

PREVENCIÓN Y MEDIDAS DE SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES DE LA PTAR

INTRODUCCIÓN

La mejor manera de proteger la salud de los trabajadores de la PTAR, en todos los niveles, es poseer el conocimiento de los lugares de trabajo, de los peligros inherentes a las máquinas, a las instalaciones y a los equipos, de las operaciones llevadas a cabo, y ser conscientes de su propia función y responsabilidad dentro de la planta. La "cultura de seguridad" no debe ser un concepto abstracto, sino un camino colectivo, constante y diario para proteger al individuo.

El uso y el cumplimiento de las medidas de prevención y protección son un deber y un derecho de todas las personas, especialmente en los lugares de trabajo donde múltiples factores de riesgo pueden sobreponerse produciendo consecuencias para la población y para los trabajadores. Estos últimos, a todos los niveles, deben ser conscientes de los peligros y los riesgos específicos de la PTAR, de acuerdo a las tareas, obligaciones y responsabilidades de cada uno para la protección de la salud y de la seguridad personal y de todos.

Cada empleado debe haber sido entrenado y capacitado para desempeñar sus funciones con seguridad y hacer frente a las emergencias.

El uso de Equipo de Protección Individual (EPI), muy bien cuidado y controlado, puede contribuir a evitar que los trabajadores de contraigan enfermedades como la pérdida de la audición, alergias, infecciones, enfermedades pulmonares.

Además de lo que se menciona en esta sección, que es específico para una planta de tratamiento de aguas residuales mediante Lodos Activados, considerar lo escrito en el Manual de Seguridad y Salud disponible en ETAPA EP.

CAPACITACIÓN

La capacitación es importante y sirve de medida preventiva contra accidentes y enfermedades. Un programa de capacitación incluirá:

- Peligros en las plantas de aguas residuales, concretamente en una planta de Lodos Activados.
- Higiene y salud industrial para el personal.
- Equipos de protección, incluyendo protección respiratoria.
- Manejo y almacenamiento de materiales.
- Uso seguro de herramientas y equipos.
- Protección y control de incendios.
- Primeros auxilios, incluyendo respiración artificial.
- Mantenimiento industrial.
- Reporte de accidentes y enfermedades.
- Investigación de accidentes y enfermedades.

- Seguridad en instalaciones eléctricas.
- Procedimientos de entrada a espacios confinados y rescate.
- Procedimientos para trabajos en altura.
- Planeación de emergencias.

MEDIDAS DE HIGIENE

Los trabajadores relacionados con el manejo de aguas residuales y lodos generados en los procesos de tratamiento, están expuestos al contacto con microorganismos, por lo que su riesgo de contraer enfermedades infecciosas es alto; las siguientes enfermedades son comunes para quienes trabajan en plantas de tratamiento:

- Hepatitis A infecciosa.
- Infecciones virales.
- Infestación de parásitos.
- Enfermedades gastrointestinales.
- Anormalidades en fosas nasales, oídos y piel por infecciones.

La mejor defensa contra infecciones virales y bacterianas es la observación de prácticas de higiene personal. A continuación se dan algunas recomendaciones para personas que trabajan cerca de aguas residuales o lodos:

- Mantener manos y dedos lejos de la nariz, boca, ojos y oídos.
- Usar guantes de hule cuando se limpian bombas o equipos, se maneje agua residual, rejillas, lodos o arena, u otras tareas que involucren contacto directo con las aguas residuales o lodos.
- Usar guantes siempre que se tenga una lesión en las manos, como quemadura, cortada, raspón, etc., para evitar el contacto directo de microorganismos con el torrente sanguíneo.
- Lavarse las manos con jabón, preferentemente con agua caliente, antes de comer o fumar y después de terminar los trabajos.
- Mantener las uñas cortas y remover los materiales extraños que se introduzcan en las mismas.
- Se recomienda guardar la ropa de calle y limpia en un espacio diferente al de la ropa de trabajo.
- Informar cualquier lesión por pequeña que sea incluyendo raspones para que se apliquen los primeros auxilios.
- Bañarse al finalizar su turno de trabajo.

Para asegurar la máxima protección a la salud, los empleados deben recibir vacunación contra: Hepatitis A; Hepatitis B; Influenza; Sarampión; Paperas; Neumonía; Rubéola; Tétanos y Difteria.

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

De manera general, para todas las personas que laboren con agua residual o lodos, es indispensable contar con los siguientes elementos para acceder a la zona de trabajo:

- Botas de suela gruesa antideslizante, limpias y correctamente ajustadas, preferiblemente con punta de acero.
- Guantes de seguridad con material resistente, flexible, antideslizante y de la talla correcta.
- Casco de seguridad, certificado y sólo con adhesivos que usen pegamento inocuo.
- Chaleco o camisa o revestimiento de alta visibilidad.

Además, de requerirse protección contra el ruido, el uso de tapones o protectores auriculares y, para el mantenimiento que requieran la protección de ojos, como por ejemplo soldaduras, el uso de gafas, protectores de cara y/o cascos de soldador.

Es necesario que los trabajadores usen en todo momento pantalones largos y camisas con mangas largas.

ESPACIOS CONFINADOS

Un espacio confinado es un área accesible, con cualquiera de las siguientes características: accesos limitados para entrar y salir; ventilación natural desfavorable; espacio escaso para trabajadores. La mayor parte de las muertes, lesiones y enfermedades se presentan en espacios confinados y por exposiciones a gases tóxicos o deficiencias de oxígeno en la atmósfera.

Los peligros que puede tener un trabajador en espacios confinados son:

- Deficiencia de oxígeno en la atmósfera.
- Atmósfera inflamable.
- Atmósfera tóxica.
- Temperaturas extremas.
- Derrumbe de materiales.
- Ruidos amplificados.
- Resbalones por pisos húmedos.
- Caída de objetos.

Las precauciones que se deben observar en estos espacios incluyen:

- Pruebas y monitoreo de los gases en la atmósfera del espacio confinado.
- Equipos de protección personal, principalmente para respiración.
- Señales y etiquetas de precaución y de peligro.
- Capacitación del personal que trabaja en espacios confinados.
- Revisión médica periódica.
- Autorizaciones para entrar a espacios confinados.
- Aislamiento de espacios confinados.
- Personal capacitado en las diferentes partes de la planta.
- Procedimientos por escrito para trabajar, y poder realizar actividades de rescate.
- Equipos de respiración disponibles.

En la PTAR Guanguarcho los espacios confinados se refieren a los siguientes componentes, a los mismos que, además de su nombre se les identifica con el número asignado en la planta general de las obras: Cajón de Ingreso (1), Cajón de Unión (1a), Pozo de Gruesos (1b); Cribas Gruesas (2a), Cribas Finas (2b), Pozo Húmedo de la estación de bombeo Inicial (3), Desarenadores (4), Arqueta de Reparto a Decantación Primaria (4a); Disipador de Energía (32), Digestores (16) (cuando se realice mantenimiento al interior de los tanques) y El tanque de almacenamiento de lodos de desecho (15) (cuando se realice mantenimiento al interior del tanque).

PELIGROS RESPIRATORIOS EN ESPACIOS CONFINADOS

a) Falta de Oxígeno

Una atmósfera deficiente de oxígeno (<19.5% O₂) en un espacio confinado es extremadamente peligroso.

Los niveles de oxígeno en un espacio confinado disminuyen debido a reacciones químicas (oxidación), acción bacteriana (fermentación) o por una pérdida drástica de la presión.

El oxígeno puede además ser sustituido por otros gases (por ejemplo por CH₄, CO₂, N₂).

Descenso de los niveles de oxígeno y sus efectos en la salud: Asfixia

Nivel de Oxígeno (% vol)	Posibles efectos en la salud
19,5	Mínimo para un ingreso seguro.
16	Alteración del juicio y de la respiración.
14	Falta de juicio y fatiga rápida.
10	Dificultad para respirar y puede causar un daño al corazón permanente. Este puede estar acompañado de náuseas, vómitos o desmayo.
< 6%	Pérdida de la conciencia. Convulsiones. Muerte en minutos.

Fuente: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos. NIOSH, Publicación No. 87-113.

b) Metano (CH₄)

Gas incoloro e inodoro, el mayor componente del Biogás producido en la Digestión Anaerobia.

- El metano puede desplazar el oxígeno del aire causando asfixia.
- Puede producir asfixia al disminuir el contenido de aire en un espacio confinado.
- De acuerdo a la normativa (OSHA, 1998), el Metano debe encontrarse en valores por debajo del 5% del volumen del aire.
- Concentraciones más elevadas producen asfixia rápida.

c) Dióxido de Carbono (CO₂)

Gas incoloro e inodoro. Normalmente está presente en el aire en concentraciones bajas. No es inflamable o combustible pero podría causar asfixia si excede cierto nivel en el aire.

Normas de exposición ocupacional de CO₂ (NIOSH)

Concentración (%)	Tiempo que causa efectos negativos en la salud
0,5	10 horas al día, 40 horas semanales
3,0	15 minutos
4,0	Inmediatamente peligroso para la vida y la salud

Concentraciones más elevadas pueden causar: mareos, confusión, dificultad para respirar, sudoración, seguido de vómitos, desorientación, hipertensión y pérdida del conocimiento.

d) Ácido Sulfhídrico (H₂S)

Gas incoloro y con un olor a huevo podrido. Es venenoso, corrosivo y explosivo. Es producido por la descomposición bacteriana de la materia orgánica humana y los desechos animales.

Efectos en la salud del Ácido Sulfhídrico a diferentes concentraciones

Concentración (%)		Posibles efectos en la salud
0,000001	0,00015	Umbral de olor (olor a huevos podridos).
0,0002	0,0005	La exposición prolongada puede causar náusea, lagrimeo de ojos, dolor de cabeza o constricción bronquial.
0,002	0,005	Fatiga, pérdida de apetito, dolor de cabeza, irritabilidad, memoria deficiente, mareos.
0,005	0,01	Conjuntivitis leve e irritación del tracto respiratorio (> 1 hora)
0,01	0,015	Fatiga olfativa. Tos, irritación ocular, somnolencia después de 15-30 min. Irritación de la garganta (> 1h). La muerte puede ocurrir después de 48 horas.
0,02	0,03	Conjuntivitis marcada e irritación del tracto respiratorio (> 1 hora). Una prolongada exposición puede causar edema pulmonar.
0,05	0,07	Colapso en 5 minutos. Daño a los ojos en 30 minutos. Muerte después de 30 a 60 minutos.
0,07	0,1	Pérdida de conciencia con 1 a 2 respiraciones, interrupción de la respiración, muerte en minutos.

e) Amoníaco (NH₃)

El gas amoníaco es incoloro con un olor característico fuerte a “limpiador de ventanas”. Es un producto de la descomposición de los componentes nitrogenados de la materia orgánica. Puede ser irritante y reduce la capacidad del cuerpo de asimilar el oxígeno.

Efectos en la salud del Amoníaco a diferentes concentraciones

Concentración (%)	Posibles efectos en la salud
0,0024	Irritación nasal leve.
0,004	Irritación moderada de ojos y una mayor irritación del tracto respiratorio.
0,013	Lacrimación e irritación de nariz y garganta.
0,05	Exposición por 30 minutos puede causar cambios en la tasa respiratoria.
0,17	Produce tos en individuos expuestos.
0,25 – 0,65	Exposición accidental a elevadas concentraciones por más de dos horas ha provocado Neumonitis química, quemaduras de la cara, edema local severo, dificultad para respirar y muerte en minutos.

Fatiga Olfatoria

- Una persona que pasa largo tiempo con compuestos olorosos se puede volver insensible, perdiendo temporalmente su capacidad para distinguir olores.
- La detección del umbral del olor no es una forma confiable para detectar los peligros.
- Nunca confíe en sus sentidos para determinar si el aire en un espacio confinado es seguro.
- Muchos gases y vapores tóxicos no pueden ser olidos por una persona, ni pueden determinar el nivel de oxígeno presente.

Medidas preventivas

Las siguientes medidas preventivas son aplicables para todos los peligros respiratorios antes mencionados.

- Prueba de aire por una persona calificada para evaluar el contaminante usando un equipo certificado de monitoreo del aire.
- Si el gas está presente, el área debe ser ventilada continuamente para remover el gas.
- Identificar la fuente y mitigar.
- Usar equipos de protección respiratoria y de comunicación.
- Arreglar todas las fugas en el sistema.

Ejemplo de acciones de respuesta

1. Trasládese hacia un lugar con aire fresco y mantenga la calma.

2. Contacte a los servicios médicos de emergencias.
3. Administre oxígeno en caso de que exista dificultad para respirar.
4. Si los ojos se irritan, lavarlos cuidadosamente con abundante agua.
5. Si los síntomas persisten busque atención médica. Un edema pulmonar pudiera aparecer posteriormente.

En la PTAR Guangarcucho se ha considerado la colocación de equipos permanentes de medición de O₂, CH₄, H₂S, CO₂, en los edificios: GBT's-Centrífuga; Estación de Bombeo Inicial y en Edificio de Digestores. Además se tendrán cinco equipos de control de olores para los siguientes componentes: 1) Cribas-Estación de bombeo inicial; 2) Desarenadores; 3) Edificio GBT's-Centrífuga; 4) Espesadores por Gravedad de Lodos Primarios y 5) Concentrador de Natas y Espumas.

Es muy importante la evaluación de calidad del aire al interior de los espacios confinados usando un medidor especializado para determinar la concentración de oxígeno y confirmar la ausencia de gases tóxicos que el personal experto considere analizar para el sitio.

En caso de detectar una atmósfera que sobrepase las concentraciones máximas permisibles de algún gas nocivo como bióxido de carbono, ácido sulfhídrico, etc., es necesario el uso de caretas con filtro, y capacitar al personal para su correcto uso.

En caso de encontrar una atmósfera con oxígeno deficiente (menos de 19,5%), se recomienda implementar elementos de ventilación que permitan fluir el aire hasta el fondo del lugar para evitar la muerte por asfixia.

PELIGROS DE EXPLOSIÓN/INCENDIO ASOCIADOS CON EL BIOGÁS

Además de los peligros respiratorios, otros peligros asociados con el biogás son:

- Presencia de gases inflamables y explosivos.
- Fuentes de ignición: chispas, fumar, llamas.

Se requiere de oxígeno para que se produzcan explosiones e incendios.

Gases Inflamables encontrados comúnmente en el Tratamiento de Aguas Residuales

Nombre	Límite Inferior de explosión	Límite superior de explosión	Más Pesado o más Liviano que el aire	Fuente
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	4,0%	44,0%	P	Gas de alcantarilla
Gas Natural (CH ₄)	3,8%	17,0%	L	Fugas de tuberías de

Gas de alcantarilla 70% CO ₂ , 5% CH ₄ , 25% otros gases	5,3%	19,3%	P	gas de Sistemas de Alcantarillado
Gas Residual 65% CH ₄ , 30% CO ₂ , 5% otros	5,0%	15,0%	L	Procesos de Digestión de Lodos

Fuente: Protección contra incendios en Tratamiento de aguas residuales e Instalaciones de Recolección NFPA 820.

Los valores porcentuales son a temperatura y presión estándar.

Bajo el Límite Inferior de explosión la mezcla es muy pobre como para quemar (combustible insuficiente).

Sobre el límite superior de explosión la mezcla es muy rico como para quemar (oxígeno insuficiente).

Medidas Preventivas

- Prueba de aire por una persona calificada para evaluar el contaminante usando un equipo certificado de monitoreo del aire.
- Ventilar el área continuamente para remover el gas, especialmente en áreas cerradas.
- Verificar la ausencia de fuentes de ignición (fumar, chispas, llamas abiertas).
- En caso de que un material combustible extraño ingrese al sistema de alcantarillado, removerlo por aspiración al vacío o cubrirlo con espuma de ser necesario.

Ejemplo de acciones de respuesta

1. Reportar: contactar al organismo competente.
2. Aislar: mantener a las personas lejos, detrás de la línea de seguridad.
3. Contener: bloquear el fuego, cerrar las puertas.
4. Evacuar: ayudar a otras personas si es posible.
5. Extinguir: usar extinguidores para incendios leves y avisar a seguridad sobre la ubicación y tipo de incendio.
6. Solicitar: primeros auxilios si es necesario.
7. Documentar: reportar el incidente al organismo competente.

TRABAJO EN ALTURA

Se entienden por trabajos en altura aquellos trabajos que son realizados a una altura superior a dos metros. Dentro de éstos podemos citar entre otros: trabajos en andamios, escaleras, cubiertas, postes, plataformas, así como trabajos en profundidad, excavaciones, pozos, tanques, canales, etc. Son numerosas las actuaciones que

requieren la realización de trabajos en altura tales como tareas de mantenimiento, reparación y limpiezas especiales.

La realización de estos trabajos con las condiciones de seguridad apropiadas incluye tanto la utilización de equipos de trabajo seguros, como una información y formación teórico-práctica específica de los trabajadores. Es así que, los trabajadores deben recibir información y formación específica en los riesgos inherentes a sus tareas, relacionadas con:

- Las normas sobre el cuidado, mantenimiento y verificación del equipo de trabajo y de seguridad.
- Las técnicas para la progresión mediante cuerdas y sobre estructuras.
- Los sistemas de sujeción.
- Los sistemas anticaídas.
- Las técnicas de salvamento de personas accidentadas en suspensión.
- Las medidas de seguridad ante condiciones meteorológicas que puedan afectar a la seguridad.
- Las técnicas seguras de manipulación de cargas en altura.

El principal riesgo que puede darse en la realización de trabajo en altura es el riesgo de caída en altura; además: golpes por caída de objetos, contactos eléctricos directos o indirectos.

Se deberán observar las siguientes fases previas al trabajo en altura:

- Identificar el riesgo de caída.
- Control del riesgo:
 - Siempre que sea posible se debe eliminar el riesgo de caída evitando el trabajo en altura, por ejemplo, mediante el diseño de las obras de tal forma que permitan realizar los trabajos de mantenimiento desde el nivel del suelo o plataformas permanentes de trabajo.
 - Cuando no pueda eliminarse el riesgo, las medidas a tomar deben ir encaminadas a reducir el riesgo de caída, adoptando medidas de protección colectiva, mediante el uso de andamios, plataformas elevadoras, instalación de barandillas, escaleras, etc.
 - El uso de sistema anticaídas se limitará a aquellas situaciones en las que las medidas indicadas anteriormente no sean posibles o como complemento de las mismas.

Sistema Anticaídas

Al utilizar un sistema anticaídas se debe considerar que los riesgos se presentan por las siguientes causas:

- Rotura de cuerdas por:

- Uso inadecuado de cuerdas.
- Condiciones climáticas adversas.
- Mantenimiento inadecuado de cuerdas.
- Trabajos de soldadura sin protección de las cuerdas.
- Uso de productos corrosivos sin protección de las cuerdas.
- Uso de herramientas mecánicas/manuales cortantes o punzantes sin protección de las cuerdas:
 - Fallo en la instalación del sistema de sujeción y anticaídas por:
 - Una mala instalación de los puntos de anclaje.
 - Una mala sujeción o anclaje de las cuerdas a los puntos de anclaje.
 - Por la falta de resistencia de los puntos de anclaje.
- Fallo en los elementos de conexión o en algún otro elemento de cadena de trabajo o de seguridad.
- Incumplimiento de los procedimientos de trabajo y seguridad específicos para trabajos verticales.
- Falta de utilización del Equipo de Protección Individual, EPI.
- Falta de formación e información.

Medidas preventivas al utilizar un sistema anticaídas

- Los trabajadores deben velar por el perfecto estado de conservación y uso del Equipo Vertical Personal (equipo de trabajo y anticaídas), consultando cualquier duda sobre su correcta utilización. Asimismo solicitará uno nuevo en caso de deterioro o ante cualquier duda razonable sobre el correcto funcionamiento o grado de seguridad de alguno de los elementos que lo componen o de su totalidad.
- El sistema constará como mínimo de dos cuerdas con sujeción independiente, una como medio de acceso, de descenso y de apoyo (cuerda de trabajo) y la otra como medio de emergencia (cuerda de seguridad).
- Se facilitará a los trabajadores unos arneses adecuados, que deberán utilizar y conectar a la cuerda de seguridad.
- La cuerda de trabajo estará equipada con un mecanismo seguro de ascenso y descenso y dispondrá de un sistema de bloqueo automático con el fin de impedir la caída en caso de que el usuario pierda el control de su movimiento. La cuerda de seguridad estará equipada con un dispositivo móvil contra caídas que siga los desplazamientos del trabajador.

- Las herramientas y demás accesorios que deba utilizar el trabajador deberán estar sujetos al arnés o al asiento del trabajador, o sujetos por otros medios adecuados.
- El trabajo deberá planificarse y supervisarse correctamente de manera que, en caso de emergencia, se pueda socorrer inmediatamente al trabajador.
- Cuando se haga uso de herramientas calorífugas, el trabajador se suspenderá de cables de acero (5 mm diámetro) o cadenas metálicas, en los últimos 2 metros por encima del trabajador. Esta medida de protección se llevará a cabo mediante la colocación de un bloqueador en la cuerda de trabajo del cual se sujeta el cable o la cadena, estando el trabajador anclado al final de este elemento.
- En las tareas de instalación del sistema de sujeción y anticaídas se tendrá en cuenta que desde el inicio de estas operaciones hasta el momento del inicio del descenso hasta el lugar de trabajo, el trabajador estará en todo momento protegido contra caídas a distinto nivel, bien mediante el uso de protecciones colectivas o bien utilizando sistemas anticaídas basados en líneas de anclaje.

En la PTAR Guangarcucho los trabajos en altura que pueden requerir de un sistema anticaídas se refieren a los siguientes componentes, a los mismos que, además de su nombre se les identifica con el número asignado en la planta general de las obras: Cajón de Ingreso (1), Cajón de Unión (1a), Pozo de Gruesos (1b); Cribas Gruesas (2a), Cribas Finas (2b), Pozo Húmedo de la estación de bombeo Inicial (3), Desarenadores (4), Arqueta de Reparto a Decantación Primaria (4a); Sedimentadores Primarios (5), Reactores Biológicos (6), Sedimentadores Secundarios (8), Cámara UV (9) (cuando se realice mantenimiento al interior de los canales), Disipador de Energía (32), Digestores (16) (cuando se realice mantenimiento al interior de los tanques) y El tanque de almacenamiento de lodos de desecho (15) (cuando se realice mantenimiento al interior del tanque).