

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE SEGURIDAD LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL

UNIVERSIDAD NACIONAL

INSTITUTO REGIONAL DE ESTUDIOS EN SUSTANCIAS TÓXICAS

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE MÁSTER EN SALUD OCUPACIONAL
CON MENCIÓN EN HIGIENE AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE SALUD OCUPACIONAL Y PROPUESTAS DE MEJORAS DE
TRES SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES DEL CANTÓN DE
BELÉN

REALIZADO POR: Ing. Ana Lía Camacho Fidalgo

PROFESOR ASESOR: M.Sc. Clemens Ruepert

LECTORES: Ing. Diana Zambrano Piamba, M.Sc.

Ing. Jessica Nichols Morales, MBA

2022



Esta obra cuyo autor es Ana Lía Camacho Fidalgo está bajo una [licencia de Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

**Unidad Interna de Posgrado
Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental
Maestría en Salud Ocupacional**

TEC-MSO-ATFG -05- 2022

**ACTA DE PRESENTACIÓN PÚBLICA DE TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN
DE MAESTRÍA**

(documento 2)

Sesión del Tribunal Examinador de la presentación pública de trabajo final de graduación celebrada a las 12:00 horas, del 9 de diciembre del 2022 bajo modalidad virtual, por medio de la plataforma TEAMS, con base en las condiciones de excepcionalidad producto de las instrucciones de Rectoría comunicadas mediante oficio RR-008-2022, sobre las disposiciones especiales durante la emergencia nacional producto del Covid-19 y la alerta sanitaria emitida por el Ministerio de Salud, con el objeto de recibir el informe de la sustentante:

Ana Lía Camacho Fidalgo	Carné 200623839
-------------------------	-----------------

Quién se acoge a la Normativa de Trabajos Finales de Graduación en Posgrado y al Reglamento de la Maestría en Salud Ocupacional, bajo la modalidad profesional, para optar al grado de Master en Salud Ocupacional con Énfasis en Higiene Ambiental con el trabajo de graduación titulado: “Evaluación De Las Condiciones De Salud Ocupacional Y Propuestas De Mejoras De Tres Sistemas De Tratamiento De Aguas Residuales Municipales Del Cantón De Belén.”

Están presentes los siguientes miembros del Tribunal Examinador:

Grado académico	Nombre completo	Puesto
MQI	Lourdes Medina	Representante por la UIP (preside)
MSc.	Clemens Ruepert	Profesor tutor
M.Sc.	Diana Zambrano	Profesor lector

Una vez realizada la presentación del Trabajo final de graduación y realizada la deliberación correspondiente, se le asigna una nota de 95 con observaciones, por lo que el Presidente del Tribunal Examinador declara a la persona sustentante Ana Lía Camacho Fidalgo, acreedora al grado de Master en Salud Ocupacional con Énfasis en Higiene Ambiental.

Se da lectura al acta que firman los miembros del Tribunal Examinador y la persona sustentante, a las 13:50 horas del 9 de diciembre del 2022.

Firmado digitalmente
por MARIA DE
LOURDES MEDINA
ESCOBAR (FIRMA)
Fecha: 2022.12.09
14:04:19 -06'00'

MQI. Lourdes Medina
Representante UIP-EISLHA

Firmado digitalmente por
DIANA ALEXANDRA
ZAMBRANO PIAMBA (FIRMA)
Fecha: 2022.12.12 09:58:23
-06'00'

M.Sc. Diana Zambrano
Profesor Lector

Firmado digitalmente por
CLEMENS GERARDUS MARIA
RUEPERT (FIRMA)
Fecha: 2022.12.09 14:32:08
-06'00'

M.Sc. Clemens Ruepert
Profesor Tutor

Digitally signed by ANA LIA
CAMACHO FIDALGO (FIRMA)
Date: 2022.12.12 20:05:08
-06'00'

Ana Lía Camacho Fidalgo
Sustentante

AGRADECIMIENTO

Durante todo el proceso de la maestría hubo muchas personas que brindaron su conocimiento, su amistad, su apoyo, su amor y comprensión. Agradezco a los profesores por su paciencia, a mis compañeros por su amistad y los buenos recuerdos que me han dejado.

Agradezco el apoyo, la paciencia y comprensión de mi familia durante todo este tiempo, el proceso ha ido lento pero lo importante es que se pudo llegar hasta el final.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi familia
tanto a los presentes como
a los que ya no están con nosotros.

Resumen

La operación de un sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR) es una actividad conlleva riesgos laborales por posible exposición de agentes químicos, biológicos, físicos, psicosociales y otros genéricos al personal involucrado en su operación y su supervisión. En el presente proyecto se evaluó las condiciones de exposición ocupacional a varios estresores en tres sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas del cantón de Belén. Los tres sistemas son operados por una misma empresa de servicios de tratamiento en instalaciones municipales con tecnologías biológicas, tanto anaerobia como aerobia.

La evaluación de riesgos se inició mediante una caracterización básica, y se valoran la presencia de gases de espacios confinados con un equipo de lectura directa; la presencia de E. coli, mediante un muestreo pasivo, como indicador de agente biológico; agentes ergonómicos y físicos como ruido, estrés térmico, iluminación y biomecánica mediante el método RULA; y se incluyó un espacio participativo para evaluar la parte organizacional.

Entre los hallazgos más relevantes está la medición de gases en varios espacios del sistema anaerobio, 8 posturas disergonómicas adoptadas por el operador durante sus labores que deben ser corregidas, deficiencia de luz dos ubicaciones (caja de rejas de planta 2 y caseta del operador) y necesidades de mejora en la capacitación de los trabajadores y toma de decisiones por parte de los supervisores.

En el sistema de tratamiento de tecnología anaerobia, se determinó dos espacios confinados con una válvula para descarga de lodos, con niveles bajos de oxígeno de 12,9% y 15,4%. Y además, una concentración de 19 ppm de ácido sulfhídrico en el registro de aforo previo a la descarga del mismo sistema de tratamiento.

El análisis ergonómico detectó 8 de las 17 posturas analizadas con necesidad de corrección, donde una de ellas se clasificó como cambio urgente. Este tiene que ver con el levantamiento de una tapa pesada en un espacio bastante reducido.

No se detectó la presencia de E. coli tanto en las superficies muestreadas como en el muestreo de aire pasivo. Lo que deja la necesidad de ampliar la gama de microorganismos e intentar un muestreo activo en los sistemas de tratamiento

La actividad participativa fue un el intercambio de percepciones sobre el riesgo en los sistemas de tratamiento por parte de la unidad operativa, supervisora y gerencial. La cual reveló la necesidad de mejorar las capacitaciones de los trabajadores y contar con una persona técnica especializada que asesore a la gerencia y direcciones en temas de salud ocupacional.

Las recomendaciones del proyecto se conforman por 3 partes: Acciones de mejora generales, acciones de mejora específicas y recomendaciones generales para la empresa. Las acciones de mejora generales contienen una guía para que la empresa pueda elaborar y ejecutar de un programa de ergonomía integral acorde a sus necesidades. En las acciones de mejora específicas toman en cuenta la propuesta del diseño para la corrección de posturas, la mejora de iluminación, la reafirmación del uso del protocolo de espacios confinados que se elaboró en la empresa durante la investigación, la necesidad de contar con un profesional técnico especializado en salud ocupacional y la mejora de prácticas laborales y su supervisión.

Las recomendaciones generales amplían la necesidad de mejorar la posible exposición a agentes biológicos y los riesgos por la resistencia a los antimicrobianos e incluir agentes psicosociales en próximas investigaciones internas.

Contenido

I.	Introducción	1
A.	Justificación	3
B.	Objetivos del Proyecto	4
C.	Alcances y Limitaciones del Trabajo.	4
D.	Vinculación a objetivos de desarrollo sostenible (ODS)	5
II.	Revisión bibliográfica	7
III.	Metodología	15
A.	Diseño y población de estudio	15
B.	Área de estudio	15
C.	Técnicas de recolección de información	16
1.	Caracterización básica	16
2.	Medición de ruido	16
3.	Medición de temperatura para estrés térmico	17
4.	Pruebas de iluminación	18
5.	Medición de gases	18
6.	Medición de agentes biológicos	18
7.	Evaluación ergonómica de carga postural	19
8.	Integración participativa	20
D.	Variables del estudio	21
IV.	Resultados obtenidos y mediciones	23
A.	Caracterización básica	23
B.	Ruido	26

C.	Estrés térmico	28
D.	Iluminación.....	30
E.	Calidad del aire	32
F.	Agente biológico: E. coli.....	36
G.	Evaluación ergonómica de posturas	38
H.	Resultado de Acción Participativa.....	42
V.	Acciones de mejoras propuestas	46
A.	Ergonomía postural.....	46
B.	Acción participativa.....	47
C.	Presencia de gases de espacios confinados.....	47
D.	Iluminación.....	48
E.	Prácticas laborales	48
VI.	Conclusiones Generales	49
VII.	Recomendaciones generales	51
VIII.	Bibliografía	53
X.	Anexos.....	60
1.	Datos de calibración del medidor de EXTECH HT200.....	61
2.	Cuadro de clasificación de niveles metabólicos para estrés térmico	62
3.	Datos de calibración del medidor de GAS ALERT MaX XT II.....	65
4.	Métodos microbiológicos utilizados por el laboratorio San Martín	66
5.	Hoja de campo de método RULA	67
6.	Protocolo de espacios confinados existente de PROAMSA	68
XI.	Apéndice	69

1.	Fichas de datos básicos de los sistemas	70
2.	Mediciones de ruido originales	85
3.	Datos de conversión de dB(Z) a dB(A) e incertidumbre	85
4.	Resultados de análisis microbiológicos	88
5.	Valores obtenidos de la evaluación mediante método RULA.....	89
6.	Presentación dada a la alta gerencia y dirección en presentación de datos preliminares	92
7.	Guía para la implementación de un programa de ergonomía integral.....	93
8.	Propuesta de mejora para apertura de tapa de planta 1.....	104
9.	Elemento de mejora para grada en caja de rejas de planta 1.....	105
10.	Guía para elección ergonómica de herramientas manuales.....	106
11.	Propuesta de manual de puesto de Responsable de Salud Ocupacional	113
4.	Propuesta de mejora para protocolo de espacio confinado	115

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación de sistemas de tratamiento de aguas residuales según población equivalente que sirve.....	8
Tabla 2. Peligros identificados en los sistemas de tratamiento de aguas residuales según literatura disponible.....	10
Tabla 3. Variables consideradas en el estudio según objetivo de trabajo	21
Tabla 4. Principales peligros, medios de exposición y áreas o procesos identificados durante la caracterización básica de las STAR en estudio.	23
Tabla 5. Mediciones de ruido dB(A) realizadas en planta 1 y planta 2 entre el 25 y 26 de febrero del 2021.	26
Tabla 6. Resultados de temperaturas de estrés térmico registrados en los tres sistemas de tratamiento de residencial Belén durante las horas de operación normal en dos días de muestreo.....	29
Tabla 7. Temperaturas promedio y máximas registradas por la estación termopluviométrica Belén 2020-2021.....	30
Tabla 8. Datos de iluminancia de áreas de trabajo cerradas en tres de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de la Municipalidad de Belén.....	31
Tabla 9. Datos de gases presentes en tres de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de la Municipalidad de Belén.....	33
Tabla 10. Límites de exposición al ácido sulfhídrico según diferentes normas	35
Tabla 11. Datos de muestreo de E. coli en 3 superficies y en 5 muestreos pasivos de aire por cada uno de los tres sistemas de tratamiento de aguas residuales de la Municipalidad de Belén.	36
Tabla 12. Resultado de la evaluación ergonómica de posiciones mediante método RULA de lo observado en los tres sistemas de tratamiento de la Municipalidad de Belén.	38
Tabla 13. Información sobre capacitaciones recibidas y temas de interés para capacitación. ...	42

Tabla 14. Percepciones y opciones de mejora obtenidas del proceso de acción participativa. entre el personal operativo (operador y supervisor) de los tres sistemas de la Municipalidad de Belén.	43
Tabla 15. Otras observaciones realizadas por el área operativa para mejoras en general.	44
Tabla 16. Mediciones de ruido realizadas en planta 1 y planta 2 entre el 25 y 26 de febrero del 2021.	85
Tabla 17. Valores de corrección de datos de ruido sin filtros dB(z) a filtro dB(A).	86
Tabla 18. Resultado de la evaluación de la tabla A del método RULA.	89
Tabla 19. Resultados de la tabla B de la evaluación del método RULA	90
Tabla 20. Resultados de la tabla C evaluación del método RULA	91

Índice de Figuras

Figura 1. Organigrama del Grupo Empresarial PROAMSA	2
Figura 2. Principales unidades que componen un sistema de tratamiento de aguas residuales doméstico.	9
Figura 3. Mapa de comportamiento de presión sonora equivalente en planta 2 con interpolación IDW QGIS 3.16 (INTECO, 2016).	28
Figura 4. Condiciones de iluminación de la caseta de operación de planta 1, aun con la luminaria encendida.....	32
Figura 5. Área exterior donde se encuentra planta 1. Al fondo la caseta del operador.....	32
Figura 6. Condiciones de la caja de rejillas de planta 2.....	32
Figura 7. Presencia de tapas metálicas en la parte superior de la caja de rejillas de planta 2.....	32
Figura 8. Componente de del sedimentador primario. Fosa de válvulas de planta 2.....	34
Figura 9. Muestra pasiva de aire 1 en el área de reactor de planta 2.....	37
Figura 10. Muestra pasiva de aire en caja de rejillas de planta 3.	37
Figura 11. Postura 1 de planta 1 adoptada por el operador al abrir la tapa del tanque de aireación.....	39
Figura 12. Limpieza de caja de rejillas, posición 2 de planta 1.	40
Figura 13. Limpieza de caja de rejillas, posición 5 de planta 1.	40
Figura 14. Toma de efluente en planta 2, postura 1 planta 2.	41
Figura 15. Limpieza de lecho de secado, postura 6 de planta 2.....	41
Figura 16. Limpieza de caja de rejillas, postura 3 de planta 2	41
Figura 17. Limpieza de sedimentador secundario, posición 4 de planta 2.	41
Figura 18. Gráfico de comportamiento de filtros de ruido C y A en comparación de los datos sin filtros Z.	85

I. Introducción

El grupo empresarial PROAMSA, está conformada por tres empresas: La Compañía Proyectos Ambientales PROAMSA, CPA Constructora de Proyectos Ambientales y Tecniplan. La primera fue fundada en 1999, con el objetivo de dar asesoría ambiental y sanitaria, especializada en brindar los servicios de operación y mantenimiento de sistemas de tratamiento de aguas residuales. La segunda creada el 2002, CPA Constructora de Proyectos Ambientales S.A. empresa especializada en el diseño, trámite, construcción y remodelación de sistemas de tratamiento de aguas residuales. La última de ellas se formó en el 2011, con la finalidad de brindar los servicios en el campo de agua potable. Hasta el momento, los servicios que brinda el grupo empresarial abarcan más de 35 sitios de Costa Rica y extendiéndose a otros países como Jamaica, México, Montenegro, Santa Lucía y República Dominicana.

La visión del grupo empresarial es “Ser reconocido como la primera opción en nuestro campo por parte de nuestros actuales y futuros clientes, desarrollado con ellos relaciones de largo plazo y la concientización hacia el cuidado del medio ambiente, convirtiéndonos en el mejor lugar para el desarrollo de nuestra gente”. Y con una misión como empresa se describe de la siguiente manera “Somos un grupo empresarial interdisciplinario que brinda soluciones integrales y personalizadas en el área de la ingeniería sanitaria y la gestión ambiental, a través de consultorías y proyectos de construcción, buscando siempre contribuir con la mejora del medio ambiente.”

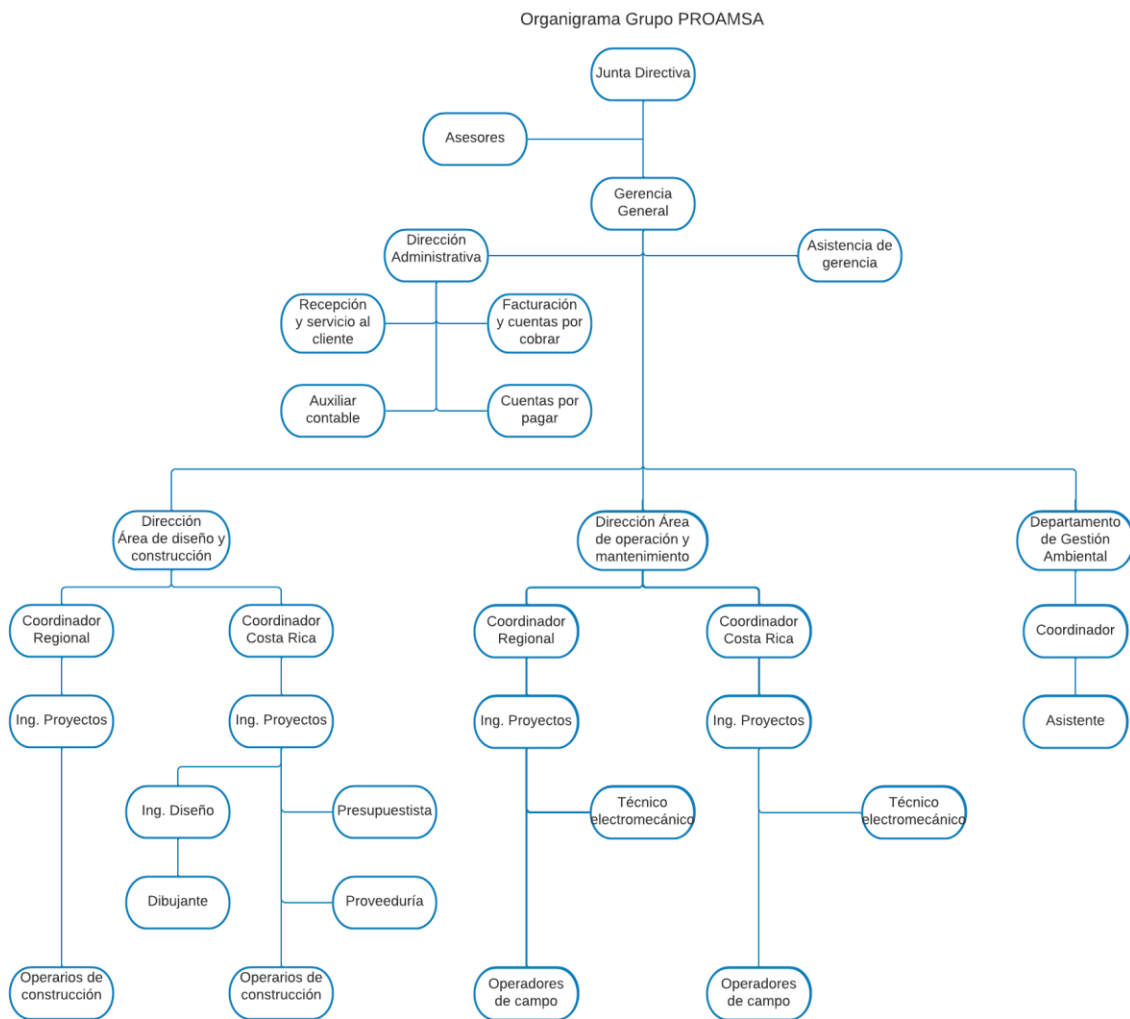
La organización está conformada en una estructura piramidal en donde la alta gerencia y junta directiva dirigen las tres empresas y sus regionales, tal como se muestra en la figura 1. Por lo que alta gerencia influye de manera directa sobre las decisiones de las 3 empresas.

La Compañía Proyectos Ambientales PROAMSA es una división del grupo empresarial PROAMSA que cuenta con un aproximado de 35 colaboradores. Esta división se dedica principalmente a brindar el servicio de supervisión, operación y mantenimiento de sistemas de tratamiento de aguas residuales de terceros; principalmente al sector productivo comercial, como los centros comerciales y hoteles; al sector industrial, principalmente la agroindustria como beneficios de

café, centros de distribución de productos cárnicos, planta de producción de bebidas no alcohólicas y plantas aceiteras; y sector público, donde se da asesoría a centros penales, municipalidades, universidades, hospitales y otros centros médicos.

Figura 1.

Organigrama del Grupo Empresarial PROAMSA



Fuente: Asistente Gerencia, 2021

Otros servicios adicionales se encuentra la elaboración de trámites ante la SETENA, planes de manejo de desechos sólidos y líquidos, estudios de agua y planes de emergencias.

El servicio de operación brindado incluye en la mayoría de casos la presencia de un operador tiempo completo o medio tiempo con supervisión de un electromecánico y un ingeniero para el mantenimiento de equipos y la programación de tareas.

Como se observa en el organigrama, de la figura 1, los ingenieros de proyectos son supervisores que están a cargo de velar por el funcionamiento varios sistemas de tratamiento, mientras que los operadores tienen a su cargo entre 1 a 3 sistemas de tratamiento asignados para la limpieza de unidades, verificación de funcionamiento de equipos, mantenimiento de estructuras y recolección de muestras de medición rutinaria.

A. Justificación

La Compañía Proyectos Ambientales PROAMSA S.A. cuenta con una Comisión de Salud Ocupacional desde abril 2014, la cual se ha encargado de velar por las condiciones de seguridad de los trabajadores desde el nivel básico con la proporción de equipo de protección personal y contabilización de accidentes. Por su tamaño no está obligada a tener un departamento de Salud Ocupacional dentro de su estructura organizacional, no obstante, las exigencias de los clientes y el entorno empresarial actual motivan la necesidad de incursionar en el ámbito de la salud ocupacional para darle un mayor valor agregado al servicio brindado.

Los esfuerzos de la Comisión de Salud Ocupacional de PROAMSA ha permitido contar con un estudio general de las condiciones de salud ocupacional de las plantas de tratamiento de aguas residuales, no obstante, este ha sido realizado con el esfuerzo de personas que no necesariamente son del campo de la Salud Ocupacional por lo que se ve la necesidad de mejorar el plan de salud ocupacional de la empresa con evaluaciones técnicas que aclaren las necesidades de los trabajadores que laboran en las plantas de tratamiento.

La Municipalidad de Belén cuenta con tres plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por PROAMSA, estas representan tres distintas tecnologías y tamaño que sirven como ejemplo para otros contratos de operación y mantenimiento que posee la empresa. Por lo que la evaluación de las condiciones de salud ocupacional proporcionará resultados sobre distintos escenarios de trabajo de los sistemas de tratamiento, además, permite valorar y hacer mejoras

en la seguridad de los trabajadores. Este sería el primer paso para poder implementar un sistema de evaluación de riesgos en la empresa que se pueda utilizar para otras plantas de tratamiento en contrato.

B. Objetivos del Proyecto

General:

Evaluar las condiciones de riesgos de salud ocupacional de tres sistemas de tratamiento de aguas residuales administradas por la Municipalidad de Belén y las necesidades de mejora para la operación de estas.

Específicos:

- Identificar los peligros físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y sus respectivos determinantes de su exposición para tres sistemas de tratamiento de aguas residuales de la Municipalidad de Belén.
- Evaluar los riesgos para los agentes físicos ruido, estrés térmico, iluminación; los agentes químicos porcentajes de oxígeno, ácido sulfhídrico, monóxido de carbono y explosividad; el agente biológico *E. coli*; y las posturas ergonómicas adoptadas por el operador de tres sistemas de tratamiento de aguas residuales de la Municipalidad de Belén.
- Proponer acciones que mejoren las condiciones de salud ocupacional en los sistemas de tratamiento investigadas y de la gestión que maneja la empresa operadora en otros sistemas

C. Alcances y Limitaciones del Trabajo.

El proyecto se realizó únicamente dentro de las áreas consignadas para las plantas de tratamiento de aguas residuales de Residencial Villa Sol, Residencial Manantiales de Belén y Residencial Belén operadas por la empresa pertenecientes a la Municipalidad de Belén y ubicadas en dicho cantón.

Las mediciones del agente biológico *E. coli* realizadas en superficie y aire fueron contratadas al Laboratorio San Martín. Dicho laboratorio está certificado por el ECA cuyos procedimientos de recolección de muestras y procesamiento de estas siguen normas estrictas de calidad. Ante la contratación del laboratorio se limitó la cantidad de muestras a 24, de las cuales 15 fueron en aire y 9 fueron en superficies, por sistema se realizaron 5 muestras de aire y 3 en superficies.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales se encuentran rodeadas por residencias, debido a esto los equipos presentes cuentan amortiguamiento de sonorización, son de baja generación de ruido o son inexistentes por lo que se propone únicamente la medición de ruido en forma de mapeo para saber si hay una afectación desde el punto de vista ocupacional. Se escogió un equipo de medición de ancho de bandas para la proposición de medidas en caso de que se encontrara una inconformidad en las mediciones.

El equipo de medición de gases de espacios confinados alquilado únicamente proporcionaba datos de los siguientes gases: Ácido sulfhídrico, monóxido de carbono, concentración de oxígeno y explosividad. Estos son los gases que se podrían medir en el campo en caso de reproducción del estudio en otras plantas de tratamiento de aguas residuales.

Se escogió como método RULA para el análisis de posturas ergonómicas, con el fin de tener un resultado cualitativo sobre las cargas posturales, considerando que la labor estudiada no es de carácter repetitiva y que el operador puede fijar sus rutinas de trabajo.

La realización del estudio durante una pandemia de virus respiratorio conllevó al mejoramiento de las medidas de higiene y salud por lo que los resultados de los estudios microbiológicos y las rutinas llevadas a cabo por el operador pudieron y podrán variar fuera de las condiciones de pandemia.

D. Vinculación a objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

La ampliación de los servicios de tratamiento de aguas residuales está asociado a los objetivos de desarrollo sostenible, ODS 6.2 (saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos) y 6.3 (mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos), no obstante, estos no

se pueden cumplir sin el compromiso a resguardar la dignidad, salud y los derechos de los trabajadores. Compromiso que se ve reflejado con los ODS 3.9 (reducir el número de muertes y enfermedades producidas por la contaminación del aire, el agua y el suelo) y 8.8 (derechos laborales con entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos) (Naciones Unidas, 2022).

II. Revisión bibliográfica

La depuración de las aguas residuales es un servicio esencial y su alcance, como ya fue mencionado, está incluido en los ODS 6.2 y 6.3 los cuales corresponden al acceso a servicios de saneamiento y mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos (Naciones Unidas, 2022). Las instalaciones para el tratamiento de las aguas residuales se consideran como ambientes de trabajo peligroso, cuyas características expone a los trabajadores de estas a gran cantidad de agentes químicos, físicos, biológicos, biomecánicos, psicosociales y otros riesgos genéricos (ILO, 2012) (Dannoun & Nouban, 2021) (Malakahmad y otros, 2012). El nivel de exposición y las complicaciones de salud que pueda tener los trabajadores de saneamiento están relacionadas con la procedencia del agua residual que trate, el tipo de tecnología con la que se realice el tratamiento, el caudal de agua que maneja por día, el diseño de la infraestructura, las unidades de tratamiento involucradas, prácticas laborales y la estructura organizacional de la empresa depuradora (Malakahmad y otros, 2012) (Oza y otros, 2022).

Los sistemas de tratamiento son un conjunto de procesos conformados por unidades que remueven de manera parcial o total la contaminación del agua para evitar la contaminación del cuerpo receptor y la legislación vigente del país donde se establezca. La complejidad del sistema dependerá de las características del agua residuales que trate y los requerimientos de eficiencia de tratamiento (Comisión Estatal de Agua de Jalisco, 2013). Las características de las aguas residuales domésticas enumeran: temperatura, color, olor, turbiedad, sólidos totales (sedimentables, suspendidos y disueltos), materia orgánica, nitrógeno total, fósforo total, pH, alcalinidad, cloruros, microorganismos (bacterias, arqueas, algas, hongos, protozoarios, virus y helmintos), grasas y aceites (Von Sperling, 2007).

La población servida, el caudal y el grado de peligrosidad a la salud pública son los principales parámetros para clasificar un sistema de tratamiento (Maricopa County Environmental Health Code, 2012). La clasificación depende también de la región en donde se esté analizando. En Costa Rica, se ha definido la clasificación del tamaño de plantas de tratamiento de aguas residuales mediante la población de diseño (Centeno Mora, 2011), ver Tabla 1.

Tabla 1.

Clasificación de sistemas de tratamiento de aguas residuales según población equivalente que sirve.

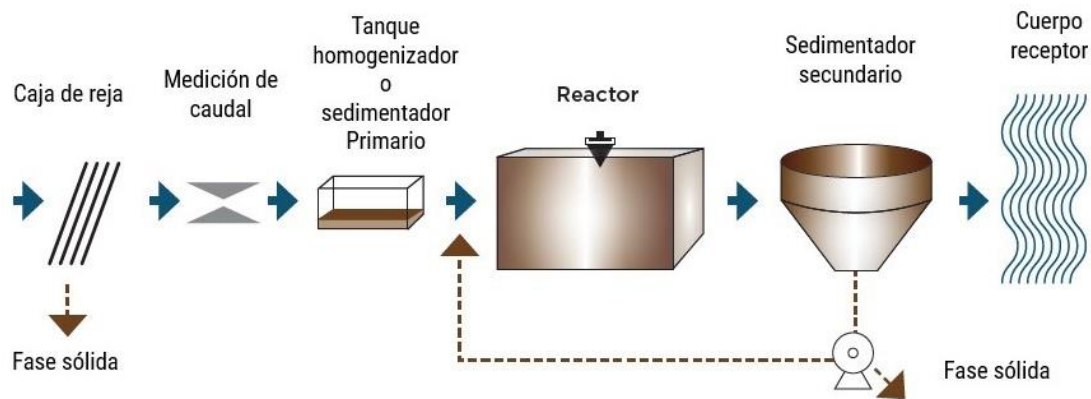
#	Clasificación	Población equivalente (habitantes)	Caudal aproximado (m ³ /d)
1	Muy pequeña	1 000	250
2	Pequeña	5 000	1 250
3	Mediana	10 000	2 500
4	Grande	50 000	12 500
5	Muy grande	250 000 o más	62 500 o más

*Fuente: Modificado de (Centeno Mora, 2011)

Las unidades más comunes en el tratamiento biológico de aguas residuales por lo general incluyen: llegada de afluente, sistema de rejillas, tanques de homogenización o sedimentación primaria, reactor biológico (aerobio o anaerobio), sedimentación secundaria, salida del efluente y tratamiento de lodos, ver figura 2. Principales unidades que componen un sistema de tratamiento de aguas residuales doméstico (Tchobanoglous y otros, 2003) (Caso García, 2018). Entre más pequeña la población a servir los procesos unitarios involucrados suelen ser menos complejos, principalmente para mantener los costos de mantenimiento accesibles para la población. Por ejemplo, en sistemas pequeños de tratamiento de aguas residuales, aquellas con un afluente con velocidad entre 0,30-0,60 m/s, se utilizan rejillas de limpieza manual para la extracción de basura (Comisión Nacional del Agua, 2015). Mientras que sistemas más grandes tienden a utilizar más sistemas automatizados.

Figura 2.

Principales unidades que componen un sistema de tratamiento de aguas residuales doméstico.



Factores de exposición para los trabajadores

Se ha comprobado que las afectaciones en la salud, los accidentes y las exposiciones a agentes de riesgo que pueden tener los trabajadores de los sistemas de tratamiento de aguas residuales (STAR) están relacionadas al diseño y los procesos a los cuales se somete el agua residual (Brown, 1997). Por lo que es importante considerar todos los aspectos que cada uno alberga e identificarlos, pues estos estarán relacionados con los peligros y riesgos que estén presentes en el lugar de trabajo (Dannoun & Nouban, 2021). Una evaluación sistemática de las condiciones de las STAR, las prácticas laborales e inclusive las circunstancias ambientales puede mejorar las condiciones ocupacionales (Vasovic y otros, 2018).

Los estudios referentes a la salud ocupacional en STAR han relacionado ciertas unidades con la exposición a diferentes agentes que afectan la salud de los trabajadores. Entre los agentes más estudiados están los bioaerosoles, los gases generados por la descomposición de la materia orgánica y las caídas. Se observa en la Tabla 2. "Áreas de peligro que han sido identificados en los sistemas de tratamiento de aguas residuales" un resumen de los hallazgos encontrados en otras investigaciones.

Tabla 2.

Peligros identificados en los sistemas de tratamiento de aguas residuales según literatura disponible.

Unidad o componente de procesos	Peligros y/o agente de exposición	Ruta de exposición	# citas encontradas	Países en donde se investigó / caudales (m³/d) o población equivalente (PE)
Caja de rejas	Exposición a bioaerosoles	Inhalatoria	12	Dinamarca (3 000m ³ /d), Italia (22 000m ³ /d). Francia, Irán (67 600 m ³ /d), Canadá, Estados Unidos, México (12 960 m ³ /d), Brasil (432 000 m ³ /d), España (6 960 m ³ /d)
	Exposición a gases tóxicos (H ₂ S, Metano) COV	Inhalatoria	4	España, Polonia (14 200 - 15 200 m ³ /d) Estados Unidos (15 000 - 144 000 m ³ /d) México
	Exposición a químicos (aceites)	Dermal	3	Malasia (11 500 PE), México (12 960 m ³ /d) Estados Unidos
	Riesgo de lesiones	Física	3	España, México
Desarenador	Caídas	Física	3	España, Indonesia
	Riesgo biológico	Dermal/Inhalatorio	3	España (6 960 m ³ /d)
Estaciones de bombeo	Espacios confinados	Físico	3	España, México
	Electrocución	Físico	1	Indonesia
	Acumulación gases explosivos o nocivos generados por la descomposición de las aguas (H ₂ S)	Inhalatorio	4	México Noruega (20 000 – 600 000 PE) España
Tanques o lagunas (incluye sedimentadores)	Caídas o resbalones	Físico	10	España, Malasia (11 500 PE), Italia (22 000m ³ /d) Francia, Indonesia, México, Grecia Estados Unidos (15 000 - 144 000 m ³ /d)
	Contacto con agua residual	Dermal / Ingesta	4	España, Estados Unidos
Instalaciones con aireación	Caídas por salpicadura de aguas residuales.	Físico	1	México
	Exposición a bioaerosoles	Inhalación	13	Polonia, Estados Unidos, Italia, Francia España, México, Grecia
	Exposición a altos niveles de ruido	Físico	1	México
	Exposición a químicos: asbestos, aceites, sales, metales, COV	Dermal/Inhalatorio	3	Turquía, Polonia Estados Unidos

Unidad o componente de procesos	Peligros y/o agente de exposición	Ruta de exposición	# citas encontradas	Países en donde se investigó / caudales (m³/d) o población equivalente (PE)
	Ahogamiento por caída en los tanques con turbulencia de las aguas	Físico	4	Turquía España México
Equipos mecánicos o con partes móviles	Golpes, cortaduras, electrocución.	Físico	6	México, Turquía, Indonesia, España
	Ruido	Físico	3	Turquía, Malasia, España
	Altas temperaturas	Físico	1	España
Sedimentación o separación físico-química	Exposición química: Floculantes, coagulantes	Dermal	1	España
	Caídas	Físico	4	España, Malasia, Indonesia, Estado Unidos
Áreas de desinfección	Exposición química: Cloro en forma sólida, líquida y gaseosa.	Dermal/Inhalatorio	6	España, Indonesia México, Estados Unidos
Entorno	Radiación ultravioleta	Físico	2	Malasia, España
	Estrés térmico en espacios confinados	Físico	1	Turquía
	Mordedura de animales o insectos	Físico	1	España
	Exposición a la lluvia (o mal clima)	Físico	2	Turquía, España
Laboratorio	Riesgo biológico	Dermal	1	México, España
	Riesgo químico	Dermal/Inhalatorio	2	Indonesia
Digestor de lodos	Gases tóxicos	Inhalatorio	6	España, Polonia, Estados Unidos, México
	Agentes biológicos	Inhalatorio	4	Irán, Estados Unidos, México, España
	Riesgo químico	Dermal/Inhalatorio	1	México

Fuente: Elaboración propia

Como evidencia de riesgos biológicos en STAR se ha identificado que la presencia de patógenos en las aguas residuales dependerá de las condiciones climáticas, nivel de higiene y enfermedades endémicas de la población y animales de dónde esta provenga (Aubert y otros, 1998). Varios autores consideran que a los microorganismos adecuados para muestreo en STAR son *Pseudomonas sp*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, enterobacterias en general, bacterias mesofílicas y hongos en general por ser buenos indicadores de la calidad del aire (Michałkiewicz, 2018) (Carducci y otros, 2000) (Korzeniewska y otros, 2009)

Michalkiewicz(2018), compara la presencia microbiana como bioaerosoles en 11 sistemas de tratamiento de aguas residuales con tamaños de entre 350 hasta 200 000 m³/d. Los sistemas más pequeños, con capacidad de tratamiento entre 350 y 500 m³/d, mostraron un máximo hasta 3 900 UFC de coliformes y un promedio 0 y 26 UFC en el área de tratamiento; mientras, un sistema de tratamiento grande para una población equivalente de 1 millón obtuvo un máximo de 500 UFC y un promedio de 10 UFC.

Kumar y Pal (2018), introducen la aparición de bacterias resistentes a los antibióticos en las aguas residuales, tema del cual se tiene poco conocimiento y que se han estado presentando por el mal uso de antibióticos en el sector médico como en el agropecuario. Texeira y otros (2016) encontraron una amplia resistencia a los agentes microbianos (RAM) en muestras de bioaerosoles tomadas en un STAR de una ciudad grande en Portugal. Los niveles de resistencia bacterial más altos se detectaron en la sedimentación secundaria y en las siguientes tres especies *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, y *Citrobater freundii*, e indicaron los riesgos relevantes que este significa para los trabajadores del sistema para nivel ocupacional, pero también, por la dispersión ambiental y las posibles implicaciones a nivel de salud pública.

En cuanto a los riesgos químicos, en las STAR se le da importancia al cloro gaseoso como riesgo químico debido a su uso en la desinfección y al riesgo de fuga que puede generar afectación a los trabajadores como a las comunidades cercanas (Rodríguez , 2016) Otros riesgos químicos asociados con la operación de los sistemas de tratamiento se dan por la exposición a controladores de pH, floculantes, antiespumantes, oxidantes, desodorizantes y desinfectantes; así como gases generados por la actividad metabólica de los microorganismos presentes en el

agua como metano, ácido sulfhídrico o sulfuro de hidrógeno (H_2S) y monóxido de carbono (Caso García, 2018). Según la bibliografía relacionada, se esperar percibir gases tóxicos o en su defecto carencia de oxígeno en los procesos o unidades que involucren: espacios confinados, cajas de rejas, instalaciones con aireación y digestión de lodos. El INSST (2017) tiene una ficha especial en su serie “Situaciones de Trabajo Peligrosas – STP” dedicado a la limpieza y mantenimiento en espacios confinados en sistemas de tratamiento de aguas residuales de los riesgos por exposición a sulfuro de hidrógeno.

Lee y otros (2007) reportaron niveles de exposición al sulfuro de hidrógeno inferiores a los niveles regulados (10 ppm) y 91 UE/ m^3 (unidades de endotoxina/ m^3) para endotoxinas. Aún con niveles de sulfuro de hidrógeno bajos los trabajadores presentaron problemas respiratorios y neurológicos asociados con la exposición al sulfuro de hidrógeno.

Otros gases medidos en sistemas de tratamiento de aguas residuales dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), amoníaco (NH_3) y compuestos orgánico-volátiles (COVs). Para lo que Teixeira et al. (2013) han registrado valores en sistemas de tratamiento de aguas residuales entre 251 a 9710 ppm de CO_2 , entre 0,1 a 6,0 ppm de H_2S , concentraciones menores a 2 ppm de NH_3 y concentraciones entre 36 a 1724 $\mu g/m^3$ de COV (siendo el tolueno el que mayor concentración se presentó) (Teixeira y otros, 2013).

Otros factores de riesgo que se presentan en las STAR son los ergonómicos, los cuales son clasificados por la INSST por: factores ambientales como temperatura, ruido, humedad e iluminación, características deficientes del entorno de trabajo como espacio, orden y limpieza; y otras variables individuales asociadas a cada trabajador como sexo, dimensiones corporales, edad, experiencia y formación; y por factores asociados a la carga de trabajo (INSST, 2022). Además, hay que sumarle factores psicosociales por inadecuada organización de trabajo (ISTAS, 2015).

El ruido se conoce como un sonido molesto producido por variaciones de la presión atmosférica transmitidas en determinadas frecuencias y amplitud a través del aire y que son percibido por el oído. En los sistemas de tratamiento, el ruido es generado por los equipos mecánicos como sopladores o sistemas de bombeo. Se considera que la exposición durante más de 8 horas a

niveles de presión sonora superior a las 85 dB es relacionada con daños auditivos (OSMAN, 2011).

El estrés térmico es la carga de calor a la que están expuestos los trabajadores como consecuencia de las condiciones ambientales del trabajo, la actividad física de la labor y las características de la ropa que llevan. La exposición ocupacional al calor y las consecuencias por sobrecarga térmica dan en el organismo dos tipos de cargas térmicas: La externa o ambiental y la carga interna o metabólica (Instituto de Salud Pública de Chile, 2013).

Los factores de riesgo por manejo de cargas incluyen los trastornos musculoesqueléticos (TME), los cuales son problemas de salud ergonómicos asociados al aparato locomotor y abarca todo tipo de dolencias; desde molestias leves y pasajeras hasta lesiones irreversibles y discapacitantes. (Organización Mundial de la Salud, 2004)

Gombau Miravet (2014) identificó en el STAR de Torreblanca, España, fatiga postural tolerable por periodos prolongados de pie, posturas estáticas que pueden resultar forzadas e inadecuadas. Mientras, que Naula (2010) en Ecuador encuentra aceptables la mayor cantidad de los riesgos ergonómicos con excepción al momento de subir y bajar compuertas y otros elementos pesados.

Las caídas y tropiezos se presentan entre los principales riesgos genéricos debido a suelos resbalosos por la presencia de salpicadura de agua. (Malakahmad y otros, 2012)

La exposición de la piel a las aguas residuales es alta debido al tipo de trabajo que se realiza. Esta puede provocar dermatitis debido a las características orgánicas e inorgánicas del agua que irritan la piel. (Malakahmad y otros, 2012)

III. Metodología

A. Diseño y población de estudio

El presente estudio es del tipo observacional, con método secuencial mixto explicativo, donde se obtiene la obtención de datos cualitativos, como las percepciones del trabajador y sus niveles superiores; y cuantitativos como datos de ruido, temperatura, entre otros. Además de tener una sesión participativa con el personal de operación y la gerencia.

Se trabajó directamente con 4 personas; dos en el área operativa y dos en el área de gerencia. El área operativa se constituyó del operador del sistema de tratamiento de aguas residuales y su supervisor, mientras que el área de gerencia estuvo conformada por la gerente de la empresa y la directora del departamento de operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales.

B. Área de estudio

El área de estudio ha sido tres los sistemas de tratamiento de aguas residuales que están bajo la administración de la Municipalidad de Belén y estaban siendo operadas por la Compañía de Proyectos Ambientales desde el 2010. Las cuales se les nombra planta 1, planta 2 y planta 3. Estas tienen una capacidad para tratar 30 m³/día con tecnología de lodos activados convencional, 542 m³/día con tecnología de lodos activados aireación extendida y 186 m³/día con tecnología de filtro anaerobio de flujo ascendente respectivamente al orden anterior. (Ver Apéndice 1)

Los tres sistemas de tratamiento son operados por un solo trabajador en una jornada de 6 horas diarias por 6 días a la semana, el cual es supervisado una vez a la semana por un ingeniero. El ingeniero se encarga de programar las tareas de cada semana de trabajo y de proveer los insumos que necesita el operador.

De los tres sistemas de tratamiento, sólo una de ellas cuenta con el manual de operación proporcionado por los diseñadores del sistema. Los otros dos sistemas de tratamiento de aguas residuales no cuentan con el manual de operación de los diseñadores, no obstante, cuentan

con planes de trabajo estructurados formulados por el supervisor de planta siguiendo las especificaciones de contrato con la Municipalidad de Belén.

C. Técnicas de recolección de información

La recolección de información consistió en tres etapas: la primera etapa contempló la caracterización básica de aspectos específicos en cada sistema de tratamiento influyen en la exposición laboral como rutinas de trabajo, tecnología y diseño de infraestructura (Saenz & Rojo, 2018). Mientras que la segunda etapa se realiza la toma de mediciones de ruido, de temperatura para de estrés térmico, gases de espacios confinados, de muestras microbiológicas, registro fotográfico para evaluación de ergonomía biomecánica y una integración participativa donde se recolectaron las percepciones de la parte operativa y la parte de gerencia. La tercera etapa consistió en compilación de la información teórica, diseño, rutinas, la elaboración de fichas de condiciones, rutinas de trabajo, y tareas que se ejecutan en los sistemas de tratamiento de aguas residuales y la presentación de recomendaciones en cuanto a EPP que debe ser utilizado en las actividades.

1. Caracterización básica

Se realizó la recolección sistemática de datos sobre los sistemas de tratamiento de aguas residuales en estudio. Esta consistiría en los siguientes elementos: descripción del sistema, los procesos y maquinarias involucrados, identificación de sitios con emisiones de aerosoles, descripción de la jornada laboral, rutina y prácticas laborales del operador, identificación de áreas o procesos de riesgo, observaciones de campo e identificación de productos químicos utilizados, revisión de planos de los sistemas de tratamiento, revisión de historiales.

Los resultados de la caracterización básica se resumieron en una ficha técnica de cada sistema.

2. Medición de ruido

Se hicieron mediciones puntuales de los niveles sonoros dB(Z) en planta 1 y 2 durante un día en varios sitios específicos con la maquinaria trabajando y con distintos modos de operación, mediante un sonómetro, 3M® SoundPro™ que cuenta con la capacidad de medir octavas de

banda. El medidor cumple con entre otras las normas IEC 61326-1 (2005), y su funcionamiento fue verificado con su calibrador antes de cada uso.

Se descartó realizar mediciones en planta 3 debido que durante la caracterización básica se observó la ausencia de fuentes generadoras dentro del área del sistema y sus alrededores

Los valores dB(Z) de las octavas de banda se convirtieron a dB(A) para el análisis. Adicionalmente, se generó un mapa de comportamiento de ruido para planta 2. Este se realizó mediante una interpolación de los puntos muestreados mediante el programa QGIS versión 3.16 Hannover. Con el cual se tomaron los puntos vectores de los muestreos de ruido georreferenciados y se convirtieron a información ráster mediante la interpolación IDW. Para después escalar los valores en 3 rangos de coloración. La coloración verde se utilizó para niveles de presión sonora entre 55 y 64 dB(A), la coloración ámbar se utilizó para los niveles entre 65 y 74 dB(A); y para niveles superiores a los 75 dB(A) se utilizó la escala de color naranja.

3. Medición de temperatura para estrés térmico

Se realizó medición de temperaturas para estrés térmico (TGBH) con dos distintos monitores ambos calibrados, un QUESTemp³⁶ Thermal Environment Monitor de 3M y un EXTECH HT200. Se utilizó el protocolo para la medición de estrés térmico según el INTE /ISO 7243 :2016.

Las mediciones se realizaron durante 1 hora en cada sistema de tratamiento durante la rutina y jornada laboral del trabajador. Los días de muestreo se realizaron en los meses en los cuales esperaba mayor temperatura febrero y julio.

Para las condiciones de trabajo del operador se consideró un consumo metabólico moderado tomando de referencia la tabla de clasificación de niveles de consumo metabólico de la norma INTE /ISO 7243 :2016. El cual se describe como un trabajo de sostenimiento con manos y brazos; empujar o tirar carretas o carretillas cargadas con pesos ligeros; caminar a una velocidad de 3,5 km/h a 5,5 km/h; forja (Ver anexo 2)

4. Pruebas de iluminación

Se determinó en cada sistema de tratamiento en los espacios cerrados incluso en la caseta del operador los niveles de iluminación con luxómetro Sper Scientific 850007. Los valores obtenidos fueron comparados con la norma INTE /ISO 8995-1:2006.

5. Medición de gases

Se hicieron mediciones puntuales de los gases de con porcentaje de oxígeno (O₂), concentración monóxido de carbono (CO), concentración de sulfuro de hidrógeno (H₂S) y porcentaje de explosividad (LEL%) principalmente en los espacios confinados o semi confinados con o sin presencia de agua residual de cada sistema de tratamiento, con un monitor portátil con múltiples sensores, GAS ALERT MaX XT II, (BW Technologies, EE. UU.) (Ver certificado de calibración en Anexo 3). Para evitar el ingreso en los espacios confinados, se realizaron las mediciones mediante una manguera de extensión.

6. Medición de agentes biológicos

Como indicador de la presencia de agentes biológicos en el entorno laboral se contrató al Laboratorio San Martín para tomar muestras microbiológicas de *E. coli* en superficies y por deposición de aire y su respectivo análisis. Durante un día se tomaron en cada sistema de tratamiento cinco muestras por deposición de aire (muestreo pasivo) y se muestrearon tres superficies. Las muestras por deposición de aire se ubicaron en la caja de rejas y el reactor biológico, mientras que las muestras en superficie se realizaron en el escritorio, cono Imhoff y perilla de la puerta del servicio sanitario de cada sistema de tratamiento.

En total se analizaron en las 24 muestras tomadas la presencia de *E. coli*. Los muestreos en superficie y aire se realizaron mediante el MTDT-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies del laboratorio San Martín) y su análisis se realizó mediante el Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th. Procedimientos que están certificados por el ECA, ver anexo 4.

7. Evaluación ergonómica de carga postural

Se observó las diferentes labores del operador en los tres sistemas de tratamiento con énfasis en las posturas adoptadas. La observación se realizó durante 3 días y abarcó la mayor cantidad de labores que realiza el operador a diario. Como parte de la observación se tomaron fotografías de las posturas de manera que el operador quedara de frente. Para cada tarea se tomó varias fotografías capturando diferentes momentos del movimiento.

Mediante la aplicación RULER de la página ERGONAUTAS de la Universidad Politécnica de Valencia se realiza la medición de ángulos de las fotografías, con el fin de ser utilizados en el análisis mediante el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment). (Diego-Mas, 2015)

El método RULA está compuesto por 3 tablas (A, B y C) y 15 pasos o verificares. La primera tabla correspondiente al grupo A considera aspectos del brazo, antebrazo y muñeca con corrección de la valoración por giro de la muñeca, repetitividad o carga levantada.

Los aspectos de consideración del grupo A son: ángulo formado entre el brazo y el cuerpo considerando si hay un apoyo de por medio, ángulo de flexión del codo considerando si los antebrazos se cruzan o separan del cuerpo, posición de la muñeca considerando si esta está doblada por la línea media, giro de la muñeca, finalmente suma el puntaje si la postura es repetitiva y si hay levantamiento de cargas. El resultado final de la tabla se utiliza como valor de fila en la tabla C.

La segunda tabla o Grupo B considera cuello, tronco y piernas de una manera muy similar a la tabla A, incluyendo de igual manera si hay repetitividad de la postura o levantamiento de carga. Los aspectos que consideran esta tabla son: posición de cuello considerando si hay rotación o inclinación lateral, posición del tronco considerando si hay torsión o inclinación lateral, piernas apoyadas y equilibradas o no, finalmente se suma a lo obtenido el puntaje por el uso muscular y el levantamiento de cargas. El resultado final se utiliza para establecer el valor columna de la Tabla C.

La tabla C permite dar un valor sobre la carga postural, mediante una clasificación del 1 a 7, considerándose que entre mayor sea el valor más elevado será el riesgo que sufre el trabajador. Para lo cual se utilizó la hoja de campo del método, ver Anexo 5.

8. Integración participativa

Se realizó dos conversatorios de integración participativa en los cuales se buscó conocer la percepción de riesgo, para luego exponer los riesgos encontrados en los sistemas de tratamiento y finalmente se realizó la búsqueda de soluciones para los riesgos encontrados.

El primer conversatorio se realizó con el operador y el supervisor de planta, para ello se agendó un día para una reunión de una hora con ellos en planta 2. Con ellos se abarcaron los temas de uso de herramientas, equipo de protección personal, percepción de la seguridad en los sistemas de tratamiento, aspectos que generan incomfort, las medidas tomadas para solucionar el incomfort y las observaciones de mejora.

El segundo conversatorio se realizó con la directora del área de operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales y la gerente general de PROAMSA. Este se realizó de manera virtual por medio de la plataforma Zoom. Se inicia la sesión con una presentación del proyecto efectuado. En la presentación se muestra los resultados preliminares obtenidos, con estos se efectúa un conversatorio sobre los aspectos encontrados y sus posibles soluciones.

D. Variables del estudio

Tabla 3.

Variables consideradas en el estudio según objetivo de trabajo

	Objetivo	Variable	Indicador	Instrumento
Objetivo específico 1	Identificar los peligros físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y sus respectivos determinantes de exposición presentes en tres sistemas de tratamiento de aguas residuales de la Municipalidad de Belén.	Agentes físicos	Presencia de equipos mecánicos	Caracterización básica
			Datos de temperaturas del cantón de Belén	Bibliografía sobre condiciones climáticas del cantón de Belén.
			Presencia de sitios cerrados	Caracterización básica
		Agentes químicos	Presencia o uso de agentes químicos	Caracterización básica
		Agentes biológicos	Presencia de agentes biológicos	Caracterización básica
Objetivo específico 2	Evaluar los riesgos para los agentes físicos ruido, estrés térmico, iluminación; los agentes químicos oxígeno, ácido sulfhídrico, monóxido de carbono y explosividad; el agente biológico <i>E. coli</i> ; y las posturas ergonómicas adoptadas por el operador de tres sistemas de tratamiento de aguas residuales de la Municipalidad de Belén.	Agentes biomecánicos	Actividades y sitios de trabajo con posiciones repetitivas o forzosas	Caracterización básica
		Agentes genéricos	Condiciones de infraestructura y equipos	Caracterización básica
		Ruido	Niveles de presión sonora equivalentes registrada	Sonómetro 3M SoundPro, tipo II con analizador de banda de octava
			Nivel de presión sonora por banda de octava	
		Temperatura	Temperatura de Globo Bulbo Húmedo registrado	Termohigrómetro calibrado
	Iluminación	Lúmenes registrados	Luxómetro	
	Gases H ₂ S, CO, O ₂ y LEL	Concentración de gases registrados	Medidor de gases para espacios confinados	
	<i>E. coli</i>	UFC de <i>E. coli</i> .	Laboratorio San Martín	

	Objetivo	Variable	Indicador	Instrumento
		Posturas	Ángulos de postura	Observaciones fotografía/RULA
Objetivo Específico 3	Proponer acciones que mejoren las condiciones de salud ocupacional de tres sistemas de tratamiento de aguas residuales de la Municipalidad de Belén	Condiciones de salud ocupacional obtenidas	Informe de resultados preliminares	Cuadro resumen de las condiciones de salud ocupacional
		Acción Participativa operativa	Minuta	Conversatorio participativo
		Acción Participativa gerencial	Minuta	

IV. Resultados obtenidos y mediciones

A. Caracterización básica

Los tres sistemas de tratamiento de aguas residuales ordinarias se encuentran dentro de un radio menor de 3 km ubicadas en el cantón de Belén, Heredia. Estas son vistas por un solo trabajador con horario de trabajo de 6 am a las 2 pm. El operador se moviliza en bicicleta eléctrica para desplazarse entre los sistemas de tratamiento y tiene que dividir su jornada laboral de ocho horas diarias entre cada una de las instalaciones con una estadía mínima de una hora y un promedio de dos horas.

No hay un orden de visita u horario definido de estancia para cada sistema. No obstante, el operador cuenta con una rutina de trabajo; la cual inicia en planta 2 para realizar cambio de ropa y recoger la bicicleta con la cual se desplaza a la planta 1 donde inicia las labores. Prosigue con planta 3 y finalmente regresa a planta 2, donde termina la jornada.

La tabla 4 muestra un breve resumen de los peligros, medios de exposición y áreas o procesos involucrados que fueron identificados durante la caracterización básica de las STAR. En el apéndice 1 se encuentran las fichas completas de la caracterización básica de cada sistema.

Tabla 4.

Principales peligros, medios de exposición y áreas o procesos identificados durante la caracterización básica de las STAR en estudio.

Tipo de peligro	Medio de exposición	Tarea o unidad de proceso
Biológicos	Inhalación- Dermal	Limpieza de caja de rejillas (con agua de presión), toma de muestras, limpieza de lechos de secado, mantenimiento de equipos con contacto de agua residual.
Químico	Inhalación- Dermal	Caja de rejillas, calado de lechos de secado y espacios cerrados
Ergonómico-Físico	Entorno (Iluminación, temperatura, ruido)	Espacios cerrados, lechos de secado, tareas a la intemperie, caseta de sopladores.
Ergonómico-biomecánico	Posturas del operador	Limpieza de sedimentadores secundarios, limpieza de lechos de secado
Genérico	Entorno (caídas, cortes, electrocución)	Todo el sistema en general

Planta 1

Este sistema consiste en un sistema de tratamiento de tecnología aeróbica enterrada. Si capacidad máxima de tratamiento es para 30 m³/día de agua, lo que se considera un sistema de tratamiento pequeño. Se encuentra ubicado dentro un residencial de clase media alta de aproximadamente de 30 casas.

Cuenta con todas sus unidades por debajo de nivel de suelo, esto incluye caja de rejillas, tanque de aireación, sedimentador secundario, unidad de aforo y lecho de secado. Por lo que hay partes de la infraestructura con diferencias de niveles. Se cuenta con una caseta para almacenamiento de herramientas de medición y limpieza, y un servicio sanitario.

El sistema se encuentra visible a las personas del residencial, lo único que lo separa es una malla ciclón. El residencial cuenta con una caseta de vigilancia a 160 m del sistema, donde se lleva un registro de entradas y salidas.

Planta 2

El sistema consiste en un tratamiento aeróbico biológico semi enterrado, con capacidad máxima de 542 m³/día, lo que se considera un sistema de tratamiento mediano. Se encuentra ubicado en los alrededores de un residencial de clase media baja de aproximadamente 500 unidades habitacionales.

Este sistema cuenta con caja de rejillas, tanque de homogenización, 2 tanques de aireación, 2 sedimentadores, 3 lechos de secado y una unidad de aforo. La primera unidad, caja de rejillas, se encuentra en un sótano cuyo acceso es por medio de gradas de cemento que al final topa con una puerta metálica; el cual comporta como un espacio semi-confinado. Después continúa bajando más gradas de cemento hasta llegar a una plataforma metálica con malla ciclón. En la parte superior hay tapas metálicas removibles. La segunda unidad, tanque de homogenización, es un tanque cerrado semienterrado con acceso por medio de gradas metálicas hasta una altura de aproximadamente 2 m sobre nivel del suelo. En la parte superior se tienen barandas. Los 2 tanques de aireación y sus respectivos sedimentadores es un conglomerado de tanques abiertos semienterrados de aproximadamente 3 m sobre nivel de suelo, con un único acceso

con gradas metálicas. Los lechos de secado son unidades a nivel de suelo, las cuales cuentan con techo de lámina acrílica. Finalmente, la unidad de aforo es tipo caja de registro con tapa metálica a nivel de suelo.

Se cuenta también con una caseta para almacenamiento de herramientas de medición y limpieza. Además de una caseta de vigilancia y un servicio sanitario compartido con el personal de vigilancia. El servicio de vigilancia es dado por una empresa externa a la operación pagado por la Municipalidad de Belén, cuyo horario de trabajo es de 6 pm a 6 am. Por lo que el operador se encuentra sólo durante toda su jornada.

Planta 3

El sistema consiste en un tratamiento anaeróbico enterrado, capacidad máxima de 186 m³/d, lo que se considera un sistema de tratamiento pequeño. Se encuentra ubicado dentro un residencial de clase alta de aproximadamente de 60 casas. A diferencia de los otros 2 sistemas este tiene la característica que recibir mayor cantidad de detergentes activos al azul de metileno.

Este sistema de tratamiento cuenta con caja de rejillas, desarenador, caja de distribución, sedimentadores primarios, filtro anaeróbico de flujo ascendente, unidad de aforo y lecho de secado. Adicionalmente, están las cajas de registro para las válvulas de vaciado; las cuales son espacios confinados. Se cuenta con una caseta para almacenamiento de herramientas de medición y limpieza, y un servicio sanitario. Este sistema tiene la característica de que no cuenta con electricidad y no es visible desde el exterior dado que está rodeado por árboles.

El residencial cuenta con una caseta de seguridad a 400 metros del sistema de tratamiento de aguas residuales. Por lo que en caso de emergencia dentro del sistema difícilmente el operador será visto desde el exterior.

B. Ruido

De los tres sistemas de tratamiento en estudio se determinó que aquellas con presencia de equipos mecánicos calificaban para los muestreos de ruido. Por ello, se toman mediciones en las plantas 1 y 2; las cuales cumplen con el criterio de poseer equipos mecánicos. Planta 3, además de carecer de equipos mecánicos se encuentra con mayor distancia de otras edificaciones por lo que no recibe influencia sonora externa significativa.

Las mediciones de presión sonora equivalente para dB(A) obtenidas rondaron entre los 60 dB y los 76 dB con una incertidumbre calculada de ± 4 dB (considerando la incertidumbre de las mediciones y la conversión de dB(Z) a dB(A)). Con el dato de presión sonora más elevado dentro de la caseta de sopladores de la planta 2 con 76 dB(A). Según se visualiza en la Tabla 5.

Tabla 5.

Mediciones de ruido dB(A) realizadas en planta 1 y planta 2 entre el 25 y 26 de febrero del 2021.

	Lugar específico	Frecuencia (Hz)								
		63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	L(A)eq
Planta 1	Reactor	39,2	46	52,6	54,6	70,5	66,3	63,1	58	73
Planta 2	Laboratorio	41,1	46,9	42,3	44,2	45,7	50,5	46,4	39,8	55
	Caja de rejas	34,6	46,6	40,8	51,7	57	52,8	52	46,7	60
	Esquina superior de la propiedad	32,1	48,4	51,1	51,8	49,3	47,4	46,7	42,1	57
	Entrada de Caseta sopladores	43,9	50,3	62,5	63,5	62,2	53,7	49,2	42,7	68
	Lecho de secado	36,2	40,5	50,5	58,3	62,8	61,8	65,6	58,5	69
	Caseta de sopladores	52,4	62,9	71,4	71,4	70,6	54,6	56,7	49,4	76

*Fuente: Elaboración propia, 2021

En el caso de planta 1, las principales fuentes de generación sonora son la bomba de recirculación y el equipo de aireación (tipo Venturi). Al ser un sistema muy pequeño es difícil diferenciar el equipo con mayor impacto sonoro, 'por lo que se considera la presión sonora del efecto sinergia de todos los equipos como los generadores de ruido. En el centro del sistema

donde se encuentran los equipos se obtiene una medición de 73 dB L_{Aeq} con un tiempo de exposición de aproximadamente 2 horas.

En el caso de planta 2, los sopladores son la principal fuente de ruido con 76 dB L_{eq} aún con su correspondiente carcasa de confinamiento. El tiempo de exposición es de aproximadamente 15 minutos diarios por limpieza de equipos, registro de presión de los sopladores y tiempo de funcionamiento de los sopladores.

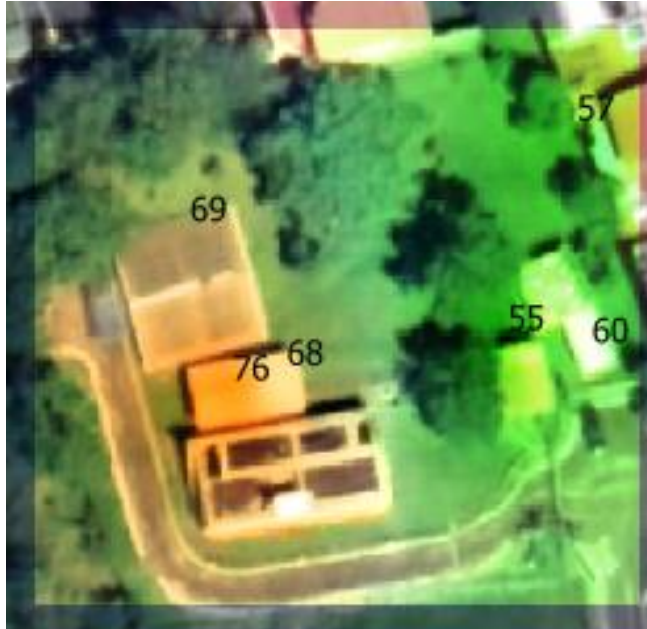
Considerando las que la legislación costarricense el tiempo de exposición diaria es inferior a 85dB en una jornada de 8 horas por lo que no hay incumplimiento al Decreto N°10541 (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1979). Considerando las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2018), la exposición de 2 horas semanales a 76 dB(A) equivale a un rango entre 56 a 61 dB porcentaje anual L_{Aeq} según la combinación de exposición horaria y número de horas por semana acercarse al porcentaje anual L_{Aeq} , lo cual aún se considera una exposición aceptable.

Planta 2, es el sistema con mayor cantidad de equipos mecánicos instalados, por lo que representa el sitio de mayor exposición. Se realizó un mapa del comportamiento de la presión sonora en dB(A) de planta 2 para mejorar la percepción de la exposición al ruido. El mapa de la figura 3 consiste en la interpolación de los datos registrados de ruido según los sitios de generación de ruido identificados y otros puntos de referencia.

En la figura 3, se utilizó una escala de colores para la presentación de los niveles de presión sonora. La coloración verde se utilizó para niveles de presión sonora entre 55 y 64 dB(A), la coloración ámbar se utilizó la para los niveles entre 65 y 74 dB(A); y para niveles superiores a los 75 dB(A) se utilizó la escala de color naranja.

Figura 3.

Mapa de comportamiento de presión sonora equivalente en planta 2 con interpolación IDW QGIS 3.16 (INTECO, 2016).



Fuente: Elaboración propia.

C. Estrés térmico

Según la rutina de trabajo, Planta 1 es el primer sitio al cual el operador acude en su jornada laboral normal, con permanencia de 6:20 am a 7:25 am. Durante ese lapso, se registró una $TGBH_e$ de 21 °C, que según los valores de referencia de la norma INTE /ISO 7243 :2016 para una persona aclimatada se encuentra por debajo de los valores de estrés térmico para la tarea.

Por rutina, Planta 3 es el segundo lugar de trabajo al que se presenta el operador con una presencia de aproximadamente una hora o más dependiendo de las necesidades de trabajo. La tarea analizada como posible generador de estrés térmico es la limpieza de los sedimentadores primarios, pues es la tarea que debe realizarse a la intemperie. Se realizaron dos mediciones, las cuales los valores 23,3 °C y los 24,6 °C para $TGBH_e$. Valores que al igual que planta 1 son inferiores a los términos de referencia para estrés térmico en personas aclimatadas. Para este sistema faltó evaluar las condiciones de estrés térmico para el lecho de secado, tarea que se realiza una vez al año aproximadamente.

Planta 2, es el sitio de mayor permanencia del operador debido al tamaño y complejidad del sistema. Normalmente, el tiempo de estadía es de 4 a 5 horas iniciando de las 9 am hasta la 1 pm o 2 pm. Las tareas que se realizan a la intemperie son toma de muestras y limpieza de sedimentadores. Además, está la limpieza de lechos de secados, los cuales son unidades con techo diseñadas para aumentar las temperaturas ambientales para el proceso de secado de lodos. Aunque estos se encuentran con sus costados abiertos se vio la necesidad de corroborar si producen condiciones de estrés térmico.

Se considera como referencia en planta 2 el lecho de secado para las condiciones de estrés térmico, debido a que la tarea de limpieza conlleva mayor cantidad de tiempo que la limpieza de sedimentadores y la toma de muestras. Las dos mediciones realizadas fueron entre las 10:20 am y 11:20 am, momento en que el operador realizaba la tarea de limpieza. Los resultados, registrados en la tabla 6, muestran valores de TGBH_e muy similares entre 24,5 °C y 24,6 °C, los cuales son inferiores al TGBH de estrés térmico de referencia para personas aclimatadas, por lo que en estos casos específicos el trabajador se encuentra fuera del rango de afectación por estrés térmico.

Tabla 6.

Resultados de temperaturas de estrés térmico registrados en los tres sistemas de tratamiento de residencial Belén durante las horas de operación normal en dos días de muestreo.

	Hora de medición	Ubicación	TGBH_e1 (°C) 25/02/21	TGBH_e2 (°C) 12/07/21	TGBH (°C) ref. aclimatado*
Planta 1	7:19	Costado del reactor	21,0	-	28
Planta 2	11:21 / 10:21	Lechos de secado	24,6	24,5	28
Planta 3	8:37 / 8:47	Loza de filtro anaerobio	23,3	24,6	28

*Valor de referencia INTE /ISO 7243 :2016, para consumo metabólico entre 234 < M ≤ 360

Las mediciones de estrés térmico se realizaron en dos días distintos a finales de febrero y a mediados de julio, ambos días presentaron cierta nubosidad. Las temperaturas ambientales registradas fueron más altas que las temperaturas TGBH, las cuales rondaron entre los 24 °C en planta 3 y entre 26 °C y 27 °C en planta 2.

Si se comparan las temperaturas ambientales registradas en campo con la estación termopluviométrica Belén (San Antonio de Belén) con las temperaturas registradas para el

mismo año y un año anterior (ver tabla 7) se puede observar que se pueden tener temperaturas máximas más altas que las vistas en campo. Además, el 2021 fue un año con temperaturas promedio estables que rondaron los 22 °C en comparación con el 2020, año en que se registraron temperaturas promedio hasta de 24 °C en el mes de abril.

Tabla 7.

Temperaturas promedio y máximas registradas por la estación termopluviométrica Belén 2020-2021

Temperatura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio 2021	22,1	22,7	22,7	22,7	22,8	22,3	22,5	21,9	22,1	22,1	22,2	22,6
Máxima 2021	28,8	32,3	32,9	31,8	30,4	30,7	30,4	29,9	30,5	30,6	34,1	29,7
Promedio 2020	22,8	23,1	23,5	24,0	23,3	22,5	22,7	22,4	21,9	21,9	21,6	21,9
Máxima 2020	30,5	31,9	31,4	33,2	31,1	30,7	30,1	30,6	30,9	30,0	28,9	29,0

*Fuente: Recopilación de temperaturas de los boletines meteorológicos mensuales del IMN (2020, 2021)

Considerando que las últimas predicciones climáticas bajo los escenarios RCP-2.6 y RCP-8.5, está la posibilidad de un incremento de temperaturas del país aún con la proyección por cambio climático menos impactante (RCP-2.6). Con el escenario RCP-2.6 pronostica un aumento de temperatura promedio en el país de 1,1 °C a 1,3 °C (al 2039), mientras, que el escenario RCP-8.5 proyecta en el mismo plazo de tiempo un aumento entre 1,1 °C a 1,6 °C (Alvarado Gamboa, 2021). Por tanto, no se descarta la posibilidad de que se puedan conseguir mediciones mayores de temperatura TGBH si la temperatura ambiental llega a elevarse 1,5 °C más.

Otros factores que influyen en el estrés térmico es la presencia de sombra, velocidad del viento, rutinas del trabajador y su vestimenta. Como se valoró en la caracterización básica la infraestructura como techos y árboles en los alrededores del sistema de tratamiento son factores que ayudan a combatir o promover el estrés térmico.

D. Iluminación

Para los datos de iluminación se consideraron los espacios cerrados en donde el trabajador debía realizar alguna acción con frecuencia. Por lo que se consideraron las casetas del operador en donde se realizan las anotaciones diarias de los muestreos de las aguas residuales y la caja de rejillas de planta 2, la cual en área confinada detectada en caracterización básica.

Las mediciones se realizaron considerando la rutina habitual del operador, con las condiciones habituales de trabajo. Lo que da como resultado los valores de la tabla 8.

Tabla 8

Datos de iluminancia de áreas de trabajo cerradas en tres de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de la Municipalidad de Belén

	Hora de medición	Ubicación	Lúmenes registrados (Lux)	Lúmenes recomendados (Lux)
Planta 1	6:30 am	Costado de reactor	2354	ND
	7:04 am	Caseta del operador	114*	300
Planta 2	9:04 am	Caseta del operador	306**	300
	10:54 am	Caja de rejillas	21**	50
Planta 3	8:40 am	Caseta del operador	381**	300

Fuente: Elaboración propia.

* Con iluminación artificial presente

**En condiciones naturales

En cuanto a regulación y referencia se cuenta con la norma INTE/ISO 8995-1:2016 Iluminación de los lugares de trabajo. Dado que no hay un valor de referencia específico para la actividad en la norma, se utilizaron valores de referencia similares a las tareas que se mencionan en la norma. Las tareas de referencia fueron: Oficina en específico Archivado, copiado, circulación, entre otros para las casetas del operador y Túneles subterráneos (tamaño humano), bandas transportadoras, sótanos (bodegas), entre otros para la caja de rejillas de planta 2.

En el caso de Planta 1, se realizaron mediciones de iluminancia tanto al costado del reactor como en la caseta de operador. Como se observa en las figuras 4 y 5 la caseta del operador en planta 1 cuenta con ventanas, no obstante, cuenta con polarizado cuya función principal es evitar la visibilidad hacia dentro pero también disminuye la cantidad de luz que ingresa al recinto si las ventanas están cerradas. Al medir la iluminancia en el escritorio, donde el trabajador realiza las anotaciones de bitácora se obtienen valores de 114 lúmenes con luz artificial; valor por debajo de lo recomendado por la norma INTE/ISO 8995-1:2016, ver tabla 8. Para este caso, hay que considerar dos cosas: el deslumbramiento por luz natural al salir del recinto y la segunda la utilización del espacio en la caseta del operador.

Figura 4.

Condiciones de iluminación de la caseta de operación de planta 1, aun con la luminaria encendida.



Figura 5

Área exterior donde se encuentra planta 1. Al fondo la caseta del operador.



La luz natural es un factor que no se puede controlar, pero si se puede utilizar protección personal para evitar el deslumbramiento por cambios de espacios iluminados.

En cambio, en la caja de rejillas de planta 2 se puede observar que la unidad es un espacio semiconfinado que no cuenta con iluminación artificial (ver caracterización básica). La unidad cuenta con tapas metálicas removibles, sin embargo, su peso y tamaño dificultan que el operador esté movilizándolas, por lo que la unidad depende de la iluminación natural que ingresa por medio de la entrada de la unidad tal como se observa en las imágenes 6 y 7.

Figura 6

Condiciones de la caja de rejillas de planta 2.



Figura 7

Presencia de tapas metálicas en la parte superior de la caja de rejillas de planta 2



E. Calidad del aire

Los resultados de las mediciones de gases se presentan en la tabla 9. Los gases presentes se deben a los procesos de descomposición del agua residual, pues no se utilizan químicos para regular pH o para la desinfección del efluente (Ver fichas de caracterización básica de las plantas en el apéndice 1).

Las plantas 1 y 2, presentaron condiciones normales de oxígeno y otros gases en los sitios de las unidades evaluadas. Se esperaba niveles detectables de metano o de ácido sulfhídrico (H₂S) en el área de caja de rejillas, donde se percibían olores; no obstante, en ambos sistemas no hubo lectura para ambos gases. Por lo que la presencia de gases odorantes se debe a otros compuestos que faltan por identificar.

Planta 3 en cambio presentó dos condiciones relevantes para mejorar en temas de salud ocupacional: bajas concentraciones de oxígeno en las fosas de las válvulas del sedimentador primario, presencia de ácido sulfhídrico en la caja de registro del efluente del módulo. No se detectó niveles explosivos de metano.

Tabla 9.

Datos de gases presentes en tres de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de la Municipalidad de Belén.

Planta	Unidad o componente	O ₂ %	H ₂ S ppm	CO ppm	LEL %
1	Centro del sistema	20,9	ND	ND	ND
2	Caja de rejillas **	20,9	ND	ND	ND
	Reactor	20,9	ND	ND	ND
3	Sobre reactores	20,9	ND	ND	ND
	Válvula de sedimentador 1***	15,4	ND	ND	ND
	Válvula de sedimentador 2***	12,9	ND	ND	ND
	Caja de registro de efluente	20,9	19	ND	ND

Fuente: generación propia.

*ND: No detectado

** Espacio semiconfinado

***Espacio confinado

Las fosas de las válvulas de los sedimentadores son espacios angostos de aproximadamente 3 metros de profundidad. En estas se encontraron valores de oxígeno (O₂) de 15,4% y 12,9% valores por debajo de los 19,5% O₂ recomendados como mínimo por la Consejo de Salud Ocupacional (Consejo de Salud Ocupacional, 2009). Lo que convierte a estos espacios en zonas de riesgo para los trabajadores, lo que hace necesario cumplir un protocolo de ingreso.

Se muestra en la figura 8, una fotografía de registro de la empresa de cuando se realizó la evaluación del sistema en el año 2009. Para ese entonces la percepción de riesgo no estaba tan desarrollada como lo es en la actualidad.

Figura 8.

Componente de del sedimentador primario. Fosa de válvulas de planta 2.



Fuente: Registro Fotográfico PROAMSA (Ugalde Herra, 2009)

Pues para el 2021, PROAMSA mejoró su protocolo de espacios confinados (el cual se creó en el 2014, ver anexo 6) con la inclusión de una descripción sobre las condiciones que propicia que un espacio sea confinado, los equipos de muestreo de atmósfera necesarios, las medidas que se deben de tomar para mejorar las condiciones de trabajo, la necesidad de supervisión de los trabajos, así como las medidas de rescate en caso de un incidente.

Según la caracterización básica del apéndice 1, planta 3, es sistema de tratamiento biológico anaerobio tecnología y parte de su proceso conlleva a la generación de biogases. La teoría indica que la composición del biogás producido por un sistema de tratamiento de aguas residuales es variable y estará constituido principalmente de metano y dióxido de carbono, sin embargo, puede estar involucrado otros gases como ácido sulfhídrico, vapores de agua, y nitrógeno que están ligados a la materia involucrada en el proceso de digestión (Chiva Vicent y otros, 2018). (Lorenzo Acosta & Obaya Abreu, 2005).

Se esperaba tener detección metano (con posible explosividad) al abrir las tapas del filtro anaerobio, sin embargo, no ocurrió. Debido al comportamiento del sistema, con un espejo de agua burbujeante en el reactor anaerobio, se sabe que hay generación de gases inflamables en espacio confinado; por lo que no se descarta el riesgo. Considerando a Austigard y otros (2018),

se puede observar como planta 3 a pesar de ser un sistema de tratamiento pequeño su tipo diseño y proceso permiten la acumulación de gases principalmente el ácido sulfhídrico en los registros del efluente del módulo 1. Situación que no se observó en otras partes del sistema o en los otros sistemas. Por tanto, es importante considerar que la presencia de gases en los sistemas de tratamiento está asociado a su tecnología, a su tamaño y también a su capacidad diseño.

Se detectó ácido sulfhídrico con una concentración de 19 ppm en la caja de registro del efluente del sistema. La concentración registrada es suficiente para generar irritación, dolor de cabeza, entre otros. El tiempo de exposición es bajo, pues sólo hay exposición aparente cuando se abre el registro lo cual sucede ocasionalmente. En la tabla 10 se resumen los límites de exposición laboral recomendados por NIOSH y ACGIH para ácido sulfhídrico. El valor límite máximo de exposición de corta duración (15 min) que recomienda ACGIH es de 5 ppm. Entonces este nivel detectado en una sola medición es un punto de atención porque puede resultar en riesgos relevantes para los trabajadores. Además, es posible que hay otras emisiones de ácido sulfhídrico en concentraciones bajas.

Una investigación en Iowa donde los trabajadores estuvieron expuestos a concentraciones inferiores a los 10 ppm (nivel regulado) y aun así a padecían problemas respiratorios y neurológicos asociados a la exposición de ácido sulfhídrico (Lee y otros, 2007).

Tabla 10.

Límites de exposición al ácido sulfhídrico según diferentes normas

Norma	Descripción	TWA	STEL	IDLH
NIOSH	Recomendado	10 ppm	15 ppm	100 ppm
ACGIH	Recomendado	1 ppm	5 ppm	
OSHA	Límite de exposición	20 ppm valor máximo	50 ppm/ 10 min	
Internacional	Límite de trabajo	5 ppm		

Fuente: (Draeger, 2015) (OSHA, s.f.)

TWA: promedio ponderado en el tiempo

STEL: Límite de exposición a corto plazo

IDLH: Peligro inmediato para la vida o la salud

F. Agente biológico: *E. coli*

Para muestreo microbiológico, se esperaba la detección de *E. coli* tanto en superficies como en las muestras de aire. No obstante, como se observa en la tabla 11, las muestras tomadas por el laboratorio externo no detectaron unidades formadoras de colonias de la bacteria *E. coli* en las superficies muestreadas y en la deposición de partículas de aire.

Tabla 11.

Datos de muestreo de E. coli en 3 superficies y en 5 muestreos pasivos de aire por cada uno de los tres sistemas de tratamiento de aguas residuales de la Municipalidad de Belén.

Planta	Cantidad de muestras de aire	Resultado de muestra de aire (UFC/m ³)	Cantidad de muestras en superficie	Resultado de muestra en superficie
1	5	<1	3	Ausente/25 cm ²
2	5	<1	3	Ausente/25 cm ²
3	5	<1	3	Ausente/25 cm ²

*Fuente: Elaboración propia, 2021

Tener un resultado de ausencia de UFC de *E. coli* en aire, no es algo inusual. En Polonia, se obtuvo un resultado cercano en sistemas de tratamiento entre 350 y 500 m³/d con un máximo entre 3000 y 3900 UFC/m³ y un promedio 0 y 26 UFC/m³ de bacterias coliformes en el área de reactor (Michałkiewicz, 2018). Michałkiewicz (2018), menciona que los factores meteorológicos que influyen en la concentración y transporte de bioaerosoles son principalmente la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del viento, la radiación ultravioleta y las variaciones estacionales. Brągoszewska y otros (2017) establecen estadísticamente que los factores más importantes en la viabilidad de los bioaerosoles son la temperatura del aire y la radiación ultravioleta.

Durante el muestreo se procuró no exponer la placa petri para el muestreo pasivo directamente al sol, como se muestra en las figuras 9 y 10. Aun así, influyeron otros factores para los cuales se deben profundizar en un futuro estudio.

Figura 9.

Muestra pasiva de aire 1 en el área de reactor de planta 2.



Figura 10.

Muestra pasiva de aire en caja de rejillas de planta 3.



Algo importante de mencionar es que Michałkiewicz, (2018) utilizó un muestreo por métodos de sedimentación, aspiración e impactación utilizando un muestreador de aire microbiano MAS 100-Eco (Merck). El cual es un muestreo activo con mayor rango que el muestreo pasivo utilizado.

Para el muestreo de superficies el resultado del análisis puede relacionarse varios factores que influyeron entre ellos se pueden citar:

- Mejoramiento de limpieza de superficies debido al protocolo COVID.
- Cantidad de bacterias suspendidas en aerosol insuficientes para la contaminación de superficies.
- Presencia de radiación solar, disminuyendo el tiempo de vida de la E. coli.

Con la presencia de la pandemia por la COVID-19, la empresa tuvo que recurrir a más estrictos protocolos de limpieza de superficies y manos. Situación que pudo haber influido en los resultados, no obstante, no se puede comprobar dada a la ausencia de muestreos previos.

El muestreo se realizó en temporada de transición entre abril y mayo por lo que el clima se encontraba parcialmente despejado lo que influye en la presencia de radiación solar que disminuye el tiempo de vida de las bacterias y en especial la E. coli.

G. Evaluación ergonómica de posturas

Los resultados de puntuaciones obtenidos de las evaluaciones ergonómicas de posturas mediante método RULA se visualiza en la tabla 12. Las actividades que registraron resultados de advertencia en la evaluación RULA fueron: apertura de tapa de tanque de aireación, limpieza de caja de rejillas, toma de muestra de efluente, limpieza de sedimentadores y limpieza de lechos de secado. Los valores preliminares se pueden ver en el apéndice 5.

Tabla 12.

Resultado de la evaluación ergonómica de posiciones mediante método RULA de lo observado en los tres sistemas de tratamiento de la Municipalidad de Belén.

Planta	Tarea	Postura fotografiada	Tabla C		
			Grupo A	Grupo B	Puntuación
1	Apertura de tapa de tanque de aireación.	Postura 1	6	8	7
		Postura 2	3	6	5
	Limpieza de caja de rejillas	Posición 3	2	5	4
		Postura 4	2	5	4
		Postura 5	4	5	5
2	Toma de muestra de efluente	Postura 1	2	7	5
	Limpieza de cárcamo de bombeo	Postura 2A	2	5	4
		Postura 2B	4	4	4
	Limpieza de caja de rejillas	Postura 3A	7	4	6
		Postura 3B	4	4	4
	Limpieza de sedimentadores	Postura 4	6	3	5
	Limpieza de sedimentadores	Postura 5	5	5	6
Limpieza de lechos de secado	Postura 6	3	6	5	
	Postura 7	3	5	4	
3	Toma de muestras de efluente	Postura 1	2	5	4
	Limpieza de caja de rejillas	Postura 2	2	6	4
		Postura 3	2	6	4

*Fuente: Elaboración propia (2021).

Considerando los niveles de actuación según los resultados, la postura 1: apertura de tapa de tanque de aireación de planta 1 requiere cambios urgentes en la tarea. Como primera

observación la tapa no tiene agarradera por lo que el operador debe meter los dedos debajo de la tapa para poder levantarla, ver figura 11. Como segundo punto, la tapa es de aproximadamente 1 m de largo por 0,80 m de ancho, hecha plástico imitación madera con un peso superior a 20 kg. Tercer punto, el operador se coloca a un costado de la tapa realizando una inclinación de su torso a más de 90°, forzando tanto las extremidades inferiores como superiores como se puede observar en los resultados A y B de la Tabla 12. Otro punto por considerar es que al levantar la tapa el operador queda expuesto a una diferencia de niveles, a un tanque de 4 m de profundidad, con un borde libre entre espejo de agua y superficie de 1,2 m.

Figura 11.

Postura 1 de planta 1 adoptada por el operador al abrir la tapa del tanque de aireación.



Como segundo nivel actuación, las actividades cuyas posturas se detectaron que requieren un mayor análisis y rediseño son las relacionadas con limpieza de caja de rejillas de planta 1 y 2; toma de efluente, limpieza de sedimentadores y lechos de secados de planta 2.

En el caso de la limpieza de planta 1, el método RULA detecta dos posiciones con carga postural en la tabla B relacionada con el tronco del operador, debido a la inclinación del tronco de este a más de 60°, además de que una de estas posturas contaba con pies apoyados en superficies con diferentes. Otro factor, no considerado por el método, pero es claramente observable en la figura 13 donde se muestra la fotografía de la postura 5 de planta 1 es el riesgo de caída dentro

de la unidad debido al poco espacio de apoyo que tienen los pies para detener el cuerpo del trabajador.

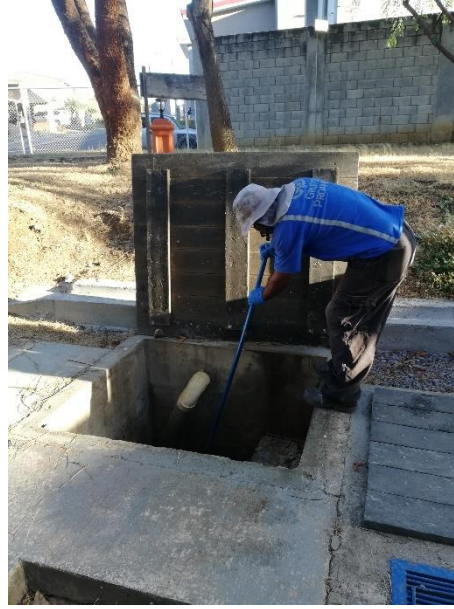
Figura 12

Limpieza de caja de rejillas, postura 2 de planta 1.



Figura 13

Limpieza de caja de rejillas, postura 5 de planta 1.



En el caso de planta 2, las posturas relacionadas con las actividades de toma de muestra del efluente y la limpieza del lecho de secado, figuras 14 y 15, mostraron carga postural en la tabla B, relacionada con el cuello, el tronco y el apoyo de los pies. En ambas tareas el operador inclina el tronco a más de 60° con la diferencia que la posición para la toma de muestra del efluente el operador coloca sus pies en dos diferentes niveles.

Figura 14.

Toma de efluente en planta 2, postura 1 planta 2.

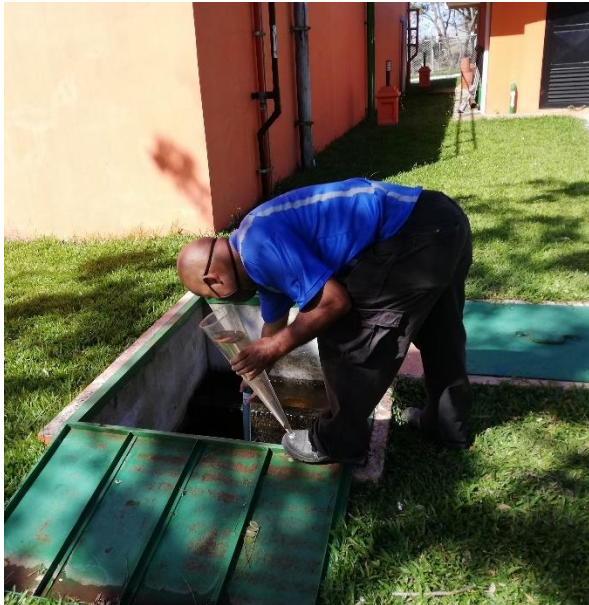


Figura 15.

Limpieza de lecho de secado, postura 6 de planta 2.



En el caso las actividades como limpieza de caja de rejillas y limpieza de sedimentadores de planta 2, la carga postural fue más representativa en las extremidades superiores, ver figuras 16 y 17. En estas actividades también se incluye el levantamiento de peso o adoptar una postura forzada. Estas son actividades que deben revisarse a mayor profundidad y rediseñar.

Figura 16.

Limpieza de caja de rejillas, postura 3 de planta 2



Figura 17.

Limpieza de sedimentador secundario, postura 4 de planta 2.



H. Resultado de Acción Participativa

Durante la toma de información se realizó un acercamiento únicamente con el operador para conocer sus rutinas que permitieron llenar la ficha de caracterización básica del apéndice 1, sus formas de trabajar y el conocimiento que este posee sobre los procedimientos de salud ocupacional existentes de la empresa. Los resultados de este primer acercamiento se encuentran en la tabla 13.

Tabla 13.

Información sobre capacitaciones recibidas y temas de interés para capacitación.

Capacitaciones recibidas	Temas de interés para capacitación
Mantenimiento y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales (hace 3 años, incluía sección de salud ocupacional)	Primeros Auxilios Uso de extintores Ergonomía
Limpieza y desinfección (dos veces durante el último año)	

La primera sesión participativa formal se dio lugar el 27 de agosto del 2021, con el operador y la supervisora a cargo. Es esta sesión se trató lo que era la percepción de riesgo antes de entrega de resultados, se entregaron los resultados del estudio y posteriormente se vieron las posibles mejoras que ellos consideraban. La sesión duró aproximadamente 2 horas con interrupciones siguiendo el protocolo COVID.

La actividad permitió conocer otros aspectos considerados por el área operativa, no considerados en la parte previa, ver tabla 14. En esta etapa tanto el operador como la supervisora del momento comentaron situaciones como caída de ramas, presencia de roedores, riesgo de caída en cercas que no habían sido consideradas anteriormente en la caracterización básica inicial. En este ejercicio, se corrobora la preocupación por estrés térmico pues el operador reconoció que en alguna vez durante la limpieza de los lechos de secado de planta 2 se llegó a sentir mareado y tuvo que dejar la labor.

Tabla 14.

Percepciones y opciones de mejora obtenidas del proceso de acción participativa. entre el personal operativo (operador y supervisor) de los tres sistemas de la Municipalidad de Belén.

Planta	Percepción de riesgo	Mejoras que se podrían implementar desde el punto de vista de los trabajadores.
1	– Riesgo de caídas por acera o por diferencia de nivel en la caja de rejas y contactor anóxico.	– Colocar traga luz en la oficina del operador o aumentar.
	– Problemas de ergonomía al abrir las tapas de las unidades por falta de agarraderas o por el peso de estas.	– Hacer aceras más porosas
	– Problemas de ergonomía y mecánicos a la hora de sacar y manipular los aireadores Venturi.	– Poner agarraderas a las tapas.
	– Riesgo de golpe en el techo del panel.	– Hacer una grada en la caja de rejas
	– Riesgo de caída de objetos: principalmente ramas.	
2	– Problemas de ergonomía: tapas de cárcamo de agua cruda. Sacar residuos de caja de rejas, lesiones por malos movimientos, depósito de residuos sólidos dentro del contenedor por altura de este.	– Colocar traga luz en la caja de rejas.
	– Estrés térmico: lechos de secado y cuarto de máquinas.	– Colocar una polea encima de caja de rejas para poder extraer los residuos.
	– Problemas biológicos por presencia de ratas.	– Colocar control de roedores.
3	– Riesgo de caída por acera.	– Hacer las aceras más porosas
	– Problemas de ergonomía: limpieza de caja de rejas, levantamiento de tapas principalmente las de las unidades de efluente, las del módulo 2 y la caja de distribución.	– Hacer que el tamaño de las tapas sea más reducido para disminuir su peso y mejorar su agarre.
	– Caída de objetos: Hojas de palmeras o ramas.	– Hacer tubería para escape de gases
		– Coordinar el raleo de árboles.

Las recomendaciones de mejora que dio el personal operativo, ver tabla 14, para los sistemas de tratamiento en estudio va muy de la mano con las funciones que realizan día a día. Por lo que le dan prioridad levantamiento de cargas, principalmente por tapas de los sistemas, la presencia de roedores y superficies resbalosas.

En cuanto a las recomendaciones generales que el personal operativo realiza para mejorar como empresa son principalmente en la parte de diseño. Por lo que se puede observar en la tabla 15, como el personal le da énfasis a las áreas de trabajo más espaciosas, dispositivos del sistema en lugares más accesibles como las llaves de válvulas que suelen quedar en el costado interior de los tanques de aireación y contar dispositivos de sujeción en las escaleras de marinerero.

Tabla 15.

Otras observaciones realizadas por el área operativa para mejoras en general.

Capacitaciones	Administrativo	Diseño
– Levantamiento de cargas	– Contratar contenedores más pequeños.	– Buscar la manera de tener válvulas más accesibles
– Manejo de residuos	– Corta de zacate	– Caja de rejas con más espacios para poder trabajar en distintas posiciones.
– Primeros Auxilios		– En sistemas de tratamiento enterrados es necesario dejar espacios para trabajar. Pasillos más grandes.
		– Espacio libre entre espejo de agua y nivel de suelo no tan grande.
		– Gradas de marinerero con argollas o algo para poder sujetarse.
		– Mejorar la iluminación.

La segunda etapa de la actividad se realiza mediante comunicación por Zoom con la directora del Departamento de operación y mantenimiento de STAR y con la gerente de la empresa. En la actividad se realiza la presentación de datos obtenidos mediante la presentación del apéndice 6. Mientras se realizaba la actividad se recopilaron las siguientes observaciones:

- El nivel de ruido producido por los sopladores de planta 2, era una preocupación debido a que se consideraba alto, aunque no había estudios previos. Con el estudio de tranquilidad de que no es tan alto como se pensaba, pero se entiende que hay que realizar medidas ante una exposición prolongada al ruido.
- La interacción ayudó a aclarar que el estrés térmico es una condición dada por la interacción de las condiciones ambientales, la actividad física y la vestimenta utilizada, en lugar de ser una condición ambiental. Esto porque se desconocía exactamente que es estrés térmico y se tenía la idea que era una condición dada sólo por la temperatura ambiental.
- Por parte de gerencia, se considera que hay acciones que se pueden gestionar o aplicar desde el nivel operativo sin necesidad de ser aprobado por la dirección. Decisiones como coordinación de raleo de árboles u otras zonas verdes, o como el cambio de un contenedor de residuos grande a uno más pequeño son acciones que podría llevar a cabo el supervisor de planta sin tener que solicitar una aprobación por parte de la dirección, siempre y cuando sea en beneficio de la adecuada operación del sistema de tratamiento.
- La presencia de gases en la planta de tratamiento 3 era esperable por ser un sistema del tipo anaerobio. No obstante, queda la interrogante sobre el tipo de gases sustituyen el oxígeno en las fosas donde se encuentran las válvulas y si este puede ser perjudicial al trabajador y que medidas se deben de tomar.

V. Acciones de mejoras propuestas

Como primer punto para abarcar las propuestas de mejora se considera que la mayoría de los hallazgos encontrados son parte de la ergonomía integral, porque limitan el confort de los trabajadores a la hora de realizar sus labores como la iluminación, la presencia de espacios confinados, las posturas forzosas adoptadas, y aspectos de control organizacional. Por lo que se recomienda que la empresa elabore un programa de ergonomía integral, para ello se realiza un guía para la elaboración e implementación del programa de ergonomía integral. La cual se encuentra en el apéndice 7.

Para los hallazgos encontrados que indicaron la necesidad de ser corregidas se presentan las siguientes acciones de mejora en orden de lo que se debería priorizar:

A. Ergonomía postural

La apertura de la tapa del tanque de aireación de planta 1 se puede mejorar mediante la adaptación de la tapa a un dispositivo tipo polea y bisagras con las que el operador pueda levantar la tapa sin necesidad de agacharse. La mejora disminuiría el riesgo de caída y el esfuerzo realizado del trabajador. El diseño de la propuesta se encuentra en el apéndice 8.

La limpieza de la caja de rejillas de planta 1, se dificulta por el poco espacio disponible. Está la posibilidad de construir una grada en la unidad para que el operador pueda bajar con mayor facilidad y reducir la diferencia de niveles. El diseño de la propuesta se encuentra en el apéndice 9.

En cuanto a las posturas adoptadas para la recolección de muestras y limpieza de lechos de secado, se recomienda realizar capacitaciones anuales sobre la adopción adecuadas de posturas a la hora de trabajar.

Además, es necesario que los supervisores revisen las herramientas en conjunto a los trabajadores para corroborar si estas son adecuadas para los trabajos. Se debe revisar la postura de agarre, la longitud de mangos, la resistencia de los materiales, entre otros. Considerando que las herramientas deben ser adecuadas para el trabajador y no el trabajador

el que debe adecuarse a la herramienta. Para la comprobación de las herramientas se elaboró una guía rápida de selección de herramientas y equipo de protección personal, la cual se adjunta en el apéndice 10.

B. Acción participativa

Una de las debilidades observadas en las actividades es desconocimiento del supervisor de su potestad de toma de decisiones. Por lo que se recomienda revisar y actualizar los manuales de puesto, así como los procedimientos de acción de los puestos de operación para reafirmar los alcances. Posterior a la actualización es necesario su divulgación a los trabajadores.

Se recomienda crear el puesto de salud ocupacional que asesore a la dirección de operación y mantenimiento sobre las condiciones y necesidades que requieren los puestos de trabajo de operación, supervisión y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales que opera la empresa. La persona encargada del puesto de salud ocupacional deberá contar con un grado mínimo de diplomado en Salud Ocupacional y deberá ser capacitado anualmente en temas de trabajos en alturas, ergonomía, manejo de sustancias químicas, agentes biológicos, espacios confinados, entre otros. Además, esta persona deberá encargarse de realizar las capacitaciones de inducción a la salud ocupacional a los nuevos trabajadores de la empresa y de realizar capacitaciones de refuerzo anualmente a los trabajadores. Se adjunta manual de puesto propuesto en el apéndice 11.

C. Presencia de gases de espacios confinados

Los espacios confinados como zanjas, pozos y otros no estaban bien definidos, por lo que se creó en el 2021 un procedimiento de acción en el cual se define. El protocolo debe mejorarse para incluir la hoja de control de espacios confinados que brinda el CSO (Consejo de Salud Ocupacional, 2009). Además se deberá ser enfático en que los trabajos no podrán ser realizados en solitario, ver en el apéndice 12 una propuesta de mejora de protocolo.

Es necesaria la divulgación del procedimiento como parte de la inducción a los trabajadores de nuevo ingreso y contratistas. Así como un repaso anual a los trabajadores habituales de la empresa.

Se recomienda igualmente, que la empresa adquiriera un equipo de medición de gases; el cual pueda detectar niveles de oxígeno, concentraciones de CO, concentración de gases explosivos y ácido sulfhídrico(H₂S).

D. Iluminación

En el caso de planta 1 se recomienda aumentar la capacidad de la luminaria para que pueda proporcionar al área de trabajo una iluminación de 300 lúmenes valor recomendado para la tarea. La cual se puede obtener, modificando la ubicación del mobiliario para el aprovechamiento de la luz natural, así como colocando una luminaria de mayor intensidad o una fuente focalizada de iluminación al área de trabajo. Para esto se puede recurrir a una lámpara de escritorio equipada con un bombillo con una temperatura de color de 5300 K (dado que las labores se realizan de día, la luz fría ayuda a dar mejor confort), con rendimiento de color tipo A1, y una luminancia de 300 lux según las necesidades de la tarea de anotación (INTECO, 2016).

Para la caja de rejas de planta 2, se recomienda la apertura de las tapas superiores de la unidad para proporcionar mayor iluminación y ventilación. Para esta acción es necesario la mejora de las tapas para facilitar su apertura. O también se puede realizar un cambio de tapas por rejillas que permitan tanto el paso de luz como la ventilación. Se descarta el uso de luminarias dentro del recinto debido a la exposición constante al agua.

E. Prácticas laborales

Se recomienda mejorar la supervisión y la capacitación de los trabajadores con respecto al uso de equipo de protección personal. Si bien, el trabajador contaba con guantes, lentes, mascarillas este no siempre las utilizaba. Por lo que se recomienda incluir dentro de la lista de verificación de inspección del ingeniero supervisor del sistema de tratamiento de aguas residuales un apartado sobre salud ocupacional, donde se evalúe el uso adecuado del equipo de protección personal o si es necesario implementar un cambio o un nuevo equipo.

VI. Conclusiones Generales

De los tres sistemas de tratamiento, únicamente se identificaron como fuentes de ruido los equipos mecánicos como los sopladores y bombas presentes en planta 1 y 2, por lo que sólo se realizó mediciones en estos dos lugares. Los niveles de presión sonora registrados en los sitios fueron inferiores a los 85 dB, con registro más alto en la caseta de sopladores de planta 2 donde se registró un valor de 76 dB(A).

Los tiempos de exposición según la tabla de combinación de exposición horaria y número de horas por semana se encuentra entre 56 a 61 dB del porcentaje anual L_{Aeq} , ante esta aseveración se puede afirmar que la exposición del operador al ruido presente en los sistemas es aceptable.

Considerando los datos obtenidos del muestreo y que las condiciones de trabajo del operador de sistemas de tratamiento de aguas residuales de la Municipalidad de Belén tienen un consumo metabólico moderado durante la caja de rejas de planta 1, la limpieza de los lechos de secado de planta 2 y la limpieza de los sedimentadores primarios de planta 3, se puede afirmar que en la mayor cantidad de los casos el operador trabaja sin estrés térmico. Con aproximadamente 2.4°C por debajo del rango de estrés térmico de la norma INTE /ISO 7243 :2016.

No obstante, no se descarta la posibilidad de que un trabajador corra riesgo de estrés térmico si las temperaturas ambientales aumentan debido al cambio climático.

Se detectaron dos lugares en los tres sistemas de tratamiento con iluminación deficiente según la norma INTE/ISO 8995-1:2016, los cuales son: La caseta del operador en planta 1 y la caja de rejas de planta 2. El primero con una diferencia de 186 Lux, aún con iluminación artificial y el segundo con 29 Lux de diferencia.

De los tres sistemas de tratamiento de aguas residuales de la Municipalidad de Belén, sólo planta 3 presentó registro de oxígeno por debajo de lo recomendado y de ácido sulfhídrico. Los bajos niveles de oxígeno (entre 12,9 % O_2 y 15,4 % O_2) se detectaron en las fosas donde se encuentran las válvulas de purga de los sedimentadores primarios del sistema. Para el caso del

ácido sulfhídrico se detectó 19 ppm H₂S en el registro previo a la unidad de aforo antes de la salida del sistema.

En el espacio semiconfinado de planta 2, demostró tener una atmósfera aceptable a pesar de la presencia de olores. Los cuales son gases distintos al metano y ácido sulfhídrico.

El muestreo microbiológico indica ausencia de la bacteria *E. coli* en las superficies muestreadas (instrumentos de medición, mesas de la caseta de operación y llavines de puertas) y en la deposición de partículas de aire (cercañas de caja de rejillas y reactores de los sistemas de tratamiento de aguas residuales). Este resultado indica que el microorganismo muestreado se encuentra en bajas cantidades que por metodología de muestreo y condiciones ambientales quedo ausente en las placas de muestreo.

El resultado es muy similar a otras investigaciones, donde la presencia de *E. coli* es baja pero que pueden encontrarse otras bacterias coliformes.

Entre las actividades que se analizaron mediante el método RULA de ergonomía, se detectaron 8 posturas adoptadas por el operador que adquiere necesitan mejoras. De las cuales una correspondiente a la apertura de tapa de tanque de aireación de planta 1 necesita un cambio urgente en la tarea, mientras que las siete posiciones restantes requieren modificar la tarea o realizar un estudio más profundo de las mismas.

Las tareas que necesitan mejoras o un estudio más profundo son las relacionadas con tomas de muestras, limpieza de caja de rejillas, limpieza de sedimentador secundario, limpieza de lechos de secado.

La condición con mayor predominancia en las posiciones son las inclinaciones con mayor a 60°, para la recolección de muestras o para la recolección de residuos de limpieza. Estas posturas se relacionan con la aparición trastornos musculoesqueléticos en la zona lumbar (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2015). Por lo que es posible tener trabajadores incapacitándose por este motivo.

La actividad participativa permitió el intercambio de percepciones sobre el riesgo en los sistemas de tratamiento de la Municipalidad de Belén por parte de la unidad operativa. Se pudo ampliar las condiciones de riesgo a condiciones físicas de los sitios como riesgo de caídas en las aceras por presencia de musgo, caída de ramas, riesgo de caída por diferencia de niveles; además de otras condiciones de índole administrativa como coordinación de servicios de corta de césped y almacenaje de los residuos sólidos.

El acercamiento al trabajador permitió conocer el estado de conocimiento con respecto a salud ocupacional. En los últimos 3 años el operador sólo ha tenido una capacitación que tuviera contenido específico de salud ocupacional y dos capacitaciones con respecto a higiene y desinfección (estas dos últimas relacionadas con el COVID-19).

En el caso de la actividad con la unidad directiva y gerencial se concluye una interpretación equivocada de las condiciones que causan estrés térmico. Dado que se consideraba únicamente la temperatura como indicador de estrés térmico y se desconocía el efecto del metabolismo.

Además, se observa desde el punto de vista gerencial, que el supervisor necesita ejercer mayor capacidad de acción y decisión que debería tener. Mientras, que los puestos operativos intuyen que deben esperar las ordenes de los superiores antes de actuar.

En el caso de la perspectiva de las propuestas de mejoras la unidad operativa predomina aquellas que se relacionan con la mejora de infraestructura, mientras que la parte directiva y gerencial busca mejoras administrativas o de procedimiento ante de una modificación de la infraestructura.

VII. Recomendaciones generales

Al ser PROAMSA una empresa que presta servicios de operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales, se recomienda de manera general extender los estudios de evaluación de salud ocupacional a los demás sistemas en operación considerando la posibilidad de poder registrar mediante fichas las condiciones o aspectos que pueden afectar la salud de los

trabajadores. Para ello se puede utilizar como guía las fichas que se utilizaron para el presente estudio.

En la actividad participativa con la unidad operativa se observó que las recomendaciones de mejora corresponden a la parte de infraestructura. Recomendaciones que la parte de gerencia puede considerar a la hora de diseñar nuevos sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Se recomienda mejorar los estudios microbiológicos en futuras investigaciones mayor cantidad de repeticiones y con equipo de muestreo activo como lo es el muestreador de aire microbiano MAS 100-Eco (Merck). Además, ampliar la cantidad de microorganismos a muestrear como *Pseudomonas sp*, *Staphylococcus aureus*, enterobacterias en general, bacterias mesofílicas y hongos en general.

En el presente estudio no se consideró los factores psicosociales que puedan estar afectando al trabajador. No obstante, se considera importante evaluar estos aspectos a futuro. Además, se debe evaluar la posible afectación del trabajo en solitario en los trabajadores.

Se recomienda revisar y actualizar la frecuencia de las capacitaciones de salud ocupacional, así como el plan de capacitaciones. En donde se incluya en el programa de capacitación los temas específicos en el área de ergonomía, estrés térmico, uso de extintores y primeros auxilios.

VIII. Bibliografía

- Alvarado Gamboa, L. F. (2021). *Proyecciones de cambio climático regionalizadas para Costa Rica: (escenarios RC0050-2.6 y RCP-8.5)*. San José, Costa Rica: IMN-PNUD. <http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/publicaciones/ProyeccionesEscenariosClimaticos/offline/ProyeccionesEscenariosClimaticos.pdf>
- Aubert, C., Espadalé, A., & Solé, M. (1998). *NTP 473: Estaciones depuradoras de aguas residuales: riesgo biológico*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_473.pdf
- Austigard, Å., Svendsen, K., & Heldal, K. (2018). Hydrogen sulphide exposure in wastewater treatment. *Austigard et al. Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12995-018-0191-z>
- Brągoszewska, E., Mainka, A., & Pastuszka, J. (2017). Concentration and size distribution of culturable bacteria in ambient air during spring and winter in Gliwice: a typical urban area. *Atmosphere*, 8(239), 13. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/atmos8120239>
- Brown, N. J. (1997). *Health Hazard Manual: Wastewater Treatment Plant*. New York: Cornell University. <https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/74254>
- Carducci, A., Donzelli, G., Cioni, L., Federigi, I., Lombardi, R., & Verani, M. (2018). Quantitative Microbial Risk Assessment for Workers Exposed to Bioaerosol in Wastewater Treatment Plants Aimed at the Choice and Setup of Safety Measures. *Internacional Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijerph15071490>
- Carducci, A., Tozzi, E., Rubulotta, E., Casini, B., Cantiani, L., Rovini, E., . . . Pacini, R. (2000). Assessing airborne biological hazard from urban wastewater treatment. *Water Research*, 34(4), 1173-1178. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(99\)00264-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0043-1354(99)00264-X)

- Caso García, L. M. (2018). *Estudio de los riesgos químicos y biológicos de las estaciones depuradoras de aguas residuales*. Asturias, España: Instituto Asturiano de Prevención de Riesgos Laborales.
- Centeno Mora, E. J. (2011). *Análisis comparativo de distintas tecnologías de tratamiento de aguas residuales para municipalidades de Costa Rica*. Montes de Oca: Universidad de Costa Rica.
- Chiva Vicent, S., Berlanga Clavijo, J. G., Martínez Cuenca, R., & Climent Agustina, J. (2018). *Depuración de aguas residuales: digestión anaerobia*. Castelló de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.6035/UJI.FACSA.2018.2>
- Comisión Estatal de Agua de Jalisco. (2013). *Operación y Mantenimiento de plantas de tratamiento aguas residuales con el proceso de lodos activados*. Jalisco: CEA Jalisco.
- Comisión Estatal de Agua de Jalisco. (2013). *Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales con el proceso de lodos activados: Tomo 1*. Jalisco: CEA Jalisco.
- Comisión Nacional del Agua. (2015). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Pretratamiento y Tratamiento Primario*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Consejo de Salud Ocupacional. (2009). *Guía para la Prevención de Riesgos Laborales en Espacios Confinados*. San José, Costa Rica: CSO. https://www.cso.go.cr/documentos_relevantes/manuales_guias/guias/seguridad_en_espacios_confinados.doc
- Dannoun, Y., & Nouban, F. (2021). *Occupational health hazards and risk assessments in a wastewater treatment plant*. Turkey: International Journal of Advanced Engineering, Sciences and Applications (IJAESA). <https://doi.org/https://doi.org/10.47346/ijaesa.v2i2.83>

- Diego-Mas, J. A. (2015). *Evaluación postural mediante el método RULA*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Draeger. (2015). *H2S – un reto creciente en la industria del gas y el petróleo*. Drägerwerk AG & Co. KGaA.
- Fathi, S., Nikaeen, M., & Gorbani, M. (2017). Assessment of microbial aerosol emissions in an urban wastewater treatment plant operated with activated sludge process. *Aerobiologia*, 507-515. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10453-017-9486-2>
- Gombau Miravet, S. (2014). *Evaluación de riesgos laborales y planificación preventiva en una estación de depuración de aguas*. España. http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/139585/TFM_2013_gombauS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- ILO. (2012). *Occupational Hazard Datasheets - Wastewater Treatment Plant Operator*. ILO. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_192394.pdf
- INSST. (2017). *024. Limpieza y mantenimiento en espacios confinados de estaciones depuradoras de aguas residuales: exposición a sulfuro de hidrógeno*. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo: <https://www.insst.es/stp/basequim/024-limpieza-y-mantenimiento-en-espacios-confinados-de-estaciones-depuradoras-de-aguas-residuales-exposicion-a-sulfuro-de-hidrogeno-2017>
- INSST. (2 de octubre de 2022). *Principales factores de riesgo ¿Qué es y cómo se usa?* Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo: <https://www.insst.es/-/fichas-de-control-te-1>
- Instituto de Salud Pública de Chile. (2013). *Protocolo para la medición de estrés térmico*. Chile: Instituto de Salud Pública de Chile. <https://www.ispch.cl/sites/default/files/ProtocoloEstresTermico-08082014B.pdf>

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2015). *Posturas de trabajo: evaluación de riesgo*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).
- INTECO. (2016). *INTE/ISO /ISO 8995-1:2016 Iluminación de los lugares de trabajo. Parte I*. San José: INTECO.
- INTECO. (2016). *INTE/ISO 7243:2016 Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice *TGBH* (temperatura globo y temperatura de bulbo húmedo)*. INTECO.
- ISTAS. (2015). *Herramientas de prevención de riesgos laborales para PYMES*. España: Fundación para la prevención de riesgos laborales.
- Korzeniewska, E., Filipkowska, Z., Gotkowska-Plachta, A., Janczukowicz, W., Dixon, B., & Czulowska, M. (2009). Determination of emitted airborne microorganisms from a BIO-PAK wastewater treatment plant. *Water Research*, 43(11), 2841-2851. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.03.050>.
- Kumar, A., & Pal, D. (2018). Antibiotic resistance and wastewater: Correlation, impact and critical human health challenges. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 52-58. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.11.059>
- Lee, J. A., Thorne, P. S., Reynolds, S. J., & O'Shaughnessy, P. T. (2007). Monitoring Risks in Association With Exposure Levels Among Wastewater Treatment Plant Workers. *JOEM*, 49(11), 1235-1248.
- Lorenzo Acosta, Y., & Obaya Abreu, M. C. (2005). La digestión Anaerobia. Aspectos teóricos. Parte 1. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*(1), 35-48. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223120659006.pdf>
- Malakahmad, A., Downe, A. G., & Fadzil, S. D. (2012). Application of occupational health and safety management system at sewage treatment plants. *IEEE Business, Engineering &*

Industrial Applications Colloquium (BEIAC).
<https://doi.org/10.1109/BEIAC.2012.6226080>

Maricopa County Environmental Health Code. (2012). *Classification of wastewater treatment plants and requirements for certified operators*. Arizona: MARICOPA COUNTY.

Michałkiewicz, M. (2018). Comparison of wastewater treatment plants based on the emissions of microbiological contaminants. *Environ Monit Assess.*
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10661-018-7035-2>

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (1979). *Decreto Nº 10541-TSS: Reglamento de Control de Ruidos y Vibraciones*. Gaceta.

Naciones Unidas. (2022). *Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades*. Objetivos de Desarrollo Sostenible:
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>

Naciones Unidas. (2022). *Objetivo 6*. Objetivos de Desarrollo Sostenible:
<https://ods.cr/objetivo/objetivo-6>

Naciones Unidas. (2022). *Objetivo 8: Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos*. Objetivos de Desarrollo Sostenible:
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/economic-growth/>

Organización Mundial de la Salud. (2004). *Prevención de trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.

OSHA. (s.f.). *Hydrogen Sulfide*. Occupational Safety and Health Administration:
<https://www.osha.gov/hydrogen-sulfide/standards>

OSMAN. (2011). *Ruido y salud*. Andalucía: Observatorio de salud y medio ambiente de Andalucía.

- Oza, H. H., Lee, M. G., Boisson, S., Pega, F., Medlicott, K., & Clasen, T. (2022). Occupational health outcomes among sanitation workers: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*.
- Patentalakis, N., Pantidou, A., & Kalogerakis, N. (2008). Determination of Enterobacteria in Air and Wastewater Samples from a Wastewater Treatment Plant by Epi-Fluorescence Microscopy. *Water Air Soil Pollut: Focus*(8), 107–115. <https://doi.org/10.1007/s11267-007-9135-9>
- Rifa'i, F., Prihatiningsih, S., & Martiana, T. (2017). Analysis and Improvement of Work Postures in Laboratorium: Application of The RULA Method. *OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY (ICOHS)*, 140-143.
- Ribiero De Souza, M. d., Gimenes, M. A., Ferreira, S., Ribiero de Souza, B., Almeida, P., Sarmiento, A., & A Silva, S. (2014). Evaluation of Air Samplers Systems in the. *International Journal of Engineering & Technology*, 14(3), 48-55.
- Rodríguez , M. (2016). *ANÁLISIS DE RIESGOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Tesis para obtener título de Ingeniería Industrial*. . México: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería.
- Saenz, J. L., & Rojo, J. M. (2018). *Nuevo enfoque en la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos. Revisión de la Norma EN 689*. INSST.
- SRT. (2015). *NUEVOS PROTOCOLOS DE ERGONOMIA Y DIAGRAMA DE FLUJO*. Argentina: Superintendencia de Riesgos de Trabajo.
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2003). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. (I. Metcalf & Eddy, Ed.) McGraw-Hill Companies.
- Teixeira, J. V., Cecílio, P., Gonçalves, D., Vilar, V. J., Pinto, E., & Ferreira, H. N. (2016). Multidrug-resistant Enterobacteriaceae from indoor air of an urban wastewater treatment plant. *Environmental monitoring and assessment*, 188(388). <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10661-016-5382-4>

- Texeira, J. V., Miranda, S., Monteiro, R. A., Lopes, F. V., Madureira, J., Silva, G. V., . . . Boaventura, R. A. (2013). Assessment of indoor airborne contamination in a wastewater treatment plant. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185, 59-72. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10661-012-2533-0>
- Ugalde Herra, J. L. (2009). *Informe de evaluación del Sistema*. San José: PROAMSA.
- Vasovic, D., Vranjanac, Ž. G., & Stankovic, S. (2018). WORKING CONDITIONS AT THE WATER TREATMENT PLANTS: ACTIVITIES, HAZARDS AND PROTECTIVE MEASURES. *Safety Engineering*, 27-32.
- Von Sperling, M. (2007). *Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal*. IWA Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.2166/9781780402086>
- WHO. (2018). *Noise- Adverse effects, prevention and control environmental exposure- Adverse effects, prevention and control*. Marmorvej: Organización Mundial de la Salud. https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf
- World Bank, ILO, WaterAid and WHO. (2019). *Health, Safety and Dignity of Sanitation Workers: An Initial Assessment*. Washington: World Bank.
- Yepes Benavides, M. (2013). *ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE SALUD DE LOS TRABAJADORES DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES* . Santiago de Cali: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

X. Anexos

1. Datos de calibración del medidor de EXTECH HT200
2. Cuadro de clasificación de niveles metabólicos para estrés térmico
3. Datos de calibración del medidor de GAS ALERT MaX XT II
4. Métodos microbiológicos utilizados por el laboratorio San Martín
5. Hoja de campo de método RULA
6. Protocolo de espacios confinados existente en PROAMSA

1. Datos de calibración del medidor de EXTECH HT200

Resultados

Temperatura

Punto	Indicación del patrón (°C)	Indicación del equipo (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (± °C)
1	15,0	15,2	-0,2	0,1
2	20,0	20,0	0,0	0,1
3	30,0	30,1	-0,1	0,1

Humedad Relativa

Punto	Indicación del patrón (%)	Indicación del equipo (%)	Corrección (%)	Incertidumbre (± %)
1	30,0	29,0	1,0	0,1
2	50,0	49,0	1,0	0,1
3	70,0	71,0	-1,0	0,1

Incertidumbre de los resultados reportados

La incertidumbre de la medida es la incertidumbre expandida con un factor de cobertura $k=2$, equivalente a un intervalo de confianza del 95 % aproximadamente, suponiendo una distribución normal. Esta corresponde a la combinación de las incertidumbres del patrón de referencia, el método de calibración y la resolución del objeto bajo prueba. Los cálculos se realizaron de acuerdo la política ECA-MC-PO02 "Política para el cálculo de incertidumbre"

Interpretaciones:

- 1) Las unidades de la incertidumbre, Indicación del patrón, corrección e indicación del equipo; corresponden a las unidades establecidas al inicio de la tabla.
- 2) La corrección corresponde al valor del patrón menos la indicación del equipo.

----- Fin del Certificado -----

Descripción:	Medidor de estrés	Propietario:	Enviroment, Health & Safety.S.A.
Fabricante:	EXTECH	Dirección:	Heredia, Costa Rica.
Modelo:	HT200	Fecha de calibración:	2020 01 07
Serie:	160503821	Lugar de calibración:	Laboratorio CAMÉRICA S.A.
Identificación:	No Indica	Fecha de emisión:	2020 01 10
Intervalo de Medición:	(15 a 30) °C (30 a 70) % HR	Certificado #:	CAM-CC-TE-7311
División de escala:	0,1 °C / 0,1 % HR		

Condiciones ambientales

La calibración se llevó a cabo bajo las siguientes condiciones ambientales :

Temperatura: 20 °C ± 4 °C Humedad relativa: 50 % ± 10 %

Método de calibración

Por comparación directa de las lecturas establecidas por los patrones utilizados contra las lecturas obtenidas con el objeto a calibrar.

Patrones utilizados

Termómetro de resistencia de platino, marca Fluke, modelo 5626, conectado al indicador marca Fluke y modelo 1502A, códigos: CAM-PC-TE-001 y CAM-PC-TE-002. Con trazabilidad al SI (Sistema Internacional de Unidades) mediante el Laboratorio Costarricense de Metrología (LACOMET), a través del certificado LACOMET 04460219-1.

Termohigrómetro; marca Ambient Weather, identificación CAM-PC-TE-030. Con trazabilidad al SI (Sistema Internacional de Unidades) mediante MET-CAL Engineering Services S.A., a través del certificado MC-CC-19-07-037V.

Observaciones

- 1) Los resultados de esta calibración se refieren al objeto calibrado, en el momento y lugar de la calibración.
- 2) Es responsabilidad del solicitante establecer la frecuencia de calibración de dicho objeto.
- 3) Este certificado no debe ser reproducido parcialmente o en su totalidad sin la autorización expresa del Gerente Técnico.
- 4) Este certificado no es válido sin el sello de CAMÉRICA S.A. y la firma del Gerente Técnico.



Luis Alfonso Abarca Camacho, Fis.
Gerente Técnico

2. Cuadro de clasificación de niveles metabólicos para estrés térmico

Extracto de INTE/IS 7243:2016

Salud y Seguridad en el Trabajo

Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice **TGBH**
(temperatura globo y temperatura de bulbo húmedo)

Clase	Rango de consumo metabólico, M		Valor a ser calculado del consumo de oxígeno medio		Ejemplos
	Relativo a un área superficial de pie unidad	Para un área superficial de piel media de 1,8m ²	W/m ²	W	
	W/m ²	W			
0 Descanso	M ≤ 65	M ≤ 117	65	117	Descanso
1 Consumo metabólico bajo	65 < M ≤ 130	117 < M ≤ 234	100	180	Sentado cómodamente: trabajo manual ligero (escribir, escribir a máquina, dibujar, coser, contabilidad); trabajo con manos y brazos (banco pequeño de herramientas, inspección reunión o clasificación de materiales ligeros); trabajos con brazos y piernas (conducir un vehículo en condiciones normales, operar con interruptores de pie o pedal). Estar de pie: taladrar (pequeñas partes); máquinas de moler (pequeñas partes); bobinado de boninas; bobinado de pequeñas herramientas; trabajo con herramientas de baja potencia; paseos ocasionales (velocidad

Clase	Rango de consumo metabólico, M		Valor a ser calculado del consumo de oxígeno medio		Ejemplos
	Relativo a un área superficial de pie unidad	Para un área superficial de piel media de 1,8m ²	W/m ²	W	
	W/m ²	W			
					hasta de 3,5 km/h)
2 Consumo metabólico moderado	130 < M ≤ 200	234 < M ≤ 360	165	297	Trabajo de sostenimiento con manos y brazos (martilleado, rellenado); trabajo con brazos y piernas (camiones, tractores o equipo de construcción); trabajos con brazos y tronco (trabajo con martillo neumático, ensamblaje de tractores, enyesar, manejo manual de material moderadamente pesado, escardar, manejo de azada, seleccionar frutas o verduras); empujar o tirar carretas o carretillas cargadas con pesos ligeros; caminar a una velocidad de 3,5km/h a 5,5 km/h; forja.
3 Consumo metabólico alto	200 < M ≤ 260	360 < M ≤ 468	230	414	Trabajo intenso de brazos y tronco; transporte de material pesado; manejo de pala, serrar; tallado de madera dura; siega a mano; excavado; caminar a una velocidad de 5,5 km/h a 7 km/h. Empujar o tirar carretas o carretillas cargadas con cargas

Clase	Rango de consumo metabólico, M		Valor a ser calculado del consumo de oxígeno medio		Ejemplos
	Relativo a un área superficial de pie unidad	Para un área superficial de piel media de 1,8m ²	W/m ²	W	
	W/m ²	W			
					muy pesadas, vaciar moldes de gravilla; tendido de bloque de concreto.
4 Consumo metabólico muy alto	M ≤ 260	M ≤ 468	290	522	Actividad muy intensa realizada con un ritmo forzada; trabajo con un hacha; manejo de pala o cavado intenso; subir escaleras, rampas, escalar; caminar rápidamente con pequeños pasos, correr; caminar a velocidad superior a 7 km/h.

3. Datos de calibración del medidor de GAS ALERT MaX XT II

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



Dispositivo

Fabricante: BW Technologies
Serie: MA219 - 042118

Fecha Calibración
Próxima Calibración

11/09/2020
11/09/2021

Tipo de Dispositivo
Gas Alert Max XT II

Sensores

Tipo H2S
Lectura Final 25 ppm
Resultado Aprobado

CO
100 ppm
Aprobado

LEL
50 %
Aprobado

O2
18 %
Aprobado

Puntos de Ajuste

Tipo H2S
LOW 10 ppm
HIGH 15 ppm
TWA 10 ppm
STEL 15 ppm

CO
35 ppm
50 ppm
35 ppm
50 ppm

LEL
10 %
20 %

O2
19,50 %
23,50 %

Gas Utilizado para la Calibración

Gas MFG Airgas
Lote HW3054018525141
Concentración CO 100 ppm
CH4 2.5 % (50 % LEL)

MFG Fecha
Julio, 2020
H2S 25 ppm

MFG Fecha Expedición
Julio, 2022
O2 18 %
N2 Balanceado

Calibración

Método IR Link Fleet Manager II
Tipo de Registro N14419
Empresa EHS S.A

Environment, Health & Safety S.A

Calibrado por
Oscar Castro Villalobos
Industria 29 CFR 1910
Construcción 29 CFR 1926

Firma



TEL: 2260-21-66
WWW.EHSCOSTARICA.CO.CR



4. Métodos microbiológicos utilizados por el laboratorio San Martín

Laboratorio de Ensayo Acreditado – N.º LE-012



El Ente Costarricense de Acreditación, en virtud de la autoridad que le otorga la ley 8279, declara que el

Centro Médico San Martín, S.A – Laboratorio San Martín

Ubicado en las instalaciones indicadas en el alcance de acreditación

Ha cumplido con el procedimiento de evaluación y acreditación, además de los requisitos correspondientes,

Conforme con la Norma INTE/ISO/IEC 17025:2017 requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, tal como se indica en el Alcance de la acreditación adjunto *

Acreditación inicial otorgada el 30 de octubre del 2001.

Vigencia por tiempo indefinido y está sujeta a las evaluaciones de seguimiento y reevaluación establecidos de acuerdo a los procedimientos del ECA y su reglamento de estructura interna y funcionamiento.

Verificar los cambios sobre el alcance y la condición de acreditado en www.eca.or.cr

Ing. Fernando Vázquez Dovale
Gerente

El Ente Costarricense de Acreditación no se hace responsable de la validez de la firma digital estampada en el presente documento cuando conste en su versión impresa, al no poder validarse conforme lo estipulado en la Ley N.º 8454: Ley de Certificados, Firmas Digitales y Documentos Electrónicos.

*El presente certificado tiene validez con su correspondiente alcance de la acreditación

5. Hoja de campo de método RULA

Método R.U.L.A. Hoja de Campo

A. Análisis de brazo y muñeca

Paso 1: Localizar la posición del brazo

Paso 1a: Corregir...
Si el hombro está abducido, aproximación del cuerpo +1
Si el brazo está apoyado o sostenido -1

Paso 2: Localizar la posición del antebrazo

Paso 2a: Corregir...
Si el brazo está torcido (o) o en la línea media del cuerpo +1
Si el brazo está apoyado en el codo +1

Paso 3: Localizar la posición de muñeca

Paso 3a: Corregir...
Si la muñeca está abducida por la línea media +1

Paso 4: Giro de muñeca

Si la muñeca está en el largo trazo de giro =1
Si está girada proximal al final del rango de giro = 2

Paso 5: Localizar puntuación postural en tabla A
Utilizar valores de pasos 1, 2, 3 y 4 para localizar puntuación postural en la tabla A.

Paso 6: Añadir puntuación utilización muscular

Si la postura es principalmente estática (p.e. algunas superiores a 10 minutos) o se sufre repetidamente la acción de vibración o más: +1 Punt. uso muscular =

Paso 7: Añadir puntuación de la fuerza/carga

Si la carga < 2 kg (intermitente) +1
Si es de 2 kg a 10 kg (intermitente) +2
Si es de 2 kg a 10 kg (continuo o repetido) +2
Si es una carga > 10 kg (repetido o súbito) +3

Paso 8: Localizar fila en tabla C
La puntuación de los pasos 1-6 se emplea para encontrar en la fila de la tabla C. Puntuación del muñeca y brazo =

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

Paso 9: Localizar la posición del cuello

Paso 9a: Corregir...
Si hay rotación +1 Si hay inclinación lateral +1

Paso 10: Localizar posición tronco

Paso 10a: Corregir...
Si hay inclinación +1 Si hay inclinación lateral +1

Paso 11: Piernas

Si piernas y pies apoyados y espaldados +1
Si no = 2

CALIFICACIÓN

Brazo	Mano	Mano	Mano	Mano	Mano	Mano	Mano
1	1	2	3	3	3	3	4
2	2	2	2	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	4
4	1	2	2	3	3	3	4
5	2	2	3	3	3	3	4
6	1	2	3	3	3	3	4
7	2	3	3	3	3	3	4
8	3	3	3	3	3	3	4
9	1	3	3	4	4	4	5
10	2	3	4	4	4	4	5
11	3	3	4	4	4	4	5
12	1	3	3	3	3	3	4
13	2	3	3	3	3	3	4
14	3	3	3	3	3	3	4
15	1	3	3	3	3	3	4
16	2	3	3	3	3	3	4
17	3	3	3	3	3	3	4
18	1	3	3	3	3	3	4
19	2	3	3	3	3	3	4
20	3	3	3	3	3	3	4

Mano	Mano	Mano	Mano	Mano	Mano	Mano	Mano
1	1	2	3	4	5	6	7
2	1	2	3	4	5	6	7
3	2	3	4	5	6	7	7
4	3	3	4	5	6	7	7
5	4	4	5	6	7	7	7
6	5	5	6	7	7	7	7
7	6	6	7	7	7	7	7
8	7	7	7	7	7	7	7
9	7	7	7	7	7	7	7
10	7	7	7	7	7	7	7
11	7	7	7	7	7	7	7
12	7	7	7	7	7	7	7
13	7	7	7	7	7	7	7
14	7	7	7	7	7	7	7
15	7	7	7	7	7	7	7
16	7	7	7	7	7	7	7
17	7	7	7	7	7	7	7
18	7	7	7	7	7	7	7
19	7	7	7	7	7	7	7
20	7	7	7	7	7	7	7

1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	6	7
3	3	4	5	6	7	8
4	4	5	6	7	8	9
5	5	6	7	8	9	10
6	6	7	8	9	10	11
7	7	8	9	10	11	12
8	8	9	10	11	12	13
9	9	10	11	12	13	14
10	10	11	12	13	14	15
11	11	12	13	14	15	16
12	12	13	14	15	16	17
13	13	14	15	16	17	18
14	14	15	16	17	18	19
15	15	16	17	18	19	20

Puntuación Final

Empresa: _____ Puesto/Sección: _____

Referencia: _____ Técnico: _____

Fecha: _____

Puntuación FINAL: 1 ó 2 = Acceptable; 3 ó 4 ampliar estudio; 5 ó 6 ampliar el estudio y modificar pronto; 7 estudiar y modificar inmediatamente

6. Protocolo de espacios confinados existente de PROAMSA

PROTOCOLO DE TRABAJO EN ESPACIOS CONFINADOS

1. Definición de espacio confinado

Es cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el cual pueden acumularse contaminantes químicos, tóxicos o inflamables, tener una atmósfera con deficiencia de oxígeno, producirse una inundación repentina y que no está diseñado para una ocupación continuada por parte del trabajador.

1.1. Lugares más frecuentes

Tanques de aguas residuales.

1.2. Motivos de acceso

Limpieza completa de tanques.
Reparación de tuberías y/o difusores de fondo.

2. Riesgos

2.1. Riesgo de asfixia por insuficiencia de oxígeno

2.1.1. Descripción:

Una atmósfera es calificada como peligrosa cuando la concentración de oxígeno es inferior a 19,5% en volumen, provocando asfixia.

2.1.2. Medidas de prevención:

- 2.1.2.1. Asegurar ventilación del espacio confinado.
- 2.1.2.2. Supervisión del trabajo.
- 2.1.2.3. Medición permanente de oxígeno en la atmósfera del espacio antes y durante el trabajo. Esto se realizará mediante un medidor portátil múltiple de gases alquilado, que incluya O₂.

2.2. Riesgo de intoxicación por inhalación de contaminantes

2.2.1. Descripción:

Principalmente sub-productos de la descomposición de materia orgánica, como H₂S. cuyos efectos varían según la concentración en la atmósfera:

Nivel de H ₂ S en ppm	Efectos
3 mg/m ³	Período corto de 15 minutos (tolerable)
18/25 ppm	Irritación en los ojos
75/150 ppm por algunas horas	Irritación respiratoria y en ojos
170/300 ppm por una hora	Irritación marcada
400/600 ppm por media hora	Inconsciencia, muerte
1000 ppm	Fatal en minutos

2.2.2. Medidas de prevención:

2.2.2.1. Según criterio del ingeniero a cargo, se valorará la opción de implementar la siguiente medida:

2.2.2.1.1. Los tanques deben estar completamente secos y lavados con agua limpia antes de realizar los trabajos.

2.2.2.2. Asegurar ventilación del espacio confinado. Si no es posible mantener ventilado y seco el espacio por al menos 24 h, se debe recurrir a la ventilación forzada.

2.2.2.3. Supervisión del trabajo.

2.2.2.4. Medición permanente de H₂S en la atmósfera del espacio antes y durante el trabajo. Esto se realizará mediante un medidor portátil múltiple de gases alquilado, que incluya H₂S¹.

2.3. Caídas de alturas

2.3.1. Descripción:

Caídas de alturas en ascensos y descensos verticales.

2.3.2. Medidas de prevención:

2.3.2.1. Uso de arnés y línea de vida.

2.4. Caídas de objetos

2.4.1. Descripción:

¹ Pueden alquilarse en EHS Costa Rica al teléfono 22602166.

Materiales, herramientas y equipo colocados a lado de la boca de entrada o durante su transporte al interior.

2.4.2. Medidas de prevención:

- 2.4.2.1. Defensas alrededor de las bocas de entrada.
- 2.4.2.2. Equipo especializado para bajar y subir otros equipos y materiales a los espacios confinados, evitando su transporte manual.
- 2.4.2.3. Uso de casco.

2.5. *Riesgo biológico*

2.5.1. Descripción:

Penetración de patógenos a través de heridas y quemaduras expuestas, que entren en contacto con superficies contaminadas.

2.5.2. Medidas de prevención:

- 2.5.2.1. Previo al inicio de la actividad, debe asegurarse de que se cuente con un botiquín de primeros auxilios en el centro de trabajo.
- 2.5.2.2. El personal de trabajo no debe tener heridas y quemaduras expuestas.
- 2.5.2.3. Se debe emplear el equipo de protección personal: camisa de manga larga, pantalón largo, anteojos de seguridad, guantes, traje entero desechable y botas de hule con punta de acero.
- 2.5.2.4. Es recomendable la utilización de piezas faciales de cara completa con un filtro multivapor².
- 2.5.2.5. El personal de trabajo debe ducharse una vez finalizada la actividad, empleando jabón antibacterial.

2.6. *Otros riesgos*

Para casos especiales, durante la planeación del trabajo deben considerarse riesgos particulares para los cuales deberán adoptarse medidas de prevención adicionales.

3. **Plan de trabajo**

² Estas pueden conseguirse en SONDEL con un precio de alrededor de ₡110 000 la pieza facial y ₡10 000 los cartuchos.



Cuando se determine la necesidad de confeccionar un trabajo en un espacio confinado, el ingeniero a cargo preparará un plan de trabajo específico, tomando en cuenta todos los aspectos mencionados anteriormente. Este será presentado al Coordinador de la Comisión de Salud Ocupacional y la Directoria del Departamento de Operación de PTARs de PROAMSA, quien autorizará la propuesta de plan de trabajo.

Será responsabilidad del ingeniero a cargo, la supervisión de que se cumpla con todas las disposiciones de seguridad acordadas en el plan de trabajo.

UNA EMPRESA DE

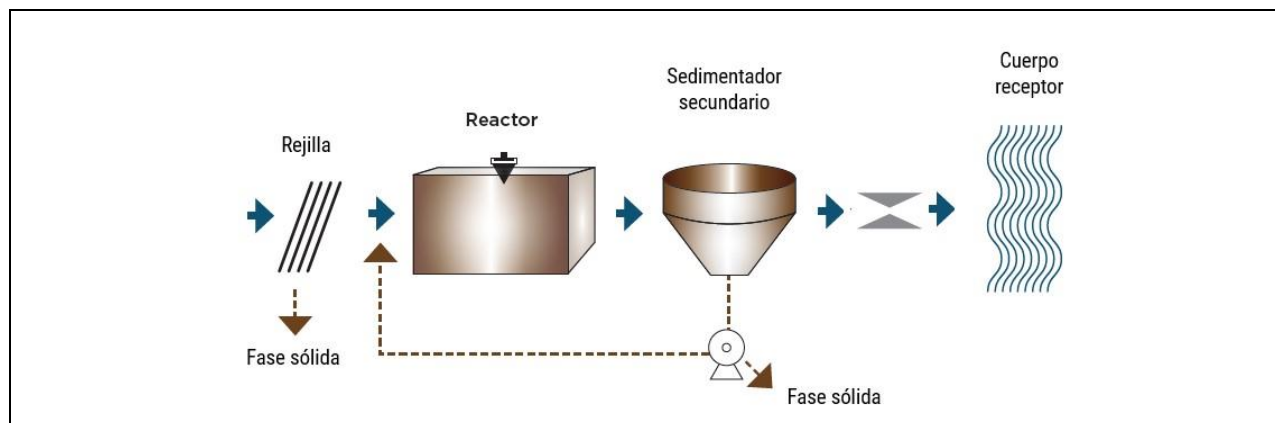


XI. Apéndice

1. Fichas de datos básicos de los sistemas
2. Mediciones de ruido originales
3. Datos de conversión de dB(Z) a dB(A) e incertidumbre
4. Resultados de análisis microbiológicos
5. Valores obtenidos de la evaluación mediante método RULA.
6. Presentación dada a la alta gerencia y dirección en presentación de datos preliminares
7. Guía para la implementación de un programa de ergonomía integral
8. Propuesta de mejora para apertura de tapa de planta 1.
9. Elemento de mejora para grada en caja de rejillas de planta 1.
10. Guía para elección ergonómica de herramientas manuales.
11. Propuesta de manual de puesto de Responsable de Salud Ocupacional

1. Fichas de datos básicos de los sistemas

Datos Básicos del Sistema			
Nombre del sistema: Residencias Villa Sol			
Nombre Alias: Planta 1			
Ubicación: Del Super Mili 200m Sur, 300m Oeste y 160m Sur			
Propietario: Municipalidad de Belén			
Actividad del propietario: Residencial			
Tipo de asesoría: Operación y mantenimiento			
Especificaciones del sistema			
Caudal de diseño	30	Tecnología	Biológica
Caudal que recibe	35	Tipo:	Lodos Activados convencional
Año de construcción	2009	Mecanizado	Manual
Tipo de infraestructura		Enterrada	
Tipo de suministro eléctrico		110V	
Caracterización del efluente			
<p>Se encuentra ubicado dentro un residencial de clase media alta de aproximadamente de 30 casas. El agua que recibe incluye residuos sólidos como grasa solidificada, papel higiénico, toallas húmedas, residuos plásticos como repuestos de máquinas afeitadoras, entre otros.</p>			
Descripción del sistema			
<p>Cuenta con todas sus unidades por debajo de nivel de suelo, las cuales se cubren con tapas cuando no están en mantenimiento. El sistema cuenta con: caja de rejillas, tanque de aireación, sedimentador secundario, unidad de aforo, lecho de secado y digestor de lodos.</p> <p>La parte más alta de la caja de rejillas se encuentra a una grada de 30cm por debajo del nivel de suelo. El tanque de aireación y el sedimentador secundario por su parte cuentan con una diferencia 80cm a un 1m del nivel de suelo al espejo de agua. La unidad más profunda es la unidad de aforo, la cual cuenta con un vertedero triangular (90°) a una profundidad aproximada de 1.3m del nivel de suelo.</p> <p>Los lechos de secado cuentan con una profundidad de 50cm del nivel de suelo a la superficie filtrante, debido a su función para deshidratar lodos se mantiene por lo general sin las tapas dejando dos áreas con desnivel al descubierto.</p> <p>El digestor de lodos es un tanque angosto pero profundo con capacidad de almacenar 1,5m³ de lodo para su digestión anaerobia.</p> <p>Se cuenta con una caseta con escritorio y una silla, además allí se hace el almacenamiento de herramientas de medición y limpieza, y un servicio sanitario. El sistema se encuentra visible a las personas del residencial, lo único que lo separa esta del residencial es una malla ciclón. El residencial cuenta con una caseta de vigilancia a 160metros de la sistemas de tratamiento de aguas residuales.</p>			
Diagrama del sistema de tratamiento de aguas residuales			



Descripción de rutina del operador

Cantidad de días por semana:	6	Cantidad de horas por semana:	12
Hora de entrada	6am	Hora de salida	7:45am

Abrir caseta del operador, realizar limpieza de superficies de la caseta de operación

Apertura de tapas

Hacer recolección de muestras:

- Sólidos sedimentables del efluente: Para la recolección de la muestra se utiliza un beaker amarrado a un mecate, el cual se baja por medio del mecate al nivel de espejo de agua.
- Sólidos sedimentables en el tanque de aireación: Con el beaker atado a una cuerda, el cual se baja por medio del mecate al nivel de espejo de agua.
- Toma de muestra en afluente: Con el beaker atado a una cuerda, el cual se baja por medio del mecate al nivel de espejo de agua.
- Toma de caudal, El caudal se mide por medio de una regla atada a un tubo telescópico.
- Limpieza de caja de rejas: El operador retira el material deshidratado de la bandeja de deshidratación con una pala y lo deposita dentro de una bolsa plástica. Posteriormente, se realiza la limpieza con rastrillo y agua a presión. Un rastrillo se retira el material retenido por las rejillas, mientras que con el agua a presión (lo que permita un accesorio de pistola de agua) se disuelve la materia fecal previo a depositar el material en la bandeja de deshidratación. El material que no pudo ser removido con el rastrillo es empujado para que pueda pasar la rejilla a presión con agua (lo que permita un accesorio de pistola de agua). Finalmente, al material que se encuentra sobre la bandeja de deshidratación es calado.
- Apunte de datos
- Vaciado de muestras al tanque de aireación y limpieza de herramientas y accesorios.
- Cerrado de unidades.
- Lavado de manos y cierre de caseta.

Cada cierto tiempo se realiza la purga de lodos del sistema y limpieza de los lechos de secado

Purga de lodos al digester y lechos de secados: Este proceso se realiza por medio de apertura o cierre de válvulas ubicadas en el digester de lodos y tanque anóxico (entrada del tanque de aireación)

Limpieza de lechos de secado: Cuando el lodo de perga está seco o listo para su extracción el operador entra al lecho de secado y remueve con una pala el lodo seco y lo deposita dentro de bolsa plástica.

Evaluación de exposición o peligros					
Unidad	Tarea / tiempo estimado	Factor de peligro /Exposición	Ruta de exposición / condición	Intensidad	EPP
Caja de rejas	Entorno (15 min)	Caída	Desnivel	++	
		Bioaerosoles	Inhalación /Dermal	+	Mascarilla
	Limpieza de la unidad (15 min)	Bioaerosoles	inhalación/Dermal	+	Mascarilla
		Ergonómico	Postura laboral		
		Salpicadura	Dermal		Guantes /delantal
	Adicción de cal (1-5min)	Agente químico	Inhalación / Dermal	+	Guantes
	Toma de muestras(1-5min)	Ergonómico	Posición forzada		
		Caída	Desnivel	++	
		Salpicadura	Dermal	+	Mascarilla / guantes
Tanque de aireación	Entorno (entre 2 a 30 min)	Caída	Desnivel	++	
		Bioaerosoles	Inhalación / Dermal	+	Mascarilla / guantes
	Apertura de tapa (2 min)	Ergonómico	Posición forzada / peso	+++	
	Toma de muestra (2 min)	Salpicadura	Dermal	+	Mascarilla / guantes
	Extracción de sopladores Venturi (30 min)	Ergonómico	Posición forzada / peso	++	
		Caída	Desnivel	++	
		Salpicadura	Dermal	++	Mascarilla / Guantes / delantal
Sedimentador secundario	Entorno (10 minutos)	Caída	Desnivel	+	
	Limpieza de unidad (10 min)	Ergonómico	Posición forzada	+	
Unidad de aforo	Entorno (5min)	Caída	Desnivel	+	

	Toma de aforo (5min)	Salpicadura	Dermal	+	Mascarilla / Guantes
Lechos de secado	Entorno (entre 5 a 30 min)	Caída	Desnivel	+	
	Calado de biosólido (5 min)	Cal	Inhalatorio /dermal	++	Mascarilla / Guantes
	Limpieza de unidad (15 minutos por unidad)	Ergonómico	Posición forzada / movimiento repetitivo	+	
		Material particulado	Inhalatorio	+	Mascarilla
		Bioaerosoles	Inhalatorio / Dermal	+	Mascarilla /guantes
Digestor de lodos	Entorno (5min)	Caída	Desnivel	+	
		Bioaerosoles	Dermal / Inhalatorio	++	Mascarilla / guantes
	Activación de bomba o apertura de válvula (1min)	Ergonómico	Posición forzada	+	
		Salpicadura	Dermal	+	Mascarilla / guantes
Observaciones realizadas en campo					
Inspecciona: Ing. Ana Lía Camacho Fidalgo					
Fecha de inspección: Fechas varias (25/03/2021) (30/04/2021)(12/07/2021)					
Unidad	Situación	Observación			
Caja de rejillas y unidad de aforo	Recolección de muestra de afluente a desnivel	Utilización de un beaker plástico con asada atado a un tubo de PVC			
Caja de rejillas, tanque de aireación y unidad de aforo	Apertura de unidad	Inclinación de tronco con ángulo superior a los 95°			
Caja de rejillas	Limpieza de unidad	Inclinaciones del tronco con ángulos superiores a los 60°			
Productos químicos utilizados					
Cal Detergente desinfectante Alcohol					

Recomendaciones
<p>Colocar un dispositivo para la apertura de la tapa del tanque de aireación.</p> <p>Evitar que el operador extraiga equipos sin la compañía</p> <p>Mantener cerradas las tapas de las unidades que no se encuentran en mantenimiento.</p>

Datos Básicos del Sistema			
Nombre del sistema: Residencial Belén			
Nombre Alias: Planta 2			
Ubicación: De la ferretería El Lagar 200 m Norte y 50 m Oeste.			
Propietario: Municipalidad de Belén			
Actividad del propietario: Residencial			
Tipo de asesoría: Operación y mantenimiento diario			
Especificaciones del sistema			
Caudal de diseño	542 m ³	Tecnología	Biológica
Caudal que recibe	330 m ³	Tipo:	Lodos Activados Aireación Extendida
Año de construcción	2011	Mecanizado	Automatizada
Tipo de infraestructura		Semi enterrada	
Tipo de suministro eléctrico		220 V	
Caracterización del afluente			
<p>El sistema consiste en un tratamiento aeróbico biológico semi enterrado, con capacidad máxima de 542 m³/día, lo que se considera un sistema de tratamiento mediano. Se encuentra ubicado en los alrededores de un residencial de clase media baja de aproximadamente 500 unidades habitacionales. El agua que recibe es del tipo ordinario que incluye residuos sólidos como papel higiénico, animales muertos, textiles, y residuos plásticos, etc.</p>			
Descripción del sistema			
<p>El sistema de tratamiento cuenta con caja de rejas, estación de bombeo, tanque de homogenización, 2 tanques de aireación, 2 sedimentadores, 2 digestores de lodos aerobios, 3 lechos de secado, una unidad de aforo una casa de máquinas y una caseta para el operador.</p> <p>La caja de rejas es un recinto en sótano, cuyo acceso se encuentra techado y baja por medio de gradas de cemento hasta topar con una puerta metálica. Después de la puerta de entrada a la unidad continúan unas gradas hasta llegar a una pasarela metálica de aproximadamente 80cm de ancho. Las rejas son de limpieza manual, y cuentan con una bandeja para la deshidratación de los sólidos. En la parte superior hay tapas metálicas removibles. Se clasifica como espacio semiconfinado.</p> <p>La estación de bombeo se encuentra en un recinto enterrado contiguo a la caja de rejas, conectado por una tubería. El único acceso para el mantenimiento se encuentra desde la parte superior, donde unas tapas metálicas cubren la totalidad del área del tanque. Dentro se encuentran dos bombas que trasiegan el agua al tanque de homogenización.</p> <p>Tanque de homogenización es un tanque cerrado semienterrado con acceso por medio de gradas metálicas hasta una altura de aproximadamente 2 metros sobre nivel del suelo. En la parte superior se tienen barandas metálicas que delimitan el área del tanque.</p> <p>Tanques de aireación, sedimentación y digestión de lodos conforman un conglomerado, construido en dos etapas.</p>			

Cada etapa está conformada por un tanque de aireación, un sedimentador y un digester de lodos aerobio. Este conglomerado se encuentra semienterrado con un metro bajo nivel de suelo y aproximadamente 3 metros sobre nivel de suelo, con un único acceso con gradas metálicas. Los tanques son abiertos y es posible llegar a ellos mediante varias pasarelas de concreto.

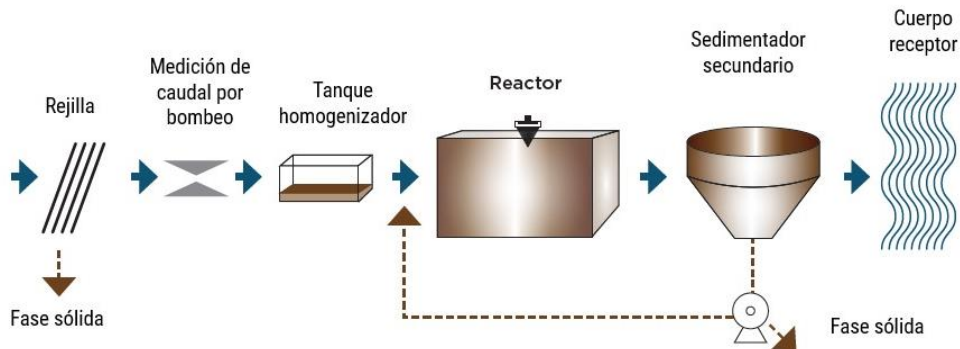
Los lechos de secado son unidades a nivel de suelo, las cuales cuentan con techo de lámina acrílica para aumentar la temperatura de la unidad. No tiene paredes.

La unidad de aforo es tipo caja de registro con tapa metálica a nivel de suelo. La unidad tiene aproximadamente 50cm de profundidad.

Los equipos de aireación se encuentran en un recinto cerrado llamado casa de máquinas. Cada soplador cuenta con su aislador acústico colocados sobre una loza de concreto. Allí mismo de tienen los paneles eléctricos donde se apagan o encienden según la programación automática. En ocasiones se utiliza la habitación para almacenar equipos o insumos.

La caseta del operador se utiliza para almacenamiento de herramientas de medición y limpieza. A la par se encuentra una caseta de vigilancia y un servicio sanitario compartido con el personal de vigilancia. El servicio de vigilancia es dado por una empresa externa a la operación pagado por la Municipalidad de Belén, cuyo horario de trabajo es de 6pm a 6am

Diagrama del sistema de tratamiento de aguas residuales



Descripción de rutina del operador

Cantidad de días por semana:	6	Cantidad de horas por semana:	12
Hora de entrada	9:20 am	Hora de salida	1 pm

Abrir caseta

Limpieza de mesa de caseta.

Desayuno

Hacer recolección de muestras:

- Sólidos sedimentables del efluente
- Sólidos sedimentables en el tanque de aireación
- Toma de muestra en afluente

- Toma de caudal
- Limpieza de sedimentadores
- Limpieza de caja de rejillas (espacio semi-confinado)
- Anotación en bitácora de operación
- Cambio de ropa
- Lavado de manos
- Salida de trabajo

Eventualmente:

Limpieza de lechos de secado: cada 15 días

Mantenimiento de equipos

Evaluación de exposición o de peligros

Unidad	Tarea/ tiempo estimado	Factor de peligro/ Exposición	Ruta de exposición / condición	Intensidad	EPP recomendado
Caja de rejillas	Entorno (15min)	Caída	Desnivel / pasarelas	++	-
		Iluminación	Ambiente cerrado	+	-
		Gases tóxicos	Semi confinado		Mascarilla
		Bioaerosoles	Inhalación / dermal	+	Mascarilla
	Limpieza de la unidad (15min)	Bioaerosoles	inhalación/ Dermal	+	Mascarilla /lentes / guantes
		Ergonómico	Postura laboral	+	-
	Adicción de cal (1-5min)	Agente químico	Inhalación / Dermal	+	Mascarilla /lentes / guantes
Toma de muestras	Agua residual	Dermal	+	lentes / guantes	
Tanque de aireación	Entorno (5min- 1 hora)	Bioaerosoles	Inhalación	+	Mascarilla
		Estrés térmico	Intemperie	+	Vestimenta fresca
		Caída	Pasarelas mojadas	+	-
	Toma de muestras (5 min)	Agua residual	Dermal	+	5 min
	Ajuste de válvulas y medición de caudales (10-30 min)	Bioaerosoles	Inhalación / dermal	+	Mascarilla
		Salpicaduras	Dermal	+	Careta, guantes
		Ergonómico	Postura laboral	+	
		Caída	Trabajar fuera de zona segura	+	Arnés

	Limpieza de unidad y pasarelas (15min- 1 hora)	Bioaerosoles	Inhalación / dermal	+	Mascarilla
		Salpicadura	Dermal	+	Delantal, lentes/ guantes
		Caída	Pasarela mojada	+	
Sedimentador secundario	Entorno (10-20 min)	Estrés térmico	Intemperie	+	Ropa
		Limpieza de unidad (10-20 min)	Ergonómico	Postura laboral	+
		Salpicadura	Dermal	+	Delantal /lentes / guantes
		Caída	Pasarela mojada	+	
Unidad de aforo	Apertura de tapas (2min)	Ergonómico	Postura laboral	+	
	Limpieza de unidad (2 min)	Caída	Desnivel	+	
	Toma de muestras (2 min)	Salpicadura	Dermal	+	Lentes / guantes /
Lechos de secado	Entorno	Estrés térmico	Intemperie	++	Ropa fresca
		Limpieza de unidades (1-3 horas)	Ergonómico	Postura laboral	+
		Material particulado	Inhalatorio	++	Mascarilla
			Dermal	+	Guantes
Estación de bombeo	Apertura de tapas (2 min)	Ergonómico	Postura laboral	+	
		Limpieza de unidad (10 min)	Ergonómico	Postura laboral	+
		Caída	Desnivel	+	
		Salpicadura	Dermal	+	Guantes /lentes /delantal
Digestor de lodos	Apertura o cierre de válvula (2 min)	Caída	Desnivel	+	Arnés
			Biológico	Dermal	+
Caseta de sopladores	Dentro del recinto. (10-30 min)	Ruido	Auditivo	+	
Observaciones realizadas en campo					
Inspecciona: Ing. Ana Lía Camacho Fidalgo					
Fecha de inspección: Fechas varias (25/03/2021) (30/04/2021)(12/07/2021)					

Unidad	Tarea	Observación
Unidad de aforo de agua tratada	Recolección de muestra	Inclinación de tronco con ángulo superior a los 95°
		Toma de muestra sin guantes de nitrilo.
Caja de rejas	Limpieza de rejas	Ingreso a zona confinada sin apertura de respiraderos.
Cárcamo de bombeo	Limpieza de unidad	Apoyo de pie sobre una superficie móvil
	Almacenamiento de herramientas	Secado de guantes de hule sobre tapa de la unidad.
Sedimentadores Secundarios	Limpieza de natas de la unidad	Modificación de herramientas
Lechos de secado	Limpieza de unidad	Inclinaciones del tronco con ángulos superiores a los 60
Productos químicos utilizados		
Cal		
Detergente desinfectante		
Alcohol		
Recomendaciones		
Mejorar posturas al limpiar los lechos de secado. Apertura de tapas de caja de rejas antes de hacer ingreso.		

Datos Básicos del Sistema			
Nombre del sistema: Residencial Manantiales de Belén			
Nombre Alias: Planta 3			
Ubicación: Del Costado Oeste de la Plaza Asunción de Belén, 200 m Norte y 400 m Oeste			
Propietario: Municipalidad de Belén			
Actividad del propietario: Residencial			
Tipo de asesoría: Operación y mantenimiento			
Especificaciones del sistema			
Caudal de diseño	186	Tecnología	Biológica
Caudal que recibe	54.45	Tipo:	Filtro anaerobio de flujo ascendente
Año de construcción	1980-1990	Mecanizado	No aplica
Tipo de infraestructura		Enterrada	
Tipo de suministro eléctrico		No hay	
Caracterización del afluente			
El agua que recibe es del tipo ordinario que incluye residuos sólidos como papel higiénico, toallas húmedas, entre otros. Recibe gran cantidad de detergentes activos al azul de metileno			
Descripción del sistema			
<p>El sistema consiste en un tratamiento anaeróbico enterrado, capacidad máxima de 186m³/d , lo que se considera un sistema de tratamiento pequeño. Se encuentra ubicado dentro un residencial de clase alta de aproximadamente de 60 casas.</p> <p>Este sistema de tratamiento cuenta con caja de rejillas, desarenador, caja de distribución, 4 sedimentadores primarios, 2 filtros anaeróbicos de flujo ascendente, unidad de aforo y lecho de secado. Adicionalmente, están las cajas de registro para las válvulas de vaciado.</p> <p>La caja de rejillas como el desarenador son estructuras enterradas y abiertas, con una profundidad máxima de 1 metro y una mínima de 50 centímetros. En caso de necesitarse mantenimiento o limpieza profunda de las unidades (retiro de sedimentos) se tiene antes de la caja de rejillas un by-pass para desviar las aguas hasta la caja de distribución, lo que permite el trabajo de las unidades en seco.</p> <p>La caja de distribución es una unidad semi enterrada con tapa, la cual como lo indica su nombre distribuye el caudal en dos flujos. Esta unidad sólo se interviene cuando es necesario cambiar los flujos de caudal en las unidades posteriores o por limpieza.</p> <p>Se cuenta con cuatro sedimentadores primarios, los cuales trabajan en dos líneas. Por tanto, son dos primeros</p>			

sedimentadores en paralelo seguidos en serie por otro sedimentador. Cada uno de estos cuentan con tapas de registro para la limpieza del espejo de agua y medición de sedimentos y a un costado de cada unidad hay un pozo donde se ubica una válvula que trasiega las aguas y sedimentos al lecho de secado.

Los filtros anaerobios de flujo ascendentes trabajan en paralelo. Estas unidades cuentan con tapas de registro y registros para la comprobación de alturas del espejo de agua. Además, cada unidad cuenta con un pozo donde se ubica una válvula que trasiega las aguas y sedimentos al lecho de secado.

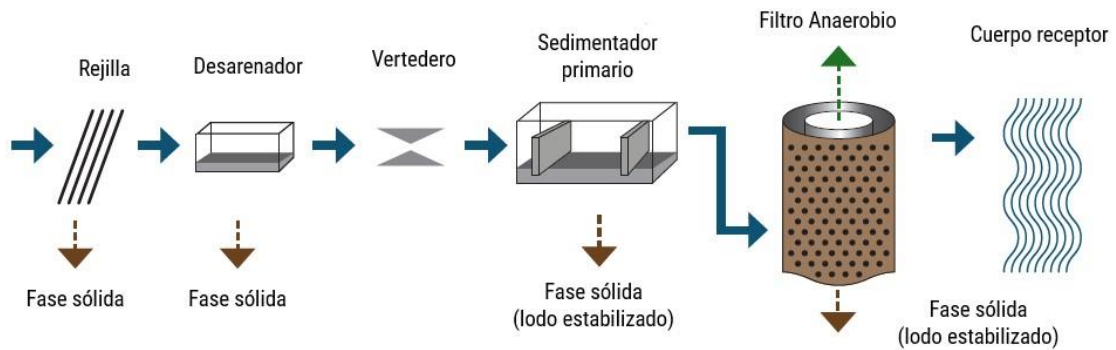
El lecho de secado es una estructura enterrada abierta con un techo de policarbonato. La unidad cuenta con una profundidad de 3,5 metros. Se accede por medio de una escalera móvil.

La unidad de aforo es un registro se encuentra enterrada y cuenta con una tapa metálica. Esta unidad cuenta con poca profundidad.

Hay una caseta para el operador donde se tiene un espacio para almacenamiento de herramientas de medición y limpieza; además un servicio sanitario con ducha. Este sistema tiene la característica de que no cuenta con electricidad y no es visible desde el exterior dado que está rodeado por árboles.

El residencial cuenta con una caseta de seguridad a 400 metros del sistema de tratamiento de aguas residuales. Esta es para el control de ingreso de personas.

Diagrama del sistema de tratamiento de aguas residuales



Descripción de rutina del operador

Cantidad de días por semana:	6	Cantidad de horas por semana:	12
Hora de entrada	8:00am	Hora de salida	9:10am

Abrir caseta

Limpieza y desinfección de la mesa y herramientas.

Recolección de muestras en la caja de rejas y efluente para la toma de parámetros: pH, temperatura y sólidos sedimentables. Las muestras se almacenan en conos Imhoff.

Con una regla el operador toma la altura de agua en el desarenador antes del vertedero para la medición de caudal.

Una vez tomadas las muestras se procede a la limpieza de la caja de rejas. Se revisa la altura de sedimentos del desarenador. Se revisa la presencia de material resuspendido en los sedimentadores y se mide la altura de los sedimentos en estas unidades. Posteriormente, se revisa la altura del espejo de agua en el filtro anaerobio.

Al finalizar las tareas, el operador anota los resultados y vacía las muestras y enjuaga las herramientas. Para finalizar con el lavado de manos y el cierre de la caseta.

Evaluación de exposición o de peligros

Unidad / proceso	Tarea / tiempo estimado	Factor de peligro/ Exposición	Ruta de exposición / condición	Intensidad	EPP recomendado
Caja de rejas	Entorno (10min)	Intemperie	Estrés térmico	+	Gorro / uniforme
		Bioaerosoles	Inhalatorio /Dermal	+	Mascarilla / guantes
		Caída	Desnivel	+	
	Limpieza (5min)	Ergonómico	Posiciones forzadas	+	
		Salpicadura	Dermal	+	Mascarilla / guantes
	Toma de muestra (3min)	Salpicadura	Dermal	+	Mascarilla / guantes
Desarenador	Entorno (2-20min)	Intemperie	Estrés térmico	+	Gorro / uniforme
		Bioaerosoles	Inhalatorio /Dermal	+	Mascarilla / guantes
		Caída	Desnivel	+	
	Limpieza (20 min)	Ergonómico	Posiciones forzadas	+	
		Salpicadura	Dermal	+	Mascarilla / guantes
	Medición de caudal (2min)	Salpicadura	Dermal	+	Mascarilla / guantes
Distribuidor de	Entorno	Caída	Desnivel	+	

caudales	(2-5min)				
	Variación de caudales (2-5min)	Salpicadura	Dermal	+	Mascarilla / guantes
Sedimentador primario	Entorno (2-15min)	Intemperie	Estrés térmico	++	Gorro / uniforme
		Gases de descomposición	Inhalatorio	+	Mascarilla
	Limpieza (2-15min)	Salpicadura	Dermal	+	Mascarilla / guantes
	Apertura de válvulas (5min)	Falta de oxígeno	Espacio confinado	+++	Ventilación / compañía
		Gases de descomposición	Inhalatorio	++	Mascarilla
Filtro anaerobio	Entorno (2-15min)	Intemperie	Estrés térmico	++	Gorro / uniforme
		Gases de descomposición	Inhalatorio	+	Mascarilla
	Medición de alturas (2min)	Salpicadura	Dermal	+	Mascarilla / guantes
	Apertura de tapas(2-5min)	Gases de descomposición	Inhalatorio	++	Mascarilla
	Apertura o cierre de válvulas(5min)	Falta de oxígeno	Espacio confinado	+++	Ventilación / compañía
		Gases de descomposición	Inhalatorio	++	Mascarilla
Lechos de secado	Entorno (30min a 1 hora)	Intemperie	Estrés térmico	++	Gorro / uniforme / compañía
		Caída	Desnivel	+	Compañía
		Gases de descomposición	Inhalatorio	++	Mascarilla
	Limpieza (30min a 1 hora)	Ergonómico	Posiciones forzadas / repetitivas	++	
		Material particulado	Inhalatorio	+	Mascarilla
Observaciones realizadas en campo					
Unidad	Situación			Observación	
Unidad de aforo	Toma de muestras			Inclinaciones del tronco con ángulos superiores a	

		los 60°
Caja de rejas	Limpieza de unidad	Inclinaciones del tronco con ángulos superiores a los 60°
Área de deshidratación	Colocación de cal para estabilización de residuos sólidos de caja de rejas	Falta de utilización de guantes
Productos químicos utilizados		
Cal		
Detergente desinfectante		
Alcohol		
Recomendaciones		
Asegurar la escalera del lecho de secado a la baranda existente para evitar que esta se mueva cuando el operador se encuentre dentro de la unidad.		

2. Mediciones de ruido originales

Tabla 16.

Mediciones de ruido realizadas en planta 1 y planta 2 entre el 25 y 26 de febrero del 2021.

	Lugar específico	Frecuencia (Hz)								
		63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Leq
Planta 1	Reactor	65,4	62,1	61,2	57,8	70,5	65,1	62,1	59,1	73,7
Planta 2	Laboratorio	67,3	63	50,9	47,4	45,7	49,3	45,4	40,9	68,9
	Caja de rejillas	60,8	62,7	49,4	54,9	57	51,6	51	47,8	66,3
	Esquina superior de la propiedad	58,3	64,5	59,7	55	49,3	46,2	45,7	43,2	66,9
	Entrada de Caseta sopladores	70,1	66,4	71,1	66,7	62,2	52,5	48,2	43,8	75,3
	Lecho de secado	62,4	56,6	59,1	61,5	62,8	60,6	64,6	59,6	70,5
	Caseta de sopladores	78,6	79	80	74,6	70,6	53,4	55,7	50,5	84,7

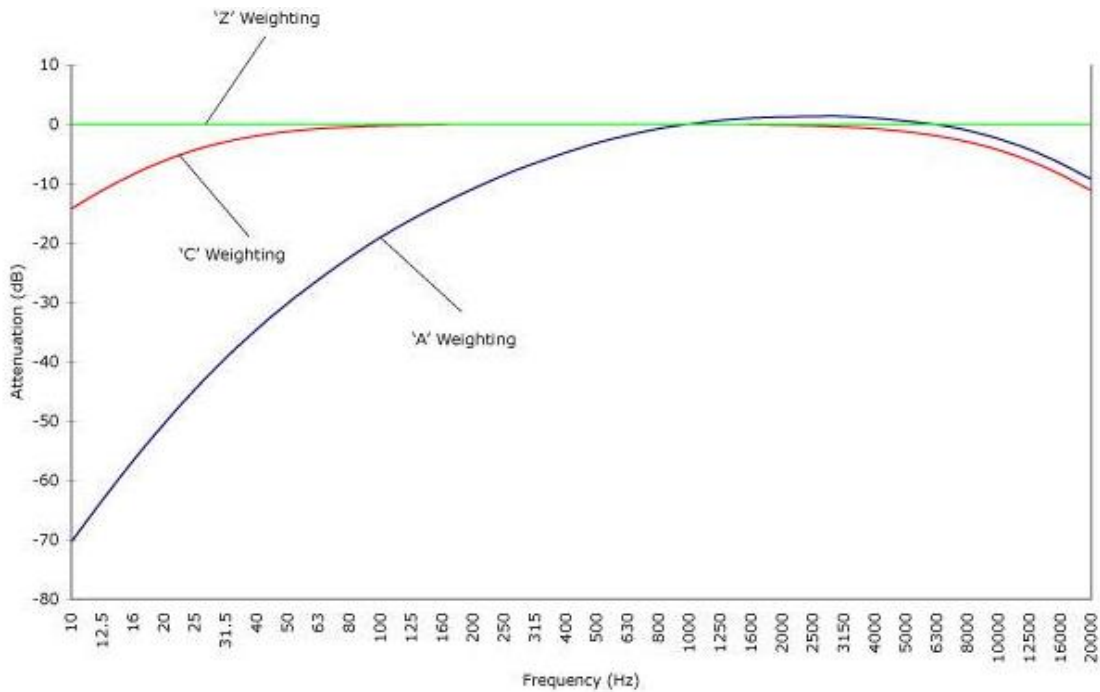
*Fuente: Elaboración propia, 2021

3. Datos de conversión de dB(Z) a dB(A) e incertidumbre

Se realizar una corrección de datos de ruido de dB(Z) a dB(A) bajo la curva de comportamiento según filtros.

Figura 18.

Gráfico de comportamiento de filtros de ruido C y A en comparación de los datos sin filtros Z.



Fuente: Cirrusresearch.es

Los datos de corrección obtenidos de la gráfica de comportamiento de filtros mostrada anteriormente se resumen en:

Tabla 17.

Valores de corrección de datos de ruido sin filtros dB(z) a filtro dB(A).

Frecuencia (Hz)	31.5	63	125	250	500	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	16kHz
Ponderación A	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	-6,6
Corrección (dB)										

Fuente: Cirrusresearch.es

Con estos datos se realiza las siguientes correcciones de datos.

Corrección datos de ruido planta 2.

HZ	63	125	250	50	1K	2K	4K	8K	Leq(A)
dB(Z)	65,4	62,1	61,2	57,8	70,5	65,1	62,1	59,1	
Corrección	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
dB(A)	39,2	46	52,6	54,6	70,5	66,3	63,1	58	
dB/10	3,92	4,6	5,26	5,46	7,05	6,63	6,31	5,8	72,71

Corrección datos de ruido planta 3.

Laboratorio	67,3	63	50,9	47,4	45,7	49,3	45,4	40,9	Leq(A)
Corrección	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
dB(A)	41,1	46,9	42,3	44,2	45,7	50,5	46,4	39,8	
dB/10	4,11	4,69	4,23	4,42	4,57	5,05	4,64	3,98	54,88

Caja de rejillas	60,8	62,7	49,4	54,9	57	51,6	51	47,8	Leq(A)
Corrección	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
dB(A)	34,6	46,6	40,8	51,7	57	52,8	52	46,7	
dB/10	3,46	4,66	4,08	5,17	5,7	5,28	5,2	4,67	60,43

Esquina superior de la propiedad	58,3	64,5	59,7	55	49,3	46,2	45,7	43,2	Leq(A)
Corrección	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
dB(A)	32,1	48,4	51,1	51,8	49,3	47,4	46,7	42,1	
dB/10	3,21	4,84	5,11	5,18	4,93	4,74	4,67	4,21	57,43

Entrada de Caseta sopladores	70,1	66,4	71,1	66,7	62,2	52,5	48,2	43,8	Leq(A)
Corrección	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
dB(A)	43,9	50,3	62,5	63,5	62,2	53,7	49,2	42,7	
dB/10	4,39	5,03	6,25	6,35	6,22	5,37	4,92	4,27	67,88

Lecho de secado	62,4	56,6	59,1	61,5	62,8	60,6	64,6	59,6	Leq(A)
Corrección	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
dB(A)	36,2	40,5	50,5	58,3	62,8	61,8	65,6	58,5	
dB/10	3,62	4,05	5,05	5,83	6,28	6,18	6,56	5,85	69,32

Caseta de sopladores	78,6	79	80	74,6	70,6	53,4	55,7	50,5	Leq(A)
Corrección	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
dB(A)	52,4	62,9	71,4	71,4	70,6	54,6	56,7	49,4	
dB/10	5,24	6,29	7,14	7,14	7,06	5,46	5,67	4,94	76,23

Cálculo de incertidumbre

Se utiliza el cálculo de incertidumbre de medidas indirectas, las cuales provienen de medidas directas. Este cálculo se realiza siguiendo el ejemplo de la ecuación:

$$df(x, y) = \frac{\partial f}{\partial x} dx + \frac{\partial f}{\partial y} dy$$

Donde se obtiene la incertidumbre de la derivación parcial de la ecuación principal con respecto a cada una de las variables.

4. Resultados de análisis microbiológicos

Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Manantiales de Belén	Código reporte:	MB21-0126-1
Dirección:	Del costado Oeste de la Plaza Asunción de Belén, 200m Norte y 400m Oeste	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	Asunción		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	MB21-0126
Punto de muestreo	Muestra de superficie: Cono Imhoff.

Resultados

Ensayo	Resultado
* <i>Presencia/Ausencia E. coli</i>	Ausente /25 cm ²

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Declaración de Conformidad:

La superficie identificada en la muestra, no presenta indicadores de contaminación, indicando buenas prácticas de higiene. Interpretación de resultados acorde a la Norma NOM-093-SSAI-1994

Regla de Decisión:

Para los análisis microbiológicos, al no expresar incertidumbre en sus resultados, se establecerá como regla de decisión lo indicado a continuación: "si el resultado es igual o menor al establecido como valor máximo o en los reglamentos utilizados según la matriz de análisis, entonces el resultado expresado en el informe se considera conforme con las especificaciones requeridas".

*Plan de Muestreo: Según el MTD-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies).

Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

Dr. Juan Carlos Rojas Carrión
Cod.488




Referencia

Ensayo	Matriz	Método	Límite de detección
<i>Bacillus cereus</i>	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap. 31	< 10 UFC/g
Bacterias aerobias mesófilas	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9215 B y C	< 1 UFC /mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.2015. Cap 8	< 10 UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.2015. Method 3.71. Cap 3	< 1 UFC/1/90 mm Mín. 1 UFC/cm ²
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed. 2015. Method 3.51. Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
Coliformes fecales	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1.1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1.8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015 Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
Coliformes totales	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1.1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1.8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.2015. Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Agua marina	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A-B-C-E	< 1.8 NMP/100 mL
Enterobacterias	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.2015. Cap 9	< 10 UFC/g
<i>Enterococci</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9230 B	< 1.8 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1.1 NMP/100 mL
	Agua no clorada		< 1.8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Agua marina	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1.8 NMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.2018. Test 61 y 62	Ausencia o presencia < 10 UFC/g
Hongos y levaduras	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed. 2015. Cap 21	< 10 UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed. Method 3.71. Cap 3	< 1 UFC/1/90 mm < 1 UFC/m ²
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed. Method 3.51. Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
<i>Legionella</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9260 J	< 1 UFC/L
<i>Listeria monocytogenes</i>	Alimentos	Vidas "Listeria DUO (LDuo Ref 30225). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 35	Ausencia o presencia/25 g
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9213 F	< 1.8 NMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62	Ausencia o presencia/g
<i>Salmonella sp.</i>	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 36 Vidas "Salmonella (SLM) Ref 30702.	Ausencia o presencia/25 g
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62 Vidas "Salmonella (SLM) Ref 30702.	Ausencia o presencia/10g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Agua y agua marina	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9213 B	< 1 UFC/mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 39	<10 UFC/g
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.2018. Test 61 y 62	Ausencia o presencia/g

Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Manantiales de Belén	Código reporte:	MB21-0127-1
Dirección:	Del costado Oeste de la Plaza Asunción de Belén, 200m Norte y 400m Oeste	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	Asunción		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	MB21-0127
Punto de muestreo	Muestra de superficie: Mesa de caseta del operador.

Resultados

Ensayo	Resultado
* Presencia/Ausencia <i>E. coli</i>	Ausente /25 cm ²

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:


Declaración de Conformidad:

La superficie identificada en la muestra, no presenta indicadores de contaminación, indicando buenas prácticas de higiene. Interpretación de resultados acorde a la Norma NOM-093-SSAI-1994

Regla de Decisión:

Para los análisis microbiológicos, al no expresar incertidumbre en sus resultados, se establecerá como regla de decisión lo indicado a continuación: "si el resultado es igual o menor al establecido como valor máximo o en los reglamentos utilizados según la matriz de análisis, entonces el resultado expresado en el informe se considera conforme con las especificaciones requeridas".

*Plan de Muestreo: Según el MTD-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de Aire y superficies).
Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.


Dr. Juan Carlos Rojas Carrión
Cod.488



Referencia

Ensayo	Matriz	Método	Límite de detección
<i>Bacillus cereus</i>	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015 .Cap. 31	< 10 UFC/g
Bacterias aerobias mesófilas	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9215 B y C	< 1 UFC /mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015 .Cap 8	< 10 UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015 .Method 3.71.Cap 3	< 1 UFC/1/50 mm Mín. 1 UFC/m ²
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Method 3.51.Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
Coliformes fecales	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,8 NMP/100 ml
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015.Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
Coliformes totales	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015.Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Aguas marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A-B- C- E	< 1,8 NMP/100 mL
Enterobacterias	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015.Cap 9	< 10 UFC/g
<i>Enterococcus</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9330 B	< 1,8 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015.Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Aguas marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A, B,C,D, E, F, G	< 1,8 NMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 51 y 62	Ausencia o presencia < 10 UFC/g
Hongos y levaduras	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Cap 21	< 10 UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., Method 3.71. Cap 3	< 1 UFC/1/50 mm < 1 UFC/m ²
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., Method 3.51. Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
<i>Legionella</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9260 J	< 1 UFC/L
<i>Listeria monocytogenes</i>	Alimentos	Vidas: "Listeria DUO (LDO) Ref 30225. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015.Cap 35	Ausencia o presencia/25 g
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9213 F	< 1,8 NMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62	Ausencia o presencia/g
<i>Salmonella sp.</i>	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015.Cap 36 Vidas: "Salmonella (SLM) Ref 30702.	Ausencia o presencia/25 g
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62 Vidas: "Salmonella (SLM) Ref 30702.	Ausencia o presencia/10g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Agua y aguas marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9213 D	< 1 UFC/mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Cap 39	<10 UFC/g
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	Ausencia o presencia/g

Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Manantiales de Belén	Código reporte:	MB21-0128-1
Dirección:	Del costado Oeste de la Plaza Asunción de Belén, 200m Norte y 400m Oeste	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	Asunción		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	MB21-0128
Punto de muestreo	Muestra de superficie: Llave del lavamanos, baño caseta del operador.

Resultados

Ensayo	Resultado
* <i>Presencia/Ausencia E. coli</i>	Ausente /25 cm ²

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Declaración de Conformidad:


La superficie identificada en la muestra, no presenta indicadores de contaminación, indicando buenas prácticas de higiene. Interpretación de resultados acorde a la Norma NOM-093-SSAI-1994

Regla de Decisión:

Para los análisis microbiológicos, al no expresar incertidumbre en sus resultados, se establecerá como regla de decisión lo indicado a continuación: "si el resultado es igual o menor al establecido como valor máximo o en los reglamentos utilizados según la matriz de análisis, entonces el resultado expresado en el informe se considera conforme con las especificaciones requeridas".

*Plan de Muestreo: Según el MTD-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies). Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

Dr. Juan Carlos Rojas Garrón
Cod.488




Referencia

Ensayo	Matriz	Método	Límite de detección
<i>Bacillus cereus</i>	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015 Cap. 31	< 10 UFC/g
Bacterias aerobias mesófilas	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017 Método 9215 B y C	< 1 UFC /mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015 Cap 3	< 10 UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015 Method 3.71.Cap 3	< 1 UFC/1/90 mm Mín. 1 UFC/m ³
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Method 3.51.Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
Coliformes fecales	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1.1 NMP/100 ml
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1.8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015 Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
Coliformes totales	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1.1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1.8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015 Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Agua marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017 Método 9221 A-B- C- E	< 1.8 NMP/100 mL
Enterobacterias	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015 Cap 9	< 10 UFC/g
<i>Enterococcus</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9230 B	< 1.8 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017 Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1.1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017 Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1.8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015 Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Agua marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017 Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1.8 NMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	Ausencia o presencia < 10 UFC/g
Hongos y levaduras	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015 Cap 21	< 10 UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., Method 3.71. Cap 3	< 1 UFC/1/90 mm < 1 UFC/m ³
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., Method 3.51. Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
<i>Legionella</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9260 J	< 1 UFC/L
<i>Listeria monocytogenes</i>	Alimentos	Vidas "Listeria DUO (LDue Ref 30225. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015.Cap 35	Ausencia o presencia/25 g
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9213 F	< 1.8 NMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62	Ausencia o presencia/g
<i>Salmonella sp.</i>	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015.Cap 36 Vidas "Salmonella (SLM) Ref 30702.	Ausencia o presencia/25 g
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62 Vidas "Salmonella (SLM) Ref 30702.	Ausencia o presencia/10g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Agua y agua marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9213 B	< 1 UFC/mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 39	<10 UFC/g
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	Ausencia o presencia/g



Informe de Ensayos Microbiología

Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente: Residencial Manantiales de Belén
Dirección: Del costado Oeste de la Plaza Asunción de Belén, 200m Norte y 400m Oeste
Provincia: Heredia
Cantón: Cantón de Belén
Distrito: Asunción
Muestreador: Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín

Código reporte: HA21-0017-1
Fecha de muestreo: 30/04/2021
Fecha de recepción: 30/04/2021
Fecha de reporte: 06/05/2021

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	HA21-0017
Punto de muestreo	Muestra de aire: Entrada caja de rejillas.

Resultados

Ensayo	Resultado
** <i>Escherichia coli</i>	< 1 UFC/m ³

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Simbología:

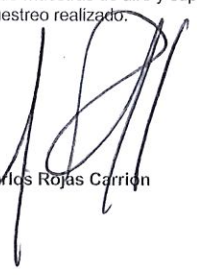
UFC: Unidad Formadora de Colonias

Método utilizado: Impactación

*Plan de Muestreo: Según el MTDT-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies).
Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

** Métodos de ensayo no acreditados

Dr. Juan Carlos Rojas Carrion
Cod.488







Informe de Ensayos Microbiología

Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente: Residencial Manantiales de Belén
Dirección: Del costado Oeste de la Plaza Asunción de Belén, 200m Norte y 400m Oeste
Provincia: Heredia
Cantón: Cantón de Belén
Distrito: Asunción
Muestreador: Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín

Código reporte: HA21-0018-1
Fecha de muestreo: 30/04/2021
Fecha de recepción: 30/04/2021
Fecha de reporte: 06/05/2021

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	HA21-0018
Punto de muestreo	Muestra de aire: Salida caja de rejas.

Resultados

Ensayo	Resultado
** <i>Escherichia coli</i>	< 1 UFC/m ³

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Simbología:

UFC: Unidad Formadora de Colonias

Método utilizado: Impactación

*Plan de Muestreo: Según el MTDT-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies). Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

** Métodos de ensayo no acreditados

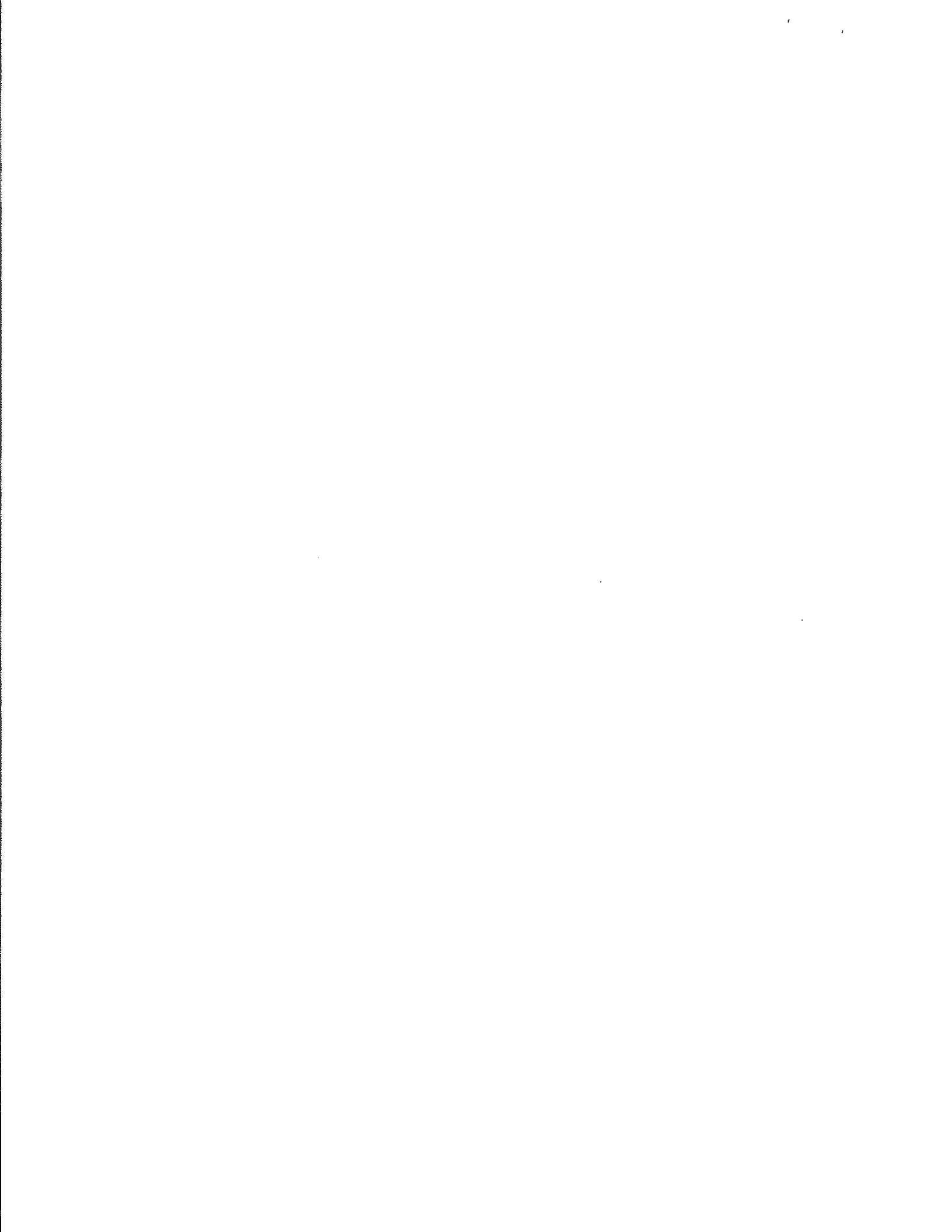
Dr. Juan Carlos Rojas Carrión
Cod.488

Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio San Martín.

R16-PGDT-01-T v. 1. Página 1 de 1



HA21-0018



Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Manantiales de Belén	Código reporte:	HA21-0019-1
Dirección:	Del costado Oeste de la Plaza Asunción de Belén, 200m Norte y 400m Oeste	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	Asunción		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	HA21-0019
Punto de muestreo	Muestra de aire: 1 Sedimentador.

Resultados

Ensayo	Resultado
** <i>Escherichia coli</i>	< 1 UFC/m ³

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Simbología:

UFC: Unidad Formadora de Colonias

Método utilizado: Impactación

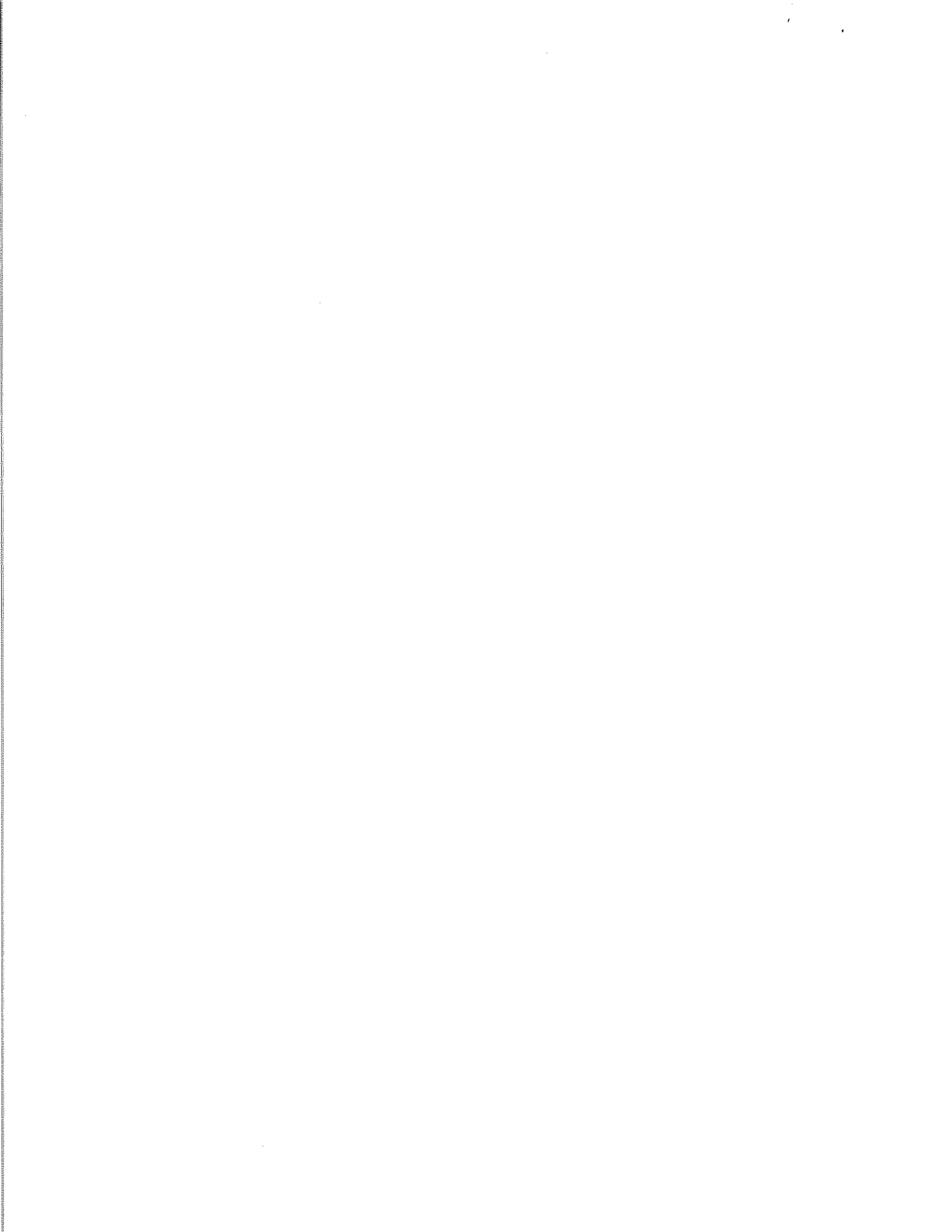
*Plan de Muestreo: Según el MTDT-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies).

Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

** Métodos de ensayo no acreditados

Dr. Juan Carlos Rojas Carrión
Cod.488



Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Manantiales de Belén	Código reporte:	HA21-0020-1
Dirección:	Del costado Oeste de la Plaza Asunción de Belén, 200m Norte y 400m Oeste	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	Asunción		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	HA21-0020
Punto de muestreo	Muestra de aire: Reactor.

Resultados

Ensayo	Resultado
** <i>Escherichia coli</i>	< 1 UFC/m ³

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Simbología:

UFC: Unidad Formadora de Colonias

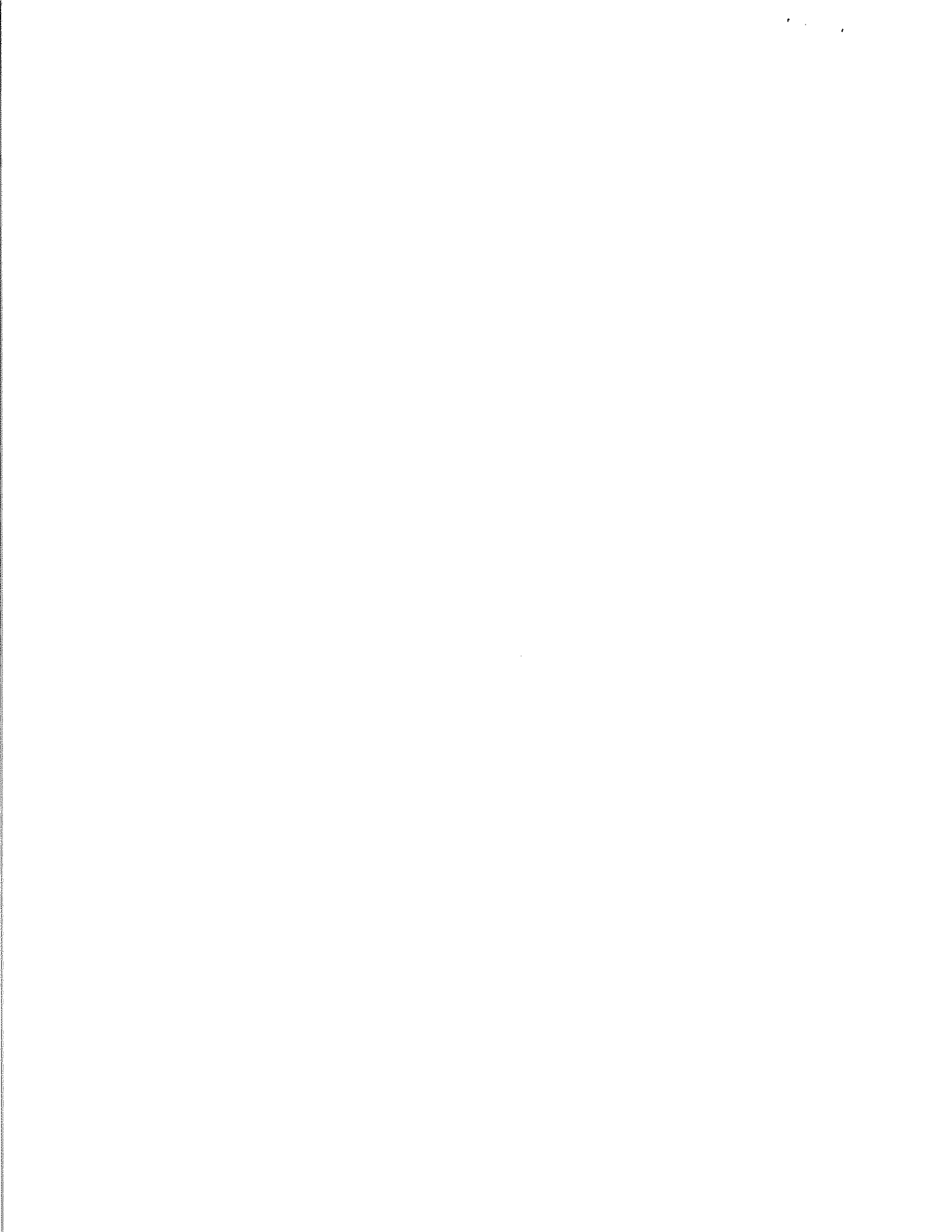
Método utilizado: Impactación

*Plan de Muestreo: Según el MTD-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies). Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

** Métodos de ensayo no acreditados

Dr. Juan Carlos Rojas Carfión
Cod.488



Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Manantiales de Belén	Código reporte:	HA21-0021-1
Dirección:	Del costado Oeste de la Plaza Asunción de Belén, 200m Norte y 400m Oeste	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	Asunción		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	HA21-0021
Punto de muestreo	Muestra de aire: Portón de la entrada.

Resultados

Ensayo	Resultado
** <i>Escherichia coli</i>	< 1 UFC/m ³

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Simbología:

UFC: Unidad Formadora de Colonias

Método utilizado: Impactación

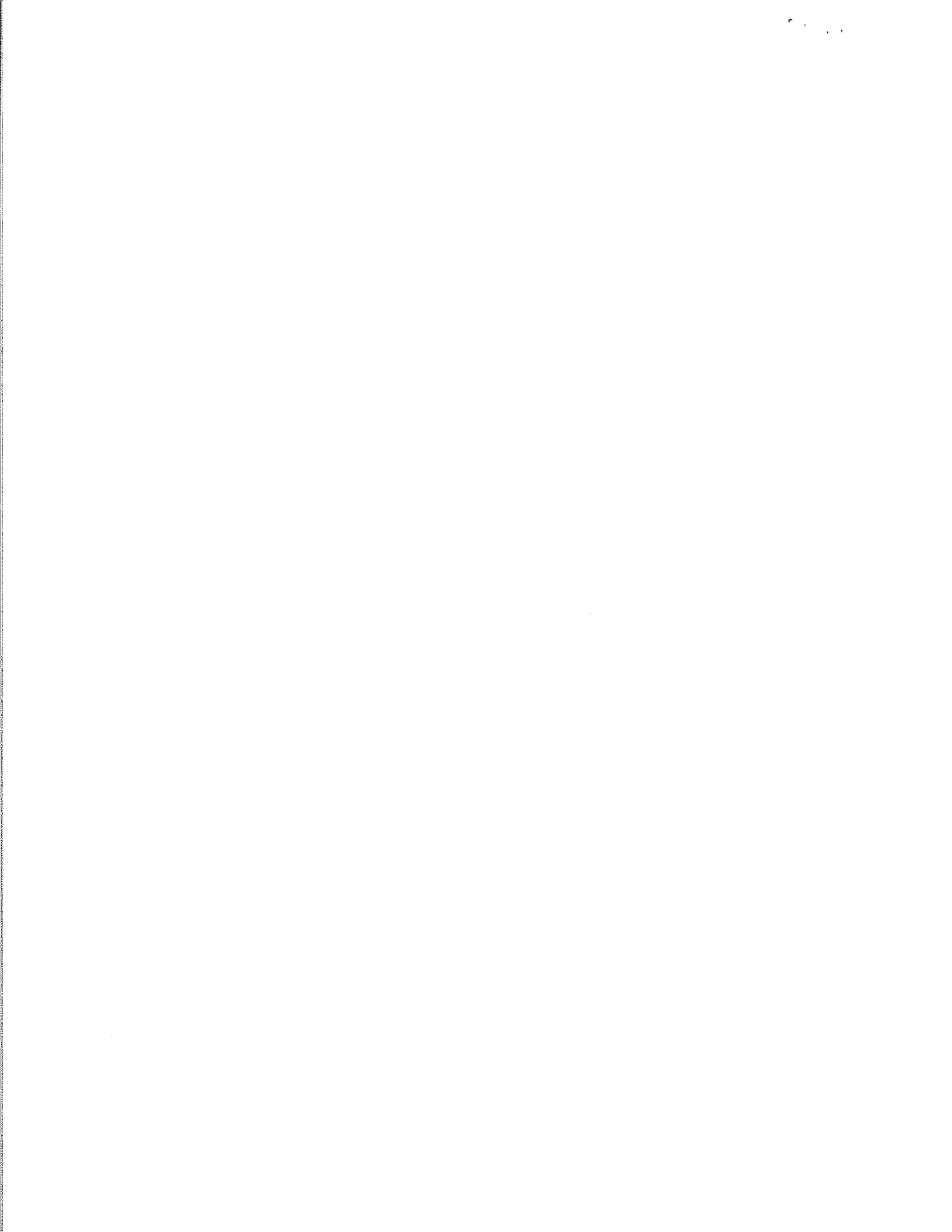
*Plan de Muestreo: Según el MTD-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies). Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

** Métodos de ensayo no acreditados



Dr. Juan Carlos Rojas Carrón
Cod.488





Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Villa Sol	Código reporte:	MB21-0129-1
Dirección:	Del Super Mili 200m Sur, 300m Oeste y 160m Sur	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	La Ribera		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	MB21-0129
Punto de muestreo	Muestra de superficie: Cono Imhoff.

Resultados

Ensayo	Resultado
* <i>Presencia/Ausencia E. coli</i>	Ausente /25 cm ²

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Declaración de Conformidad:

La superficie identificada en la muestra, no presenta indicadores de contaminación, indicando buenas prácticas de higiene. Interpretación de resultados acorde a la Norma NOM-093-SSAI-1994

Regla de Decisión:

Para los análisis microbiológicos, al no expresar incertidumbre en sus resultados, se establecerá como regla de decisión lo indicado a continuación: "si el resultado es igual o menor al establecido como valor máximo en los reglamentos utilizados según la matriz de análisis , entonces el resultado expresado en el informe se considera conforme con las especificaciones requeridas" .

*Plan de Muestreo: Según el MTDT-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies).
Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.


Dr. Juan Carlos Rojas Carrión
Cod.488



Referencia

Ensayo	Matriz	Método	Límite de detección
<i>Bacillus cereus</i>	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap. 31	< 10 UFC/g
<i>Bacterias aerobias mesófilas</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9215 B y C	< 1 UFC/ml
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 8	< 10 UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Method 3.71, Cap 3	< 1 UFC/ft ² /30 mm Min. 1 UFC/m ²
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Method 3.51 Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
Coliformes fecales	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,1 NMP/100 ml
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,8 NMP/100 ml
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015 Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
Coliformes totales	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Agua marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A-B, C- E	< 1,8 NMP/100 mL
Enterobacterias	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g
<i>Enterococcus</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9230 B	< 1,8 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,1 NMP/100 mL
	Agua no clorada		< 1,8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Agua marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,8 NMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	Ausencia o presencia < 10 UFC/g
Hongos y levaduras	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Cap 21	< 10 ⁴ UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed. Method 3.71. Cap 3	< 1 UFC/ft ² /30 mm < 1 UFC/in ²
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed. Method 3.51. Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
<i>Legionella</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9260 J	< 1 UFC/L
<i>Listeria monocytogenes</i>	Alimentos	Vidas "Listeria DUO (1000 Ref. 30223). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 35	Ausencia o presencia/25 g
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9213 F	< 1,8 NMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62	Ausencia o presencia/g
<i>Salmonella sp.</i>	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 36 Vidas "Salmonella (SL14) Ref 30702.	Ausencia o presencia/25 g
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62 Vidas "Salmonella (SL14) Ref 30702.	Ausencia o presencia/10g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Agua y aguas marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9213 B	< 1 UFC/ml
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 39	<10 UFC/g
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	Ausencia o presencia/g

Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Villa Sol	Código reporte:	MB21-0130-1
Dirección:	Del Super Mili 200m Sur, 300m Oeste y 160m Sur	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	La Ribera		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	MB21-0130
Punto de muestreo	Muestra de superficie: Mesa de caseta del operador.

Resultados

Ensayo	Resultado
* <i>Presencia/Ausencia E. coli</i>	Ausente /25 cm ²

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Declaración de Conformidad:

La superficie identificada en la muestra, no presenta indicadores de contaminación, indicando buenas prácticas de higiene. Interpretación de resultados acorde a la Norma NOM-093-SSAI-1994

Regla de Decisión:

Para los análisis microbiológicos, al no expresar incertidumbre en sus resultados, se establecerá como regla de decisión lo indicado a continuación: "si el resultado es igual o menor al establecido como valor máximo en los reglamentos utilizados según la matriz de análisis , entonces el resultado expresado en el informe se considera conforme con las especificaciones requeridas".

*Plan de Muestreo: Según el MTD-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies). Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

Dr. Juan Carlos Rojas Carrión
Cod.488




Referencia

Ensayo	Matriz	Método	Límite de detección
<i>Bacillus cereus</i>	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Cap. 31	< 10 UFC/g
Bacterias aerobias mesófilas	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9215 B y C	< 1 UFC/mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Cap 8	< 10 UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Method 3.71. Cap 3	< 1 UFC/1/20 mm Mín. 1 UFC/m ²
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Method 3.51. Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP, 35 ed. 2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
Coliformes fecales	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1,1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1,8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
Coliformes totales	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1,1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1,8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Aguas marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A-B, C-E	< 1,8 NMP/100 mL
Enterobacterias	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Cap 9	< 10 UFC/g
<i>Enterococcus</i>	Aguas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9230 B	< 1,5 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1,1 NMP/100 mL
	Agua no clorada		< 1,8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Aguas marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1,8 NMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP, 35 ed. 2018. Test 61 y 62	Ausencia o presencia < 10 UFC/g
Hongos y levaduras	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Cap 21	< 10 UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., Method 3.71. Cap 3	< 1 UFC/1/20 mm < 1 UFC/m ²
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., Method 3.51. Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP, 35 ed. 2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
<i>Legionella</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9260 J	< 1 UFC/L
<i>Listeria monocytogenes</i>	Alimentos	Vidas: "Listeria DUO (L Duo) Ref 30225. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Cap 35	Ausencia o presencia/25 g
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9213 F	< 1,8 NMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62	Ausencia o presencia/g
<i>Salmonella</i> sp.	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Cap 36 Vidas: "Salmonella (S18.1) Ref 30702.	Ausencia o presencia/25 g
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62 Vidas: "Salmonella (S18) Ref 30702.	Ausencia o presencia/10g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Agua y aguas marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9213 B	< 1 UFC/mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Cap 39	< 10 UFC/g
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP, 35 ed. 2018. Test 61 y 62	Ausencia o presencia/g

Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Villa Sol	Código reporte:	MB21-0131-1
Dirección:	Del Super Mili 200m Sur, 300m Oeste y 160m Sur	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	La Ribera		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	MB21-0131
Punto de muestreo	Muestra de superficie: Llave del lavamanos del baño.

Resultados

Ensayo	Resultado
* <i>Presencia/Ausencia E. coli</i>	Ausente /25 cm ²

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Declaración de Conformidad:

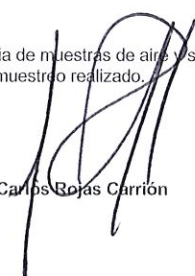
La superficie identificada en la muestra, no presenta indicadores de contaminación, indicando buenas prácticas de higiene. Interpretación de resultados acorde a la Norma NOM-093-SSAI-1994

Regla de Decisión:

Para los análisis microbiológicos, al no expresar incertidumbre en sus resultados, se establecerá como regla de decisión lo indicado a continuación: "si el resultado es igual o menor al establecido como valor máximo en los reglamentos utilizados según la matriz de análisis , entonces el resultado expresado en el informe se considera conforme con las especificaciones requeridas" .

*Plan de Muestreo: Según el MTD-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies).
Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

Dr. Juan Carlos Rojas Carrión
Cod.488




Referencia

Ensayo	Matriz	Método	Límite de detección
<i>Bacillus cereus</i>	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap. 31	< 10 UFC/g
<i>Bacterius aerobius mesófilos</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9215 B y C	< 1 UFC /mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 8	< 10 UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Method 3.71. Cap 3	< 1 UFC/1/80 mm Min. 1 UFC/m ³
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Method 3.51. Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
<i>Coliformes fecales</i>	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1.1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1.8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
<i>Coliformes totales</i>	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1.1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1.8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Agua marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A-B, C-E	< 1.8 NMP/100 mL
Enterobacterias	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g
<i>Enterococcus</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9230 B	< 1.8 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1.1 NMP/100 mL
	Agua no clorada		< 1.8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Agua marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1.8 NMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	Ausencia o presencia < 10 UFC/g
<i>Hongos y levaduras</i>	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 21	< 10 UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,Method 3.71. Cap 3	< 1 UFC/1/80 mm < 1 UFC/m ³
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,Method 3.51. Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
<i>Legionella</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9260 F	< 1 UFC/L
<i>Listeria monocytogenes</i>	Alimentos	Vidas "Listeria DUO (EU) Ref 30225. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 35	Ausencia o presencia/25 g
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9213 F	< 1.8 NMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62	Ausencia o presencia/g
<i>Salmonella sp.</i>	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 36 Vidas "Salmonella (SiM) Ref 30702.	Ausencia o presencia/25 g
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62 Vidas "Salmonella (SiM) Ref 30702.	Ausencia o presencia/10g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Agua y agua marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9213 B	< 1 UFC/mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 39	<10 UFC/g
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	Ausencia o presencia/g

Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Villa Sol	Código reporte:	HA21-0022-1
Dirección:	Del Super Mili 200m Sur, 300m Oeste y 160m Sur	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	La Ribera		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	HA21-0022
Punto de muestreo	Muestra de aire: Entrada caja de rejas.

Resultados

Ensayo	Resultado
** <i>Escherichia coli</i>	< 1 UFC/m ³

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.
Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Simbología:

UFC: Unidad Formadora de Colonias

Método utilizado: Impactación

*Plan de Muestreo: Según el MTDT-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies).
Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

** Métodos de ensayo no acreditados

Dr. Juan Carlos Rojas Carrión
Cod.488



Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Villa Sol	Código reporte:	HA21-0023-1
Dirección:	Del Super Mili 200m Sur, 300m Oeste y 160m Sur	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	La Ribera		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	HA21-0023
Punto de muestreo	Muestra de aire: Salida caja de rejas.

Resultados

Ensayo	Resultado
** <i>Escherichia coli</i>	< 1 UFC/m ³

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.
Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Simbología:

UFC: Unidad Formadora de Colonias

Método utilizado: Impactación

*Plan de Muestreo: Según el MTDT-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies).
Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

** Métodos de ensayo no acreditados



Dr. Juan Carlos Rojas Carjón
Cod.488





Informe de Ensayos Microbiología

Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Villa Sol	Código reporte:	HA21-0024-1
Dirección:	Del Super Mili 200m Sur, 300m Oeste y 160m Sur	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	La Ribera		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	HA21-0024
Punto de muestreo	Muestra de aire: Tanque de aireación.

Resultados

Ensayo	Resultado
** <i>Escherichia coli</i>	< 1 UFC/m ³

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Simbología:

UFC: Unidad Formadora de Colonias

Método utilizado: Impactación

*Plan de Muestreo: Según el MTDT-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies). Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

** Métodos de ensayo no acreditados

Dr. Juan Carlos Rojas Carrión
Cod.488





Informe de Ensayos Microbiología

Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Villa Sol	Código reporte:	HA21-0025-1
Dirección:	Del Super Mili 200m Sur, 300m Oeste y 160m Sur	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	La Ribera		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	HA21-0025
Punto de muestreo	Muestra de aire: Salida Planta de Tratamiento de aguas residuales.

Resultados

Ensayo	Resultado
** <i>Escherichia coli</i>	< 1 UFC/m ³

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Simbología:


UFC: Unidad Formadora de Colonias

Método utilizado: Impactación

*Plan de Muestreo: Según el MTDT-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies).

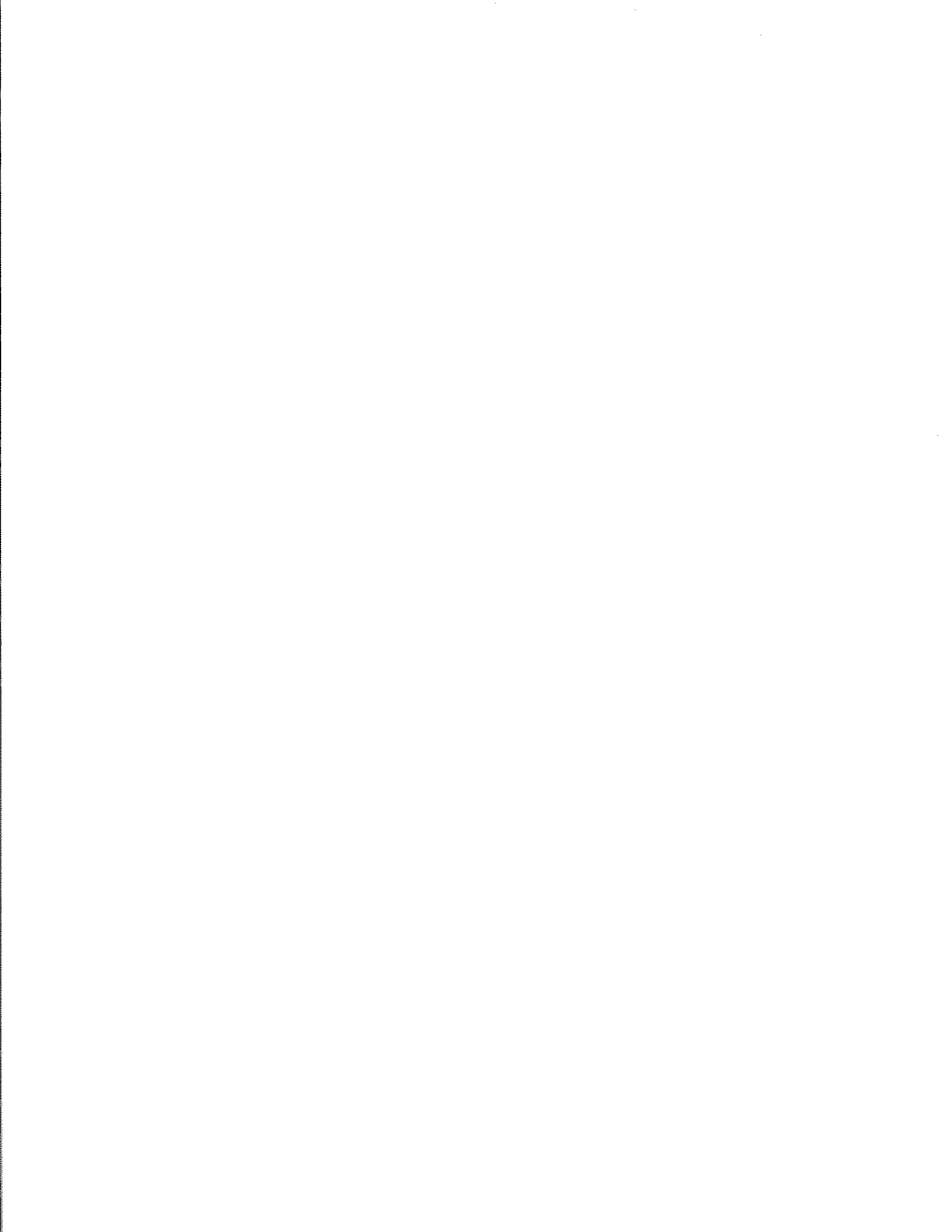
Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

** Métodos de ensayo no acreditados



Dr. Juan Carlos Rojas Castrón
Cod.488





Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Villa Sol	Código reporte:	HA21-0026-1
Dirección:	Del Super Mili 200m Sur, 300m Oeste y 160m Sur	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	La Ribera		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	HA21-0026
Punto de muestreo	Muestra de aire: Portón de la entrada.

Resultados

Ensayo	Resultado
** <i>Escherichia coli</i>	< 1 UFC/m ³

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Simbología:

UFC: Unidad Formadora de Colonias

Método utilizado: Impactación

*Plan de Muestreo: Según el MTDT-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies). Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

** Métodos de ensayo no acreditados

Dr. Juan Carlos Rojas Carrión
Cod.488





Informe de Ensayos Microbiología

Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Belén	Código reporte:	HA21-0012-1
Dirección:	De la ferretería El Lagar 200m Norte y 50m Oeste	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	San Antonio		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	HA21-0012
Punto de muestreo	Muestra de aire: Tanque de aireación #1.

Resultados

Ensayo	Resultado
** <i>Escherichia coli</i>	< 1 UFC/m ³

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Simbología:

UFC: Unidad Formadora de Colonias

Método utilizado: Impactación

*Plan de Muestreo: Según el MTDT-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies). Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

** Métodos de ensayo no acreditados

Dr. Juan Carlos Rojas Carrión
Cod.488





Informe de Ensayos Microbiología

Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Belén	Código reporte:	HA21-0013-1
Dirección:	De la ferretería El Lagar 200m Norte y 50m Oeste	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	San Antonio		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	HA21-0013
Punto de muestreo	Muestra de aire: Tanque de aireación #2.

Resultados

Ensayo	Resultado
** <i>Escherichia coli</i>	< 1 UFC/m ³

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Simbología:

UFC: Unidad Formadora de Colonias

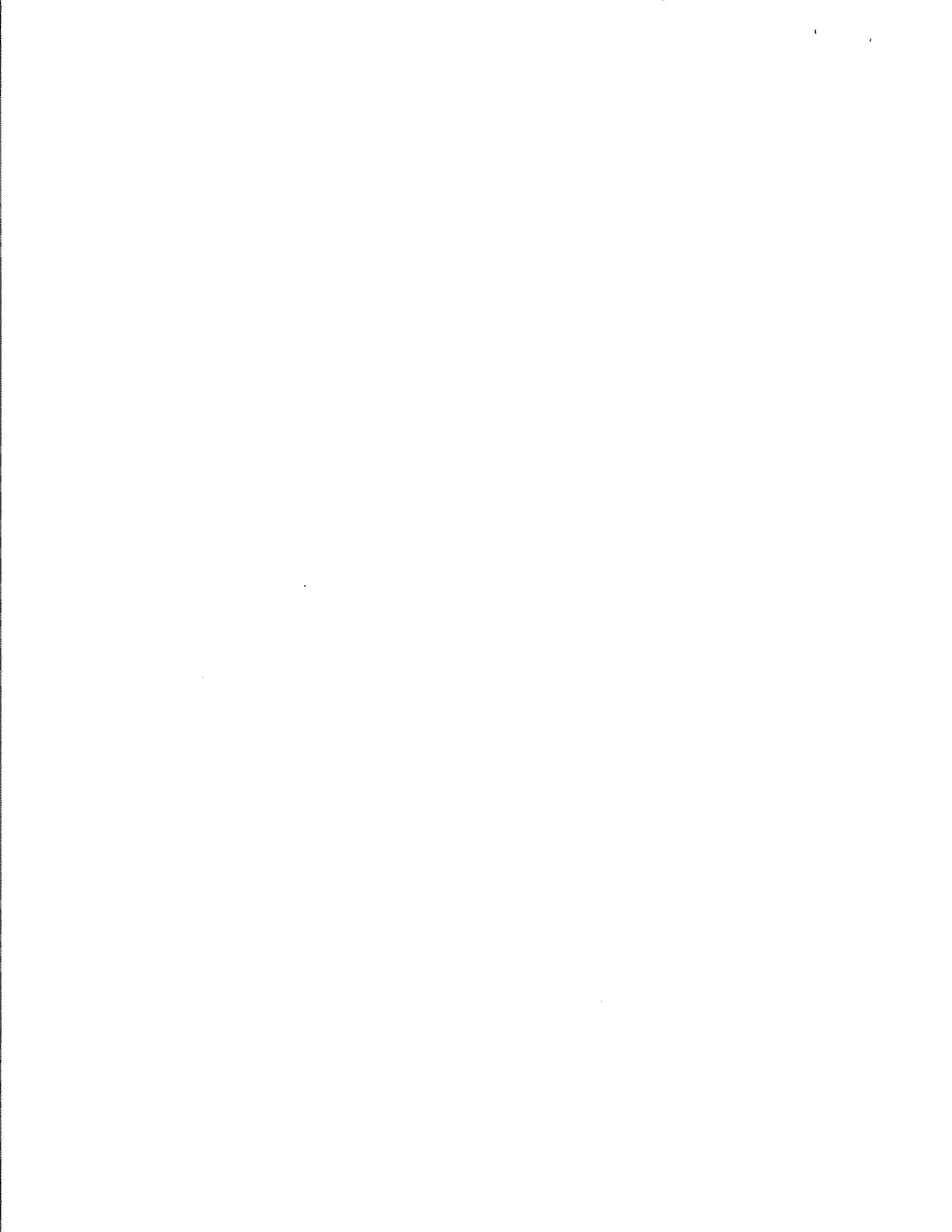
Método utilizado: Impactación

*Plan de Muestreo: Según el MTDT-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies). Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

** Métodos de ensayo no acreditados

Dr. Juan Carlos Rojas Garrón
Cod.488







Informe de Ensayos Microbiología

Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Belén	Código reporte:	HA21-0014-1
Dirección:	De la ferretería El Lagar 200m Norte y 50m Oeste	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	San Antonio		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	HA21-0014
Punto de muestreo	Muestra de aire: Portón de la entrada.

Resultados

Ensayo	Resultado
** <i>Escherichia coli</i>	< 1 UFC/m ³

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Simbología:

UFC: Unidad Formadora de Colonias

Método utilizado: Impactación

*Plan de Muestreo: Según el MTDT-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies). Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

** Métodos de ensayo no acreditados

Dr. Juan Carlos Rojas Carrión
Cod.488







Informe de Ensayos Microbiología

Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Belén	Código reporte:	HA21-0015-1
Dirección:	De la ferretería El Lagar 200m Norte y 50m Oeste	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	San Antonio		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	HA21-0015
Punto de muestreo	Muestra de aire: Entrada de la caja de rejas.

Resultados

Ensayo	Resultado
** <i>Escherichia coli</i>	< 1 UFC/m ³

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Simbología:

UFC: Unidad Formadora de Colonias

Método utilizado: Impactación

*Plan de Muestreo: Según el MTDT-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies).
Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

** Métodos de ensayo no acreditados

Dr. Juan Carlos Rojas Carrión
Cod.488





Informe de Ensayos Microbiología

Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Belén	Código reporte:	HA21-0016-1
Dirección:	De la ferretería El Lagar 200m Norte y 50m Oeste	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredía	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	San Antonio		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	HA21-0016
Punto de muestreo	Muestra de aire: Salida de la caja de rejas.

Resultados

Ensayo	Resultado
** <i>Escherichia coli</i>	< 1 UFC/m ³

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Simbología:

UFC: Unidad Formadora de Colonias

Método utilizado: Impactación

*Plan de Muestreo: Según el MTD-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies). Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

** Métodos de ensayo no acreditados

Dr. Juan Carlos Rojas Carrión
Cod.488

Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio San Martín.

R16-PGDT-01-T v. 1. Página 1 de 1



HA21-0016



Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Belén	Código reporte:	MB21-0121-1
Dirección:	De la ferretería El Lagar 200m Norte y 50m Oeste	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	San Antonio		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	MB21-0121
Punto de muestreo	Muestra de superficie: Cono Imhoff.

Resultados

Ensayo	Resultado
* Presencia/Ausencia <i>E. coli</i>	Ausente /25 cm ²

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Declaración de Conformidad:

La superficie identificada en la muestra, no presenta indicadores de contaminación, indicando buenas prácticas de higiene. Interpretación de resultados acorde a la Norma NOM-093-SSAI-1994

Regla de Decisión:

Para los análisis microbiológicos, al no expresar incertidumbre en sus resultados, se establecerá como regla de decisión lo indicado a continuación: "si el resultado es igual o menor al establecido como valor máximo o en los reglamentos utilizados según la matriz de análisis, entonces el resultado expresado en el informe se considera conforme con las especificaciones requeridas".

*Plan de Muestreo: Según el MTDT-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies). Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

Dr. Juan Carlos Rojas Carrión
Cod.488




Referencia

Ensayo	Muestra	Método	Límite de detección
<i>Bacillus cereus</i>	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015 ,Cap. 31	< 10 UFC/g
Bacterias aerobias mesófilas	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9215 B y C	< 1 UFC /mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 3	< 10 UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Method 3.71.Cap 3	< 1 UFC/1/30 mm Mín. 1 UFC/m ³
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Method 3.51.Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
Coliformes fecales	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1,1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1,8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015 Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
Coliformes totales	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1,1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1,8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015 Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Agua marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A-B- C- E	< 1,8 NMP/100 mL
Enterobacterias	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g
<i>Enterococcus</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9230 B	< 1,8 (NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1,1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1,8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Agua marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1,8 NMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	Ausencia o presencia < 10 UFC/g
Hongos y levaduras	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 21	< 10 UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,Method 3.71. Cap 3	< 1 UFC/1/30 mm < 1 UFC/m ³
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,Method 3.51. Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
<i>Legionella</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9260 J	< 1 UFC/L
<i>Listeria monocytogenes</i>	Alimentos	Vidas: "Listeria DUO (L Duo) Ref 30225. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 35	Ausencia o presencia/25 g
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9213 F	< 1,8 NMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62	Ausencia o presencia/g
<i>Salmonella sp.</i>	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 36 Vidas: "Salmonella (SLM) Ref 30702.	Ausencia o presencia/25 g
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62 Vidas: "Salmonella (SLM) Ref 30702.	Ausencia o presencia/10g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Agua y agua marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^{ra} , 2017. Método 9213 B	< 1 UFC/mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 39	<10 UFC/g
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	Ausencia o presencia/g

Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliente:	Residencial Belén	Código reporte:	MB21-0122-1
Dirección:	De la ferretería El Lagar 200m Norte y 50m Oeste	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	San Antonio		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.

Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	MB21-0122
Punto de muestreo	Muestra de superficie: Mesa de caseta del operador.

Resultados

Ensayo	Resultado
* <i>Presencia/Ausencia E. coli</i>	Ausente /25 cm ²

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.

Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Declaración de Conformidad:

La superficie identificada en la muestra, no presenta indicadores de contaminación, indicando buenas prácticas de higiene. Interpretación de resultados acorde a la Norma NOM-093-SSAI-1994

Regla de Decisión:

Para los análisis microbiológicos, al no expresar incertidumbre en sus resultados, se establecerá como regla de decisión lo indicado a continuación: "si el resultado es igual o menor al establecido como valor máximo o en los reglamentos utilizados según la matriz de análisis, entonces el resultado expresado en el informe se considera conforme con las especificaciones requeridas".

*Plan de Muestreo: Según el MTD-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies). Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

Dr. Juan Carlos Rojas Carrión
Cod.488




Referencia

Ensayo	Matriz	Método	Límite de detección
<i>Bacillus cereus</i>	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap. 31	< 10 UFC/g
Bacterias aerobias mesófilas	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9215 B y C	< 1 UFC /ml
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 3	< 10 UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Method 3.71. Cap 3	< 1 UFC/1780 mm Mín. 1 UFC/m ²
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Method 3.51. Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
Coliformes fecales	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1.1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1.8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
Coliformes totales	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1.1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1.8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Agua marina	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A-B, C-E	< 1.8 NMP/100 mL
Enterobacterias	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g
<i>Enterococcus</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9230 B	< 1.8 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1.1 NMP/100 mL
	Agua no clorada		< 1.8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Agua marina	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A, B, C, D, E, F, G	< 1.8 NMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	Ausencia o presencia < 10 UFC/g
Hongos y levaduras	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 21	< 10 UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., Method 3.71. Cap 3	< 1 UFC/1780 mm < 1 UFC/m ²
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., Method 3.51. Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
<i>Legionella</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9260 J	< 1 UFC/l
<i>Listeria monocytogenes</i>	Alimentos	Vidas: "Listeria DUO (Duo) Ref 30225. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 35	Ausencia o presencia/25 g
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9213 F	< 1.8 NMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62	Ausencia o presencia/g
<i>Salmonella</i> sp.	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 36 Vidas: "Salmonella (SLM) Ref 30702.	Ausencia o presencia/25 g
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62 Vidas: "Salmonella (SLM) Ref 30702.	Ausencia o presencia/10g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Agua y aguas marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9213 B	< 1. UFC/mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 39	<10 UFC/g
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP,36 ed.,2018. Test 61 y 62	Ausencia o presencia/g

Experiencia y Tecnología a su Servicio

Cliete:	Residencial Belén	Código reporte:	MB21-0123-1
Dirección:	De la ferretería El Lagar 200m Norte y 50m Oeste	Fecha de muestreo:	30/04/2021
Provincia:	Heredia	Fecha de recepción:	30/04/2021
Cantón:	Cantón de Belén	Fecha de reporte:	06/05/2021
Distrito:	San Antonio		
Muestreador:	Ricardo Solano . Personal del Laboratorio San Martín		

Permiso Sanitario de Funcionamiento del Laboratorio San Martín #34-2020 dado el 14/01/2020, vence el 14/01/2022.
Métodos de análisis acreditados por el ECA identificados en este informe por medio de un asterisco (*). Para consulta de variables acreditadas ingresar a la página del ECA (http://www.eca.or.cr/acr_lab.php) en el link del Laboratorio San Martín.

Código LSM	MB21-0123
Punto de muestreo	Muestra de superficie: Llavín de caseta del operador.

Resultados

Ensayo	Resultado
* Presencia/Ausencia <i>E. coli</i>	Ausente /25 cm ²

Metodología de análisis: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, APHA, 5th ed.
Ejecución de actividades del Laboratorio: 30/04/2021 - 06/05/2021

Observaciones:

Declaración de Conformidad:

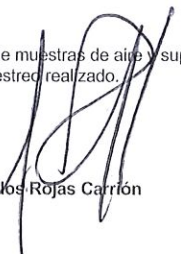
La superficie identificada en la muestra, no presenta indicadores de contaminación, indicando buenas prácticas de higiene. Interpretación de resultados acorde a la Norma NOM-093-SSAI-1994

Regla de Decisión:

Para los análisis microbiológicos, al no expresar incertidumbre en sus resultados, se establecerá como regla de decisión lo indicado a continuación: "si el resultado es igual o menor al establecido como valor máximo o en los reglamentos utilizados según la matriz de análisis, entonces el resultado expresado en el informe se considera conforme con las especificaciones requeridas".

*Plan de Muestreo: Según el MTD-78 (Método de trabajo para el muestreo y custodia de muestras de aire y superficies).
Los resultados se relacionan únicamente al ítem sometido a ensayo y al proceso de muestreo realizado.

Dr. Juan Carlos Rojas Carrón
Cod.488




Referencia

Ensayo	Matriz	Método	Límite de detección
<i>Bacillus cereus</i>	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015 .Cap. 31	< 10 UFC/g
Bacterias aerobias mesófilas	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9215 B y C	< 1 UFC/mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 8	< 10 UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Method 3.71. Cap 3	< 1 UFC/1/30 mm Mín. 1 UFC/m ²
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., 2015. Method 3.51. Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP 36 ed.,2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
Coliformos fecales	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
Coliformes totales	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,1 NMP/100 mL
	Agua no clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Aguas marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A-B- C- E	< 1,8 NMP/100 mL
Enterobacterias	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g
<i>Enterococcus</i>	Aguas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9230 B	< 1,8 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	Agua clorada	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,1 NMP/100 mL
	Agua no clorada		< 1,8 NMP/100 mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 9	< 10 UFC/g < 3 NMP/g
	Aguas marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9221 9221 A,B,C,D, E, F, G	< 1,8 NMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP 36 ed.,2018. Test 61 y 62	Ausencia o presencia < 10 UFC/g
Hongos y levaduras	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 21	< 10 UFC/g
	Aire	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., Method 3.71. Cap 3	< 1 UFC/1/30 mm < 1 UFC/m ²
	Superficies	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed., Method 3.51. Cap 3	< 10 UFC/cm ²
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP 36 ed.,2018. Test 61 y 62	< 10 UFC/g
<i>Legionella</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9260 I	< 1 UFC/L
<i>Listeria monocytogenes</i>	Alimentos	Vidas "Listeria DUQ (L) Que Ref 30225. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 35	Ausencia o presencia/25 g
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Agua	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9213 F	< 1,8 fAMP/100 mL
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62	Ausencia o presencia/g
<i>Salmonella</i> sp.	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 35 Vidas "Salmonella (SLM) Ref 30702.	Ausencia o presencia/25 g
	Materias primas y productos farmacéuticos	Farmacopea Americana, análisis microbiológicos exámenes 61 y 62 Vidas "Salmonella (SLM) Ref 30702.	Ausencia o presencia/10g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Agua y aguas marinas	Standard Methods APHA-AWWA-WEF, 23 ^a , 2017. Método 9213 B	< 1 UFC/mL
	Alimentos	Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHL 5th ed.,2015. Cap 39	< 10 UFC/g
	Materias primas y productos farmacéuticos	USP 36 ed.,2018. Test 61 y 62	Ausencia o presencia/g

5. Valores obtenidos de la evaluación mediante método RULA.

Tabla 18.

Resultado de la evaluación de la tabla A del método RULA.

Tabla A								
	Brazo	Antebrazo	Muñeca	Giro	Subresultado	Utilización M	Carga	Resultado
Planta 1								
Posición 1	2	1	3	2	3	0	3	6
Posición 2	3	1	2	1	3	0	0	3
Posición 3	3	1	1	1	2	0	0	2
Posición 4	2	2	2	1	2	0	0	2
Posición 5	3	1	3	1	4	0	0	4
Planta 2								
Posición 1	2	2	2	1	2	0	0	2
Posición 2A	1	1	1	1	1	0	1	2
Posición 2B	2	1	4	1	4	0	0	4
Posición 3A	4	3	4	1	6	0	1	7
Posición 3B	4	2	1	1	3	0	1	4
Posición 4	4	3	3	1	5	0	1	6
Posición 5	3	1	3	1	4	0	1	5
Posición 6	2	1	1	1	2	0	1	3
Posición 7	1	2	1	1	2	0	1	3
Planta 3								
Posición 1	2	1	1	1	2	0	0	2
Posición 2	3	1	1	1	2	0	0	2
Posición 3	3	1	1	1	2	0	0	2

Tabla 19.

Resultados de la tabla B de la evaluación del método RULA

Tabla B							
	Cuello	Tronco	Piernas	subresultado	Uso	Carga	Resultado
Planta 1							
Posición 1	2	4	1	5	0	3	8
Posición 2	1	5	2	6	0	0	6
Posición 3	2	4	2	5	0	0	5
Posición 4	2	3	2	5	0	0	5
Posición 5	1	4	1	5	0	0	5
Planta 2							
Posición 1	1	5	2	6	0	1	7
Posición 2A	1	3	2	4	0	1	5
Posición 2B	1	3	2	4	0	0	4
Posición 3A	1	3	1	3	0	1	4
Posición 3B	1	3	1	3	0	1	4
Posición 4	1	2	1	2	0	1	3
Posición 5	3	3	1	4	0	1	5
Posición 6	3	4	1	5	0	1	6
Posición 7	2	3	1	4	0	1	5
Planta 3							
Posición 1	2	4	1	5	0	0	5
Posición 2	3	5	1	6	0	0	6
Posición 3	3	4	2	6	0	0	6

Tabla 20.

Resultados de la tabla C evaluación del método RULA

Tabla C			
	Resultado A	Resultado B	Resultado
Planta 1			
Posición 1	6	8	7
Posición 2	3	6	5
Posición 3	2	5	4
Posición 4	2	5	4
Posición 5	4	5	5
Planta 2			
Posición 1	2	7	5
Posición 2A	2	5	4
Posición 2B	4	4	4
Posición 3A	7	4	6
Posición 3B	4	4	4
Posición 4	6	3	5
Posición 5	5	5	6
Posición 6	3	6	5
Posición 7	3	5	4
Planta 3			
Posición 1	2	5	4
Posición 2	2	6	4
Posición 3	2	6	4

6. Presentación dada a la alta gerencia y dirección en presentación de datos preliminares

Resultados de Trabajo Final de Graduación

1

Aspectos evaluados

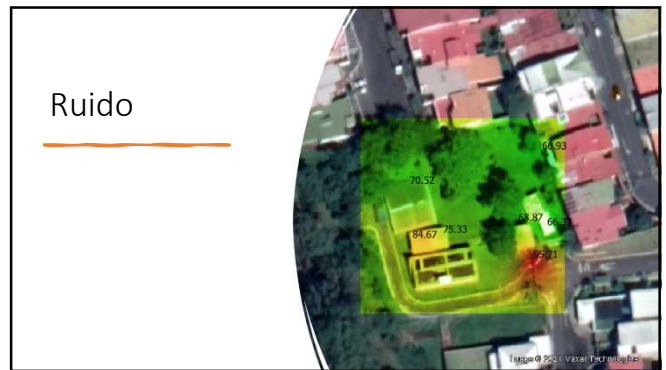
- Agentes físicos
 - Ruido
 - Estrés térmico
 - Iluminación
- Agentes químicos
 - Gases de espacios confinados: H2S, CO, O2 y ELE%
- Agentes biológicos
 - E. coli
- Ergonomía
- Percepción y Acción participativa.

2

Ruido

	Lugar específico	Frecuencia (Hz)									Leq
		63	125	250	50	1K	2K	4K	8K		
Planta 1	Reactor	65,4	62,1	61,2	57,8	70,5	65,1	62,1	59,1	73,78	
	Entrada	88,1	89	74,2	76,8	82	88,7	77	91	95,71	
	Laboratorio	67,3	63	50,9	47,4	45,7	49,3	45,4	40,9	68,87	
	Caja de rejillas	60,8	62,7	49,4	54,9	57	51,6	51	47,8	66,33	
	Esquina superior de la propiedad	58,3	64,5	59,7	55	49,3	46,2	45,7	43,2	66,93	
Planta 2	Entrada de Caseta sopladores	70,1	66,4	71,1	66,7	62,2	52,5	48,2	43,8	75,33	
	Lecho de secado	62,4	56,6	59,1	61,5	62,8	60,6	64,6	59,6	70,52	
	Caseta de sopladores	78,6	79	80	74,6	70,6	53,4	55,7	50,5	84,67	

3



4

Estrés Térmico

	Hora de medición	Ubicación	TGBH_1	TGBH_2	TGBH referencia*
Planta 1	7:19	Centro de planta de tratamiento	21.0°C	-	28°C
Planta 2	11:21 / 10:21	Lechos de secado	24.6°C	24.5°C	28°C
Planta 3	8:37 / 8:47	Loza de filtro anaerobio	23.3°C	24.6°	28°C

5

Iluminación

	Hora de medición	Ubicación	Lúmenes registrados	Lúmenes recomendados
Planta 1	7:04	Caseta operador del 114*	300	300
Planta 2	9:04	Caseta operador del 306**	300	
Planta 3	10:54	Caja de rejillas	21**	50
	8:40	Caseta operador del 381**	300	

6

Gases de espacios confinados

Planta de tratamiento	Ubicación	O ₂ ppm	H ₂ S ppm	CO ppm	LEL %
Planta 1	Centro del sistema	20.9	0	0	0
Planta 2	Caja de rejás	20.9	0	0	0
	Reactor	20.9	0	0	0
Planta 3	Sobre reactores	20.9	0	0	0
	Válvula de sedimentador 1 (Espacio confinado)	15.4	0	0	0
	Válvula de sedimentador 2 (Espacio confinado)	12.9	0	0	0
	Caja de registro de efluente	20.9	19	0	0

7



8

Microbiológico

	Cantidad de muestras de aire	Resultado de muestra de aire	Cantidad de muestras en superficie	Resultado de muestra en superficie
Planta 1	5	<1 UFC/m ³	3	Ausente
Planta 2	5	<1 UFC/m ³	3	Ausente
Planta 3	5	<1 UFC/m ³	3	Ausente

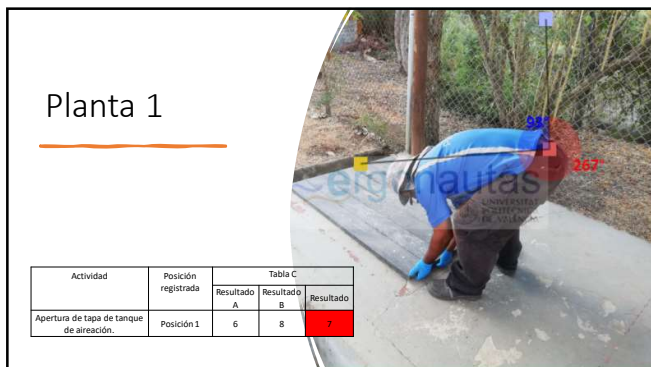
9

Ergonomía

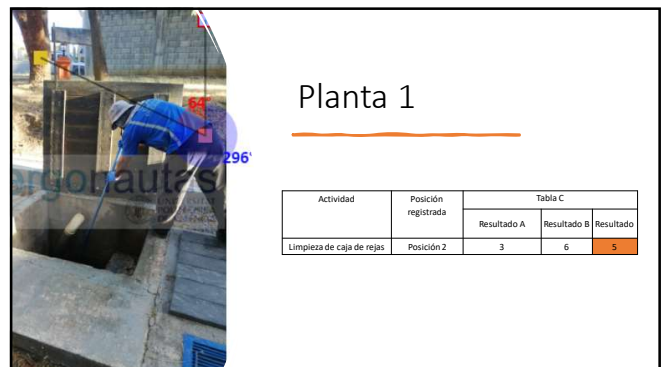
Planta de tratamiento	Actividad	Posición registrada	Tabla C		
			Resultado A	Resultado B	Resultado C
1	Apertura de tapa de tanque de aireación	Posición 1	6	8	7
		Posición 2	3	6	5
	Limpieza de caja de rejás	Posición 3	2	5	4
		Posición 4	2	5	4
		Posición 5	4	5	5
2	Toma de muestra de efluente	Posición 1	2	7	5
	Limpieza de cárcamo de bombeo	Posición 2A	2	5	4
		Posición 2B	4	4	4
	Limpieza de caja de rejás	Posición 3A	7	4	6
		Posición 3B	4	4	4
	Limpieza de sedimentadores	Posición 4	6	3	5
	Limpieza de sedimentadores	Posición 5	5	5	6
Limpieza de lechos de secado	Posición 6	3	6	5	
3	Toma de muestras de efluente	Posición 1	2	5	4
		Posición 2	2	6	4
	Limpieza de caja de rejás	Posición 3	2	6	4

Puntuación: Nivel Actuación
 1 a 2: 1 - Riesgo Acetado
 3 a 4: 2 - Pueden requerir cambios en la tarea, es conveniente profundizar en el estudio
 5 a 6: 3 - Se requiere el análisis de la tarea
 7: 4 - Se requieren cambios urgentes en la tarea

10



11



12


Planta 1



Actividad	Posición registrada	Tabla C		
		Resultado A	Resultado B	Resultado
Limpeza de caja de rejás	Posición 5	4	5	5

13


Planta 2



Actividad	Posición registrada	Tabla C		
		Resultado A	Resultado B	Resultado
Toma de muestra de efluente	Posición 1	2	7	5

14

Planta 2



Actividad	Posición registrada	Tabla C		
		Resultado A	Resultado B	Resultado
Limpeza de caja de rejás	Posición 3A	7	4	6
	Posición 3B	4	4	4

15

Planta 2



Actividad	Posición registrada	Tabla C		
		Resultado A	Resultado B	Resultado
Limpeza de sedimentadores	Posición 4	6	3	5

16


Planta 2



Actividad	Posición registrada	Tabla C		
		Resultado A	Resultado B	Resultado
Limpeza de sedimentadores	Posición 5	5	5	6

17

Planta 2



Actividad	Posición registrada	Tabla C		
		Resultado A	Resultado B	Resultado
Limpeza de lechos de secado	Posición 6	3	6	5

18

Actividad de Percepción Planta 1

Percepción de riesgo	Mejoras que se podrían implementar desde el punto de vista de los trabajadores.
<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de caídas por acera o por diferencia de nivel en la caja de rejás y contactor anóxico. - Problemas de ergonomía al abrir las tapas de las unidades por falta de agarraderas o por el peso de estas. - Problemas de ergonomía y mecánicos a la hora de sacar y manipular los aireadores Venturi. - Riesgo de golpe en el techo del panel. - Riesgo de caída de objetos: principalmente ramas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar traga luz en la oficina del operador o aumentar. - Hacer aceras más porosas - Poner agarraderas a las tapas. - Hacer una grada en la caja de rejás

19

Actividad de percepción Planta 2

Percepción de riesgo	Mejoras que se podrían implementar desde el punto de vista de los trabajadores.
<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de caída por acera. - Problemas de ergonomía: limpieza de caja de rejás, levantamiento de tapas principalmente las de las unidades de: efluente, las del módulo 2 y la caja de distribución. - Caída de objetos: Hojas de palmeras o ramas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hacer las aceras más porosas - Hacer que el tamaño de las tapas sea más reducido para disminuir su peso y mejorar su agarre. - Hacer tubería para escape de gases - Coordinar el raleo de árboles.

20

Actividad de percepción Planta 3

Percepción de riesgo	Mejoras que se podrían implementar desde el punto de vista de los trabajadores.
<ul style="list-style-type: none"> - Problemas de ergonomía: tapas de cárcamo de agua cruda. Sacar residuos de caja de rejás, lesiones por malos movimientos, depósito de residuos sólidos dentro del contenedor por altura de este. - Estrés térmico: lechos de secado y cuarto de máquinas. - Problemas biológicos por presencia de ratas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar traga luz en la caja de rejás. - Colocar una polea encima de caja de rejás para poder extraer los residuos. - Colocar control de roedores.

21

Actividad de Percepción

Capacitaciones	Administrativo	Diseño
<ul style="list-style-type: none"> - Levantamiento de cargas - Manejo de residuos - Primeros Auxilios 	<ul style="list-style-type: none"> - Contratar contenedores más pequeños. - Corta de zacate 	<ul style="list-style-type: none"> - Buscar la manera de tener válvulas más accesibles - Caja de rejás con más espacios para poder trabajar en distintas posiciones. - En plantas enterradas dejar espacios para trabajar. Pasillos más grandes. - Espacio libre entre espejo de agua y nivel de suelo no tan grande. - Gradas de marinerro con argollas o algo para poder sujetarse. - Mejorar la iluminación.

22

7. Guía para la implementación de un programa de ergonomía integral

Grupo PROAMSA

Compañía Proyectos Ambientales PROAMSA

Guía de implementación de programa de ergonomía integral

Elaborado por:

Ing. Ana Lía Camacho Fidalgo

Noviembre 2022

Introducción

Establece la Constitución Política de Costa Rica, en su artículo 66, que es responsabilidad del patrono adoptar por las medidas necesarias de higiene y seguridad en el trabajo. Compromiso respaldado por el Código de Trabajo y el Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo.

El empleador que facilite las buenas condiciones laborales, la prevención de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales logra en los sitios de trabajo niveles óptimos de rendimiento. Para lograr estas condiciones se requiere diseñar, equipar y planificar las labores de trabajo en función de las posibilidades y limitaciones humanas; aplicando los principios de la ergonomía integral.

La presente guía tiene como propósito planificar, organizar y dirigir actividades estratégicas definidas y adoptadas por la organización, para atender la salud integral de las personas trabajadoras.

Objetivo

Establecer el procedimiento para la elaboración de un programa estable y permanente de ergonomía integral en beneficio de los trabajadores.

Estructura de trabajo

La presente guía establece un modelo de trabajo muy similar a las normas ISO. Se busca el apoyo de la gerencia, la identificación y evaluación de las condiciones actuales de la empresa para la planificación e implementación de acciones de mejora con el apoyo del personal operativo y administrativo.

Finalmente, y en forma complementaria se requiere un documento escrito que compile los compromisos, los hallazgos, las acciones de mejora, los roles y responsabilidades de los participantes del programa propuesto.

Alcance del programa

El programa puede ser aplicado de manera completa o por etapas para todos los puestos de trabajo presentes en la organización. El programa depende de los recursos que la organización pueda proporcionar, por lo que se abre la posibilidad a una realización del programa por etapas siempre y cuando haya un compromiso por parte de la gerencia.

La organización deberá considerar que la ergonomía integral contempla aspectos relacionados con el confort de las personas en sus puestos de trabajo como: iluminación, ruido, vibraciones, posturas de trabajo, estrés térmico y aspectos psicosociales como clima organizacional.

Compromiso de la gerencia

Los altos directivos de la organización deben comprometerse a dar apoyo tanto logístico como en recursos humanos y económicos en la implementación y permanencia del Programa de Ergonomía Integral.

El compromiso debe quedar por escrito, este documento debe incluir los alcances, la disposición de dar apoyo humano y económico, incluyendo la promoción de la mejora continua.

Comisión de ergonomía integral (CEI)

La implementación exitosa del Programa de Ergonomía Integral está asociado a la posibilidad de tener un equipo de trabajo comprometido, unido y variado. Es importante que todos los participantes de la comisión pertenezcan a diferentes departamentos, con adhesión sea voluntaria y en el caso de haber varios postulantes sea elegido por votación.

El tiempo que la CEI utilice para las actividades del programa deberá ser reconocido, por su superior, como parte de su tiempo laboral. Sin que la participación en comisión suponga un recargo de funciones que afecten su rendimiento laboral o calidad de vida.

Roles y asignación de responsabilidades

Los participantes de la CEI deben tener claro sus responsabilidades dentro del equipo y las funciones que tendrá dentro de este. De manera tal que el trabajo no recaiga sobre una sola persona. El equipo deberá contar mínimo con un coordinador, un documentalista, un comunicador y un gestor.

Contexto de las condiciones laborales

Para una mejor comprensión de los riesgos a los que se exponen los trabajadores es necesario que cada puesto de trabajo sea revisado y descrito a detalle. A partir de este punto se identificarán los riesgos laborales, por lo que es importante contar con información respecto a horarios laborales, responsabilidades del trabajador, tiempo real empleado, condiciones de trabajo (instalaciones, sea intemperie o en espacios cerrados; con trabajo en equipo o en solitario), equipo de protección personal asignado, prácticas laborales, nivel de acondicionamiento físico, exposición a agentes químicos, físicos, biológicos o psicosociales.

Para la identificación de riesgos se podrá utilizar como guía las fichas realizadas en la evaluación de los sistemas de tratamiento de la Municipalidad de Belén, complementadas por mediciones en sitio de iluminación, ruido, estrés térmico, así también con planillas de evaluación de posturas ergonómicas como el método RULA, ROSA o inclusive el Anexo 1 de la Resolución 866/2015“ *IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGOS*” de la normativa Argentina (SRT, 2015) o; la adaptación colombiana de evaluación de riesgos psicosociales del INSST.

Normativa

Se presenta la normativa vigente en el país que aplica en cada aspecto valorado o en su caso la referencia más cercana a la que se desea alcanzar.

Evaluación de riesgos

Los riesgos identificados serán laborados con respecto a la legislación vigente y según los objetivos de la empresa. Considerando los más urgentes, aquellos que comprometen a un incumplimiento legal; seguidos por los aspectos que desea mejorar la organización para cumplir

sus objetivos y; finalmente se dejarán como deseables, pero no urgentes aquellos aspectos cuya aplicación es opcional por la empresa y que se encuentran fuera de los objetivos del programa de ergonomía integral en ese momento.

Debe considerar dentro de la evaluación de riesgo que los puestos de trabajo y sus riesgos pueden variar dependiendo del sexo, condición física de la persona asignada en ese momento y las condiciones de la infraestructura.

La evaluación de riesgos podrá usar de base los procedimientos descritos a continuación:

1. Caracterización básica

Esta consistiría en los siguientes elementos: descripción del sistema, los procesos y maquinarias involucrados, identificación de sitios con emisiones de aerosoles, descripción de la jornada laboral, rutina y prácticas laborales del operador, identificación de áreas o procesos de riesgo, observaciones de campo e identificación de productos químicos utilizados, revisión de planos de los sistemas de tratamiento, revisión de historiales.

Los resultados de la caracterización básica se resumieran en una ficha técnica, la cual será insumo para el encargado de salud ocupacional y la dirección de operación de plantas de tratamiento de aguas residuales para la aprobación de los planes de trabajo.

2. Medición de ruido

Se recomienda mediciones puntuales de los niveles sonoros dB(A) durante tres días en varios sitios específicos con la maquinaria trabajando y con distintos modos de operación. Cada medición debe tener un minuto para estabilizar el sonido y ser tomada en frecuencia de 16 Hz hasta los 8K Hz. El sonómetro por utilizar debe tener la capacidad de medir octavas de banda. El medidor debe cumplir entre otras las normas IEC 61326-1 (2005), y debe ser verificado con su calibrador antes de cada uso.

Adicionalmente, se debe generar un mapa de comportamiento de ruido mediante el programa QGIS versión 3.16 Hannover. Con el cual se deben tomar los puntos vectores de los muestreos de ruido georreferenciados y se deben convertir a información ráster mediante la interpolación

IDW. Para después escalar los valores en 3 rangos de coloración. La coloración verde se utilizará para niveles de presión sonora entre 55 y 64 dB(A), la coloración ámbar se utilizará la para los niveles entre 65 y 74 dB(A); y para niveles superiores a los 75 dB(A) se utilizará la escala de color naranja.

3. Medición de temperatura para estrés térmico

Realizar medición de temperaturas para estrés térmico (TGBH) con monitores calibrados, cuyo certificado de calibración esté disponible. Utilizar el protocolo para la medición de estrés térmico según el INTE /ISO 7243 :2016.

4. Pruebas de iluminación

Realizar mediciones de iluminación en espacios cerrados y en los espacios intermedios a estos. Los valores obtenidos deberán ser comparados con la norma INTE /ISO 8995-1:2006.

5. Medición de gases

Hacer mediciones puntuales de los gases de con porcentaje de oxígeno (O₂), concentración monóxido de carbono (CO), concentración de sulfuro de hidrógeno (H₂S) y porcentaje de explosividad (LEL%) principalmente en los espacios confinados o semi confinados con o sin presencia de agua residual de cada sistema de tratamiento, con un monitor portátil con múltiples sensores, con certificado de calibración disponible Para evitar el ingreso en los espacios confinados, se deberán realizar las mediciones mediante una manguera de extensión.

6. Medición de agentes biológicos

Contratar a un laboratorio externo certificado por ECA para el muestreo en superficie por limpieza y método pasivo en aire. Se recomienda utilizar como indicadores enterobacterias en general, bacterias mesofílicas y hongos en general.

7. Evaluación ergonómica de carga postural

Fotografiar durante 3 días la mayor cantidad de labores que realiza el operador a diario. Las fotografías de las posturas deben quedar de manera que el operador esté de frente. Para cada tarea se tomará varias fotografías capturando diferentes momentos del movimiento.

Mediante la aplicación RULER de la página ERGONAUTAS de la Universidad Politécnica de Valencia se debe realizar la medición de ángulos de las fotografías, con el fin de ser utilizados en el análisis mediante el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment). (Diego-Mas, 2015)

El método RULA está compuesto por 3 tablas (A, B y C) y 15 pasos o verificares. La primera tabla correspondiente al grupo A considera aspectos del brazo, antebrazo y muñeca con corrección de la valoración por giro de la muñeca, repetitividad o carga levantada.

Los aspectos de consideración del grupo A son: ángulo formado entre el brazo y el cuerpo considerando si hay un apoyo de por medio, ángulo de flexión del codo considerando si los antebrazos se cruzan o separan del cuerpo, posición de la muñeca considerando si esta está doblada por la línea media, giro de la muñeca, finalmente suma el puntaje si la postura es repetitiva y si hay levantamiento de cargas. El resultado final de la tabla se utiliza como valor de fila en la tabla C.

La segunda tabla o Grupo B considera cuello, tronco y piernas de una manera muy similar a la tabla A, incluyendo de igual manera si hay repetitividad de la postura o levantamiento de carga. Los aspectos que consideran esta tabla son: posición de cuello considerando si hay rotación o inclinación lateral, posición del tronco considerando si hay torsión o inclinación lateral, piernas apoyadas y equilibradas o no, finalmente se suma a lo obtenido el puntaje por el uso muscular y el levantamiento de cargas. El resultado final se utiliza para establecer el valor columna de la Tabla C.

La tabla C permite dar un valor sobre la carga postural, mediante una clasificación del 1 a 7, considerándose que entre mayor sea el valor más elevado será el riesgo que sufre el trabajador. Para lo cual utilizar la hoja de campo del método, ver Anexo 5.

8. Integración participativa

Realizar conversatorios de integración participativa en los cuales se busca conocer la percepción de riesgo, para luego exponer los riesgos encontrados en los sistemas de tratamiento y finalmente se realizó la búsqueda de soluciones para los riesgos encontrados.

El primer conversatorio se debe realizar con las unidades operativas para abarcar los temas de uso de herramientas, equipo de protección personal, percepción de la seguridad en los sistemas de tratamiento, aspectos que generan incomfort, las medidas adoptadas para solucionar el incomfort y las observaciones de mejora.

El segundo conversatorio se debe realizar con la directora del área de operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales y la gerente general de PROAMSA. Esta sección se debe realizar después de haberse evaluado varios sistemas de tratamiento. Se debe iniciar la sesión con una presentación de los resultados y los hallazgos obtenidos, con estos se efectúa un conversatorio sobre los aspectos encontrados y sus posibles soluciones.

Planificación

La CEI deberá presentar a la gerencia un plan de trabajo que incluya los riesgos identificados con su respectiva ponderación, los objetivos deseados, las acciones de mejora, tiempo de ejecución, necesidad de recursos humanos y económicos y; las posibles alternativas a las acciones de mejora a desarrollarse en el plazo de un año.

La gerencia deberá aprobar el plan presentado antes de que se lleve a cabo su ejecución. Una vez aprobado el plan, se deberá contar con el respaldo presupuestario.

Comunicación

Antes de implementar el Programa de Ergonomía Integral se debe comunicar a todas las partes interesadas los objetivos del programa, las acciones de mejora que se realizarán y las metas que se esperan lograr.

El medio de comunicación debe ser variado: telefonía, correo electrónico, capacitación, panfletos o reuniones; sin limitarse a un solo medio de comunicación. Se debe velar por que haya una clara comprensión de los objetivos y metas por parte de los trabajadores.

Operación

Este apartado trata de especificar la forma (métodos) con los que se llevarán a cabo las acciones de mejora planificadas, además se indicarán los responsables de ejecutar las tareas y los tiempos determinados para su ejecución. Así también, las posibles alternativas a llevar a cabo en caso de no realizarse la actividad de manera completa.

Auditoría

La persona encargada de la auditoría podría ser interna o externa de la organización, siempre y cuando esta no esté relacionada a la CEI. Para este punto deberá realizarse una revisión documental completa, con prioridad a las últimas fechas de los documentos.

Posteriormente, será necesario corroborar las condiciones del campo de acuerdo con la revisión documental. En campo se deberá revisar la concordancia del EPP utilizado por el trabajador con las condiciones de trabajo, los riesgos presentes, el nivel de exposición a agentes químicos, físicos, biológicos y psicosociales dependiendo el puesto de trabajo; así como la fecha de caducidad del EPP.

Mejora continua

Dentro de este apartado deberá presentarse las oportunidades de mejora que se presentaron durante la implementación del Programa de Ergonomía Integral que no habían sido contempladas inicialmente.

Así como la presentación de las no conformidades halladas por la auditoria con su respectiva acción correctiva, tiempo de ejecución y recurso necesario para su aplicación.

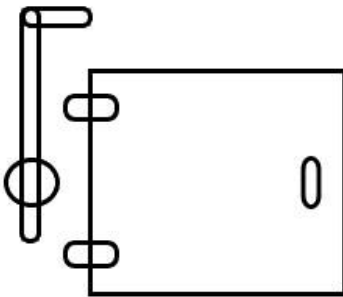
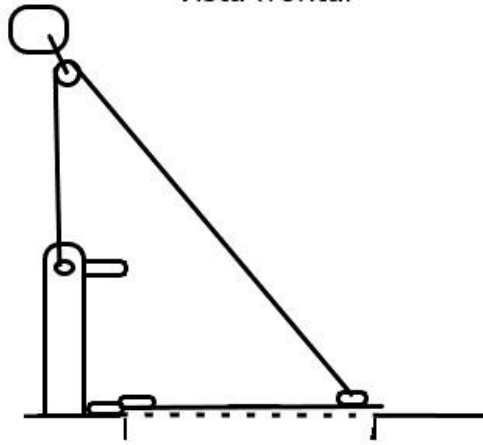
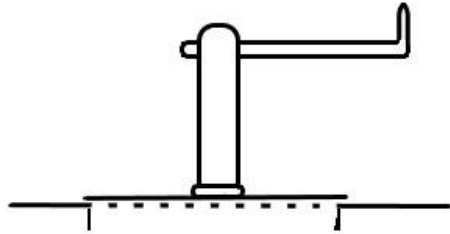
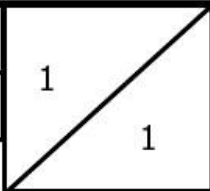
Documentación

El programa se documentará de forma escrita con la siguiente estructura:

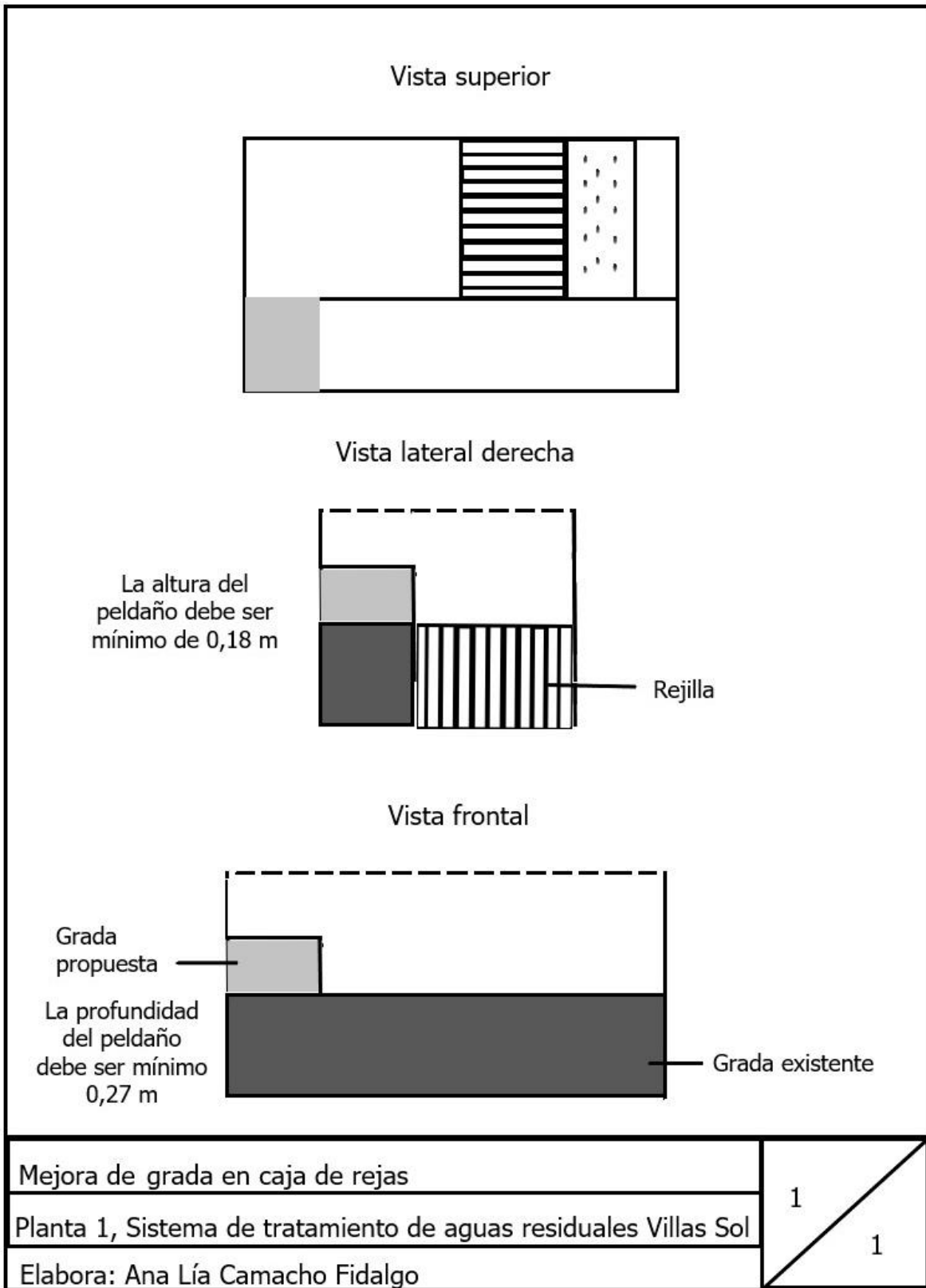
- Portada
- Introducción
- Objetivos
- Compromisos de la organización
- Integrantes de la comisión de ergonomía integral y sus roles
- Información general de la empresa
- Contexto de condiciones laborales
 - Descripción de puestos de trabajo
 - Identificación de riesgos o condiciones laborales
- Evaluación de riesgos identificados
 - Valoración de riesgos
- Planificación
 - Acciones preventivas y de mejora
 - Requerimientos legales
 - Escenarios de ejecución de acciones preventivas y de mejora
 - Elección de camino de planificación inicial
- Apoyo
 - Recursos disponibles
 - Comunicación
 - Capacitación
- Documentación
 - Creación de informes y reportes
 - Control de informes
- Operación
 - Implementación de medidas respecto a los objetivos
- Evaluación de desempeño
 - Indicadores de desempeño.
 - Frecuencia de evaluación
 - Métodos de evaluación.

- Auditoría
 - Programa de auditoría
- Revisión por parte de la gerencia
 - Definición de la información y frecuencia de presentación a la alta gerencia.
- Mejora continua
 - Presentación de oportunidades de mejora
 - No conformidades y sus acciones correctivas

8. Propuesta de mejora para apertura de tapa de planta 1.

<p data-bbox="365 357 568 388">Vista superior</p>  <p data-bbox="341 798 714 861">La altura del soporte será de 0.85 m.</p> <p data-bbox="341 903 755 1081">El mango para movizar el cable será de 0.20m. Además, deberá tener un seguro para evitar que este se mueva cuando esté sosteniendo la tapadera.</p> <p data-bbox="438 1144 617 1176">Vista frontal</p> 	<p data-bbox="868 367 1226 504">La mejora consiste en colocar un par de bisagras y una agarradera a la tapa del reactor biológico.</p> <p data-bbox="868 546 1218 682">La agarradera servirá para unir una línea de acero, la cual pasará por una polea y estará unida a un soporte.</p> <p data-bbox="941 808 1250 840">Vista lateral derecha</p> 
<p data-bbox="251 1711 771 1743">Mejora de tapa de reactor biológico</p> <p data-bbox="243 1774 1161 1806">Planta 1, Sistema de tratamiento de aguas residuales Villas Sol</p> <p data-bbox="251 1837 755 1869">Elabora: Ana Lía Camacho Fidalgo</p>	

9. Elemento de mejora para grada en caja de rejillas de planta 1.



10. Guía para elección ergonómica de herramientas manuales.

Grupo PROAMSA

Compañía Proyectos Ambientales PROAMSA

Guía para la elección ergonómica de herramientas manuales

Elaborado por:

Ing. Ana Lía Camacho Fidalgo

Noviembre 2022

Introducción

Escoger correctamente las herramientas de trabajo permite reducir las lesiones músculo-esqueléticas, crear un mejor confort en el trabajador y un ambiente seguro. Al disminuir las lesiones el empleador evita gastos por incapacidades y otros gastos asociados.

La presente guía pretende ayudar a los supervisores de los sistemas de tratamiento de aguas residuales a escoger las herramientas más adecuadas desde el punto de vista ergonómico, que permitan al trabajador reducir lesiones, trabajar de manera eficaz sin movimientos forzados y aplicando menos fuerza.

Objetivo

Crear pautas que le permita al personal de proveeduría o supervisores a escoger las herramientas más adecuadas desde el punto de vista ergonómico.

Promocionar la ergonomía como una cultura preventiva

Parte I: Definiciones

¿Qué es ergonomía?

La ergonomía es el estudio de las condiciones de adaptación del sitio de trabajo, herramientas, equipos, e incluso de aspectos psicosociales al trabajador.

Agarre de fuerza: es el agarre de la mano que permite ejercer mayor fuerza. EN este agarre todos los dedos circundan fuertemente el mango de la herramienta.

Presión de contacto: Punto de presión de una superficie dura, sea punteada o de borde sobre cualquier parte del cuerpo.

Agarre de precisión: Agarre que da control para tareas de precisión. Para este agarre se utilizan la punta del dedo pulgar y las yemas de los otros dedos.

Herramienta de un mango: Herramienta de forma cilíndrica medible por longitud y diámetro.

Diámetro de un mango: es la longitud en línea recta que pasa por el centro del mango.

Herramienta de dos mangos: Herramienta que cuenta con dos puntos de apoyo como un alicate.

Distancia entre los mangos: Distancia presente entre el dedo pulgar y los otros dedos de la mano cuando la herramienta con dos mangos se abre y se cierra.

Herramienta adecuada: Es aquella herramienta que se ajusta al espacio disponible de trabajo, reduce la fuerza muscular, se ajusta a la mano y se puede utilizar en una postura cómoda.

Síntoma de lesión muscular: Es aquella señal dada por el cuerpo, que se puede presentar inmediatamente o a largo plazo al realizar una postura o movimiento inadecuado. Entre los síntomas se señalan Hormigueo, hinchazón de las articulaciones, disminución de movimiento, disminución de fuerza al apretar, fatiga muscular, dolor muscular, adormecimiento, cambio de color de la piel en manos o yemas de los dedos o dolor causado por movimiento presión o exposición al frío o vibración.

Parte II: Reconociendo espacio y las herramientas de trabajo

Las herramientas de trabajo van a depender si estas se utilizan para labores de fuerza o precisión y a su vez se van a clasificar en herramientas para agarre, golpe o impulso.

Tabla 1. Ejemplos de herramientas según su función.

Herramientas para cortar, apretar, agarrar	Herramienta para golpear	Herramientas de impulso
<ul style="list-style-type: none"> • Tijeras • Alicates • Cortadores 	<ul style="list-style-type: none"> • Martillos • Punzones • Cinceles 	<ul style="list-style-type: none"> • Desatornilladores • Llaves de mano • Llaves en general

Tabla 2. Especificaciones de las herramientas según su fuerza o precisión.

Herramientas de fuerza		Herramientas de precisión	
De un mango	De dos mangos	De un mango	De dos mangos
El diámetro del mango debe ser de 1 ¼ pulgada a 2 pulgadas.	<p>Cuando el mango esté abierto la distancia entre mangos no debe ser mayor a 3 ½ pulgadas.</p> <p>Mientras que la distancia entre mangos al estar cerrada la herramienta no debe ser menor a 2 pulgadas.</p>	El diámetro del mango debe ser de ¼ pulgada a ½ pulgada.	<p>Cuando el mango esté abierto la distancia entre mangos no debe ser mayor a 3 pulgadas.</p> <p>Mientras que la distancia entre mangos al estar cerrada la herramienta no debe ser menor a 1 pulgada.</p>

Antes de escoger una herramienta de trabajo se debe conocer el espacio en donde esta se va a utilizar. Por ejemplo, utilizar una herramienta de mango corto en un espacio estrecho podría implicar un agarre de precisión cuando pudo haberse necesitado un agarre de fuerza.



Agarre de Precisión



Agarre de Fuerza

Fuente: (NIOSH, 2004)

Otro aspecto por considerar son los tamaños de las herramientas dependiendo de los sitios de trabajo en donde se van a emplear. Por ejemplo: una herramienta de tamaño inadecuado puede obligar al usuario a utilizar una postura forzada.



Herramienta de largo de mango inadecuado



Herramienta con mango adecuado

Fuente: (NIOSH, 2004)

Parte III: Práctica laboral

Las prácticas laborales se vuelven un hábito después de la constante repetición del movimiento. Por lo que es importante a la hora de escoger una herramienta, realizar un análisis de las posturas que adoptan. Ejemplo:

Si está sentado ...



Póngase de pie

Fuente: (NIOSH, 2004)

Si está de pie ...



Cambie la posición del objeto en que está trabajando



Trabaje en una superficie mas baja

Fuente: (NIOSH, 2004)

Parte IV: Seleccionar una herramienta de trabajo

Para seleccionar la herramienta adecuada, se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Reconocer el tipo de tarea que se va a realizar: Precisión o fuerza.
2. Seleccionar la herramienta según las características indicadas en la tabla 2 dependiendo el tipo de tarea que se va a realizar.
3. Buscar una herramienta que se ajuste a las necesidades de la tarea. Como tamaño de la agarradera, largo de la herramienta.
4. En el caso de herramientas de dos mangos: seleccionar preferiblemente aquellas que se abran automáticamente con resorte.
5. Seleccionar herramientas cuyo mango no tenga bordes afilados ni impresiones de dedos.
6. Seleccionar herramientas cuyo mango sea recubierto con material suave. De no poder conseguir uno así proporcionarle a la herramienta una funda de mango, con el cuidado de que la funda no aumente el diámetro de mango por encima de lo recomendado por la tabla 2.
7. Seleccionar la herramienta cuyo ángulo permita trabajar con la muñeca recta.
8. Seleccionar una herramienta que permita trabajar cómodamente con la mano dominante o con ambas manos.

9. Seleccionar una herramienta cuyo mango sea más largo que la parte ancha de la palma de la mano. Esto para evitar punto de presión a nervios o vasos sanguíneos de la palma de la mano.
10. Seleccionar preferiblemente una herramienta con superficie antideslizante.

Bibliografía

NIOSH. (2004) Una Guía para la Selección de Herramientas de Mano No-Energizadas. Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional. Cincinnati. Obtenido de: <http://www.dir.ca.gov/dosh/puborder.asp>

IBV y Fundación CEMA. (2019) Guía para la verificación y selección ergonómica de herramientas manuales en el sector de fabricantes de Cemento. Fundación CEMA, España.

11. Propuesta de manual de puesto de Responsable de Salud Ocupacional

Manual de Puesto	Versión: 1:2022
Área: Salud Ocupacional	Páginas: -
	Fecha: -
Procedimiento: Descripción de Puestos	Revisión:
1. IDENTIFICACIÓN	
Nombre del puesto: Profesional en Salud Ocupacional Se reporta a: Gerencia y direcciones de área Supervisa a: No tiene personal a cargo	
2. DESCRIPCIÓN GENERAL	
Profesional de apoyo y asesoría técnica en el área de salud y seguridad ocupacional.	
3. REQUISITOS MÍNIMOS	
<p>Grado académico: Diplomado, bachillerato universitario o último año de licenciatura o de preferencia licenciatura en salud ocupacional e higiene ambiental.</p> <p>Conocimientos especiales: Normativa nacional respecto a salud ocupacional y seguridad, ISO 45001, OSHA 18001. Además, debe poseer conocimiento y dominio completo de paquetes computacionales en procesadores de texto, hojas electrónicas, así como redacción de Informes Técnicos.</p> <p>Habilidades: Trabajo en equipo, iniciativa de trabajo, integración y coordinación de equipos de trabajo, buen trato</p> <p>Actitud: Con iniciativa, capacidad de trabajar bajo presión, responsable. Con disposición a trabajar fuera de la jornada laboral(cuando amerite) y a desplazarse en todo el territorio nacional.</p>	
4. RESPONSABILIDADES	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión, actualización, iniciativas de leyes, reglamentos y normas ambientales relacionadas a las actividades y funciones empresariales. 2. Elaborar y mantener actualizado un inventario de los riesgos que existan en los centros de trabajo y calificar el nivel de riesgo presente en cada proceso. 1. Asesorar a la Comisión de Salud Ocupacional en la atención de eventos de emergencia y de seguridad ocupacional en instalaciones internas y de clientes. 2. Planificar, diseñar, coordinar y ejecutar investigaciones, proyectos, estudios, análisis y otras actividades propias del campo de la salud ocupacional en coordinación con las direcciones de áreas. 3. Elaborar y mantener un programa de salud ocupacional acorde con las características de la institución en forma conjunta con las unidades operativas, administrativas y la Comisión de Salud Ocupacional. 4. Participar en promover y mantener acciones necesarias para propiciar el bienestar físico, mental y social. 5. Intervenir en el tratamiento y manejo de problemas laborales relacionados con su campo que afecten el ambiente laboral y asesorar a jefaturas 6. Efectuar una investigación minuciosa de cada accidente que ocurra en el centro de trabajo. 7. Ejecutar inspecciones periódicas y análisis de las condiciones de riesgo laboral. 	

8. Analizar las estadísticas correspondientes a la siniestralidad laboral de la empresa y elaborar campañas de seguridad y salud ocupacional
9. Preparar programas de capacitación de personal e impartir charlas y conferencias en materia relacionada con la actividad de salud ocupacional.
10. Redactar, revisar, corregir y firmar documentos que surgen como consecuencia de las actividades que realiza
11. Atender y resolver consultas que le presentan personas usuarias internas o externas relacionadas con el puesto
1. Realizar otras actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos encomendados por las Direcciones superiores.

5. ESPECIFICACIONES

Responsabilidades: Decisiones tomadas, relaciones con funcionarios y empleados internos, manejo de información de carácter confidencial, presentación oportuna de informes, presentación de planes de trabajo y relación con el público. Custodia y buen uso del equipo asignado.

Ambiente: Oficina y de campo.

6. RELACIONES DE TRABAJO

Internas

CON	PARA
<ul style="list-style-type: none"> – Dirección de área del sistema de tratamiento de aguas residuales – Dirección de área administrativa – Departamento de Gestión Ambiental – Gerente General 	<ul style="list-style-type: none"> – Recibir lineamientos de trabajo, presentar informes y gestionar procedimientos para la seguridad ocupacional – Coordinar el cumplimiento de normas y reglamentos de seguridad ocupacional. – Coordinar acciones de verificación y control de medidas de seguridad ocupacional.

Externas

CON	PARA
<ul style="list-style-type: none"> – Proveedores 	<ul style="list-style-type: none"> – Visitas de campo. – Coordinación de cronogramas. – Presentación de informes o documentos.

4. Propuesta de mejora para protocolo de espacio confinado

Procedimientos Área: Salud Ocupacional	Versión: 1:2022														
	Páginas: -														
	Fecha: -														
Procedimiento: Protocolo de espacios confinados	Revisión:														
1. Definición de espacio confinado															
<p>Es cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el cual pueden acumularse contaminantes químicos, tóxicos o inflamables, tener una atmósfera con deficiencia de oxígeno, producirse una inundación repentina y que no está diseñado para una ocupación continuada por parte del trabajador.</p> <p>1.1. <i>Lugares más frecuentes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tanques de aguas residuales. • Fosas de válvulas • Sótanos <p>1.2. <i>Motivos de acceso</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza completa de tanques. • Reparación de tuberías y/o difusores de fondo. • Apertura de válvulas • Inspección de equipos 															
2. Riesgos															
<p><i>Riesgo de asfixia por insuficiencia de oxígeno</i></p> <p>Descripción: Una atmósfera es calificada como peligrosa cuando la concentración de oxígeno es inferior a 19,5% en volumen, provocando asfixia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medidas de prevención: • Asegurar ventilación del espacio confinado. • Supervisión del trabajo. • Medición permanente de oxígeno en la atmósfera del espacio antes y durante el trabajo. Esto se realizará mediante un medidor portátil múltiple de gases alquilado, que incluya O₂. • <p><i>Riesgo de intoxicación por inhalación de contaminantes</i></p> <p>Descripción: Principalmente subproductos de la descomposición de materia orgánica, como H₂S. cuyos efectos varían según la concentración en la atmósfera:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Nivel de H₂S en ppm</th> <th style="text-align: center;">Efectos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">3 mg/m³</td> <td style="text-align: center;">Período corto de 15 minutos (tolerable)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">18/25 ppm</td> <td style="text-align: center;">Irritación en los ojos</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">75/150 ppm por algunas horas</td> <td style="text-align: center;">Irritación respiratoria y en ojos</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">170/300 ppm por una hora</td> <td style="text-align: center;">Irritación marcada</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">400/600 ppm por media hora</td> <td style="text-align: center;">Inconsciencia, muerte</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1000 ppm</td> <td style="text-align: center;">Fatal en minutos</td> </tr> </tbody> </table>		Nivel de H ₂ S en ppm	Efectos	3 mg/m ³	Período corto de 15 minutos (tolerable)	18/25 ppm	Irritación en los ojos	75/150 ppm por algunas horas	Irritación respiratoria y en ojos	170/300 ppm por una hora	Irritación marcada	400/600 ppm por media hora	Inconsciencia, muerte	1000 ppm	Fatal en minutos
Nivel de H ₂ S en ppm	Efectos														
3 mg/m ³	Período corto de 15 minutos (tolerable)														
18/25 ppm	Irritación en los ojos														
75/150 ppm por algunas horas	Irritación respiratoria y en ojos														
170/300 ppm por una hora	Irritación marcada														
400/600 ppm por media hora	Inconsciencia, muerte														
1000 ppm	Fatal en minutos														

Medidas de prevención:

Según criterio del ingeniero a cargo, se valorará la opción de implementar la siguiente medida:

- Los tanques deben estar completamente secos y lavados con agua limpia antes de realizar los trabajos.
- Asegurar ventilación del espacio confinado. Si no es posible mantener ventilado y seco el espacio por al menos 24 h, se debe recurrir a la ventilación forzada.
- Supervisión del trabajo.
- Medición permanente de H₂S en la atmósfera del espacio antes y durante el trabajo. Esto se realizará mediante un medidor portátil múltiple de gases alquilado, que incluya H₂S.

Caídas de alturas

Descripción: Caídas de alturas en ascensos y descensos verticales.

Medidas de prevención:

- Uso de arnés y línea de vida.
- Trabajo siempre supervisado

Caídas de objetos

Descripción: Materiales, herramientas y equipo colocados a lado de la boca de entrada o durante su transporte al interior.

Medidas de prevención:

- Defensas alrededor de las bocas de entrada.
- Equipo especializado para bajar y subir otros equipos y materiales a los espacios confinados, evitando su transporte manual.
- Uso de casco.

Riesgo biológico

Descripción: Penetración de patógenos a través de heridas y quemaduras expuestas, que entren en contacto con superficies contaminadas.

Medidas de prevención:

- Previo al inicio de la actividad, debe asegurarse de que se cuente con un botiquín de primeros auxilios en el centro de trabajo.
- El personal de trabajo no debe tener heridas y quemaduras expuestas.
- Se debe emplear el equipo de protección personal: camisa de manga larga, pantalón largo, anteojos de seguridad, guantes, traje entero desechable y botas de hule con punta de acero.
- Es recomendable la utilización de piezas faciales.
- completa con un filtro multivapor₂.
- El personal de trabajo debe ducharse una vez finalizada la actividad, empleando jabón antibacterial.

Otros riesgos

Para casos especiales, durante la planeación del trabajo deben considerarse riesgos particulares para los cuales deberán adoptarse medidas de prevención adicionales.

3. RESPONSABILIDADES

Será responsabilidad del ingeniero a cargo, la supervisión de que se cumpla con todas las disposiciones de seguridad acordadas en el plan de trabajo.

4. ESPECIFICACIONES

Todo trabajo en espacios confinados deberá contar con un plan de trabajo específico, tomando en cuenta todos los aspectos mencionados anteriormente. Este será elaborado por el supervisor a cargo y presentado al encargado de Salud Ocupacional y la Directoria del Departamento de Operación de PTARs de PROAMSA, quienes autorizarán la propuesta de plan de trabajo.

El plan de trabajo deberá incluir:

- Fecha en que se presenta el plan de trabajo
- Fecha en que se realizará el trabajo
- Persona que realiza el trabajo y la persona que supervisa el trabajo.
- Labores que se realizarán
- Tiempo empleado para dichas labores
- Mediciones previas de gases de espacios confinados
- Medidas de seguridad a seguir
- Equipo de protección personal a utilizar
- Hoja de control de espacios confinados de la CSO llena

Hoja de control de entradas en espacios confinados

Empresa:	Fecha:	
Lugar:	Tipo de trabajo a realizar:	
DIRECTOR DEL TRABAJO Necesidades previstas	JEFE CUADRILLA DE TRABAJO Comprobaciones efectuadas	
1. VENTILACIÓN		
Ventilación natural a aplicar:.....	Se ha aplicado la ventilación natural programada	SÍ - NO - NP (NP = No Programada por el Director del trabajo).
Aplicar ventilación forzada previa SÍ - NO	Se ha efectuado ventilación forzada previa	SÍ - NO - NP
Aplicar ventilación forzada durante el trabajo SÍ - NO	Están dispuestos los equipos de ventilación forzada . .	SÍ - NO - NP
2. MEDICIONES		
Medir el porcentaje de oxígeno SÍ - NO	El % de oxígeno está comprendido entre 19,5 y 23,5%	SÍ - NO - NP
Medir el índice de explosividad (L.I.E.) o (L.E.L.) SÍ - NO	El índice de explosividad es menor que el 10% del L.I.E. . .	SÍ - NO - NP
Medir la concentración de CO (monóxido de carbono) SÍ - NO	La concentración de CO es inferior a 25 ppm.	SÍ - NO - NP
Medir la concentración de SH ₂ (sulfuro de hidrógeno) SÍ - NO	La concentración de SH ₂ es inferior a 10 ppm.	SÍ - NO - NP
Medir la concentración de CO ₂ (anhídrido carbónico) SÍ - NO	La concentración de CO ₂ es inferior a 0,5%	SÍ - NO - NP
Utilizar detector colorimétrico polivalente, tipo politest SÍ - NO	La respuesta del politest es favorable	SÍ - NO - NP
Otros contaminantes a medir y sus límites permisibles: SÍ - NO	Todos los contaminantes están por debajo de los límites permisibles	SÍ - NO - NP
Realizar estas mediciones continuamente durante el trabajo SÍ - NO	El equipo de medida será operativo mientras duren los trabajos	SÍ - NO - NP
3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL RESPIRATORIA		
Usar equipos respiratorios aislantes autónomos SÍ - NO	El personal y los equipos respiratorios están preparados para su utilización	Eq. Resp. Autónomos SÍ - NO - NP
Usar equipos respiratorios aislantes semiautónomos SÍ - NO		Eq. Resp. Semiautónomos SÍ - NO - NP
Portar equipos respiratorios aislantes de auto salvamento SÍ - NO		Eq. Resp. de Autosalvamento SÍ - NO - NP
Otros equipos de protección de las vías respiratorias a utilizar SÍ - NO	Están preparados los otros equipos de protección de las vías respiratorias programados	SÍ - NO - NP
4. MEDIOS DE ACCESO		
Utilizar las escaleras fijas instaladas. SÍ - NO	Los peldaños están suficientemente seguros	SÍ - NO - NP
Utilizar escaleras portátiles SÍ - NO	Las escaleras portátiles son seguras y estables	SÍ - NO - NP
Utilizar equipos anticaídas SÍ - NO	Es satisfactorio el estado de los arneses, cuerdas, trípode, trócolas, etc.	SÍ - NO - NP
5. RESCATE		
Establecer sistema de vigilancia y comunicación permanente desde el exterior SÍ - NO	Se ha establecido el dispositivo de vigilancia y comunicación permanente desde el exterior	SÍ - NO - NP
En caso de emergencia será el propio equipo de trabajo quien acometerá el rescate de los accidentados SÍ - NO	Se dispone de equipo y personal suficientemente preparado para el rescate de accidentados	SÍ - NO - NP
En caso de emergencia contactar urgentemente con las siguientes entidades y números telefónicos	Se dispone de medios de comunicación con los centros asistenciales indicados para emergencias	SÍ - NO - NP
Nombre _____ Firma del director del trabajo _____	Nombre _____ Firma del jefe de cuadrilla _____	
AVISO: Si alguna respuesta es "NO", se abstendrá de entrar en el espacio confinado y se contactará con el inmediato superior. Si la respuesta negativa se ha producido estando en el interior, se evacuará inmediatamente el recinto.		