

EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS METRO S.A.

ANEXO TECNICO A ESPECIFICACIONES TECNICAS

**SERVICIO DE MANTENIMIENTO
SISTEMAS DE BOMBEO, SISTEMAS DE PUERTAS Y OTROS
EQUIPOS EN RED DE METRO S.A**

INDICE

SERVICIOS DE MANTENIMIENTO SISTEMA PUERTAS	4
Nº 1.- GENERALIDADES	4
Nº 2.- IDENTIFICACIÓN DE RECINTOS	4
Nº 3.- COMPETENCIA DEL PERSONAL	4
Nº 4.- MANTENIMIENTO	4
A. Puertas de salida y barreras de control en estaciones:.....	4
Mantenimiento Preventivo.....	6
Inspecciones	6
Mantenimiento Correctivo:	6
B. Puertas de fin de andén:	7
C. Puertas eléctricas para uso de minusválidos:	7
D. Barreras de terminales de buses y complejo central.....	7
Mantenimiento Preventivo:.....	7
Actividades básicas del mantenimiento preventivo.....	7
E. Portón eléctrico.	8
Mantenimiento Preventivo.....	8
Mantenimiento Correctivo.	8
Nº 5.- HERRAMIENTAS, REPUESTOS Y VARIOS	8
SERVICIOS DE MANTENIMIENTO SISTEMA BOMBAS.	10
F. Bombas de aguas lluvias y bombas de aguas servidas	10
Mantenimiento Preventivo:.....	10
Mantenimiento Correctivo:	11
Mantenimiento correctivo en taller:.....	11
G. Planta de agua potable	12
H. Bombas en Nuevas Líneas 6 y 3	12
Plan de Mantenimiento Mecánico.....	12
Plan de mantenimiento Eléctrico e Instrumentación.....	14
Pauta de Mantenimiento Civil	15
Descripción de actividades de mantenimiento Equipos líneas Nuevas.....	15
Extracción, limpieza y revisión de placa de equipo.....	15
Inspección exterior del estado del equipo	16
Inspección visual de la cámara de aceite del equipo	16
Verificar desgaste de impulsor	16

Verificar anillo de desgaste	16
Verificación de la cantidad de agua en el aceite	16
Comprobación visual del sistema de izaje	16
Comprobación de fuga en el sello mecánico	16
Cambio de líquido lubricante	17
Lubricación de los rodamientos.....	17
Revisión de válvulas de retención	17
Revisión de válvulas de corte	17
Varillaje de la tubería de impulsión	17
Overhaul completo	17
Comprobación de los cables eléctricos	17
Comprobación de parámetros eléctricos de funcionamiento	17
Revisión de tablero eléctrico.....	18
Limpieza y reapriete del tablero eléctrico	18
Verificación de sistemas de alarmas y comunicación	18
Verificar funcionamiento alternado de bombas	18
Inspeccionar y limpiar peras de nivel	18
Verificación y activación de los niveles.....	18
Medición de la resistencia de aislación.....	18
Comprobación de los sensores.....	18
Inspección de sentina	19
Limpieza y desinfección de sentina.....	19
Metodología de análisis de causa de fallas.....	19
Metodología y procedimiento de mantenimiento predictivo.....	20

SERVICIOS DE MANTENIMIENTO SISTEMA PUERTAS

Nº 1.- GENERALIDADES

Este tipo de trabajo se refiere a un servicio integral de mantenimiento correctivo y preventivo, de los equipos que se indican a continuación:

- Puertas de Salida
- Barreras de control en aluminio con acrílicos
- Barreras de control en Terminales de buses Intermodales
- Barreras salida vehicular Complejo central
- Puertas de fin de andén.
- Puertas para uso de minusválidos

Nº 2.- IDENTIFICACIÓN DE RECINTOS

Los equipos definidos en Artículo Nº 1 a los que deberá efectuarse mantenimiento, se encuentran ubicados tanto a nivel de estaciones de las líneas 1, 2, 3, 4, 4 A, 5 y 6 , como en los túneles correspondientes, en edificios centrales , en terminales de buses y en los talleres Neptuno, Lo Ovalle, Puente Alto , Cerrillos, Huechuraba y San Eugenio.

Nº 3.- COMPETENCIA DEL PERSONAL

El personal para ejecutar las labores tanto de mantenimiento preventivo como de mantenimiento correctivo en los equipos electromecánicos, será en lo general de Técnico Industrial con especialización en las áreas que guardan relación a los equipos a mantener.

- Corresponderá a Técnico en Mecánica y/o maestro mecánico con experiencia en carpintería metálica, quincallería, y soldadura eventualmente en acero para el caso de puertas y barreras de control.
- Para los restantes equipos corresponderá a Técnico Industrial eléctrico o electromecánico.

Nº 4.- TIPOS DE EQUIPOS Y SUS MANTENIMIENTOS

A. Puertas de salida y barreras de control en estaciones:

Las puertas de salida en las estaciones de la red, son las que permiten una salida controlada desde los andenes, y su conformación tratan de evitar el ingreso fraudulento a las zonas pagas, por lo tanto es de vital importancia su buen funcionamiento.

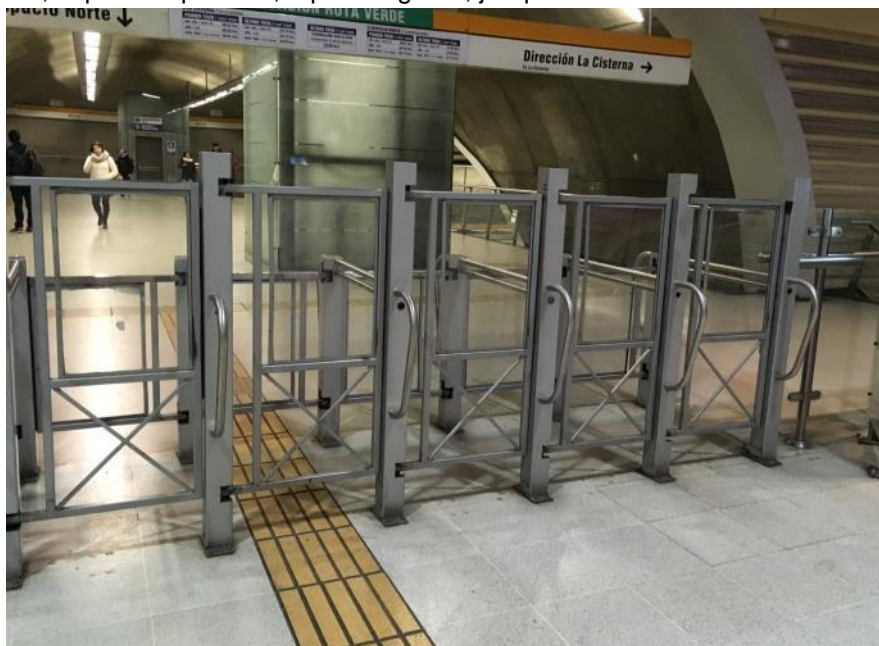
El mantenimiento de dicho sistema, debe efectuarse de forma tal que siempre cumpla con el objetivo indicado.

Se encuentra definido el mantenimiento preventivo y correctivo de todas las puertas de salida y las barreras de control, ubicadas en las diversas estaciones de las líneas 1, 2, 4, 4 A y 5 de Metro S.A.

El mantenimiento preventivo se efectuará de acuerdo a programa de mantenimiento, que en lo general corresponde a intervenciones cuatrimestrales, (3 veces por año), y el mantenimiento correctivo se efectuará cada vez que ocurra una avería.

Una batería de puertas lo conforman las siguientes partes:

Pilares que van alianzados al piso, pasamanos adosados a los pilares, una puerta de entrada y otra de salida, soporte separador, topes de goma, junquillos.



Existen baterías de 2, 3, 4 y hasta 7 puertas.

En el universo de equipos instalados en las diversas líneas, se encuentran en materiales de aluminio y acero inoxidable.

El actual contrato, incluye las labores de mantenimiento de las puertas y barreras de control de fabricación aluminio con acrílico y las puertas de salida fabricadas en acero inoxidable.

Las barreras de control cumplen la función de separar la zona paga en la mesanina de estaciones. Su construcción corresponde a aluminio con acrílico. Todos cuentan con un sistema de apertura y cierre conformado por un pestillo, espáñoleta y quicio hidráulico.

Dado que el sistema de puertas y barreras de control está definido por el funcionamiento de las estaciones en relación directa con las afluencias de pasajeros y que este no es un factor estático, pudiera decidirse la incorporación de un número mayor de puertas que lo indicado en el transcurso del contrato, para determinar el aumento de obra, se considerarán los valores unitarios cotizados en los formularios de precios.

Mantenimiento Preventivo

Se encuentran definidas tres intervenciones anuales a cada equipo, en espacios regulares de tiempo de acuerdo a programa anual de actividades, es decir, cada cuatro meses.

Entre las principales tareas que incluye el mantenimiento preventivo se encuentran la limpieza total de los conjuntos; los reaprietes de pernos en pilares, pasamanos, junquillos, etc.; lubricaciones de bujes o rodamientos, varillas de accionamiento, y cualquier otra necesaria que permita asegurar que el sistema se encuentra en condiciones normales de funcionamiento.

En las labores de mantenimiento deberá cambiarse cualquier componente que se encuentre con defectos y reponer cualquier material o elemento faltante y/o en mal estado que sea necesario para el correcto funcionamiento.

Las labores de mantenimiento preventivo se efectuarán necesariamente en horario nocturno.

Inspecciones

En busca de minimizar fallas en el sistema, y que este se encuentre en condiciones de operatividad, se definen algunas acciones necesarias, tales como:

- Inspeccionar mensualmente los conjuntos, de forma de determinar el estado en que se encuentran.
- Verificando: Tensión de resortes, Estado de topes de amortiguación; Estado de soldaduras y anclajes, bujes, pestillos, pasamanos, acrílicos.

Mantenimiento Correctivo:

Los mantenimientos correctivos, corresponderán por un lado a la atención de todas las averías que sean reportadas por el Centro de Comunicaciones de Metro SA. y por otro lado a todas las correcciones, sean estas en terreno y/o en taller y que sean necesarias para la correcta operación del sistema.

Dado que el sistema de puertas y barreras de control se relaciona directamente con el funcionamiento de las estaciones, por tanto son equipos que deben estar siempre operativos, los tiempos para la atención de averías no deben superar la 1,0 horas desde su información, siendo el horario de explotación de Metro S.A., entre 06:00 y 00:30 horas de Lunes a Domingo los 365 días del año. En consecuencia el Contratista debe considerar una estructura de turnos para cubrir las necesidades del mantenimiento.

El horario de explotación de Metro S.A., pudiere sufrir modificaciones producto de requerimientos del servicio de transporte.

El Contratista deberá considerar que al no poder dar una solución permanente en el momento de atención a una avería, debe minimizarse la falla a solo lo puntual, permitiendo la operatividad del conjunto. (Funcionamiento degradado)

Como valor referencial se tiene un promedio de 400 averías mensuales de puertas de salida.

Las fallas más recurrentes para este subsistema se ubican en los resortes y pestillos.

Para el caso de las barreras de control, el promedio mensual es de 40 averías.

B. Puertas de fin de andén:

Este tipo de puertas limita los finales de andén evitando que los usuarios traspasen hacia el túnel.

La construcción de estas puertas es en aluminio, existiendo cuatro (4) puertas por cada estación, ubicadas al final de cada andén, dos de las cuales poseen iluminación basada en leds.

De estas puertas se atenderán con mantenimiento los pestillos y bisagras, los que son de tipo especial. El valor del elemento de reemplazo o cambio de piezas averiadas o falladas deberá estar incluido en el valor mensual del mantenimiento; no existen datos históricos de fallas por tratarse de puertas de reciente instalación.

C. Puertas eléctricas para uso de minusválidos:

Estas puertas permiten el acceso de sillas de ruedas hacia y desde la zona paga, su mecanismo consiste en un botón que acciona un selenoide para permitir su liberación. Las actividades a efectuar en estos equipos consideran intervenciones de tipo mecánico y eléctrico, con una frecuencia cuatrimestral (3 veces por año).

D. Barreras de terminales de buses y complejo central

Estos equipos cumplen la función de permitir ingreso y salida de vehículos bajo control. Las actividades a efectuar en estos equipos consideran intervenciones de tipo mecánico, control eléctrico/electrónico y en algunos casos hidráulico, con una frecuencia cuatrimestral (3 veces por año).

Mantenimiento Preventivo:

Las intervenciones de mantenimiento preventivo, se realizará según plan matriz, considera como mínimo, una inspección y revisión detallada del estado de cada uno de los equipos; limpieza, calibraciones, lubricación y las reparaciones si las hubiera.

Mensualmente, corresponderán actividades de revisión y limpieza de elementos eléctricos y/o electromecánicos, tales como, observación de funcionamiento de subida y bajada; estado de tensores y pernos, tablero de alimentación; lubricación, entre otras.

Actividades básicas del mantenimiento preventivo

Independiente del sistema que se trate, existen actividades básicas de mantenimiento preventivo, que deben ser consideradas según sea el caso, al intervenir los equipos, tales como:

- Limpieza completa con elementos o medios mecánicos para retirar el polvo de los equipos y armarios.
- Limpieza externa e interna de los equipos y armarios, utilizando insumos apropiados.
- Lubricación de partes que las requieran.
- Revisión del estado de las canalizaciones, conexionado, cableado. Cambio o reparación de las que se encuentren dañadas o en mal estado.
- Reapriete en borneros, elementos o dispositivos que lo requieran.
- Reparación o cambio de cualquier componentes que se encuentre dañadas.
- Verificar el buen funcionamiento de todo el sistema.

E. Portón eléctrico.

El portón eléctrico se ubica en edificio SEAT, en acceso por calle Lord Cochrane, corresponde a una puerta accionada por un motor y cables de tracción.

Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento de este equipo considera intervención semestral. Las actividades principales a efectuar son las que se indican a continuación:

- Inspección visual estado general
- Revisión y mantenimiento tambor (limpieza, engrase, reapriete)
- Inspección visual estado motor y limpieza
- Revisión y mantenimiento sistema de piolas (revisión y lubricación de guías, portapiola)
- Revisión fines de carrera
- Revisión estado de componentes armario de control (chapas, botoneras, fotocelda, señalización y otros componentes)
- Pruebas funcionales (apertura, cierre, accionamiento haz infrarrojo)
- Limpieza general portón (incluye componentes y paneles)
- Corrección en forma inmediata de cualquier anomalía que detecte en su intervención o programar la solución en el más breve plazo.

Mantenimiento Correctivo.

Las actividades de mantenimiento correctivo consisten en corregir cualquier tipo de falla o avería que presente el funcionamiento del portón o para corregir problemas detectados durante el mantenimiento preventivo.

Entre las actividades de mantenimiento correctivo se encuentran:

- Cambio de piola
- Reparación chapas de control
- Reparación y ajuste haz infrarrojo
- Cambio de componentes

La falla más común corresponde a corte de cable de tracción (piola.)

Nº 5.- HERRAMIENTAS, REPUESTOS Y VARIOS

Las Herramientas, Repuestos e Insumos que se deben considerar para la atención del mantenimiento del sistema de Puertas de salida y barreras (preventivo y correctivo) son las siguientes:

- Multitester y Tenaza amperométrica.
- Alicata mecánico de punta y universal.
- Destornillador de cruz y paleta
- Llave Punta—Corona de 10 mm a 19 mm.
- Juego de dados con chicharra y extensión
- Remachadora para remaches pop

- Martillo Mecánico y Goma

Se deben considerar además, las siguientes:

- Esmeril Angular 4"
- Maquina Soldadora Eléctrica/Electrónica
- Taladro Eléctrico 1/2"

Los elementos de ferretería, sean pernos, tornillos roscalatas y otros de este tipo se consideran fungibles y serán de cargo del Contratista.

SERVICIOS DE MANTENIMIENTO SISTEMA BOMBAS

Este tipo de trabajo se refiere a un servicio integral de mantenimiento correctivo y preventivo, de los equipos que conforman los siguientes sistemas:

- Sistemas de Bombeo de aguas lluvias
- Sistemas de Bombeo de aguas servidas.
- Bombas de agua potable hidropack

F. Bombas de aguas lluvias y bombas de aguas servidas

El Contratista deberá disponer de herramientas adecuadas a los trabajos que realizará, tales como llaves, pulverizadores, instrumentos de medida eléctrica, analizador de gases, entre otros, considerando además el contar con sistema de comunicación sea radios o teléfono móvil.

Para efectuar los trabajos relacionados con el mantenimiento de estos equipos, el personal del Contratista debe utilizar elementos de seguridad, que serán suministrados y de cargo del Contratista. Estos son: Antiparras, Botas de agua, Zapato de seguridad, Buzo, Traje impermeable, Guante nitrilo, Guante de cuero, Mascarilla anti polvo o equipo autónomo de respiración, cuando corresponda, además de poseer las vacunas correspondientes para ejecutar esta actividad.

El Contratista deberá entregar un procedimiento específico de seguridad que debe cumplir su personal en la intervención de mantenimiento en estos equipos.

Mantenimiento Preventivo:

Considera la ejecución de todas las actividades tendientes a mantener en buenas condiciones de funcionamiento los equipos componentes del sistema de bombeos, a partir de armario de control y lógica de funcionamiento. Corresponde a la intervención programada, que incluye tareas de limpieza; ajustes, reaprietes, lubricación, de acuerdo a instructivos de trabajo que entregará Metro S.A.

Esta actividad se efectuara según plan matriz, en horario diurno o nocturno, según sea la característica de la instalación (Ej.: Túnel en horario nocturno; talleres en horario diurno), e intervendrá personal con los conocimientos específicos para cada etapa de intervención del sistema.

Dentro de las principales actividades que se consideran en el mantenimiento preventivo se cuentan la limpieza, desinfección y sanitización junto con la verificación de los componentes.

Para la realización del mantenimiento se debe proceder con el retiro de la bomba, verificación de su estado, revisión de válvulas de retención y de corte; varillaje de tuberías de descarga, limpieza de cámaras de registro, en caso de encontrar algún elemento en malas condiciones o degradadas proceder a su reemplazo.

La sanitización implica la desinfección del pozo y todos sus componentes y el pulverizado de todo el recinto y pozo con cloro.

La limpieza de los pozos que será efectuada una vez cada año, incluye el retiro de basuras, barro y escombros de los pozos, para finalizar con limpieza con cloro.

Esta limpieza consistirá en un lavado con agua a presión, con utilización de maquinaria adecuada y camión aljibe. Esta maquinaria deberá contar con las autorizaciones sanitarias

correspondientes tanto para los trabajos de manipulación de maquinaria como para la disposición final de los desechos.

Verificación del estado de la obra civil del pozo: paredes, fondo, tapas, marcos, sellado, ventilación, etc., en caso de detectar anomalías deberá entregarse la información completa al Inspector, quien evaluará y gestionará su reparación. El Contratista no será responsable de la reparación de las obras civiles que estén en mal estado.

En las intervenciones de mantenimiento de los equipos debe considerarse el aseo del recinto.

Las intervenciones de mantenimiento preventivo de las bombas de aguas lluvias son semestrales (2 cada año) y las de bombas de aguas servidas de mesanina y andén corresponde a cuatrimestral (3 cada año).

Mantenimiento Correctivo:

Para el caso de mantenimiento correctivo, corresponderá al Contratista atender todas las averías del sistemas de bombeo que se generen durante los 365 días del año y que se efectuará en cualquier horario.

A modo referencial, el promedio mensual de averías para estos equipos es de 20 para las bombas de aguas lluvias y 60 para bombas de aguas servidas. En los meses comprendidos en el período mayo - agosto, se produce un incremento en los promedios en aproximadamente un 50%.

En el sistema de bombeo se generan averías donde el tiempo de reacción debe ser inmediato y otras que su velocidad podrá ser variada, sin exceder las tres (3) horas.

De presentarse en forma simultánea averías de bomba aguas servidas y bomba de aguas lluvias, en época de lluvias, se dará preferencia de atención a esta última.

En lo general en el mantenimiento correctivo los trabajos involucrados son:

- Reemplazo y reparación de las bombas.
- Cambio de válvulas de retención y corte.
- Reparación o cambio de tuberías de descarga y ventilación.
- Varillaje de tuberías de descarga.
- Evacuación de pozo de aguas servidas.
- Evacuaciones de recintos anegados, con aguas lluvias o servidas.
- Aplicación de enzimas biológicas por malos olores.
- Cambio de interruptores de nivel.
- Fallas en sistema de alarmas hasta el BNLT (Bornero ubicado en Local Técnico)

En épocas de lluvias donde se pronostique lluvia intensa, que pudieren ser afectadas las instalaciones, Metro S.A. puede decidir entregar aviso de “alerta”, solicitando al Contratista estar disponibles para la atención de eventos críticos.

Para la atención de problemas de inundaciones, Metro S.A., cuenta con carros de emergencia, uno por línea que incluye entre otros, bombas y mangueras. Será misión del contratista mantener dichos elementos en buenas condiciones.

Mantenimiento correctivo en taller:

Implica la revisión, reparación, lubricación, verificaciones de funcionamiento, etc., de equipos retirados del sistema y que sean susceptibles de reparar. El Contratista dispondrá en su taller de estanterías separadas para los equipos que están en fase de revisión y/o reparación, de

aquellos que ya se encuentran en condiciones de ser utilizados y aquellos que se encuentran en mal estado.

Para todos los casos, las estanterías y/o cada elemento deberá estar identificado según lo indicado en las Especificaciones Técnicas, a saber: el producto que se encuentre en mal estado, deberá etiquetarse como “Producto No Conforme” (NC); si dicho material se encuentra en una etapa donde se debe determinar fehacientemente su estado, se etiquetará como “Producto en Prueba” (PP), una vez que haya sido aprobado para su uso se cambiará la etiqueta por otra con la leyenda “Disponible”.

Cada vez que el Contratista intervenga un equipo en taller, entregará un informe a Metro S.A., donde indique el detalle de lo realizado y una vez al mes, entregará un informe con el detalle de todos los equipos cambiados en terreno y la cantidad de equipos que posee de disponibilidad inmediata.

G. Planta de agua potable

Corresponde a la intervención de acuerdo a programa de mantenimiento, que en lo general corresponde a intervenciones cuatrimestrales (3 veces al año)

Dentro de las labores que incluyen las intervenciones de mantenimiento se encuentran al menos las siguientes:

- Verificación de funcionamiento manual/automático de bombas
- Estado de válvulas de retención y corte
- Verificación de anclajes
- Verificación de fugas, ruidos, vibraciones
- Mediciones de consumo de motores, presión
- Revisión de estanque hidropack y presurización
- Revisión de válvula de corte eléctrico y mecánico
- Revisión del sistema de alarma
- Limpieza, ajustes; reaprietes

El Contratista efectuará estas y otras actividades que sean necesarias para asegurar que el equipo se encontrará en condiciones de óptima disponibilidad.

Una vez al año se debe efectuar una limpieza profunda y desinfección de todo el sistema, este trabajo debe ser certificado y deberá entregarse el documento correspondiente.

El promedio histórico mensual de averías de subsistema bombas agua potable corresponde a siete (7).

H. Bombas en Nuevas Líneas 6 y 3

Plan de Mantenimiento Mecánico

ITEM	TRABAJO	FRECUENCIA DE INSPECCION MINIMA
1	Extracción, limpieza y revisión de placa del equipo aguas lluvias	Semestral
2	Inspección exterior del estado del equipo aguas lluvias	Semestral
3	Inspección visual de la cámara de aceite de equipo aguas lluvias	Semestral
4	Verificar desgaste del impulsor de equipo aguas lluvias	Semestral
5	Verificar desgaste del anillo de desgaste de equipo aguas lluvias	Semestral

ITEM	TRABAJO	FRECUENCIA DE INSPECCION MINIMA
6	Verificar desgaste en voluta de equipo aguas lluvias	Semestral
7	Verificación de la cantidad de agua en el aceite del equipo aguas lluvias	Semestral
8	Verificar la calidad del aceite de equipo aguas lluvias	Después de una semana de la puesta en funcionamiento
9	Comprobación visual del sistema de izaje equipo aguas lluvias	Semestral
10	Comprobación de fugas del sello mecánico equipo aguas lluvias	Semestral
11	Cambio del líquido lubricante equipo aguas lluvias	Semestral
12	Lubricación de los rodamientos equipo aguas lluvias	Cada 3 años
13	Revisión de válvulas de retención de equipo aguas lluvias	Anual
14	Revisión de válvula de corte de equipos aguas lluvias	Anual
15	Varillaje de tubería de impulsión aguas lluvias	Anual
16	Overhaul completo equipo aguas lluvias	Cada 5 años
17	Extracción, limpieza y revisión de placa del equipo aguas servidas	Semestral
18	Inspección exterior del estado del equipo aguas servidas	Semestral
19	Inspección visual de la cámara de aceite de equipo aguas servidas	Semestral
20	Verificar desgaste del impulsor de equipo aguas servidas	Semestral
21	Verificar desgaste del anillo de desgaste de equipo aguas servidas	Semestral
22	Verificar desgaste en voluta de equipo aguas servidas	Semestral
23	Verificación de la cantidad de agua en el aceite del equipo aguas servidas	Semestral
24	Verificar la calidad del aceite de equipo aguas servidas	Después de una semana de la puesta en funcionamiento
25	Comprobación visual del sistema de izaje equipo aguas servidas	Cada 4 meses
26	Comprobación de fugas del sello mecánico equipo aguas servidas	Cada 4 meses
27	Cambio del líquido lubricante equipo aguas servidas	Cada 4 meses
28	Lubricación de los rodamientos equipo de aguas servidas	Cada 3 años
29	Revisión de válvulas de retención de equipo aguas servidas	Anual
30	Revisión de válvula de corte de equipos aguas servidas	Anual
31	Varillaje de tubería de impulsión aguas servidas	Anual
32	Overhaul completo equipo aguas servidas	Cada 5 años
33	Extracción, limpieza y revisión de placa del equipo bajo andén	Semestral
34	Inspección exterior del estado del equipo bajo andén	Semestral
35	Inspección visual de la cámara de aceite de equipo bajo andén	Semestral
36	Verificar desgaste del impulsor de equipo bajo andén	Semestral
37	Verificar desgaste del anillo de desgaste de equipo bajo andén	Semestral
38	Verificar desgaste en voluta de equipo aguas lluvias	Semestral

ITEM	TRABAJO	FRECUENCIA DE INSPECCION MINIMA
39	Verificación de la cantidad de agua en el aceite del equipo bajo andén	Semestral
40	Verificar la calidad del aceite de equipo bajo andén	Después de una semana de la puesta en funcionamiento
41	Comprobación visual del sistema de izaje equipo bajo andén	Semestral
42	Comprobación de fugas del sello mecánico equipo bajo andén	Semestral
43	Cambio del líquido lubricante equipo bajo andén	Semestral
44	Lubricación de los rodamientos equipo bajo andén	Cada 3 años
45	Revisión de válvulas de retención de equipo bajo andén s	Anual
46	Revisión de válvula de corte de equipos bajo andén	Anual
47	Varillaje de tubería de impulsión bajo andén	Anual
48	Overhaul completo equipo bajo andén	Cada 5 años

Plan de mantenimiento Eléctrico e Instrumentación

ITEM	TRABAJO	FRECUENCIA DE INSPECCION MINIMNA
1	Medir aislamiento eléctrico del cable equipo aguas lluvias	Cada 3 meses
2	Comprobar parámetros eléctricos de funcionamiento equipo aguas lluvias	Cada 3 meses
3	Revisión de tablero eléctrico equipo aguas lluvias	Cada 3 meses
4	Limpieza y reapriete de tablero eléctrico equipo aguas lluvias	Cada 3 meses
5	Verificar sistema de alarmas y comunicación equipo aguas lluvias	Cada 3 meses
6	Verificar funcionamiento alternado de bombas aguas lluvias	Cada 3 meses
7	Inspeccionar y limpiar peras de nivel equipo aguas lluvias	Cada 3 meses
8	Verificar funcionamiento / activación de nivel mínimo equipo aguas lluvias	Cada 3 meses
9	Verificar funcionamiento / activación de nivel regulación equipo aguas lluvias	Cada 3 meses
10	Verificar funcionamiento / activación de nivel emergencia equipo aguas lluvias	Cada 3 meses
11	Verificar funcionamiento / activación de nivel alarma equipo aguas lluvias	Cada 3 meses
12	Medición de la resistencia de aislamiento equipo aguas lluvias	Semestral
13	Comprobación de los cables eléctricos equipo aguas lluvias	Semestral
14	Comprobación de los sensores equipo aguas lluvias	Semestral
15	Medir aislamiento eléctrico del cable equipo aguas servidas	Cada 3 meses
16	Comprobar parámetros eléctricos de funcionamiento equipo aguas servidas	Cada 3 meses
17	Revisión de tablero eléctrico equipo aguas servidas	Cada 3 meses
18	Limpieza y reapriete de tablero eléctrico equipo aguas servidas	Cada 3 meses
19	Verificar sistema de alarmas y comunicación equipo aguas servidas	Cada 3 meses
20	Verificar funcionamiento alternado de bombas aguas servidas	Cada 3 meses
21	Inspeccionar y limpiar peras de nivel equipo aguas servidas	Cada 3 meses

ITEM	TRABAJO	FRECUENCIA DE INSPECCION MINIMA
22	Verificar funcionamiento / activación de nivel mínimo equipo aguas servidas	Cada 3 meses
23	Verificar funcionamiento / activación de nivel regulación equipo aguas servidas	Cada 3 meses
24	Verificar funcionamiento / activación de nivel emergencia equipo aguas servidas	Cada 3 meses
25	Verificar funcionamiento / activación de nivel alarma equipo aguas servidas	Cada 3 meses
26	Medición de la resistencia de aislamiento equipo aguas servidas	Cada 4 meses
27	Comprobación de los cables eléctricos equipo aguas servidas	Cada 4 meses
28	Comprobación de los sensores equipo aguas servidas	Cada 4 meses
29	Medir aislamiento eléctrico del cable equipo bajo andén	Cada 3 meses
30	Comprobar parámetros eléctricos de funcionamiento equipo bajo andén	Cada 3 meses
31	Revisión de tablero eléctrico equipo bajo andén	Cada 3 meses
32	Limpieza y reapriete de tablero eléctrico equipo bajo andén	Cada 3 meses
33	Verificar sistema de alarmas y comunicación equipo bajo andén	Cada 3 meses
34	Verificar funcionamiento alternado de bombas bajo andén	Cada 3 meses
35	Inspeccionar y limpiar peras de nivel equipo bajo andén	Cada 3 meses
36	Verificar funcionamiento / activación de nivel mínimo equipo bajo andén	Cada 3 meses
37	Verificar funcionamiento / activación de nivel regulación equipo bajo andén	Cada 3 meses
38	Verificar funcionamiento / activación de nivel emergencia equipo bajo andén	Cada 3 meses
39	Verificar funcionamiento / activación de nivel alarma equipo bajo andén	Cada 3 meses
40	Medición de la resistencia de aislamiento equipo bajo andén	Cada 4 meses
41	Comprobación de los cables eléctricos equipo bajo andén	Cada 4 meses
42	Comprobación de los sensores equipo bajo andén	Cada 4 meses

Descripción de actividades de mantenimiento Equipos líneas Nuevas

Extracción, limpieza y revisión de placa de equipo

- Esta labor de mantenimiento sólo puede ser realizada por personal especializado.
- Apagar el grupo de bomba según las indicaciones.
- Interrumpir el suministro de energía y asegurarse de que no se pueda volver a conectar accidentalmente (utilizar para esto un candado de bloqueo de tablero eléctrico, indicando la persona que realiza el bloqueo)
- Cerrar los sistemas de bloqueo de los conductos de aspiración e impulsión.
- Vaciar y despresurizar la bomba.
- Cerrar cualquier conexión auxiliar existente.
- Dejar enfriar el grupo de bomba hasta que alcance la temperatura ambiente.
- Utilizando el sistema de izaje se procede al levantamiento del equipo una vez que está completamente frío.

- Una vez levando y completamente visible se procede a limpieza con la hidrolavadora y solución clorada
- Se revisa la placa de identificación de fábrica del equipo.

Inspección exterior del estado del equipo

Una vez que la extracción y limpieza del equipo se ha completado, se procede a realizar con la ayuda de linternas la inspección visual externa de los componentes del equipo (cable, motor y voluta).

Si se verifica corrosión en el equipo, se procede a evaluar la profundidad y extensión de la misma para programar el retiro del equipo para reparación o cambio de pieza dañada en taller.

Inspección visual de la cámara de aceite del equipo

Una vez que la extracción y limpieza del equipo se ha completado, se procede a realizar con la ayuda de linternas la inspección visual del nivel de aceite

Para comprobar el nivel de aceite se debe retirar el tapón de la cámara de aceite y mediante una varilla se verifica el nivel de aceite del equipo.

Si el nivel está por debajo de lo mínimo recomendado, entonces se procede a reponer la cantidad faltante de aceite si es que no se aprecian fugas por el exterior del equipo. Si se aprecian fuga se programará el retiro del equipo para solucionar la fuga de aceite en taller.

Verificar desgaste de impulsor

Una vez que la extracción y limpieza del equipo se ha completado, se procede a desmontar la voluta para tener acceso al impulsor.

Se verifica el diámetro del impulsor y el estado de los álabes. El valor obtenido de esta medición se registra y contrasta con el valor de la revisión anterior con el propósito de definir si se requiere un cambio de impulsor por desgaste. Si los álabes del impulsor presentan daños, estos deben ser registrados para determinar el reemplazo de éste.

Verificar anillo de desgaste

Una vez que la extracción y limpieza del equipo se ha completado, se procede a desmontar la voluta para tener acceso al anillo de desgaste.

Se verifica el diámetro del anillo y el estado de éste. El valor obtenido de esta medición se registra y contrasta con el valor de la revisión anterior y con el diámetro del cuello del impulsor, con el propósito de definir si se requiere un cambio de anillo.

Verificación de la cantidad de agua en el aceite

Una vez que la extracción y limpieza del equipo se ha completado, se procede a extraer una muestra de aceite. Esta muestra se rotula con los datos del equipo y se envía a análisis a un laboratorio. Se deberá reponer la misma cantidad de aceite extraída. Con los resultados del análisis de la muestra se deberá definir y programar el cambio del aceite del equipo.

Comprobación visual del sistema de izaje

Una vez que la extracción y limpieza del equipo se ha completado, se procede a comprobar si existen daños visibles en la cadena/cuerda de izado y en su fijación.

Las piezas dañadas deberán sustituirse por repuestos originales.

Comprobación de fuga en el sello mecánico

Una vez que la extracción, limpieza y retiro de voluta del equipo se ha completado, se procede a la presurización de la cámara de aceite y se controla durante un periodo de tiempo que la

presión de la cámara de aceite se mantenga sin variaciones. Si no existen variaciones entonces el sello no presenta fugas. Si existieran variaciones de presión, entonces se debe proceder al cambio de sello en taller.

Cambio de líquido lubricante

Una vez que la extracción y limpieza del equipo se ha completado, se procede a extraer el aceite, para lo cual se retira el tapón de la cámara de aceite. El aceite del equipo del equipo es colocado en un recipiente que será trasladado a dependencias del encargado del servicio de mantenimiento para su posterior disposición final. Una vez retirado todo el aceite se procede a cargar con aceite nuevo.

Lubricación de los rodamientos

Los rodamientos de la bomba cuentan con un engrase que no requiere mantenimiento. El fabricante recomienda una revisión cada 3 años, para lo cual se deberá programar el retiro del equipo para ser revisado en taller.

Revisión de válvulas de retención

Se debe detener completamente el equipo y vaciar la línea de impulsión del sistema que está siendo revisado. Se procede a desmontar la válvula de retención para su limpieza y desinfección con hidrolavadora. Una vez realizada la limpieza y desinfección se revisa el estado de los asientos que permiten el sellado. Si no hay evidencia de desgaste, se procede a montar nuevamente la válvula, en caso contrario se procede a su reemplazo.

Revisión de válvulas de corte

Se debe detener completamente el equipo y vaciar la línea de impulsión del sistema que está siendo revisado. Se procede a desmontar la válvula de corte para su limpieza y desinfección con hidrolavadora. Una vez realizada la limpieza y desinfección se revisa el estado de los asientos y su vástago que permiten el cierre. Si no hay evidencia de desgaste, se procede a montar nuevamente la válvula, en caso contrario se procede a su reemplazo.

Varillaje de la tubería de impulsión

Paralelamente a la inspección de las válvulas de retención y de corte, se procede a introducir varillas que permitan la desobstrucción de las tuberías de impulsión.

Overhaul completo

Una vez que la extracción y limpieza del equipo se ha completado, se procede a desmontar el equipo y a desconectar eléctricamente el mismo. Una vez realizadas estas maniobras se traslada el equipo a taller. En taller se realizaran chequeos eléctricos y mecánicos a cada uno de los componentes del equipo. Adicionalmente se realiza el cambio de aceite, rodamientos y sellos mecánicos. Se verifica el grado de desgaste de impulsor y anillos para determinar si se requiere el reemplazo de estos.

Comprobación de los cables eléctricos

Comprobar si el cable eléctrico presenta daños externos.

Medir el nivel entre el conductor de protección y la masa. Si el valor obtenido es mayor a 1 Ω , este se debe reemplazar.

Comprobación de parámetros eléctricos de funcionamiento

Una vez instalado el equipo en su posición y ejecutado el correcto conexiónado eléctrico, se realiza la puesta en servicio de este. Para la medición de parámetros eléctricos se requerirá instrumentación adecuada para el control del voltaje de alimentación, corrientes consumidas,

potencias (Activa, aparente y reactiva), coseno de ϕ . Adicionalmente se medirá el caudal impulsado y las presiones de trabajo.

Revisión de tablero eléctrico

Prueba de funcionamiento en vacío verificando el correcto funcionamiento de todos los componentes que conforman el tablero.

Se ejecutarán pruebas con carga para verificar el correcto funcionamiento de todos los componentes registrando las variables eléctricas a la entrada y a la salida de éstos.

Toda esta información será registrada y contrastada con los resultados obtenidos en revisiones anteriores.

Limpeza y reapriete del tablero eléctrico

Se ejecuta la limpieza interna y externa del tablero con aire comprimido y se revisan los contactos y terminales del tablero con el fin de detectar falsos contactos que afecten el funcionamiento.

Verificación de sistemas de alarmas y comunicación

Revisar el correcto funcionamiento de las alarmas del sistema, para lo cual se simularan fallas de los niveles y las protecciones asociadas al motor del equipo (bimetal por temperatura y sensor de humedad).

Se simulará el lazo de comunicación conectando un PC portátil al PLC del tablero a través del puerto RJ45 y ejecutarán las pruebas correspondientes.

Verificar funcionamiento alternado de bombas

Se ejecutarán pruebas en las que simulará el accionamiento de las peras de nivel en primer lugar (alternancia por ciclo de trabajo o de vaciado) y luego se simularan fallas de los equipos para verificar la alternancia por falla. Servicio de mantenimiento, Rev. 1 Santiago, 13 de Enero 2016 Página 14 de 16

Inspeccionar y limpiar peras de nivel

Estos sensores serán levantados desde la sentina y cada uno de ellos será limpiado y sanitizado para posteriormente realizar la inspección visual de cada una.

Verificación y activación de los niveles

Esta verificación está considerada en la verificación de sistemas de alarmas y comunicación

Medición de la resistencia de aislación

El equipo debe estar conectado al tablero eléctrico. El procedimiento debe llevarse a cabo con un dispositivo de medición del estado de aislación (Megger). La tensión de medición recomendada es de 500 V. Medir el bobinado versus la masa y para ello deberán unirse todos los extremos del bobinado. No deberá permitirse que el estado de aislamiento de los hilos conductores versus la masa quede por debajo de 1 M Ω . Si no se alcanza este valor, será necesaria una medición por separado del motor y el cable eléctrico. Para esta medición debe desconectarse el cable eléctrico desde el motor. Si el estado de aislamiento de uno de los cables eléctricos no alcanza 1 M Ω , significará que este está dañado y debe renovarse. Valores de aislamiento de motor demasiado bajos indican un defecto en el aislamiento del bobinado y por lo tanto se debe retirar de servicio el equipo y programar su traslado a taller.

Comprobación de los sensores

Para realizar esta verificación se deben conectar los extremos de los hilos del sensor de temperatura del bobinado y medir su resistencia con un tester digital. El resultado de lo anterior

debe estar dentro un rango que va desde 100 Ω a 120 Ω . Si se obtiene un valor mayor o menor a este rango, se deberá retirar de servicio el equipo y programar su traslado a taller para reemplazar el sensor de temperatura del bobinado.

Para la medición del sensor de humedad del motor se deben tomar los 2 extremos del cable del sensor y medir con un tester digital la resistencia entre los extremos del cable. El resultado de lo anterior debe ser mayor a 60 k Ω . Para resultados inferiores a este valor se deberá retirar de servicio el equipo y programar su traslado a taller para reemplazar el sensor de humedad y determinar la falla de este.

Inspección de sentina

Consiste en verificar el estado de la obra civil del pozo, ante pozo, paredes, fondo, tapas, marcos, sellado, ventilación, etc., en caso de detectar anomalías deberán ser registradas e informadas a Metro.

Limpieza y desinfección de sentina

Esta labor consiste en el retiro de basuras, barro, sedimento y escombros de los pozos y ante pozos, para finalizar con limpieza a base de cloro. La limpieza de los pozos y ante pozos consistirá en un lavado con agua a presión, utilizando una hidrolavadora.

Para retirar los residuos que se generen de esta actividad se utilizará un camión limpia fosas.

Metodología de análisis de causa de fallas

Cuando ocurre una falla, ésta se percibe a través de ciertas manifestaciones o síntomas, no así la causa de falla. Esto lleva en muchas oportunidades a actuar sobre las consecuencias y no sobre la raíz del problema, de modo que la falla vuelve a repetirse una y otra vez.

El análisis de causa raíz es una herramienta que se utilizará para identificar causa de falla, de manera de evitar sus consecuencias.

Un análisis más profundo es mejor para ayudar a comprender los eventos y mecanismos que actuaron como raíz del problema, los cuales se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Análisis de falla de componentes (CFA), la cual implica el estudio de las piezas dañadas.
- Investigación de Causa de Raíz (RCI), ésta herramienta incluye a la anterior, e investiga las causas físicas.
- Análisis de Causa Raíz (RCA), ésta herramienta incluye a los dos anteriores, y estudia además el error humano.

Para realizar el análisis de causa raíz a fondo, se debe ir más allá de los componentes físicos de la falla o raíces físicas y analizar las acciones humanas o raíces humanas que desataron la cadena causa efecto que llevó a la causa física, lo cual implica analizar por qué hicieron eso, si debido a procedimientos incorrectos, a especificaciones equivocadas o a falta de capacitación, lo cual puede sacar a la luz raíces latentes, es decir deficiencias en el gerenciamiento, que de no corregirse, podrían hacer que la falla se repita nuevamente.

El análisis de causa raíz (RCA) tiene distintas aplicaciones:

- Análisis de fallas, para encontrar fallas complejas en equipos o procesos críticos, lo cual es una aplicación reactiva.
- Análisis de fallas recurrentes de equipos o procesos críticos, lo cual es una aplicación proactiva.
- Análisis de modos de falla y sus efectos (FMEA), el cual se utiliza también en el RCM2.
- Análisis de errores humanos, en el proceso de diseño y aplicación de procedimientos.
- Análisis de accidentes e incidentes, en sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional (SySO).

El análisis de causa raíz es un proceso de deducciones lógicas que permite graficar las relaciones causa efecto que nos conducen a descubrir el evento indeseable o causa raíz, preguntándonos:

- ¿Cómo? es la forma que puede ocurrir una falla
- ¿Por qué? o cuáles son las causas de la misma

Los hechos deben respaldarse mediante observación directa, documentación (datos estadísticos o registros periódicos) y deducciones científicas.

Se utilizarán distintas técnicas y su selección dependerá del tipo de problema y datos disponibles:

- Análisis causaefecto
- Árbol de fallo
- Diagrama de espina de pescado

Los beneficios de la aplicación de ésta poderosa herramienta son:

- Reducción del número de incidentes o fallas
- Aumento de la confiabilidad y seguridad
- Disminución de los costos de mantenimiento
- Aumento de la eficiencia y la productividad

Metodología y procedimiento de mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de rotura o avería de un componente de un equipo, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Esta técnica supone la medición de diversos parámetros que muestren una relación

Predecible con el ciclo de vida del componente. Algunos ejemplos de dichos parámetros son los siguientes:

- Corriente de consumo
- Potencias absorbidas
- Voltajes de alimentación
- Medición de aislación de bobinas de motor
- Caudales instantáneos
- Presiones de trabajo
- Desgaste de componentes hidráulicos

Todos estos parámetros han sido incluidos en nuestro plan de mantenimientos, ya que cada uno de ellos podrá ser contrastados con los registros anteriores y nos proporcionarán una tendencia del comportamiento de los mismos. Ante variaciones significativas de los valores que se obtengan se podrá definir acciones concretas a realizar en pro de evitar las fallas o averías.