		1/ operario

Elaboración: Propia; Fuente: Norma G.050 - Seguridad durante la construcción del RNE

Cuadro N° 6 Otros insumos para el mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua

N°	Otros insumos	Características	Cantidad
1	Cinta de teflón		1/ operario
2	Cemento PVC	Para las uniones embonadas en instalaciones de agua fría	1/ operario
3	Escoba	De cerdas duras	1/ operario
4	Cepillo	De cerdas duras	1/ operario
5	Baldes	De Polietileno, con capacidad de 20 litros, multiusos.	
6	Hipoclorito	De calcio de 65 a 70%, granulado	

Elaboración: Propia; Fuente: Norma G.050 - Seguridad durante la construcción del RNE

Artículo 5.- Actividades del mantenimiento de los depósitos de almacenamiento del sistema de abastecimiento de agua¹⁵²

5.1. Actividades preliminares del mantenimiento preventivo

5.1.1. Identificar el tipo y los datos generales del o los depósitos de almacenamiento de sistema de abastecimiento de agua:

- a. Sistema de abastecimiento de presión por gravedad con tanque elevado o un Sistema de abastecimiento mixto.
- b. Sistema de abastecimiento de presión por gravedad con cisterna y tanque

¹⁵² Ver desarrollo de la actividad en el numeral 6.1.1 del presente anexo

- elevado.
- c. Sistemas de abastecimiento indirecto cuentan con un sistema de bombeo.
- d. Sistema de abastecimiento de presión con tanque hidroneumático.

5.2. Actividades del Mantenimiento preventivo

- 5.2.1. Inspeccionar el estado de conservación y condiciones operativas de los componentes de las redes (válvulas y tuberías) en los tramos expuestos, relacionados directamente a los depósitos de almacenamiento:
 - a. Tubería de las redes expuestas (mensual)
 - b. Válvulas
 - c. Tubería de rebose (mensual)
- 5.2.2. Inspeccionar el estado de conservación y condiciones operativas de los componentes de los depósitos de almacenamiento:
 - a. Tapa registro (mensual)
 - b. Superficies exteriores e interiores (frecuencia semestral)
 - c. Válvula de flotador (frecuencia semanal)
 - d. Toma del alimentador de la red de distribución (frecuencia semestral)
 - e. Tubería de succión y válvula de pie (frecuencia semestral)
- 5.2.3. Limpiar y desinfectar los depósitos de almacenamiento: Limpieza, preparación de solución desinfectante, desinfección, entre otros. Programar los trabajos de limpieza y desinfección cada semestre, en días de menor demanda, preferentemente durante las vacaciones de los estudiantes (frecuencia semestral)
- 5.2.4. Sistema de bombeo:
 - a. Condiciones generales del sistema de bombeo (frecuencia semanal)
 - b. Electrobombas (semestral)
 - c. Tablero de control del sistema de bombeo (frecuencia semestral)
 - d. Sensores de control del nivel de agua (frecuencia semestral)
- 5.2.5. Sistema de hidroneumático:
 - a. Presostato y manómetro (frecuencia semanal)
 - b. Válvula de alivio (frecuencia semestral)
 - c. Tanque hidroneumático (frecuencia anual)
- 5.2.6. Sistema eléctrico¹⁵³.

5.3. Actividades Mantenimiento correctivo

- 5.3.1. Relacionadas al resultado negativo del seguimiento de las actividades de mantenimiento preventivo.

Artículo 6.- Descripción de actividades de mantenimiento de los depósitos de almacenamiento del sistema de abastecimiento de agua

6.1 Descripción de las actividades preliminares

- 6.1.1. Identificar el tipo y los datos generales del o los depósitos de almacenamiento de sistema de abastecimiento de agua
 - a. En el caso se identifique un **sistema de abastecimiento de presión por gravedad con tanque elevado** o un **sistema de abastecimiento mixto**:

¹⁵³ Realizar el mantenimiento de los tableros eléctricos, según lo señalado en el Anexo 2 de la presente Guía.

1. Registrar¹⁵⁴ la “capacidad de almacenamiento” y el “Nivel máximo previsto” del tanque elevado, conforme lo dispuesto en el proyecto de instalaciones sanitarias¹⁵⁵.
 2. Identificar las redes que ingresan y que salen del tanque elevado, tales como: la “Tubería de alimentación”, el “Alimentador de la red de distribución”, la “Tubería de rebose” y la “Tubería de Limpieza”.
 3. Comprobar la ubicación de las válvulas de interrupción y las de retención correspondientes, y de estas últimas, el sentido del flujo que permiten, reconociendo la red de tuberías sobre la cual influyen.
- b. En el caso se identifique un **sistema de abastecimiento de presión por gravedad con cisterna y tanque elevado**, además de lo indicado en el literal a. de los párrafos 1., 2. y 3. del presente, realizar las actividades que se indican a continuación:
1. En el caso del tanque elevado, se debe registrar¹⁵⁶, además de lo indicado en el literal a) del presente, el “Nivel de la mitad de la altura útil”, conforme lo dispuesto en el proyecto; y, en el caso de la cisterna, se debe registrar¹⁵⁷ tanto su “capacidad de almacenamiento”, como el “Nivel máximo previsto” y el “Nivel inferior de la altura útil”¹⁵⁸.
 2. Identificar las redes que ingresan y que salen de los depósitos de almacenamiento. En relación con el tanque elevado, la “Tubería de Alimentación” resulta ser el tramo final de la “Tubería de impulsión” que proviene del equipo de bombeo. En la cisterna, la red que ingresa con la “Tubería de Alimentación” proviene de la conexión domiciliaria o del punto de suministro; y salen la “Tubería de rebose” y las “Tuberías de succión”; la primera suele estar enterrada, salvo que la cisterna no esté completamente enterrada permitiendo que la tubería de rebose este expuesta; mientras que las “Tuberías de succión” se encuentran siempre expuestas.
 3. Los sistemas de abastecimiento indirecto cuentan con un sistema de bombeo, por ello se deben identificar los elementos que lo componen: las electrobombas, el tablero de control del sistema de bombeo, los sensores de control del nivel de agua en cada uno los depósitos de almacenamiento, las tuberías de succión correspondiente a cada electrobomba, la tubería de impulsión, entre otros.
 4. Mediante la revisión de los manuales de operación y mantenimiento de las instalaciones correspondientes, así como de los manuales de los equipos e instrumentos instalados¹⁵⁹, se debe tomar conocimiento de sus características generales, y de las indicaciones correspondientes para la operación del sistema de bombeo, como por ejemplo la utilidad de las luces de alarma, las llaves selectoras y las botoneras del tablero de control del sistema de bombeo, entre otros.

¹⁵⁴ En la fila correspondiente de los numerales 17.2 y 17.3, de la “Tabla N° 1 - Ficha de mantenimiento del sistema de almacenamiento de agua”; ver artículo N° 9 del Anexo 6 - Instalaciones Sanitarias – Sistema de almacenamiento de agua.

¹⁵⁵ En concordancia con el literal o), del numeral 2.4. - Almacenamiento y regulación, de la Norma IS.010 - Instalaciones sanitarias para edificaciones, del RNE.

¹⁵⁶ En la fila correspondiente del numeral 17.5 de la “Tabla N° 1 - Ficha de mantenimiento del sistema de almacenamiento de agua”; ver artículo N° 9 del Anexo 6 - Instalaciones Sanitarias – Sistema de almacenamiento de agua.

¹⁵⁷ En la fila correspondiente de los numerales 17.2, 17.3 y 17.4, de la “Tabla N° 1 - Ficha de mantenimiento del sistema de almacenamiento de agua”; ver artículo N° 9 del Anexo 6 - Instalaciones Sanitarias – Sistema de almacenamiento de agua.

¹⁵⁸ En concordancia con el literal o), del numeral 2.4. - Almacenamiento y regulación, de la Norma IS.010 - Instalaciones sanitarias para edificaciones, del RNE.

¹⁵⁹ En concordancia con el literal m) del Artículo 30° de la Norma G.030 - Derechos y Responsabilidades del RNE.

5. Con la presencia de un sistema de bombeo, se suma la necesidad de identificar las instalaciones eléctricas respectivas: Revisar los planos y memoria descriptiva del proyecto de instalaciones eléctricas e identificar el tablero electrónico desde el cual parte el o los circuitos que alimentan las electrobombas, el tablero de control del sistema de bombeo y los sensores de nivel de agua, e, identificar la(s) llave(s) termomagnética (s) correspondientes¹⁶⁰.
- c. En caso se identifique un **sistema de abastecimiento de presión con tanque hidroneumático**, al **sistema de bombeo** se le suman otros equipos, dispositivos e instrumentos para conformar el **sistema hidroneumático**:
1. Además de lo indicado en el numeral 5. del literal b) del presente, se debe identificar el tanque hidroneumático instalado, el manómetro y el presostato, así como, la válvula de alivio correspondiente¹⁶¹.
 2. Además de lo indicado en el literal c) se debe tomar conocimiento de las precauciones adicionales de seguridad ante un sistema presurizado¹⁶², así como, de las lecturas del manómetro, de la función del presostato y de la válvula de alivio en el sistema, durante la operación.
 3. Registrar¹⁶³ la “Presión mínima” y “Presión máxima” proyectada para el sistema hidroneumático¹⁶⁴, entre cuyos valores deben variar las lecturas del manómetro y ante los cuales, el presostato ha sido calibrado para mandar el encendido y apagado automático de las electrobombas; registrar¹⁶⁵ igualmente la “Presión de apertura” de la válvula de alivio, en la que debe estar calibrada. Todo ello según lo previsto en el proyecto del sistema correspondiente.

6.2 Descripción de actividades de mantenimiento preventivo de los depósitos de almacenamiento de agua

6.2.1. Inspeccionar el estado de conservación y funcionamiento de los componentes de las redes (válvulas y tuberías) en los tramos expuestos relacionados directamente a los depósitos de almacenamiento.

a. Tuberías de las redes expuestas:

1. Comprobar las condiciones operativas y el estado de conservación de los **elementos de sujeción** de las tuberías de las redes expuestas¹⁶⁶. En caso se hayan desprendido de la estructura, se les debe fijar para que las tuberías conserven las posiciones previstas sin estar sometidas a esfuerzos imprevistos; si se encuentran deteriorados, reemplazarlos y evaluar las posibles causas de su deterioro.

¹⁶⁰ Se recomienda que el supervisor, elabore el diagrama del circuito eléctrico desde el tablero general al tablero de distribución a partir del cual se alimenta el sistema de bombeo o sistema hidroneumático, identificando Tableros, llaves, circuitos entre otros.

¹⁶¹ En concordancia con el literal f), del numeral 2.5, - Elevación de la Norma IS.010 - Instalaciones sanitarias del RNE

¹⁶² Dichas precauciones están referidas principalmente a que las tuberías del sistema no deben estar presurizadas, cuando se interviene, por ejemplo, en la válvula de alivio

¹⁶³ En los numerales 18.1 y 18.2, de la “Tabla N° 1 - Ficha de mantenimiento del sistema de almacenamiento de agua”, del presente Anexo.

¹⁶⁴ Luego de la ejecución de la obra e instalados los equipos definitivos, se deben entregar los manuales de operación y mantenimiento, así como los manuales de los equipos incorporados a la obra, conforme lo dispuesto por el Artículo 30 de la Norma G.030 - Derechos y responsabilidades, del RNE.

¹⁶⁵ En el numeral 18.3 de la “Tabla N° 1 - Ficha de mantenimiento del sistema de almacenamiento de agua”, ver artículo N° 9 del Anexo 6 - Instalaciones Sanitarias – Sistema de almacenamiento de agua.

¹⁶⁶ En concordancia con el literal k) del numeral 2.3 - Red de distribución, de la Norma IS.010 - Instalaciones Sanitarias para edificaciones, del RNE.

2. Comprobar el estado de conservación de las **redes expuestas**, que no se presenten goteos o filtraciones y que no haya indicios de humedad tales como manchas, eflorescencias, desprendimiento de acabados, u otros, en las superficies exteriores del depósito de almacenamiento y/o en superficies aledañas. La presencia de dichos indicios puede deberse a: (i) agujeros, fisuras o rajaduras a lo largo de las tuberías, (ii) empalmes defectuosos, entre sus diversos accesorios (uniones universales, niples de fierro galvanizado de los pases, reducciones, codos, Tes, tapones de purgado, entre otros) y las tuberías de las redes o las válvulas correspondientes, y (iii) deterioro de los empaques o accesorios defectuosos de las válvulas existentes.
3. Si se comprueba el deterioro de las redes expuestas, se procederá a reemplazar los tramos de tubería y los accesorios que lo requiera, teniendo sumo cuidado que estos cumplan con las especificaciones técnicas indicadas en el proyecto de instalaciones sanitarias correspondiente.
4. Si las manchas, eflorescencias, desprendimiento de acabado, u otros, es muy extensa en la superficie del depósito de almacenamiento, luego de la intervención indicada se debe hacer su seguimiento, de persistir dichos indicios, se debe evaluar las condiciones estructurales y proceder con el mantenimiento correctivo correspondiente. Para ello se deberá contactar con la UGEL o DRE correspondiente para conocimiento y acciones.
5. Verificar que no haya indicios de **filtraciones o humedad en el piso** adyacente a los pases a través de los muros de la cisterna correspondientes a la “Tubería de alimentación” y de la “Tubería de rebose”, las que usualmente se encuentran enterradas o empotradas, tales como manchas de humedad, eflorescencias, u otros.
6. Si se observan los indicios indicados en el numeral anterior, se debe comprobar con métodos no invasivos¹⁶⁷ que efectivamente hay una fuga, para a continuación proceder a picar la superficie del piso, excavar el subsuelo hasta localizar el punto de la fuga, y sustituir el tramo de tubería o accesorios involucrados, cerrar la excavación y resanar el piso; teniendo sumo cuidado de cumplir con las especificaciones técnicas indicadas en el proyecto.
7. Mientras se comprueba el estado de conservación de las redes expuestas, estar atento de posibles ruidos, tales como silbidos, golpes, u otros, los cuales son usualmente indicios del mal funcionamiento de las válvulas, o de un exceso de presión en la red, entre otros.

b. Válvulas¹⁶⁸:

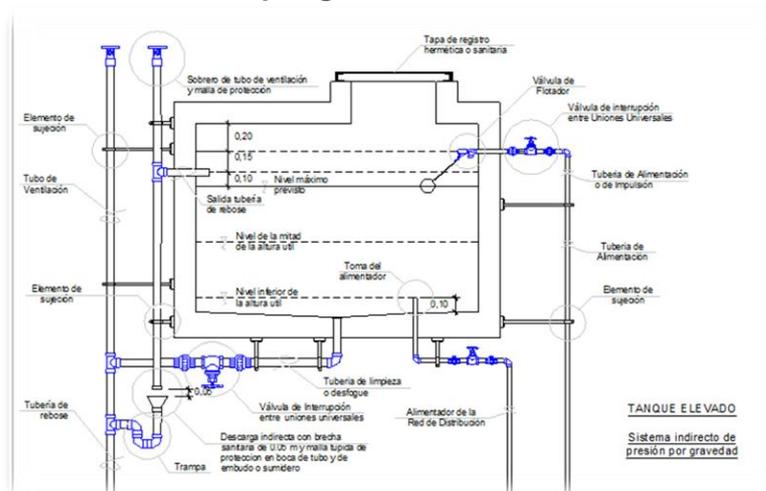
1. Accionar las válvulas de interrupción y verificar que el agua deja de fluir completamente hacia los depósitos de almacenamiento o desde los mismos; o que, al cerrar y abrir el dispositivo, no se presenta dificultad o ruidos extraños.

¹⁶⁷ Tales como el método de detección de fugas con gas trazador, mediante un geófono, mediante un correlador, u otros (<https://www.sewerin.com/pt/productos/agua/deteccion-acustica-de-fugas-de-agua/segorrphon-ac-200>); para los que no es necesario picar ni romper la superficie de las áreas a explorar.

¹⁶⁸ En el caso que se vaya a intervenir en las válvulas instaladas en las redes de las “Tubería de alimentación” o en la “Tubería de Impulsión”, en un sistema de abastecimiento que cuenten con un sistema de bombeo, poner fuera de servicio las electrobombas, mediante la llave selectora correspondiente del tablero de control de bombeo, antes de cualquier manipulación. En el caso de las válvulas instaladas en las redes de las “Tubería de alimentación” o en la “Tubería de Impulsión”, en un sistema de abastecimiento que cuenten con un sistema de bombeo, poner fuera de servicio las electrobombas, mediante la llave selectora correspondiente del tablero de control de bombeo, antes de cualquier manipulación. En el caso de la válvula del “Alimentador de la red de distribución” o de la “Tubería de Limpieza”, es necesario evacuar el agua del tanque elevado. En el caso de un sistema de abastecimiento con sistema hidroneumático, tomar precauciones en vista que el agua en todas sus instalaciones se encuentra presurizada.

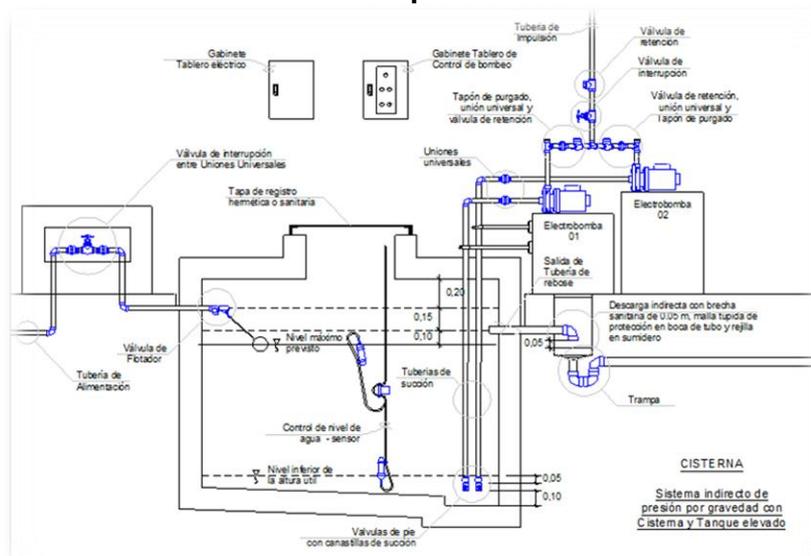
2. Comprobar que el agua no fluye en sentido opuesto al indicado en la válvula de retención.
3. Si se comprueba lo contrario a lo indicado en los párrafos precedentes: cierre la válvula de interrupción anterior a la válvula que se va a intervenir; desmonte la válvula a intervenir, revise la integridad física de sus empaques y accesorios, limpie su interior de posibles impurezas, cambie sus empaques o accesorios si es necesario y reinstale. De no corregirse, reemplazara la válvula, cuidando en considerar las especificaciones del caso.

Figura N° 6 - Tanque elevado. Sistema indirecto de presión por gravedad



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 7 - Cisterna. Sistema indirecto de presión por gravedad con cisterna y tanque elevado

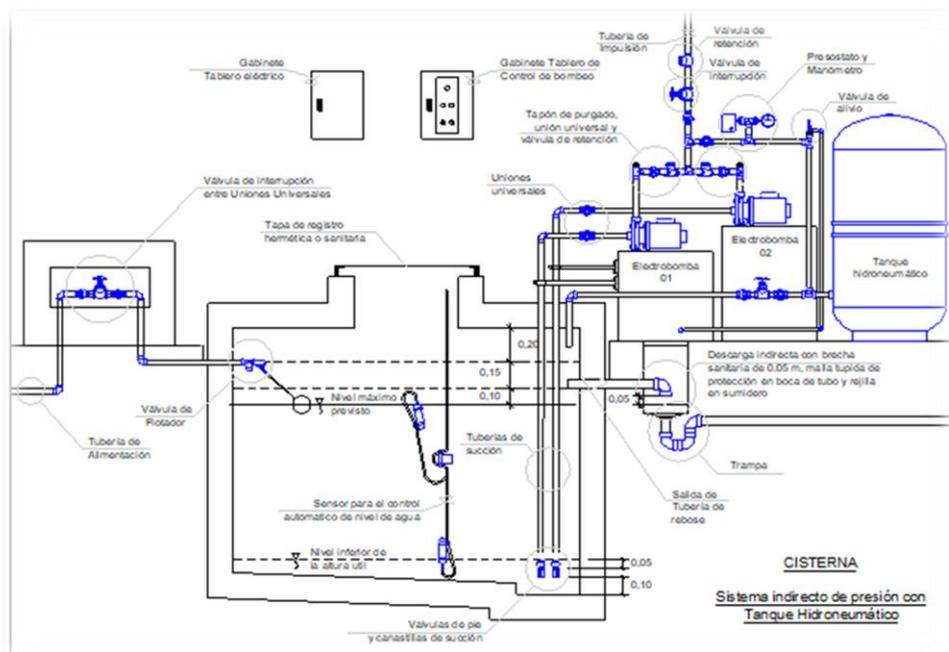


Fuente: Elaboración Propia

c. Tubería de rebose:

1. Revisar las condiciones operativas de la red de la “**Tubería de rebose**”. Debe dejar fluir libremente el exceso de agua desde el interior del depósito de almacenamiento, y no permitir el ingreso de vectores propagadores de enfermedades a su interior.
2. Comprobar que en los extremos de la “Tubería de rebose” y en la boca del embudo de su descarga indirecta, cuenten con la **malla tupida de protección**¹⁶⁹ correspondiente, y se encuentre en buenas condiciones.
3. Comprobar, en el caso que el rebose descargue indirectamente en un sumidero, que este cuente con la rejilla respectiva, y en buenas condiciones.
4. Verificar se cuente con la brecha de aire de 5 cm, en la descarga indirecta, entre el extremo de la “Tubería de rebose” y el embudo o sumidero¹⁷⁰.
5. Asegurar la permanencia del sello de agua en la trampa del embudo o sumidero vertiendo agua en este.

Figura N° 8 – Cisterna. Sistema indirecto de presión con tanque hidroneumático



Fuente: Elaboración propia

6.2.2. Inspeccionar del estado de conservación y funcionamiento de los componentes de los depósitos de almacenamiento.

a. Tapa del registro:

1. Comprobar el estado de conservación de la tapa del registro de los depósitos de almacenamiento y de sus accesorios:
 - Mediante el registro del depósito de almacenamiento, comprobar que en el agua almacenada no hay presencia de contaminantes tales como insectos, indicio de presencia de roedores o un exceso de residuos sólidos.

¹⁶⁹ Cuyas características impidan el paso de insectos como los mosquitos, cucaracha u otros, y lo suficientemente resistente para persuadir a los roedores u otras alimañas.

¹⁷⁰ En concordancia con el literal r) del numeral 6.2 - Redes colectoras, de la Norma IS.010 - Instalaciones Sanitarias, del RNE.

- Verificar el estado físico de su estructura, superficies y de su tirador.
 - Verificar el funcionamiento de su cerradura o candado, cerrojo y bisagras. De corresponder lubricar o engrasar la cerradura o candado, cerrojo y bisagras de la tapa del registro.
2. Si se presentan elementos contaminantes al interior del depósito de almacenamiento, luego de descartar otras posibles causas¹⁷¹, se debe intervenir para que la tapa cierre herméticamente; así mismo, se recomienda programar la limpieza y desinfección extraordinaria del depósito de almacenamiento, ante la evidente contaminación del agua almacenada.
 3. Si las condiciones del estado físico de la tapa del registro lo amerita, retirarla de su ubicación, previendo un cierre provisional del depósito de almacenamiento; de acuerdo al diagnóstico, proceder al cambio de los elementos metálicos afectados, soldar las uniones sueltas, lijar la superficie, aplicar dos manos de pintura anticorrosiva y finalmente una mano de pintura esmalte, todo ello tomando en consideración las especificaciones técnicas del proyecto, reinstalar y verificar que cierre herméticamente.

b. Superficies exteriores e interiores:

1. Comprobar el buen estado de conservación del acabado o recubrimiento de todas las superficies exteriores expuestas del depósito de almacenamiento; si se presentan indicios de humedad, manchas o eflorescencias, o se encuentran fisuras, rajaduras o el desprendimiento de sus enlucidos, entre otros, resanar o reparar según corresponda.
2. Comprobar el buen estado de conservación de las superficies interiores, sobre todo en las proximidades a los pases de las tuberías existentes; si se presentan fisuras, rajaduras o desprendimientos en el enlucido o acabado, entre otros, resanar o reparar según corresponda, en la mejor oportunidad. Se recomienda que la revisión de las superficies interiores se realice durante los trabajos de limpieza y desinfección de los depósitos de almacenamiento.
3. Si durante el seguimiento de la intervención realizada, se comprueba que persisten los problemas de filtración o la presencia de indicios de humedad, se debe evaluar si la estructura del depósito se ha visto afectada; si fuera así, se debe analizar la viabilidad de su refacción o la posibilidad de su sustitución, haciendo de conocimiento a la UGEL o DRE, o la que haga sus veces.

c. Válvula de flotador

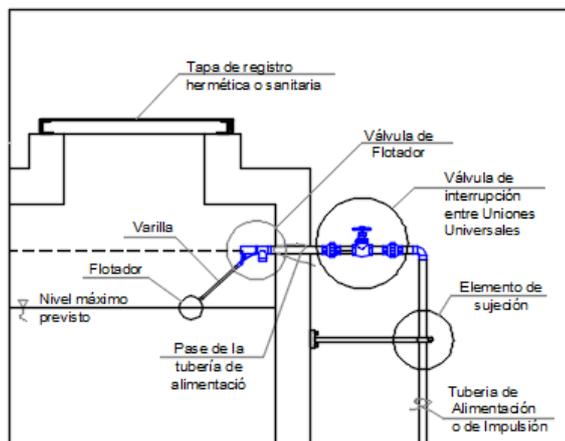


Figura N° 9 – Válvula de flotador y accesorios

Fuente: Fuente: Guía N° 2 - Mantenimiento de Instalaciones sanitarias / UNESCO 1999
Elaboración propia

¹⁷¹ Ver literal c. ,Tubería de rebose, del numeral 6.2.1 del presente Anexo

1. Comprobar mediante el registro del depósito de almacenamiento que, al momento de menor demanda, el nivel del agua almacenada sea la del “Nivel máximo previsto”, si no es así, y el nivel del agua permanece por debajo, revisar la válvula y calibrar su flotador con la finalidad que no haya ningún impedimento para que el nivel del agua sea el proyectado.
2. Comprobar, en la descarga indirecta de la “Tubería de rebose”, ya sea que se encuentre resuelta mediante un cono o un sumidero, si escurre agua ininterrumpidamente, si es así, proceder como sigue:
 - Si es el caso de un Tanque elevado de un sistema de abastecimiento sin sistema de bombeo, o si se trata de una cisterna, cerrar la válvula de interrupción de la “Tubería de alimentación” ¹⁷² y verificar si el flotador tiene agua en su interior o si su varilla se encuentra doblada. De ser así: proceder a reemplazar el flotador y/o la varilla. Si el problema persiste, desmonte la “Válvula de flotador”, limpie su interior de posibles impurezas, cambie sus empaques o accesorios si fuera necesario, y reinstale. Si luego del seguimiento correspondiente, el problema persiste, reemplazar la “Válvula de flotador”.
 - Si es el caso de un Tanque elevado de un sistema de abastecimiento con sistema de bombeo, compruebe primeramente si alguna electrobomba se encuentra encendida permanentemente, si es así, poner fuera de servicio las electrobombas, mediante la llave selectora correspondiente del tablero de control correspondiente, y proceder a la evaluación del sistema de bombeo y su mantenimiento extraordinario; de ser el caso, si se comprueba que ninguna de las electrobombas está encendida permanentemente, proceder según el párrafo anterior.

d. Toma del alimentador de la red de distribución

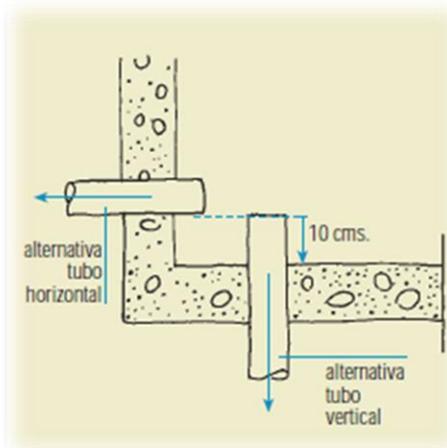


Figura N° 10 – Alternativas de solución de la toma del alimentador de la red de distribución

Fuente: Fuente: Guía N° 2 - Mantenimiento de Instalaciones sanitarias / UNESCO 1999

1. Revisar la toma del alimentador de la red de distribución al interior del depósito de almacenamiento y comprobar que se encuentre por lo menos 0.10 m por encima del nivel del fondo del depósito¹⁷³; se recomienda que esta actividad se programe en simultáneo a los trabajos de limpieza y desinfección de los depósitos de almacenamiento. Si se verifica que la toma

¹⁷² Si es el caso de un Tanque elevado de un sistema de abastecimiento con sistema de bombeo, poner fuera de servicio las electrobombas, mediante la llave selectora correspondiente del tablero de control de bombeo.

¹⁷³ En concordancia a lo recomendado en el numeral 4. - Estanque de almacenamiento, de la Guía N° 2 - Mantenimiento de Instalaciones sanitarias, UNESCO, 1999.

del alimentador no cumple con la altura indicada, se encuentra su extensión deteriorada o no cuenta con ella, instalar - en el niple de fierro galvanizado correspondiente - el tramo de tubo respectivo.

e. Tubería de succión y válvula de pie

1. En la cisterna debe comprobarse el buen estado de las tuberías de succión y sus correspondientes válvulas de pie:
 - Verificar que las tuberías de succión se encuentren en buen estado, que no presenten perforaciones, fisuras, rajaduras, u otros.
 - Verificar que las tuberías de succión estén suficientemente sumergidas; cuando el agua se encuentra en el “Nivel inferior de la altura útil”, debe estar a no menos de 0,05 m por encima de la parte superior de las canastillas de cada una de las “Válvulas de pie”¹⁷⁴.
 - Verificar que la “Válvula de pie” instalada al extremo de cada una de las tuberías de succión, impida el retorno del agua a la cisterna.
 - Verificar que el área de las perforaciones de la canastilla de cada una de las “Válvulas de pie” se encuentre libres de residuos sólidos e impurezas.Actividad que se recomienda programar durante los trabajos de limpieza y desinfección de los depósitos de almacenamiento.
2. Si las tuberías de succión no cumplen con lo indicado, sustituir el tramo de la tubería correspondiente; si las válvulas de pie no cumplen con lo indicado, desinstalar la válvula y su canastilla, revisar la integridad física de los accesorios, limpiar el interior de la válvula de pie y de la canastilla de posibles impurezas, cambiar las piezas defectuosas y reinstalar. Verificar si la válvula impide efectivamente el retorno de agua a la cisterna, de continuar el problema, reemplazar la válvula.
3. Concluida la intervención y antes de poner en servicio el sistema de bombeo, asegurar que las electrobombas no hayan perdido el cebado.



Figura N° 11 – Válvula de pie con canastilla

Fuente: Ubicada en el portal electrónico:
<https://www.amazon.es/dp/B07JCD79LG?tag=valvuladepie-21&linkCode=osi&th=1&psc=1&keywords=v%C3%A1lvula%20de%20pie>

6.2.3. Limpieza y desinfección de los depósitos de almacenamiento: Limpieza, preparación de solución desinfectante, desinfección, entre otros.

a. Acciones preliminares a la limpieza del depósito de almacenamiento

1. Con la anticipación correspondiente, cerrar la válvula de la tubería de alimentación o impulsión del depósito de almacenamiento y dejar que se continúe abasteciendo la red de distribución hasta que el nivel del agua llegue a unos 0.10 m sobre el “Nivel Inferior de la altura útil”. Si el sistema

¹⁷⁴ En concordancia con el literal o, del numeral 2.4 – Almacenamiento y regulación, de la Norma IS.010, del RNE.

de abastecimiento cuenta con sistema de bombeo, se deberá dejar fuera de servicio las electrobombas, mediante la llave selectora correspondiente del tablero de control de bombeo, en la oportunidad que corresponda según se trate de un tanque elevado o una cisterna¹⁷⁵. El agua de los depósitos de almacenamiento debe tener al menos unos 0.20 m por sobre el nivel del fondo.

2. Ponerse la vestimenta y los implementos correspondientes para los trabajos de limpieza y desinfección, deben estar limpios y en buenas condiciones. En cada ocasión que el personal ingrese al depósito de almacenamiento, debe desinfectarse las botas de jebe con la solución desinfectante correspondiente.
3. Si el depósito de almacenamiento tiene hasta 5 m³ de capacidad, el trabajo podrá ser ejecutado por un solo operario. Cuando su capacidad es mayor, el trabajo debe ser realizado por dos o más operarios, uno de los cuales permanecerá fuera, vigilando a los que se encuentren en el interior. Una vez aplicada la solución desinfectante deben salir de inmediato del interior del depósito de almacenamiento¹⁷⁶.

b. Limpieza del depósito de almacenamiento:

1. Antes de que el personal ingrese a los depósitos de almacenamiento, abrir los circuitos del suministro eléctrico del sistema de bombeo, mediante el interruptor termomagnético correspondiente, cerrar el gabinete del tablero eléctrico y dejar un aviso sobre los trabajos de mantenimiento.
2. Retirar manualmente los sólidos sedimentados en el fondo de la cisterna y los lodos generados en la maniobra; en el caso del tanque elevado, tapar provisionalmente la toma del alimentador de la red de distribución y el sumidero del tubo de limpieza, antes de dichas maniobras.
3. Limpiar manualmente las superficies interiores del depósito de almacenamiento, comenzando por las del techo, las paredes y finalizar con las del fondo. Solo se debe lavar con agua sin agregar producto alguno, usar escobas y cepillos de cerdas duras, materiales no abrasivos; remover los residuos adheridos, teniendo especial cuidado de limpiar las aristas y vértices. Concluida la limpieza, retirar los residuos sólidos que puede haberse generado y enjuagar. Abrir la válvula de la "Tubería de limpieza" y drenar el agua remanente en su totalidad, cuando corresponda, retirar manualmente o con ayuda de una bomba sumergible.
4. Concluida la limpieza, revisar las superficies interiores de los depósitos de almacenamiento, la válvula de flotador, la toma del alimentador de la red de distribución y las tuberías de succión con sus respectivas válvulas de pie, conforme lo indicado en el párrafo 2. del literal b, en los párrafos 1. y 2. del literal c., en el párrafo 1. del literal d. y el párrafo 1. del literal e., del numeral 6.2.2; así como, la revisión de los sensores para el control del nivel del agua, conforme se indica en el párrafo 1. del literal d. del numeral 6.2.4.

c. Preparación de la solución desinfectante:

1. Antes de que manipule el hipoclorito de calcio o el hipoclorito de sodio (lejía),

¹⁷⁵ De tratarse de un tanque elevado, se pondrá fuera de servicio las electrobombas, tan pronto se cierre la válvula de la tubería de alimentación o impulsión; de tratarse de una cisterna, tan pronto se alcance el nivel de agua indicado.

¹⁷⁶ En concordancia con el Artículo 20 - Cuidados para el personal operativo, de la Norma Sanitaria para los trabajos de desinsectación, desratización, desinfección, limpieza y desinfección de reservorios de agua, limpieza de ambientes y limpieza de Tanques sépticos, aprobada con RM N° 449-2001-SA-DM.

- leer la “Hoja de datos de seguridad” del producto; prestar atención a las recomendaciones para la manipulación de este y de los equipos de protección personal mínimo a usar.
2. Verificar en la información del envase del producto, la fecha de caducidad; la presentación física del producto (Pastillas, granulado, polvo, líquido, entre otros), para prever la necesidad de pesar o medir el volumen del producto según corresponda; y, la concentración del hipoclorito. Si dicha concentración no está expresada como una relación porcentual (%) de cloro, se deberá hacer la conversión correspondiente, para así hacer uso del Cuadro N° 7 y determinar la cantidad de soluto, en gramos o mililitros, necesario en relación a la capacidad del depósito de almacenamiento y la cantidad de agua necesaria para la “solución madre”¹⁷⁷.
 3. Determinar la capacidad del depósito de almacenamiento, tomar las dimensiones interiores del mismo, y calcular el volumen de la instalación a desinfectar. El resultado debe ser expresado en metros cúbicos (m³).
 4. Con ayuda del Cuadro N° 7 determinar la cantidad de hipoclorito necesario para preparar una “solución final”¹⁷⁸ de 50 ppm (partes por millón) de cloro según lo recomendado¹⁷⁹. Así mismo, el volumen mínimo de agua necesaria para la preparación de la “solución madre” a utilizar en la primera etapa de la desinfección¹⁸⁰.

Cuadro N° 7 - Cantidad de soluto por tipo y concentración, y de solvente (para solución madre) según el volumen útil del depósito de almacenamiento, para una solución desinfectante final de 50 ppm

Volumen del depósito	Concentración del Soluta (%)					Concentración del Soluta (%)				Volumen mínimo de agua (lt)
	Hipoclorito de calcio					Hipoclorito de sodio o lejía				
	30	65	68	70	90	4	5	7	7.5	
	Peso (gr)					Volumen (ml)				
1 m ³	170	80	70	70	60	1,250	1,000	710	670	13
2 m ³	330	150	150	140	110	2,500	2,000	1,430	1,330	25
3 m ³	500	230	220	210	170	3,750	3,000	2,140	2,000	40
4 m ³	670	310	290	290	220	5,000	4,000	2,860	2,670	50
5 m³	830	380	370	360	280	6,250	5,000	3,570	3,330	65
10 m ³	1,670	770	740	710	560	12,500	10,000	7,140	6,670	135
15 m ³	2,500	1,150	1,100	1,070	830	18,750	15,000	10,710	10,000	200
20 m ³	3,330	1,540	1,470	1,430	1,110	25,000	20,000	14,290	13,330	264
25 m ³	4,170	1,920	1,840	1,790	1,390	31,250	25,000	17,860	16,670	336
30 m ³	5,000	2,310	2,210	2,140	1,670	37,500	30,000	21,430	20,000	400
40 m ³	6,670	3,080	2,940	2,860	2,220	50,000	40,000	28,570	26,670	520
50 m ³	8,330	3,850	3,680	3,570	2,780	62,500	50,000	35,710	33,330	664

Elaboración propia: haciendo uso de las concentraciones de los productos identificados en el medio local y las fórmulas propuestas por la OPS en la Guía para juntas administradoras de agua y saneamiento (JASS) y entidades afines, Organización panamericana de salud – OPS y la Agencia Suiza para Desarrollo y Cooperación – COSUDE, 2005; las cantidades resultantes ha sido redondeadas a decenas.

d. Desinfección del depósito de almacenamiento, primera etapa:

1. Impregnar las superficies interiores de los muros y el fondo del depósito de almacenamiento con parte de la solución madre, haciendo uso de un rodillo

¹⁷⁷ Se denomina así a la solución con la que se desinfectará las superficies interiores del depósito de almacenamiento y otros, correspondiente a la primera etapa de desinfección.

¹⁷⁸ Se denomina así a la solución que resulta de lo indicado en el numeral 1. del literal e. del presente numeral.

¹⁷⁹ En concordancia a lo recomendado en el Cuadro 2.31 - Cantidad de cloro (hipoclorito) requerido en la desinfección de instalaciones de agua, del numeral 2.3 - Operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua de la comunidad, de la Guía para juntas administradoras de agua y saneamiento (JASS) y entidades afines, de la Organización panamericana de salud – OPS y la Agencia Suiza para Desarrollo y Cooperación – COSUDE, Lima, 2005.

¹⁸⁰ Proceder a la preparación de la solución; utilizando para ello envases y utensilios de plástico o vidrio. Siempre adicionar el hipoclorito al agua y nunca a la inversa.

o de un cepillo; la solución debe cubrir a las aristas y vértices, así como a las fisuras, rajaduras o deterioros del acabado que pudieran existir.

2. Desinfectar todos los dispositivos o accesorios que durante la operación del depósito de almacenamiento permanecen en contacto con el agua:
 - En el caso de la cisterna, estos son: las tuberías de succión, las válvulas de pie con sus canastillas, los componentes de los sensores de control de nivel de agua, la válvula de flotador y el pase de la tubería de rebose.
 - En el caso del tanque elevado de un sistema que no cuenta con sistema de bombeo: la toma del alimentador de la red de distribución, el sumidero de la tubería de limpieza, la válvula de flotador y el pase de la tubería de rebose.
 - En el caso del tanque elevado de un sistema que cuenta con sistema de bombeo, además de los dispositivos o accesorios indicados en el párrafo anterior se deben adicionar: los componentes de los sensores de control de nivel de agua.

e. Desinfección del depósito de almacenamiento, segunda etapa:

1. Llenar el depósito de almacenamiento hasta la mitad de su capacidad; verter la solución madre restante, revolver y continuar llenando el depósito hasta su máxima capacidad; cerrar la tapa del registro y dejar reposar por lo menos durante cuatro (04) horas¹⁸¹.
2. Concluido el periodo, evacuar la solución desinfectante remanente y luego enjuagar las superficies interiores del depósito de almacenamiento las veces que sea necesario, solo con agua, y hasta que no haya olor a cloro.
 - En el caso de un tanque elevado, se recomienda evacuar la solución desinfectante, abriendo la válvula de interrupción del alimentador de la red de distribución y dejar que fluya por ella, generando una purga en las instalaciones; para ello se debe abrir las llaves y accionar las válvulas de los aparatos sanitarios.
3. Concluido el enjuague, dejar llenar los depósitos de almacenamiento; verificar el cumplimiento de lo indicado en el numeral 7. del literal b. y numeral 2. del literal d, del numeral 6.2.4
4. Finalizados los trabajos, cerrar la tapa del registro herméticamente y en caso se tenga un sistema de abastecimiento con sistema de bombeo, proceder a cerrar definitivamente el circuito eléctrico, con la llave termomagnética correspondiente del tablero eléctrico respectivo; comprobar que el tablero de control se encuentre energizado; que las electrobombas se encuentren en servicio y cerciórese que mediante la respectiva llave selectora del tablero de control, permanezca seleccionada la operación automática de las electrobombas.

6.2.4. Sistema de bombeo

a. Verificar que las condiciones generales del sistema de bombeo correspondan a lo indicado en el RNE:

1. Verificar que el ambiente en que está instalado este limpio, seco y ventilado; que los espacios de aproximación a las electrobombas y al resto de las

¹⁸¹ En concordancia a lo recomendado en el numeral 2.5. Limpieza y desinfección de las instalaciones del sistema de agua potable, de la Guía para juntas administradoras de agua y saneamiento (JASS) y entidades afines, de la Organización panamericana de salud – OPS y la Agencia Suiza para Desarrollo y Cooperación – COSUDE, Lima, 2005.

instalaciones, se encuentren libres de obstáculos, facilitando el acceso y manipulación de los mismos durante la operación y mantenimiento. Si no fuera así, limpiar, secar y ventilar el ambiente, o despejar de todo obstáculo los espacios de aproximación correspondientes.

2. Verificar que se está conservando una altura libre de todo obstáculo de por lo menos 1.60 m, en todo el ambiente. Si no es así despejar el ambiente hasta la altura indicada.
3. Verificar que el piso del ambiente se encuentre sin rastro de humedad y que el sumidero, hacia donde se inclina su pendiente¹⁸², cuente con la rejilla correspondiente, y su trampa, con el sello de agua respectivo¹⁸³. Si no es así, secar el piso, reponer la rejilla correspondiente y verter agua en la trampa.
4. Verificar que las superficies de las electrobombas se encuentren limpias, libres de polvo; y que el extremo por el que ventila se encuentre libre de obstáculos y polvo. Si no fuera así, limpiar las electrobombas y despejar el espacio en las proximidades del extremo por donde se ventilan.

b. Electrobombas - estado de conservación y condiciones operativas:

1. Verificar que los anclajes de las electrobombas a la estructura de concreto sobre la que se fijan se encuentren en buenas condiciones y debidamente ajustados. De no ser así subsanar las condiciones del anclaje o ajustar.
2. Comprobar el estado de conservación de las superficies exteriores de las electrobombas, que no presenten: indicios de oxidación, fugas o goteos¹⁸⁴ por el sello mecánico^{185, 186, 187}. Si se presentan dichos indicios, ponga fuera de servicio la electrobomba, mediante la llave selectora del tablero de control respectivo y efectuar las siguientes acciones:
 - Ante la presencia de oxidaciones, revisar las posibles causas e intervenir subsanando el acabado de las superficies de la electrobomba, según corresponda.
 - Ante la presencia de fugas o goteos por el sello mecánico, se debe analizar las posibles causas¹⁸⁸, revisar las condiciones del sello mecánico, y de ser el caso, proceder con su sustitución.
3. Comprobar, durante la operación del sistema de bombeo, la alternancia de las electrobombas al funcionar.
4. Durante la operación de las electrobombas:
 - Verificar la ausencia de vibraciones, de ruidos inusuales o extraños.
 - Verificar la conservación de la eficiencia del sistema de bombeo, comprobando que no se haya perdido el cebado de las electrobombas, que haya descarga de agua, que el caudal y/o presión sean suficientes,

¹⁸² En concordancia con el literal a), del numeral 2.5 – Elevación, de la Norma IS.010 – Instalaciones sanitarias para edificaciones del RNE

¹⁸³ En concordancia con el literal r), del numeral 6.2 - Red de colección de la Norma IS.010 – Instalaciones sanitarias para edificaciones del RNE

¹⁸⁴ La presencia de fuga o goteo puede ser indicio de que la bomba ha estado trabajando con poca o nada de agua, que el agua contenga partículas abrasivas provocando recalentamiento y dañando el sello mecánico, entre otros.

¹⁸⁵ En concordancia con el literal r) del numeral 6.2 - Red de colección de la Norma IS.010 – Instalaciones sanitarias para edificaciones del RNE

¹⁸⁶ Se ha tomado como referencia los Problemas de funcionamiento, de numeral 5. Inspección y Mantenimiento, del Manual del usuario - Instalación, operación y mantenimiento, de Electrobomba centrífuga monoblock serie B y C / HIDROSTAL.

¹⁸⁷ Ubicada en el portal electrónico: <https://www.youtube.com/watch?v=iiOq0qsTJnM>

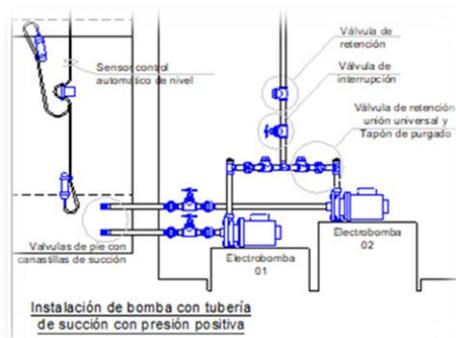
¹⁸⁸ La presencia de fuga o goteo puede ser indicio de que la bomba ha estado trabajando con poca o nada de agua, que el agua contenga partículas abrasivas provocando recalentamiento y dañando el sello mecánico, entre otros.

que no se presente la sobrecarga ni sobrecalentamientos del motor, entre otros¹⁸⁹.

Si se comprueba lo contrario, puede ser el indicio de problemas significativos en el sistema de bombeo¹⁹⁰, lo que amerita la evaluación de las condiciones de trabajo y el estado general del sistema de bombeo.

5. Verificar que las electrobombas no han perdido el cebado, tomando las precauciones del caso según la solución adoptada: tubería de succión con presión positiva (Ver Figura N° 12), o con presión negativa (Ver Figura N° 13).
6. Es recomendable que las actividades mantenimiento de las electrobombas, sean preferentemente en simultáneo con el mantenimiento del tablero de control del sistema de bombeo y de los sensores de control del nivel de agua del depósito de almacenamiento, con el apoyo del técnico especializado correspondiente.
7. Luego de las actividades de mantenimiento preventivo, se debe comprobar que el sistema de bombeo tenga la capacidad de llenar el tanque elevado, desde el “Nivel inferior de la altura útil” hasta que el agua llegue al “Nivel máximo previsto”, en no más de 2 horas¹⁹¹. Si en dicho seguimiento se comprueba que al sistema de bombeo le demanda más tiempo, realizar el mantenimiento correctivo correspondiente (ver numeral 2, del 6.3.1)

Figura N° 12 – Instalación de bomba con tubería de succión con presión positiva



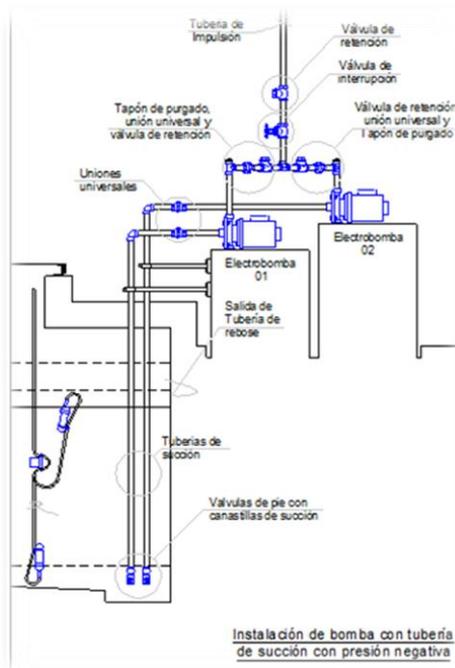
Fuente: Elaboración propia

¹⁸⁹ Se ha tomado como referencia el Manual del Usuario – Instalación operación y mantenimiento, de Electroborbma Centrífuga Monoblock Serie A, Serie B y Serie C – LL8C0019_K , LL8C0020_H, de HIDROSTAL

¹⁹⁰ Tales como: (i) problemas de cavitación; (ii) desbalance del suministro eléctrico; (iii); que la válvula de interrupción de la tubería de succión se encuentre cerrada, cuando la instalación es de presión positiva; (iv) que la “tubería de succión” no cumpla con sus condiciones operativas; (v) falta de una adecuada ventilación o una temperatura excesiva en el ambiente en que se encuentran instaladas las electrobombas, entre otros.

¹⁹¹ En concordancia con el literal e), del numeral 2.5 – elevación, de la Norma IS.010 - Instalaciones Sanitarias para edificaciones del RNE.

**Figura N° 13 – Instalación de
bomba con tubería de succión
con presión negativa**

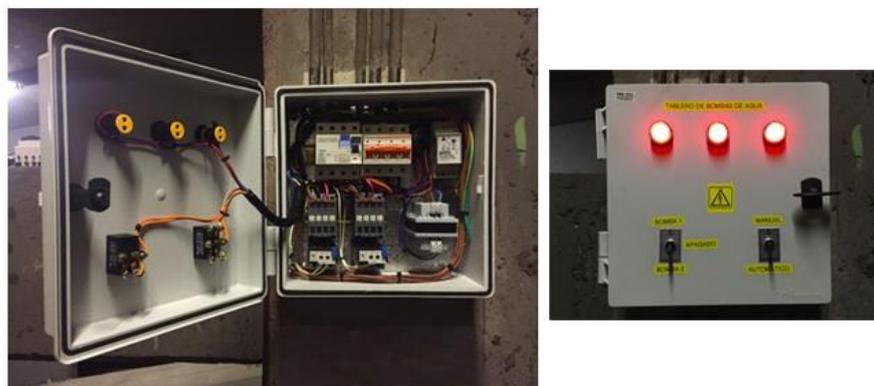


Fuente: Elaboración propia

c. Tablero de control del sistema de bombeo

1. Compruebe que todas las superficies exteriores del gabinete del tablero de control se encuentren libre de polvo, así como el estado de la pintura, verificando que no haya indicios de oxidación; si se comprueba lo contrario, limpiar del polvo las superficies exteriores de gabinete, y resanar la pintura en las superficies en las que haya indicios de oxidación.

**Figura N° 14 - Tablero de Control del sistema de
bombeo**



Fuente: <https://afinidadelctrica.com/2020/08/09/diseño-de-un-tablero-de-control-de-bombas-de-agua/>

2. Revisar que los órganos de mando del tablero: botoneras, llaves selectoras, luces de alarma, etc., se encuentren adecuadamente rotulados; si no lo

están: reponer los rótulos, consultando el manual respectivo.

3. Compruebe, durante la operación del sistema de bombeo, el funcionamiento de los mandos del tablero de control.
4. Programar el mantenimiento del tablero de control del sistema de bombeo, preferentemente en simultáneo con el mantenimiento de las electrobombas y los sensores de control del nivel de agua del depósito de almacenamiento, con el concurso de técnico especializado que corresponda.

d. Sensores para el Control de nivel del agua en los depósitos de almacenamiento

1. Verificar periódicamente el estado de conservación de los sensores de control de nivel, con el apoyo del técnico especialista correspondiente y teniendo a la mano el manual de usuario del modelo de los sensores instalados, en vista que las actividades correspondientes dependerán de sus características técnicas.
2. Verificar periódicamente las condiciones operativas de los sensores de control de nivel, en relación al funcionamiento oportuno de los demás componentes del sistema de bombeo o, de ser el caso, del sistema bombeo e hidroneumático¹⁹², cuando corresponda:

- En el caso de un sistema de presión por gravedad con cisterna y tanque elevado, los sensores determinaran las ocasiones en que las electrobombas deben encenderse o apagarse; ocasiones relacionadas al nivel de agua almacenada tanto en la cisterna como en el tanque elevado:
 - Verificar que las electrobombas no se enciendan cuando el agua de la cisterna se encuentre en el “Nivel inferior de la altura útil” y que se apaguen cuando el agua alcance dicho nivel; solo si el agua permanece sobre dicho nivel la electrobomba de turno debe encender. La condición para que ello ocurra es que la altura del agua en el tanque elevado este por lo menos en el “Nivel de la mitad de la altura útil”.
 - Verificar que ninguna de las electrobombas se encienda o permanezca encendida cuando el agua del tanque elevado permanezca o alcance el “Nivel máximo previsto”; solo si el agua baja hasta por lo menos el “Nivel de la mitad de la altura útil”, la electrobomba correspondiente se debe encender. La condición para que ello ocurra, es que la altura del agua en la cisterna este por encima del “Nivel inferior de la altura útil”.
- En el caso de sistema de presión con tanque hidroneumático, además del sensor de control de nivel de agua de la cisterna, interviene el presostato, para determinar las ocasiones en que las electrobombas deben encenderse o apagarse:
 - Verificar que las electrobombas no enciendan o se apaguen cuando el agua de la cisterna se encuentre o alcance el “Nivel inferior de la altura útil”; solo si el agua permanece sobre dicho nivel la electrobomba de turno se debe encender. Se encenderá, solo cuando el presostato lo permita al registrarse en el manómetro que el sistema ha llegado a la “presión mínima” prevista en el proyecto y para la cual fue calibrado el presostato y se apagara cuando la presión del sistema ha llegado a la “presión máxima” correspondiente.

¹⁹² En concordancia con el literal 0), del numeral 2.4 – Almacenamiento y regulación, de la Norma IS.010, del RNE

3. Se recomienda que el mantenimiento de los sensores de control del nivel de agua de los depósitos de almacenamiento se realice en simultáneo con el mantenimiento de las electrobombas y del tablero de control del sistema de bombeo, con el concurso del o los técnicos especializados que correspondan.

6.2.5. Sistema hidroneumático

En el caso de un sistema de abastecimiento indirecto de presión con tanque hidroneumático, además de los sensores de control de nivel de agua de la cisterna, se cuenta con el presostato, sensor mediante el cual se acciona o no el circuito del tablero de control de bombeo, en función de la fluctuación de la presión en el rango para el cual ha sido calibrado. El manómetro es el instrumento mediante el cual se lee la presión alcanzada y como varía durante la operación del sistema hidroneumático.

a. Presostato y Manómetro

1. Monitorear del sistema de hidroneumático, mediante la lectura periódica del manómetro y el accionar de la válvula de interrupción de la “tubería de retorno”:
 - Comprobar que la presión del sistema fluctúe dentro del rango previsto en el proyecto, encendiéndose la electrobomba cuando en el manómetro se registre la “presión mínima” y apagándose una vez alcanzada la “presión máxima”.
 - Comprobar que el tiempo que demora el sistema en pasar de la “Presión mínima” a la “Presión Máxima” y viceversa, no ha variado significativamente.

Figura N° 16 – Presostato



Fuente: ubicada en el portal electrónico:
<https://www.pgic.cl/producto/presostato-modelo-fyg-22-70-bar-max/>

Figura N° 15 – Manómetro



Fuente: ubicada en el portal electrónico:
<https://www.pgic.cl/producto/manometro-0-7-bar-100-psi/>

- Si se comprueba lo contrario se debe evaluar el sistema hidroneumático; verificar las condiciones operativas del manómetro; determinar si es

necesario calibrar el presostato¹⁹³, recargar la cámara de aire¹⁹⁴ del tanque hidroneumático o cambiar su membrana interior (ver numeral 2, del literal c, del numeral 6.2.5).

2. Se recomienda que el mantenimiento preventivo del manómetro y el presostato, se programe cada seis (6) meses, en simultáneo con el resto de componentes del sistema de bombeo e hidroneumático.

b. Válvula de alivio

1. Verificar el estado de conservación y condiciones operativas de la válvula de alivio¹⁹⁵:
 - Comprobar que tiene un funcionamiento suave, abriéndose y cerrándose automáticamente sin dificultad.
 - Comprobar que por su tubería de rebose no escurra ininterrumpidamente el agua, lo que sería un indicio de fuga interna.
 - Comprobar que en su superficie externa no se presenten goteos o filtraciones.
2. Si se comprueba lo contrario, se puede considerar como indicios del desgaste de sus juntas, muelle o eje de su mecanismo por estar sometida a un exceso de presión, un exceso de vibración del sistema, a la presencia de suciedad o impurezas en su interior o ante la necesidad de su calibración¹⁹⁶.
3. Para proceder con el mantenimiento de la válvula, se debe tomar la precaución de abrir el circuito eléctrico del sistema, despresurizar las tuberías, para luego desinstalar la válvula, limpiar su interior de posibles impurezas, cambiar las juntas defectuosas, cambiar el muelle si es necesario, cambiar finalmente la cinta de teflón, y reinstalar y calibrar la válvula a la “presión de apertura” según lo establecido en el proyecto de instalaciones sanitarias.
4. Dependiendo de las características técnicas de la válvula de alivio instalada, se suele recomendar la sustitución de las juntas interiores, cada doce (12) meses¹⁹⁷, según lo señalado por el fabricante en su manual de uso.

Figura N° 17 – Válvula de alivio



Fuente: ubicada en el portal electrónico:
<https://www.ebay.es/itm/1-2-Adjustable-Pressure-Relief-Valve-75-200-PSI-Calibrated-/183627168743>

¹⁹³ Se ha tomado como referencia la Solución de problemas, del Manual de usuario – Tablero para sistema hidroneumático de 1 a cuatro bombas - Serie 10, de NASSAR Electronics; así como del portal electrónico: <https://www.youtube.com/watch?v=S6UzcN7qtok> - Hidrosfera o tanque hidroneumático, regulación de presión, Mínima y Máxima Calibración del presostato; y De 5. Instalación y puesta en marcha, de Manual de usuario - Instalación operación y mantenimiento, de Equipo hidroneumático / LL8C0023_K., de HIDROSTAL.

¹⁹⁴ Ubicada en el portal electrónico: https://www.youtube.com/watch?v=YiIJ_vzpeal - Funcionamiento y fallas en Hidroneumático... Capacitación HELVEX.

¹⁹⁵ Se ha tomado como referencia las recomendaciones de los numerales 5 - Incidentes de funcionamiento: Causas y soluciones y 6 - Mantenimiento, de Instrucciones de instalación, servicio y mantenimiento - válvula de alivio, del Manual: Instrucciones de instalación, servicio y mantenimiento - Válvula de alivio, de INOXPA SA.

¹⁹⁶ Se ha tomado como referencia las recomendaciones de los numerales 5. Incidentes de funcionamiento: Causas y soluciones y 6.2.1 - Mantenimiento de las juntas, del Manual: Instrucciones de instalación, servicio y mantenimiento - válvula de alivio, de INOXPA SA.

¹⁹⁷ Ídem.

c. Tanque hidroneumático

1. Verificar la presión de la cámara de aire del tanque hidroneumático; se suele recomendar que esta sea de dos (02) PSI menor que la “presión mínima”¹⁹⁸ o la que recomiende su fabricante. Si se registra una diferencia de presión mayor, se debe corregir y rellenar la cámara de aire del tanque con la compresora correspondiente.
2. Si durante el monitoreo del sistema hidroneumático y al abrir la válvula de la “Tubería de retorno”, se comprueba que el tiempo que demora el sistema en pasar de la “Presión máxima” a “Presión Mínima” es mínimo y se verifica que las electrobombas se encienden de inmediato y constantemente, se tiene el indicio de una posible fuga en la membrana del tanque hidroneumático, sobre todo cuando el tanque tiene una antigüedad mayor a los 5 años. De ser el caso, poner fuera de servicio las electrobombas mediante la llave selectora correspondiente del tablero de control, y proceder a cambiar la membrana del tanque hidroneumático.

6.2.6. Sistema eléctrico

1. Realizar el mantenimiento de los tableros eléctricos según lo señalado en el Anexo 2 de la presente Guía.

6.3. Actividades de mantenimiento correctivo de un sistema directo de abastecimiento de agua

6.3.1. Depósito de almacenamiento de agua - Componentes

1. Si como resultado de una evaluación estructural se comprueba que el deterioro del depósito de almacenamiento es a nivel estructural, dependiendo de la magnitud de ello, se debe evaluar la viabilidad de su refacción o la posibilidad de su sustitución.
2. Si como resultado de la evaluación de la capacidad operativa del sistema de bombeo, se determina que no se cumple con lo dispuesto en el RNE, se debe verificar que las instalaciones se encuentran conforme al diseño y a las especificaciones técnicas del sistema de bombeo del proyecto y que no se hayan realizado modificaciones que podrían haber generado el hallazgo; comprobar, mediante la Ficha de mantenimiento del sistema de almacenamiento de agua correspondiente, que en todos los componentes del sistema se ha ejecutado el mantenimiento preventivo correspondiente, sin observación alguna. Si todo ello está conforme, se debe estimar la viabilidad del mejoramiento de las condiciones del sistema incluyendo la posibilidad de cambiar las electrobombas por aquellas que resuelvan el hallazgo.

¹⁹⁸ Se ha tomado como referencia lo recomendado en el numeral 7. Verificación del aire en el tanque, del Manual de usuario – Instalación operación y mantenimiento / Equipo hidroneumático / LL8C0023_K, de HIDROSTAL.

Artículo 7.- Programación de actividades de mantenimiento preventivo del sistema de almacenamiento de agua

Cuadro N° 1 - Frecuencias recomendadas

Frecuencia	Componente	Actividad	Procedimiento técnico
Semanal	Depósito de almacenamiento	Inspección del funcionamiento de la válvula flotador.	Registrar si por la descarga indirecta del reboce del depósito de almacenamiento, hay indicios de fugas de agua (c, 6.2.2.)
Semanal	Sistema de bombeo	Inspección de las condiciones de trabajo	Revisar que el ambiente en el que está instalado el sistema de bombeo tenga las condiciones de trabajo adecuadas: Limpio, seco y ventilado (a., 6.2.4)
Semanal	Sistema de bombeo	Inspección condiciones y estado del gabinete del tablero de control	Revisar que todas las superficies del gabinete del tablero se encuentren limpias, sin indicios de oxidación y los órganos de mando, adecuadamente rotulados (de 1. y 2., c., 6.2.4)
Semanal	Sistema Hidroneumático	Inspección de las condiciones de operación	Monitoreo lecturas manómetro (de 1., a., 6.2.5.)

Elaboración: propia; Fuente: Mantenimiento de Instalaciones sanitarias de la Guía N° 2 - Mantenimiento de Instalaciones sanitarias, UNESCO, 1999; Manual de mantenimiento escolar del Instituto Nacional de infraestructura física educativa – INIFED, Secretaría de Educación Pública, Estados Unidos de Mexicanos, 2011.

Cuadro N° 2 - Frecuencias recomendadas

Frecuencia	Componente	Actividad	Procedimiento técnico
Semanal	Sistema Hidroneumático	Inspección condiciones de operación	Monitorear el estado de conservación y condiciones de operación de la válvula de alivio. (1., b., 6.2.5)
Mensual	Válvulas y tuberías	Inspección estado de conservación de los tramos de tubería expuestas	Comprobar el estado de sus elementos de sujeción; que no hay indicios de humedad, goteos o filtraciones; y si presentan ruidos inusuales en instalaciones (1., 2. y 7., a., 6.2.1).
Mensual	Válvulas y tuberías	Inspección estado de conservación de los pases enterrados en la cisterna	Comprobar si hay indicios de humedad en las superficies del piso adyacentes a los nipples de pase de las instalaciones de las tuberías de alimentación y rebose, de la cisterna (5., 6., a., 6.2.1)
Mensual	Válvulas y tuberías	Inspección de las condiciones de operación	Revisar que las válvulas de interrupción y de retención estén operativas cumpliendo con su objeto, detener flujo, impedir un flujo contrario al sentido dispuesto (1., 2., y 3., b., 6.2.1)
Mensual	Válvulas y tuberías	Inspección estado de conservación de tuberías de rebose - descarga indirecta.	Revisar las mallas de protección en la tubería de rebose; y de su descarga indirecta: presencia de malla en embudo o rejilla en sumidero, y la conservación de la brecha de aire. (c, 6.2.1).
Mensual	Depósitos de almacenamiento	Inspección estado de conservación y condiciones de operación de la Tapa del registro	Comprobar el estado de conservación de la tapa del registro y que cierre hermético el registro del depósito de almacenamiento (1., 2. y 3., a., 6.2.2).
Mensual	Depósitos de	Inspección estado	Comprobar que las superficies

	almacenamiento	de conservación	exteriores estén en buen estado de conservación (1., b., 6.2.2).
Mensual	Sistema de bombeo	Inspección de las condiciones de instalación de las electrobombas	Revisar ajuste correcto de los anclajes de las electrobombas (1., b., 6.2.4)
Mensual	Sistema de bombeo	Inspección estado de conservación de electrobombas	Comprobar la ausencia de indicios de oxidación, goteos o filtraciones en las electrobombas. (2., b., 6.2.4)
Mensual	Sistema de bombeo	Inspección de las condiciones de operación de las electrobombas	Comprobar durante el funcionamiento del sistema de bombeo que condiciones de operación de las electrobombas son las previstas (3., 4., 5. y 7., b., 6.2.4)
Mensual	Sistema Hidroneumático	Inspección estado de conservación y condiciones de operación	Comprobar en las válvulas de alivio la ausencia de fugas y de rebose continuo, así como su funcionamiento suave (1., b., 6.2.5)
Semestral	Depósitos de almacenamiento	Inspección estado conservación de las superficies internas	Comprobar que las superficies interiores estén en buen estado de conservación (2., b., 6.2.2).
Semestral	Depósitos de almacenamiento	Inspección estado de conservación de la toma del alimentador de la red de distribución	Revisar que la altura de la toma sea la indicada en el proyecto de la instalación y que este en buen estado de conservación (1., d., 6.2.2).

Elaboración: propia; Fuente: Mantenimiento de Instalaciones sanitarias de la Guía N° 2 - Mantenimiento de Instalaciones sanitarias, UNESCO, 1999; Manual de mantenimiento escolar del Instituto Nacional de infraestructura física educativa – INIFED, Secretaría de Educación Pública, Estados Unidos de Mexicanos, 2011.

Cuadro N° 3 - Frecuencias recomendadas

Frecuencia	Componente	Actividad	Procedimiento técnico
Semestral	Depósitos de almacenamiento	Inspección estado de conservación y condiciones de instalación de las tuberías de succión	Comprobar el estado de conservación de las tuberías de succión de la cisterna, de las válvulas de pie y sus correspondientes canastillas, que la tubería de succión este suficientemente sumergida, por tanto, la canastilla de la válvula de pie esta siempre bajo el agua. (1., e., 6.2.2).
Semestral	Sistema de bombeo	Inspección condiciones de operación de los mandos del tablero de control	Comprobar el correcto funcionamiento de los órganos de mando durante la operación del equipo de bombeo (3., c., 6.2.4)
Semestral	Sistema de bombeo	Inspección de la operación equipo de bombeo	Comprobar que el equipo de bombeo tiene la capacidad de llenar en no más de 2 horas el tanque elevado (7., b., 6.2.4)
Semestral	Depósitos de almacenamiento	Mantenimiento de las condiciones de la calidad del agua: Limpieza y desinfección (del literal a hasta e, del 6.2.3.)	
Semestral	Sistema de bombeo	Mantenimiento de las electrobombas (6., b., 6.2.4).	
Semestral	Sistema de bombeo	Mantenimiento de las instalaciones correspondientes al tablero de control del sistema de bombeo (4., c., 6.2.4).	
Semestral	Sistema de bombeo	Mantenimiento de los sensores de control de nivel de agua (1., 2., y 3., d., 6.2.4).	

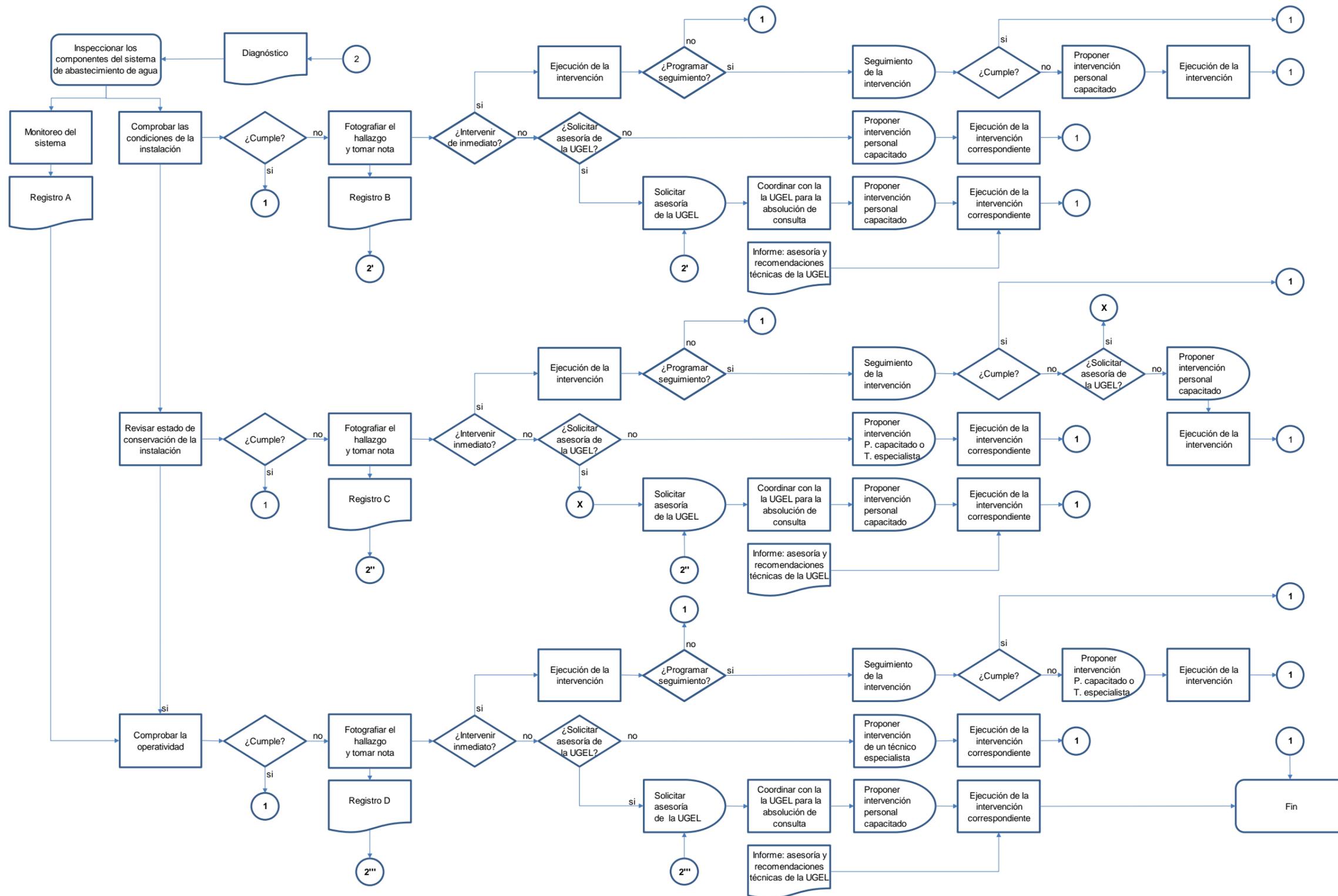
**PERÚ**Ministerio
de Educación**PARÁMETROS ESPECÍFICOS DE MANTENIMIENTO
DE COMPONENTES DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA**

Semestral	Sistema Hidroneumático	Mantenimiento preventivo del manómetro y presostato (2., a., 6.2.5)	
Semanal	Sistema Hidroneumático	Inspección de las condiciones de operación	Monitoreo de las condiciones de operación del tanque hidroneumático, presión de aire. (1., c., 6.2.5)
Anual	Sistema Hidroneumático	Mantenimiento de la válvula de alivio, cambio de juntas, revisión de asientos, y resorte interior. (4., b., 6.2.5)	
Anual	Sistema Hidroneumático	Inspección condiciones de operación tanque hidroneumático	Monitoreo de las condiciones de operación y estado de conservación del tanque hidroneumático: membrana interna. (2., c., 6.2.5)

Elaboración: propia; Fuente: Mantenimiento de Instalaciones sanitarias de la Guía N° 2 - Mantenimiento de Instalaciones sanitarias, UNESCO, 1999; Manual de mantenimiento escolar del Instituto Nacional de infraestructura física educativa – INIFED, Secretaría de Educación Pública, Estados Unidos de Mexicanos, 2011

Artículo 8.- Flujograma de actividades

Figura N ° 18.-Flujograma de actividades



 PERÚ Ministerio de Educación	Código	Denominación del Documento Normativo
	XX-XXX-XX-MINEDU	GUIA ESPECIFICA DE MANTENIMIENTO DE COMPONENTES

Artículo 9.- Formato de mantenimiento del servicio de almacenamiento de agua

Tabla N° 1.- Ficha de mantenimiento de sistema de almacenamiento de agua

Datos Generales del local educativo						
1. Nombre de la IE				2.2 Código Local		
2. Código Modular						
3. Dirección						
4. Fecha (d/m/a)						
Datos Generales del supervisor						
5.1 Nombre y apellido				5.2 UGEL/DRE/GR/GL		
6. DNI				6.1. CIP		
7. R.U.C.						
8. Telf. celular o fijo						
9. Correo						
Datos Generales del técnico						
10. Nombre y apellido						
11. DNI						
12. R.U.C.						
13. Telf. celular o fijo						
14. Correo						
Trabajos a realizar						
Tipo de mantenimiento a realizar:			Preventivo		Correctivo	
¿Es programado?			SI		NO	
Identificación del sistema de abastecimiento de agua						
15. Sin de abastecimiento indirecto						
15.1 Sistema de presión por gravedad con tanque elevado						(√)
15.2 Sistema de presión por gravedad con cisterna y tanque elevado						(√)
15.3 Sistema de presión con tanque hidroneumático						(√)
Información preliminar del sistema de almacenamiento de agua						
16. Ubicación (edificación)						
17. Características del sistema de almacenamiento	17.1 ¿Cuenta con?		17.2 ¿Cual es su capacidad? (m3)	17.3 Nivel máximo previsto (m)	17.4 Nivel inferior de altura útil (m)	17.5 Nivel de la mitad de la altura útil (m)
	si	no				
Tanque Elevado						
Cisterna						
Tanque hidroneumático						
18. Del sistema hidroneumático			18.1 Presión máxima (PSI)	18.2 Presión Mínima (PSI)	18.3 Presión de apertura (PSI)	
19. Instalaciones redes expuestas: Tuberías						
19.1. Los elementos de sujeción están en buen estado	Si		No		Se Sustituyeron	unid
					Se fijaron	unid
19.2. Las redes expuestas están libres de goteos, fugas o las superficies próximas libres de indicios de humedad	Si		No		Sustituyó tubería	m
					Sustituyó accesorios	unid
					Se intervino en válvula	unid
19.4. La superficie con indicios de humedad es pequeña	Si		No		Se hizo seguimiento	Si
						No
					Evaluación estructural	Si
						No

 PERÚ Ministerio de Educación	Código	Denominación del Documento Normativo			
	XX-XXX-XX-MINEDU	GUIA ESPECIFICA DE MANTENIMIENTO DE COMPONENTES			

19.4.	Las tuberías están libres de ruidos extraños	Si	No	Se determinó origen	Si		
					No		
19.5.	En el piso cerca a la cisterna esta libre de indicios de humedad, de fugas en redes	Si	No	Sustituyó tubería			m
				Sustituyó accesorios			unid
20. Instalaciones redes expuestas: Válvulas							
20.1.	Las válvulas de interrupción operaban adecuadamente	Si	No	Se dio mantenimiento			unid
				Se sustituyó			unid
20.2	Las válvulas de retención operaban adecuadamente	Si	No	Se dio mantenimiento			unid
				Se sustituyó			unid
21. Instalaciones redes expuestas: Condiciones operativas de la tubería de rebose							
21.1	Permite que el agua escurra libremente a su descarga indirecta	Si	No	Se sustituyó			m
21.2	La brecha de aire en la descarga indirecta es de por lo menos 5 cm	Si	No	Se reinstaló			unid
21.3	La malla tupida de protección se encontraba en buen estado	Si	No	Se sustituyó			unid
21.4	La rejilla del sumidero de la descarga indirecta se encontraba en buen estado	Si	No	Se sustituyó			unid
22. Depósito de almacenamiento: Tapa de registro							
22.1	Se tiene indicios de que la tapa tiene un cierre herméticamente deficiente	Si	No	Se subsanó inconveniente	Si		
					No		
22.2	El estado de conservación de sus superficies, estructura y bisagras, es bueno	Si	No	Se sustituyó partes estructura	Si		
					No		
				Se ejecutaron soldaduras	Si		
					No		
				Mantenimiento de acabados	Si		
					No		
22.3	El estado de conservación de su cerradura, candado era bueno	Si	No	Se dio mantenimiento			unid
				Se sustituyó			unid
23. Depósito de almacenamiento: Superficies exteriores e interiores							
23.1	Las superficies exteriores están libres de rajaduras, fisuras, desprendimientos, o indicios de humedad	Si	No	Se dio mantenimiento	Si		
					No		
				Magnitud de superficie afectada			m ²
23.2	La superficies interiores están libres de rajaduras, fisuras, desprendimientos	Si	No	Se dio mantenimiento	Si		
					No		
23.3	La superficie afectada es pequeña	Si	No	Se hizo seguimiento	Si		
					No		
				Evaluación estructural	Si		
					No		
24. Depósito de almacenamiento: Válvula de flotador							
24.1	Se alcanza el "Nivel máximo previsto" en el depósito de agua	Si	No	Se dio mantenimiento			unid
				Se sustituyó			unid
24.2	Por la descarga indirecta de la tubería de rebose se verifico la ausencia de un escurrimiento agua ininterrumpido	Si	No	Se dio mantenimiento a la válvula y			unid
				Se sustituyó válvula			unid
25. Depósito de almacenamiento: Toma del alimentador de la red de distribución							
25.1	Esta por lo menos 0.10 m por encima del nivel del fondo del depósito	Si	No	Se sustituyó la toma			unid
				Se instaló la toma			unid

		Código	Denominación del Documento Normativo				
		XX-XXX-XX-MINEDU	GUIA ESPECIFICA DE MANTENIMIENTO DE COMPONENTES				
26. Depósito de almacenamiento: Tubería de succión y válvula de pie							
26.1	Las tuberías de encuentran libres de perforaciones, fisuras, rajaduras, u otros	Si		No		Se sustituyó tubería	m
26.2	El "Nivel inferior de la altura útil" esta a no menos de 5 cm por encima de la canastilla	Si		No		Se sustituyó tubería	m
26.3	Las "Válvulas de pie" impiden el retorno del agua a la cisterna	Si		No		Se dio mantenimiento	unid
						Se sustituyó	unid
26.4	Las perforaciones de las canastillas están libres de residuos sólidos e impurezas	Si		No		Se dio mantenimiento	unid
						Se sustituyó	unid
27. Depósito de almacenamiento: limpieza y desinfección							
27.1	Concentración del soluto usado para la desinfección	Presentación: liquido				% cloro	
		Presentación: Solido				% cloro	
27.2	Cantidad requerida de soluto para la solución madre	Tanque elevado		(gr)	o	(ml)	
		Cisterna		(gr)	o	(ml)	
27.3	Volumen mínimo de agua para la solución madre	Tanque elevado				(lt)	
		Cisterna				(lt)	
27.4	Segunda etapa de desinfección, tiempo de reposo (hora de inicio, hora final)	Tanque elevado		Inicio		Final	
		Cisterna		Inicio		Final	
28. Sistema de bombeo: Condiciones generales							
28.1	El ambiente en que esta instalado, se encuentra limpio, seco, ventilado y los espacios de aproximación despejados	Si		No		Se limpió y secó	(√)
						Se ventiló	(√)
						Se despejó	(√)
28.2	Se encuentra el ambiente despejado hasta una altura de por lo menos 1.60 m	Si		No		Se despejó	(√)
28.3	En el ambiente presenta el piso húmedo, el sumidero cuenta con rejilla, la trampa del sumidero conservaba el sello de agua	Si		No		Se secó el piso	(√)
						Se instaló rejilla	(√)
						Se reinstauró sello	(√)
28.4	Las superficies de las electrobombas estaban sin polvo, el extremo por el que se ventila libre de obstáculos y polvo	Si		No		Se limpió electrobomba	(√)
						Se despejó extremo	(√)
						Se limpió extremo	(√)
29. Sistema de bombeo: Electrobombas, Estado de conservación y condiciones operativas							
29.1	Sus anclajes se encuentra en buen estado, debidamente ajustados	Si		No		Se dio mantenimiento	(√)
						Se ajustaron	(√)
29.2	Sus superficies presentan oxidación; fugas o goteos por el sello mecánico	Si		No		Se subsanó acabado	(√)
						Se sustituyó sello	(√)
29.3	Las bombas durante su operación se van alternando	Si		No		Se revisó sistema	(√)
						Se corrigió	(√)
29.4	Las electrobombas están libres de vibraciones y ruidos inusuales o extraños, de sobrecalentamientos; se encuentran cebadas; la descarga de agua, el caudal y/o la presión son suficientes	Si		No		Se revisó el sistema	(√)
						Se corrigió el problema	(√)
29.5	El sistema de bombeo tiene la capacidad de llenar el tanque elevado, desde el "Nivel inferior de la altura útil" hasta que el agua llegue al "Nivel máximo previsto", en no más de 2 horas	Si		No		Se revisó el sistema	(√)
						Se corrigió el problema	(√)
30. Sistema de bombeo: Tablero de control							
30.1	las superficies del gabinete se encuentre libre de polvo, sin indicios de oxidación	Si		No		Se limpió superficie	(√)
						Se resanó pintado	(√)
30.2	Los mandos: botoneras, llaves selectoras, luces de alarma, están rotulados	Si		No		Se rotuló mandos	(√)
30.3	Durante la operación de las electrobombas, los mandos funcionan	Si		No		Se revisó tablero	(√)
						Se corrigió	(√)

 PERÚ Ministerio de Educación	Código	Denominación del Documento Normativo
	XX-XXX-XX-MINEDU	GUIA ESPECIFICA DE MANTENIMIENTO DE COMPONENTES

31. Sistema de bombeo: Sensores de control de nivel de agua									
31.1	Su estado de conservación es bueno	Si		No		Se les dio mantenimiento			(✓)
						Se sustituyeron			(✓)
31.2	Durante la operación del sistema de bombeo o hidroneumático, controla oportuno la operación de las bombas	Si		No		Se revisó el sistema			(✓)
						Se corrigió			(✓)
32. Sistema hidroneumático: Presostato y manómetro									
32.1	La presión del sistema fluctúa dentro del rango previsto en el proyecto	Si		No		Se sustituyó manómetro			(✓)
						Se calibró presostato			(✓)
32.2	El tiempo para que el sistema fluctúe entre los extremos del rango, ha variado	Si		No		Se recargó aire			(✓)
						Se cambió membrana			(✓)
33. Sistema hidroneumático: válvula de alivio									
33.1	Funcionamiento suave, abriéndose y cerrándose automáticamente sin dificultad	Si		No		Se limpió impurezas			(✓)
						Se calibró válvula			(✓)
33.2	Por su rebose no se presenta un escurrimiento ininterrumpido de agua	Si		No		Se sustituyó componentes internos			(✓)
33.3	Por sus superficie externa, no se presenten goteos o filtraciones	Si		No		Se sustituyeron juntas			(✓)
						Se sustituyó válvula			(✓)
34. Sistema hidroneumático: Tanque hidroneumático									
34.1	La presión de la cámara de aire del tanque hidroneumático es de dos (02) PSI menor que la "presión mínima"	Si		No		Se recargó de aire			(✓)
						Se sustituyó membrana			(✓)
35. Sistema eléctrico									
35.1	Se dio mantenimiento al tablero eléctrico y los componentes relacionados a los circuitos que alimentan el sistema de bombeo	Si		No					
36. Fotografías									
Firma y sello Especialista			Firma y sello Supervisor			Firma y sello. Responsable del mantenimiento de la IE			

 PERÚ Ministerio de Educación	Código	Denominación del Documento Normativo
	XX-XXX-XX-MINEDU	GUIA ESPECIFICA DE MANTENIMIENTO DE COMPONENTES

Artículo 10.- Referencias bibliográficas

- 10.1. Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA - Reglamento Nacional de Edificaciones y modificaciones.
- 10.2. DS N° 022-2001-SA - Reglamento Sanitario para las actividades de Saneamiento Ambiental en Viviendas y Establecimientos Comerciales, Industriales y de Servicios.
- 10.3. RN N° 449-2001-SA/DM - Norma sanitaria para los trabajos de desinsectación, desratización, desinfección, limpieza y desinfección de reservorios de agua, limpieza de ambientes y limpieza de tanques sépticos.
- 10.4. RM N° 372-2011-MINSA - Guía técnica de procedimientos de limpieza y desinfección de ambientes en los establecimientos de salud y servicio médico de apoyo.
- 10.5. Instructivo para el lavado, limpieza y desinfección de tanques de almacenamiento de agua - con personal técnico - Secretaría de Integración Social (SDIS) - Alcaldía Mayor de Bogotá – Código; I-BS-LT-001:2013.
- 10.6. Guías para la calidad del agua potable - Volumen 1 Recomendaciones / ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD / 2004.
- 10.7. Evaluación para sistemas de bombeo de agua - manual de mantenimiento / BID / 2011.
- 10.8. Manual de instalaciones de abastecimiento de agua, reparación y mantenimiento de aparatos sanitarios - Módulo 3 / PAEBA – MINEDU.
- 10.9. Guía de Ecoeficiencia para instituciones del sector público, recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2629-guia-de-ecoeficiencia-para-instituciones-del-sector-publico>.
- 10.10. DS N° 009-2009- MINAM – Medidas de Ecoeficiencia para el sector público.



VB Jessica V.
Santillán Espinoza
Especialista Legal



VB Antony Carlos Caballero Flores
Especialista de infraestructura