



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
INGENIERÍA QUÍMICA**

**Manual de operación y mantenimiento para las
plantas purificadoras de agua de campus I y II
de la FES Zaragoza**

T E S I S

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTA
TANIA SALGADO RODRÍGUEZ**

Directora: Dra. María Guadalupe Salinas Juárez

Asesoras: M. en C. Ana Lilia Maldonado Arellano

M. en C. Yennifer Paola Arauz Torres



Ciudad de México. Septiembre 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento, reconocimiento y cariño a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, mi alma mater, por haberme dado tanto y por la oportunidad de enriquecerme con conocimientos y buenas experiencias a lo largo de estos años.

A mis padres por creer en mí, que con su amor y apoyo me impulsaron a cumplir mis objetivos.

A la Dra. María Guadalupe Salinas Juárez, por todo lo que me enseñó, por su paciencia, guía y su apoyo aún antes de comenzar la tesis.

A mis sinodales, por el tiempo y esfuerzo que dedicaron a compartir sus conocimientos, que sin su instrucción profesional no habría llegado a este punto.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	ii
PROBLEMÁTICA	iv
OBJETIVOS.....	v
Objetivo general.....	v
Objetivos particulares	v
METAS Y ALCANCES	v
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	vi
1.1 Características del agua	vi
1.2 Descripción de los procesos de purificación de agua	ix
CAPÍTULO II ANTECEDENTES DE LAS PLANTAS PURIFICADORAS Y DIAGNÓSTICO DEL PROCESO	xiii
2.1 Ubicación geográfica	xiii
2.2 Fuente de suministro	xv
2.3 Historia de las plantas purificadoras de agua de la FES Z	xvi
2.4 Parámetros de operación.....	xxi
CAPÍTULO III	xxv
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA	xxvi
ÍNDICE	2
INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVOS DEL MANUAL	5
NORMATIVA APLICABLE AL SUMINISTRO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO	6
ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LAS PLANTAS PURIFICADORAS Y DIAGNÓSTICO DEL PROCESO	8
I. Operación de las plantas purificadoras	8
II. Estudio del proceso	8
III. Análisis de fichas técnicas de los equipos	16
INDICACIONES GENERALES PARA EL PERSONAL OPERATIVO (REGLAMENTO).....	22
OPERACIÓN DE LAS PLANTAS PURIFICADORAS (DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO - DFP).....	24
I. Plantas purificadoras.....	24

II. Proceso de purificación	27
i. Campus I.....	27
ii. Campus II.....	30
iii. Bebederos	33
PLANEACIÓN DE ACTIVIDADES SEMESTRALES	36
INDICACIONES DE SEGURIDAD PARA LA OPERACIÓN DE LA PLANTA.....	38
CONTROL Y REGISTRO	40
I. Formatos de control y registro	40
II. Bitácoras	43
i. Bitácora de asistencia	44
ii. Bitácora de actividades generales	44
iii. Bitácora de Equipos	45
iv. Bitácora de fallas.....	46
v. Bitácora de control de calidad del agua.....	46
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	47
I. Análisis de fallas y su frecuencia.....	47
II. Plan de actividades de mantenimiento.....	49
III. Indicaciones para las actividades de mantenimiento.....	51
i. Lámpara UV.....	51
ii. Pre filtros y filtros pulidores.....	52
iii. Filtro de lecho profundo	53
iv. Filtro de carbón activado	54
v. Hidroneumáticos.....	54
DIRECTORIO DE PERSONAL INVOLUCRADO EN LAS ACTIVIDADES DE LA PLANTA PURIFICADORA	55
ANEXOS.....	57
ANEXO A.....	58
A.1.- Norma Oficial Mexicana 127 de la secretaria de salud	58
A.2.- Norma Oficial Mexicana 179 de la secretaria de salud.....	62
A.3.- Norma Oficial Mexicana 120 de la secretaria de salud	69
A.4.- Norma PROY-NMX-AA-124-SCFI-2005	75
A.5.- Norma NMX-K-281-SCFI-2012	78
ANEXO B.....	80
B.1.- Filtro de lecho profundo	81

B.2.- Cartuchos plisados (pre-filtros)	85
B.3.- Filtro de carbón activado.....	86
B.4.- Lámpara UV	87
B.5.- Filtros pulidores	89
ANEXO C.....	90
Datos de consumo en Campus II del periodo de enero de 2018 a diciembre de 2019	90
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA	92
CONCLUSIONES.....	94
BIBLIOGRAFÍA.....	95
Manual.....	95
Tesis	99

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE LA ESCASEZ DE AGUA POR CUENCA HIDROGRÁFICA BASADA EN EL CONSUMO DE AGUA PARA EL RIEGO.	VI
FIGURA 2. EL AGUA Y SUS PROPIEDADES	VIII
FIGURA 3. MAPA DE UBICACIÓN DE LA PLANTA PURIFICADORA EN EL CAMPUS I.....	XIII
FIGURA 4. MAPA DE UBICACIÓN DE LA PLANTA PURIFICADORA EN EL CAMPUS II.....	XIV
FIGURA 5. PROCESO DE PURIFICACIÓN DE LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA - FES ZARAGOZA, UNAM.	9
FIGURA 6. RED DE DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS CAMPUS II	15
FIGURA 7. TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	17
FIGURA 8. FILTRO DE LECHO PROFUNDO Y FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO (CAMPUS II)	18
FIGURA 9. PREFILTROS DE CARTUCHO (CAMPUS II)	19
FIGURA 10. LÁMPARA DE UV (CAMPUS II)	20
FIGURA 11. GENERADOR DE OZONO	20
FIGURA 12. BOMBA HIDRONEUMÁTICA	21
FIGURA 13. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE PLANTA PURIFICADORA DE AGUA CAMPUS I.....	25
FIGURA 14. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE PLANTA PURIFICADORA DE AGUA CAMPUS II.....	25
FIGURA 15. DIAGRAMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE PURIFICACIÓN DE CAMPUS I.	29
FIGURA 16. DIAGRAMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE PURIFICACIÓN DE CAMPUS II.	32
FIGURA 17. BEBEDEROS EN LOS CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA.....	33
FIGURA 18. UBICACIÓN DE BEBEDEROS EN CAMPUS I.....	35
FIGURA 19. UBICACIÓN DE BEBEDEROS EN CAMPUS II.....	35
FIGURA 20. FORMATO DE CONTROL DE PROCESO PARA CAMPUS I.....	41
FIGURA 21. FORMATO DE CONTROL DE PROCESO PARA CAMPUS II	42
FIGURA 22. FORMATO DE BITÁCORA DE ASISTENCIA	44
FIGURA 23. FORMATO DE BITÁCORA DE ACTIVIDADES GENERALES.....	44
FIGURA 24. FORMATO DE BITÁCORA DE EQUIPO	45
FIGURA 25. FORMATO DE BITÁCORA DE FALLAS	46
FIGURA 26. FORMATO DE BITÁCORA DE CONTROL DE CALIDAD	46
FIGURA 27. ORGANIGRAMA DE LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE LA FES ZARAGOZA.	56

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. TRATAMIENTOS PARA LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA SEGÚN LOS CONTAMINANTES DE ACUERDO CON LA MODIFICACIÓN A LA NOM-127-SSA1-1994	XI
TABLA 2. COMPARATIVA DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA DE LA FES ZARAGOZA.	XVII
TABLA 3. COMPARATIVA DE TIEMPO EN EL PROCESO UTILIZADO Y EL PROPUESTO POR GONZÁLEZ 2014.	XIX
TABLA 5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS QUE REGULAN EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.	6
TABLA 4. EQUIPOS INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE PURIFICACIÓN DE AGUA DE LA FES ZARAGOZA.....	9
TABLA 6. LISTA DEL EQUIPO DE LAS PLANTAS PURIFICADORAS Y SU FUNCIÓN.....	26
TABLA 7. UBICACIÓN DE BEBEDEROS	34
TABLA 8. ACTIVIDADES SEMESTRALES	36
TABLA 9. BITÁCORA DE CONTROL DE FALLAS.....	48
TABLA 10. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	49

RESUMEN

En el año 2012 se instalaron las plantas purificadoras de agua en el Campus I y II de la FES Zaragoza. Desde entonces, la operación y mantenimiento de la planta se ha asignado a diversas personas en diferentes etapas sin que hubiera un manual de operación de la misma.

La operación y el mantenimiento de las plantas purificadoras de agua se deben guiar por el cumplimiento de la normativa que permite el control de la calidad del agua. La aplicación de las normas existentes es clave para reducir los riesgos de transmisión de enfermedades gastrointestinales a la población que consume el agua. Además, el control de la calidad del agua se ejerce evaluando los parámetros aplicables y por otra parte, vigilando que las características de las construcciones, instalaciones y equipos de las obras de captación, conducción, plantas de potabilización, redes de distribución, tanques de almacenamiento o regulación y toma domiciliaria protejan el agua de contaminación.

La falta de documentación del proceso anterior y actual de las plantas purificadoras, hace que sea necesario implementar un manual para la operación y mantenimiento de las mismas, de esta forma la operación del proceso de purificación será más eficiente y se garantizará el cumplimiento de la norma NOM-127-SSA1-1994 que indica los límites permisibles de calidad en agua potable, de manera efectiva.

INTRODUCCIÓN

Los recursos hídricos en México y el mundo presentan problemas de escasez y mala calidad, los cuales son agravados por el cambio climático global, afectando a la salud humana y a los ecosistemas naturales.

El agua es esencial para la vida, es un derecho humano básico, todo humano debe disponer de ella de manera suficiente y accesible. El agua disponible para consumo humano es uno de los bienes naturales más importantes e insustituibles para la existencia.

Riesgos a la salud por falta de tratamiento

La calidad microbiológica del agua es importante para evitar la propagación de enfermedades diarreicas, parasitosis, hepatitis, fiebre tifoidea y epidemias como el cólera. Los microorganismos responsables de esas enfermedades se transmiten por vía fecal-oral, la cual puede ser directa o a través del agua, incluido el hielo, la leche o alimentos contaminados con excretas, así como mediante las manos. Los vectores insectos y roedores, pueden desempeñar también un papel activo en este proceso. El agua potable garantiza una vida sana y permite el funcionamiento armónico del organismo.

La Universidad Nacional Autónoma de México tiene el irrenunciable compromiso de buscar soluciones a los grandes problemas nacionales, distinguiéndose por generar propuestas para un manejo integral del agua. Por ello se estableció la Red del Agua UNAM y su programa de Manejo, Uso y Reúso de Agua (PUMAGUA). Con la finalidad de mostrar a la sociedad que se puede hacer un manejo integral del agua, utilizando los mismos espacios universitarios.

Teniendo en cuenta que el oriente de la Ciudad de México tiene serios problemas de escasez y contaminación en el agua, la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FESZ) contribuyó con el compromiso por el cuidado del agua. Por medio de su Plan de Desarrollo Institucional 2010-2014 y su Programa Ambiente Saludable, Seguro y Sustentable, logró sus objetivos en sus campus universitarios al establecer una red de

consumo de agua purificada, integrada por bebederos y plantas purificadoras, en su campus uno y campus dos. De igual forma, se ha impulsado en diferentes momentos, la realización de análisis químicos, físicos y microbiológicos del agua potable en sus instalaciones, todo esto con el objetivo de cumplir la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 (Red del Agua UNAM).

PROBLEMÁTICA

Las plantas purificadoras de agua en los Campus I y II de la FES Zaragoza requieren de una guía para su operación y mantenimiento y, de personal capacitado en el área de ingeniería que lleve a cabo su operación, proponga e implemente mejoras y haga recomendaciones de modo que el abasto de agua purificada a la comunidad universitaria se realice de manera puntual y efectiva. Lo anterior con el propósito de cumplir con la normativa aplicable.

En la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, el proyecto de las plantas purificadoras, beneficia a los alumnos de Campus I y II, y aún más a la carrera de Ingeniería Química, al proporcionar una opción más para que los alumnos realicen su servicio social. Son estos alumnos quienes, al tener un nivel de capacitación en el área de ingeniería, son los encargados directos de la operación de las plantas purificadoras.

Es por lo anterior que la presente tesis plantea un manual de operación y mantenimiento para las plantas purificadoras de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. El objetivo del manual es proporcionar la información necesaria para el buen manejo de las plantas purificadoras de agua.

El problema a abordar con este manual, es evitar la desinformación que existe entre los alumnos que realizan su servicio social, ya que en general, el proceso de purificación se hace sin bases técnicas definidas y se genera gran confusión en la operación de las plantas.

El manual de esta tesis, presenta de manera detallada una descripción de cada equipo que conforma el proceso de purificación, así como los procedimientos para su operación y mantenimiento y la periodicidad de éstos. Esta información será de gran ayuda para las generaciones futuras que realicen su servicio social en la operación y mantenimiento de las plantas purificadoras.

Con el manual se proyecta reducir el riesgo de errores en el proceso de purificación de agua y mejorar su eficiencia.

OBJETIVOS

Objetivo general

Proveer un manual de operación y mantenimiento para las plantas purificadoras de agua, ubicadas en los campus I y II de la FES Zaragoza, con base en la evaluación del proceso de purificación y el estado actual de las plantas purificadoras. El manual proporcionará a los estudiantes u operadores, un mayor conocimiento de las operaciones a realizar durante la prestación del servicio social, por parte de los alumnos de la carrera de Ingeniería Química y Químico Fármaco Biólogo.

Objetivos particulares

- Establecer un manual de procedimientos para el proceso de purificación y de abastecimiento de agua a los bebederos de los campus I y II de la FES Zaragoza.
- Establecer un programa de mantenimiento para cada equipo del proceso purificación de agua.
- Proponer mejoras al proceso de purificación de acuerdo con el estado actual de la planta.

METAS Y ALCANCES

Establecer un manual de procedimientos para el proceso de purificación y de abastecimiento de agua para consumo humano por medio de los bebederos, que incluya únicamente los equipos que se encuentran actualmente en las plantas purificadoras.

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1 Características del agua

El agua como requisito necesario para vivir juega un papel primordial en el desarrollo de todo ser vivo (Leal, 2002). El agua potable tiene características físicas, químicas y bacteriológicas que definen su calidad. La NOM-127-SSA1-1994 describe estas:

“Características microbiológicas: Son aquellas debidas a microorganismos nocivos a la salud humana. Para efectos de control sanitario se determina el contenido de indicadores generales de contaminación microbiológica, organismos coliformes totales y organismos coliformes fecales

Características físicas y organolépticas: Son aquellas que se detectan sensorialmente. El sabor y olor se ponderan por medio de los sentidos y el color y la turbiedad se determinan por medio de métodos analíticos de laboratorio.

Características químicas: Son aquellas debidas a elementos o compuestos químicos, que pueden causar efectos nocivos a la salud humana” (modificación a la NOM-127-SSA1-1994).

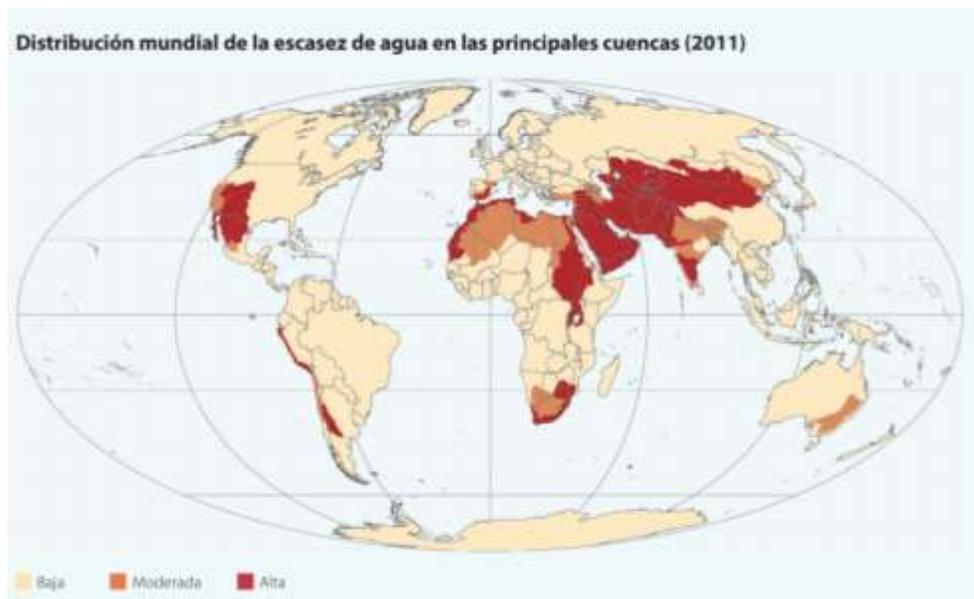


Figura 1. Distribución mundial de la escasez de agua por cuenca hidrográfica basada en el consumo de agua para el riego.

El siguiente listado describe algunas de las características del agua (UAPA, 2019):

➤ Densidad del Agua

La densidad del agua es 1 (exactamente 0,9999 a 20° C).

➤ Viscosidad del Agua

Es la propiedad que tiene un líquido de oponer resistencia a todo movimiento, ya sea interno o global del flujo. Disminuye cuando aumenta la temperatura. Aumenta conforme aumenta el contenido en sales disueltas.

➤ Calor Específico

Es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 kg de agua en 1°C. Es la sustancia que posee mayor calor específico (4.180 J·kg/°C). Varía en función de la temperatura y presenta un mínimo a 35°C.

➤ Tensión Superficial

Es la fuerza de tracción que se ejerce sobre la superficie del líquido. El agua tiene una tensión superficial muy elevada debido a los puentes de hidrógeno. La tensión superficial disminuye al aumentar la temperatura. Se mide en Newton/metro.

➤ Color

El agua pura no es incolora, tiene un tinte azul verdoso en grandes volúmenes. El color afecta estéticamente a la potabilidad de las aguas. Las medidas de color se hacen por comparación con un estándar arbitrario a base de cloruro de cobalto CoCl_2 y cloro platino de potasio Cl_6PtK_2 y se expresa en una escala de unidades de Pt-Co (unidades Hazen) o simplemente escala Pt.

➤ Turbidez

Es la dificultad del agua para transmitir la luz de los materiales en suspensión, coloidales o muy finos. Son materiales difíciles de decantar y filtrar. La medición se hace por comparación con la turbidez inducida por diversas sustancias. Se utilizan unos aparatos llamados turbidímetros.



Figura 2. El agua y sus propiedades

1.2 Descripción de los procesos de purificación de purificación de agua

Las plantas de tratamiento o purificación de aguas deben ser capaces de producir un producto final de considerable alta calidad independientemente de cuál sea la demanda. El tratamiento o purificación de agua consiste en una serie de procesos los cuales operan generalmente en serie (OMS, 2006, Puritec, 2019):

1. Filtrado: este proceso puede consistir en cualquiera de los siguientes:
 - Filtrado grueso: también llamado filtrado de partículas, puede utilizar desde un filtro de arena de 1 mm hasta un filtro de cartucho de 1 micra.
 - Micro filtrado: utiliza dispositivos de 1 a 0,1 micras para filtrar las bacterias. Una implementación habitual de esta técnica se encuentra en el proceso de elaboración de cerveza.
 - Ultra filtrado: elimina pirógenos, endotoxinas y fragmentos de ADN y ADR.
2. Ósmosis inversa (OI): la ósmosis inversa es el grado más refinado de filtrado de líquidos. En lugar de un filtro, se utiliza un material poroso que actúa como tamiz unidireccional para separar partículas de tamaño molecular.
3. Destilación: el método de purificación más antiguo. Es un método asequible, pero no puede utilizarse para un proceso bajo demanda. El agua debe destilarse y, a continuación, almacenarse para usarse después, con lo que puede volver a contaminarse si no se almacena correctamente.
4. Adsorción de carbono activado: funciona como un imán para el cloro y los compuestos orgánico, ya que se adhiere a la superficie interna del carbón activado eliminando las sustancias solubles.
5. Radiación ultravioleta: con una longitud de onda determinada, permite esterilizar las bacterias y descomponer otros microorganismos.
6. Desionización: también llamada intercambio de iones, se utiliza para producir agua purificada bajo demanda haciéndola pasar a través de capas de resina. La resina con carga negativa (catiónica) elimina los iones positivos, mientras que la resina con carga positiva (aniónica) elimina los iones negativos. La supervisión y el mantenimiento continuo de los cartuchos produce el agua más pura.

7. Coagulación: es un proceso unitario, cuyo objetivo es la desestabilización de las partículas coloidales que se encuentran en suspensión en el agua, para favorecer la aglomeración de estas, como consecuencia se elimina la materia orgánica y microorganismos.
8. Floculación: es el proceso subsecuente a la coagulación, consiste en la agitación de la masa acumulada, para permitir el crecimiento y aglomeración de estas para formar los flóculos, con el fin de aumentar su tamaño para poder separarlos por sedimentación de una manera sencilla.
9. El ozono (O₃): este se produce al pasar oxígeno seco o aire por una descarga eléctrica, es un gas de naturaleza inestable, color azul, tóxico y un agente oxidante muy fuerte. La ozonificación es un proceso de desinfección, es más eficiente que el cloro debido al poder oxidante, se considera una oxidación avanzada, más eficiente que el cloro y que la luz UV.

De manera general, existen distintos métodos que se emplean habitualmente en la purificación de agua. Su efectividad depende del tipo de contaminante tratado y del tipo de aplicación en la que se va a utilizar el agua (NOM-127-SSA1-1994).

La norma señala que los procesos para emplear deben ser justificados a partir de estudios de calidad y pruebas a nivel laboratorio para asegurar su efectividad. También menciona que la selección de los métodos de prueba para la determinación de los parámetros definidos en esta norma, es responsabilidad de los organismos operadores. En la tabla 1 se muestra los tratamientos propuestos en la NOM-127-SSA1-1994 para la potabilización del agua.

Tabla 1. Tratamientos para la potabilización del agua según los contaminantes de acuerdo con la modificación a la NOM-127-SSA1-1994

Contaminante (s)	Tratamiento
Contaminación microbiológica (Bacterias, helmintos, protozoarios y virus).	Cloro, compuestos de cloro, yodo, ozono, luz ultravioleta; plata iónica o coloidal; coagulación-sedimentación-filtración; filtración en múltiples etapas.
Características físicas y organolépticas (Color, olor, sabor y turbiedad).	Oxidación-coagulación-floculación-sedimentación-filtración; adsorción en carbón activado.
Arsénico.	Coagulación-floculación-sedimentación-filtración; intercambio iónico u ósmosis inversa.
Aluminio, bario, cadmio, cianuros, cobre, cromo total y plomo.	Coagulación-floculación-sedimentación-filtración; intercambio iónico u ósmosis inversa.
Cloruros.	Intercambio iónico, ósmosis inversa o evaporación
Dureza.	Ablandamiento químico o intercambio iónico.
Fenoles o compuestos fenólicos.	Oxidación-coagulación-floculación-sedimentación-filtración; adsorción en carbón activado u oxidación con ozono.
Fierro y/o manganeso.	Oxidación-filtración, intercambio iónico u ósmosis inversa.
Fluoruros.	Alúmina activada u ósmosis inversa
Hidrocarburos aromáticos.	Oxidación-filtración o adsorción en carbón activado
Mercurio.	Coagulación-floculación-sedimentación-filtración; adsorción en carbón activado granular u ósmosis inversa.
Nitratos y nitritos.	Intercambio iónico o coagulación-floculación-sedimentación-filtración.
Nitrógeno amoniacal.	Coagulación-floculación-sedimentación-filtración, desgasificación o desorción en columna.

Contaminante (s)	Tratamiento
pH	Neutralización
Plaguicidas.	Adsorción en carbón activado granular.
Sodio.	Intercambio iónico.
Sólidos disueltos totales.	Coagulación-floculación-sedimentación-filtración y/o intercambio iónico.
Sulfatos.	Intercambio iónico u ósmosis inversa.
Sustancias activas al azul de metileno.	Adsorción en carbón activado.
Trihalometanos.	Oxidación con aireación u ozono y adsorción de carbón activado granular.
Zinc	Evaporación o intercambio iónico.

Fuente: NOM 127 SSA1 1994.

CAPÍTULO II ANTECEDENTES DE LAS PLANTAS PURIFICADORAS Y DIAGNÓSTICO DEL PROCESO

2.1 Ubicación geográfica

La FES Zaragoza cuenta actualmente con tres campus, dos de ellos cuentan con su propia planta purificadora de agua. Éstos son los Campus I (Figura 3) y Campus II (Figura 4) ubicados en la alcaldía de Iztapalapa (Col. Ejército de Oriente), CDMX.

En campus I la planta purificadora se encuentra dentro de un cobertizo de paneles lámina de 25 m², ubicado entre los edificios, A-4 y el edificio de Gobierno, pegado a la reja de la calle Batallón de Zacapoaxtla.

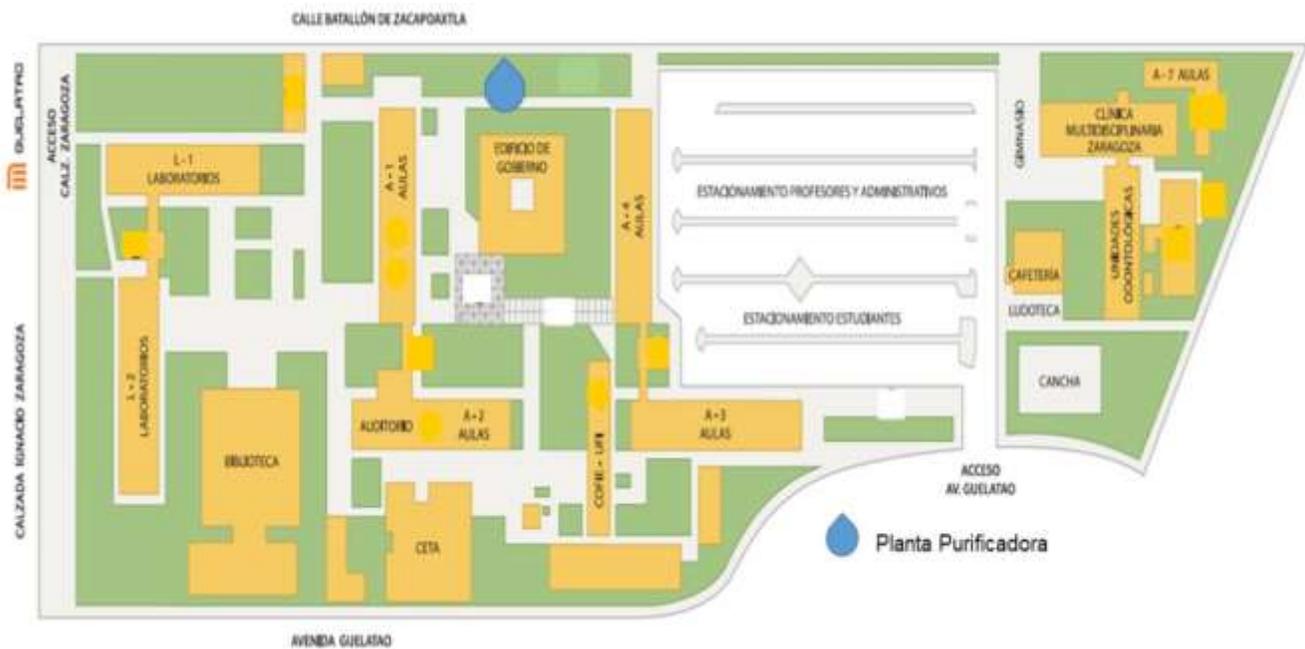


Figura 3. Mapa de ubicación de la planta purificadora en el Campus I

Fuente: www.zaragoza.unam.mx

En campus II, la planta purificadora se encuentra en el Edificio de Tecnologías, dentro de la planta piloto de Ingeniería Química.

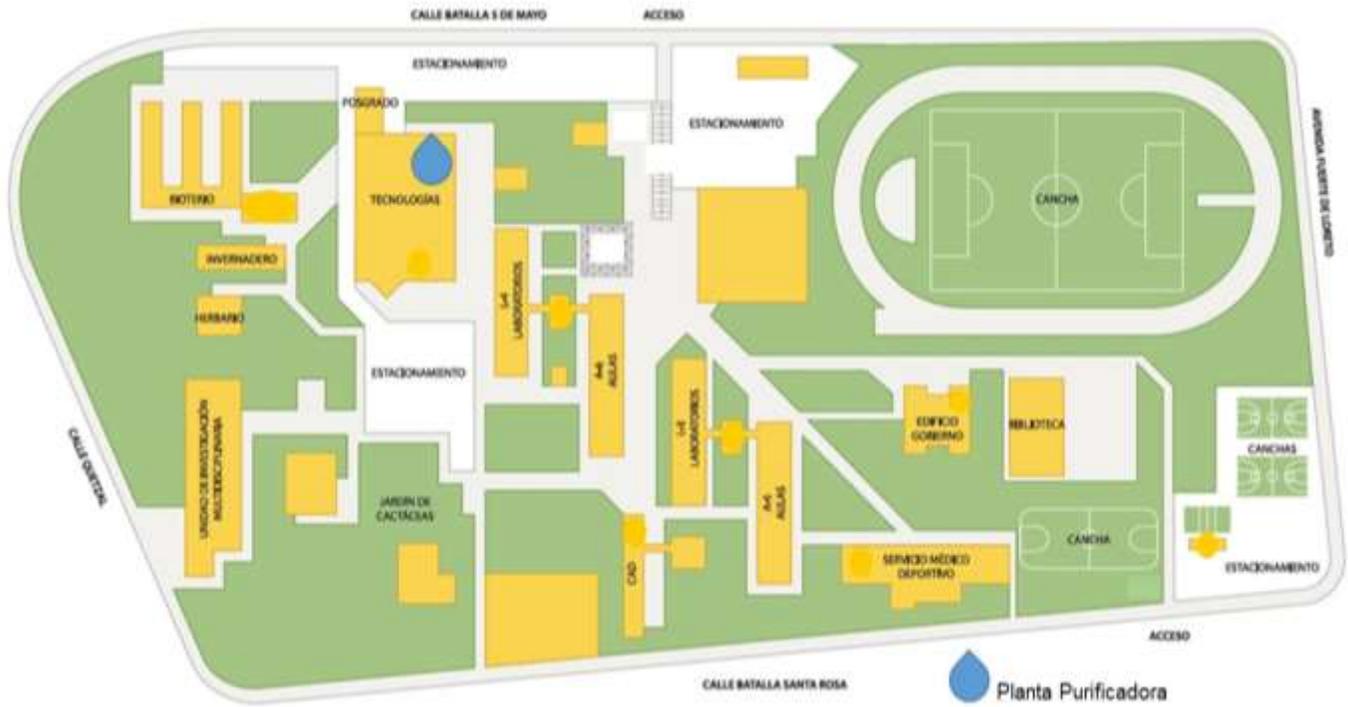


Figura 4. Mapa de ubicación de la planta purificadora en el Campus II

Fuente: www.zaragoza.unam.mx

2.2 Fuente de suministro

La alcaldía Iztapalapa es la responsable de suministrar el agua potable a ambos campus. El agua suministrada debe ser potable y estar bajo los parámetros de la NOM 127-SSA1-1994.

Sin embargo, de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2015), el sistema Cutzamala, entrega agua de primera calidad que puede ser bebida directamente de la tubería, pero lamentablemente tienen problemas con la calidad en la zona de Iztapalapa, debido a que el abastecimiento no es suficiente, existe una distribución parcial entre la línea de alimentación y el transporte por medio de pipas de agua.

El agua que llega a las instalaciones de la FES Zaragoza, es almacenada en las cisternas de cada campus; cabe aclarar que no se tiene la certeza que el agua suministrada sea de la calidad adecuada y tampoco que a partir de su almacenamiento se contamine (Luege, 2007), es por ello que es necesario hacer una purificación del agua para cumplir con los parámetros establecidos por la NOM-127-SSA1-1994, y que la calidad no se vea afectada para su consumo de la comunidad zaragozana.

2.3 Historia de las plantas purificadoras de agua de la FES Z

Aproximadamente en el año 2011, se implementó un proyecto entre la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y la Carrera de Ingeniería Química para instalar una planta purificadora de agua para ambos Campus. El objetivo era darle a la comunidad universitaria un servicio de agua purificada de buena calidad y reducir el consumo de agua embotellada y bebidas azucaradas o con edulcorantes (Marini, 2012, Red del Agua UNAM, 2012). Promoviendo así su compromiso como “Facultad Promotora de Salud”, combatiendo los problemas de obesidad y sobrepeso que pudieran aquejar a los universitarios.

A partir de entonces, estudiantes del servicio social de la carrera de Ingeniería Química operan las plantas purificadoras. Los estudiantes de servicio social permanecen en funciones únicamente durante 6 meses, que es el periodo que dura el servicio social. A lo largo de la historia de las plantas purificadoras se ha tenido la dirección de distintos encargados en diferentes etapas. Estos encargados han sido trabajadores del área de la carrera de Ingeniería Química; sin embargo, la discontinuidad de sus actividades a cargo de las plantas purificadoras no ha permitido que haya un documento que sirva de apoyo para generaciones futuras.

A lo largo de estos años, solo hay tres tesis reportadas sobre el uso de la Planta Purificadora de Agua en la FES Zaragoza.

1. En el año 2012, se realizó un análisis completo de la planta purificadora de Campus II. Aquí se integró los procesos y operaciones de tratamiento para su adecuada operación y así poder satisfacer los requerimientos de calidad que señala la NOM 127 SSA1 1994.
2. En el año 2014, hubo una optimización del proceso de purificación considerando factores como la reducción del tiempo en producción, el mejor manejo de materia prima y producto terminado, así como el aumento de la calidad de producto terminado y la reducción del gasto en servicios y consumibles.
3. En el año 2017, abarcó un estudio detallado de los aspectos técnicos que ayudaron a la selección del método adecuado para la determinación de organismos coliformes totales y fecales, dentro de las actividades rutinarias de

análisis en la planta purificadora de Campus II, debido a que al momento de realizar esta tesis no se consideraba el análisis microbiológico como prueba rutinaria.

De acuerdo con la tesis de Osorio y Romero (2012), se recolectaron muestras de agua de cada uno de los nueve bebederos ubicados en el Campus II, únicamente. No se colectaron muestras de agua de Campus I.

Las estudiantes, Osorio y Romero, analizaron los parámetros físicos y químicos según los métodos y especificaciones dictados en las Normas Oficiales Mexicanas 127 para uso y consumo humano y la Norma 041 para agua purificada envasada.

¿Qué parámetros se analizaron?

En la siguiente tabla (Tabla 2) se muestra un resumen de los parámetros analizados en las muestras de agua de la planta purificadora y su comparación con la Norma Oficial mexicana 127- SSA1-1994.

Tabla 2. Comparativa de parámetros físicos y químicos del agua de la FES Zaragoza.

Parámetros Físicos y Químicos	Planta Purificadora	NOM 127-SSA-1994
Alcalinidad	300 ppm	300 ppm
Dureza total (CaCO ₃)	200 ppm	500 ppm
Cloro (mg/L)	1.0	0.20 – 1.50
pH	7.6	6.5 – 8.5
Color	Agradable	20 unidades en la escala de platino – cobalto
Olor	Agradable	Inodoro
Sabor	Agradable	Insípido

Fuente: tesis de Osorio y Romero (2012)

Con esto, las estudiantes Osorio y Romero determinaron que el agua que provee la planta purificadora a los bebederos es apta para consumo humano, ya que los métodos de desinfección utilizados para la destrucción de bacterias eran empleados de manera correcta. Los métodos de desinfección, que se utilizaban desde ese momento era la lámpara UV (vida útil de 18 meses o 10,000 horas de operación, cuenta con una estructura de metal, envolvente de acero inoxidable tipo 304 y conexión de PVC) y el generador de ozono (fabricado en acero inoxidable, cuenta con una tarjeta electrónica que produce 1.2 g/h de ozono y tiene una válvula Venturi de $\frac{3}{4}$ ").

Osorio y Romero (2012) además analizaron los procesos y operaciones que integran el tratamiento de purificación de agua que era empleado en la planta de purificación de Campus II para ser operada adecuadamente y que pudiera satisfacer los requerimientos de calidad de agua indicados en la Norma Oficial Mexicana 127 que es la base de su proyecto. A pesar de cumplir con algunos análisis hechos en su trabajo no mencionan haber hecho algún análisis microbiológico al agua. Ellas hicieron énfasis en analizar el estado actual de la planta purificadora en el momento de realizar su tesis, sin hacer modificaciones o plantear nuevas etapas de purificación.

En el año 2014, la planta purificadora de agua de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza tenía aproximadamente 3 años operando con el mismo proceso, teniendo constantemente el mantenimiento básico como el lavado de tinacos. Sin embargo, su tren de tratamiento no había sido modificado.

En la tesis de González (2014), se hicieron cambios al proceso de manera que se tuvo la optimización del proceso de purificación de agua que se suministraba a los bebederos. En su tesis menciona la importancia de consumir agua de buena calidad, libre de contaminantes, donde especifica dos formas de agua para beber, tal como lo es el agua potable, la cual es suministrada por el gobierno de la entidad y el agua purificada que esta es sometida a procesos más estrictos para mejorar su calidad.

El agua que suministra el sistema de aguas de la Ciudad de México (SACMEX), cumple con su objetivo de ser potable pero debido a su recorrido por las tuberías o por el almacenamiento en los tanques, esta se contamina y es por ello que el agua requiere de

un proceso de purificación para volver a ser apta para su consumo y evitar enfermedades.

González (2014) realizó algunas modificaciones al proceso de purificación de la planta, tales como:

1. Tiempo de pre-tratamiento
2. Tiempo del tratamiento a través de los equipos
3. Cambio en el orden en el que el agua pasa por los equipos

Con esto, González (2014) buscó optimizar el proceso, teniendo como resultados:

- a. Reducción de tiempos de producción
- b. Mejor manejo de materia prima y producto terminado
- c. Aumento en la calidad del producto terminado
- d. Reducción del gasto en servicios y consumibles

Con estas mejoras en el proceso de purificación se proyectó un ahorro de energía significativo.

La siguiente tabla (Tabla 3.) muestra una comparación en tiempos del proceso anterior y el proceso propuesto por González (2014).

Tabla 3. Comparativa de tiempo en el proceso utilizado y el propuesto por González 2014.

	Proceso anterior	Proceso propuesto
	Tiempo	
Pretratamiento	1 hora	30 minutos
Tratamiento completo	3 a 4 horas	15 minutos
Tratamiento parcial	No hay	15 minutos
Llenado de tanque de alimentación	45 min a 60 min	45 a 60 min
Producción de lote	5 a 6 horas	105 min a 120 min

Fuente: Tesis González (2014)

La última tesis reportada sobre la planta purificadora de Campus II, es del año 2017 (Zavaleta, 2017). En esta tesis se hizo un estudio detallado de los aspectos técnicos para la selección del método adecuado para la determinación de organismos coliformes totales y fecales.

Zavaleta (2017), realizó diferentes métodos de investigación, cuestionarios y encuestas, de donde concluyó que la comunidad universitaria de la Facultad desconoce la calidad de agua que se ofrece en los nueve bebederos ubicados en Campus II. Con lo que se dio a la tarea de realizar los análisis pertinentes para cumplir los requerimientos de calidad correspondientes. Él se enfocó en el análisis de organismos coliformes totales y fecales, con los cuales se guio para conocer el grado de inocuidad del agua que se consume, pues este es uno de los principales parámetros que regula la NOM-127-SSA1.

Zavaleta (2017) concluyó que dentro del análisis técnico y económico para cumplir con los métodos normativos, se necesita personal que conozca temas de esterilización y las 'Buenas Prácticas de Laboratorio'. Para ello es importante que las carreras de Ingeniería Química y Química Farmacéutica Biológica puedan trabajar en conjunto.

Debido a que los alumnos que se encuentran realizando su servicio social en la Planta Purificadora de la FES Zaragoza, son de la carrera de Ingeniería Química y que no están familiarizados con temas como la esterilización y el buen uso del equipo de higiene, Zavaleta, 2017 propuso utilizar un método alternativo, el cual facilita mucho la determinación, ya que no tiene especificaciones tan estrictas como algunos métodos normativos de análisis de coliformes.

Expuso y utilizó dos opciones viables de métodos, para llevar a cabo el análisis de coliformes totales y fecales:

1. Método Colilert
2. Técnica del número más probable – Tubos múltiples.

El método de NMP – Tubo Múltiples, por ser una prueba de Presencia/Ausencia. Se limita a dos respuestas que marca la NOM-127-SSA1-1994.

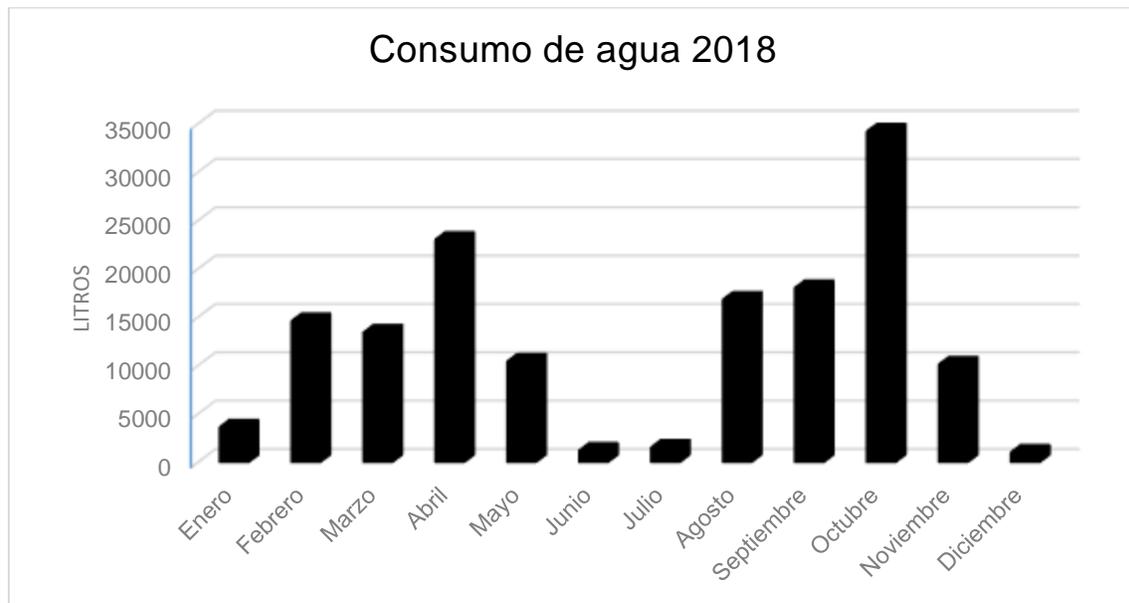
2.4 Parámetros de operación.

En años anteriores al 2018, no se contaba con un control adecuado para obtener datos precisos de consumo de agua purificada, tampoco se tenía control en el registro de pH y cloro residual del agua que se consumía. Es por ello que en este trabajo de tesis solo se mencionan los datos registrados a partir del 2018, que es cuando se tienen datos más concisos y regulados.

Se analizaron los datos obtenidos de las bitácoras de consumo de agua al día, durante todo el año 2018, teniendo como resultado la gráfica 1, que muestra el consumo que hubo cada mes del año. Donde se observan las variaciones de consumo de agua que dependen en gran medida de la estación del año. En los periodos vacacionales se tiene un consumo de agua menor, esto debido a la poca o nula afluencia de estudiantes en estos meses.

De igual forma las gráficas 2 y 3 demuestran los datos que hay de control de calidad para el agua que se consume en campus 2, teniendo los datos promedio por mes.

Para más detalle consultar ANEXO C.



Gráfica 1. Consumo por mes del año 2018.

NOTA: El mes de junio no hay datos reportados de consumo y el mes de julio son vacaciones.

Consumo mínimo del año 2018	Consumo máximo del año 2018
20 de febrero	22 de Octubre
600 L	4000 L

Parámetros del análisis de agua del año 2018 (promedio)	
pH (unidades de pH)	Cloro residual
9	0.5*



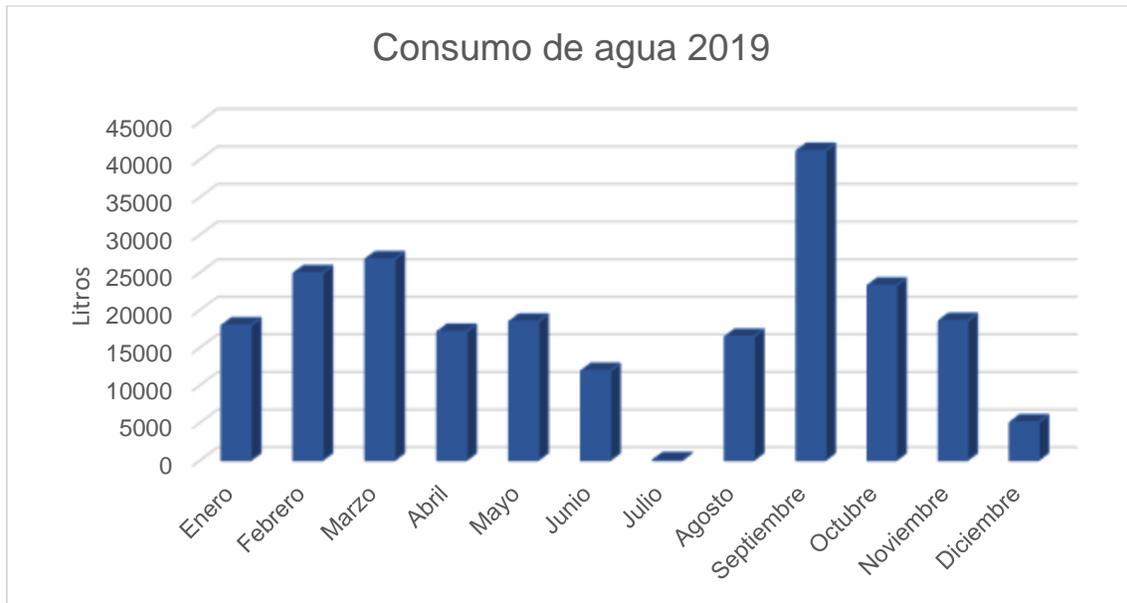
Gráfica 2. Valores de cloro residual en análisis de agua

NOTA: Los meses que muestran una concentración en cero, son valores que no fueron registrados.



Gráfica 3. Valores de pH en análisis de agua

En la gráfica 4 se observa la variación de consumo de agua del año 2019, junto con los valores de pH (gráfica 5) y cloro residual (gráfica 6) del agua consumida durante ese año en el Campus II.



Gráfica 4. Consumo por mes del año 2019

NOTA: El mes de julio reporta cero litros de consumo debido a que son vacaciones.

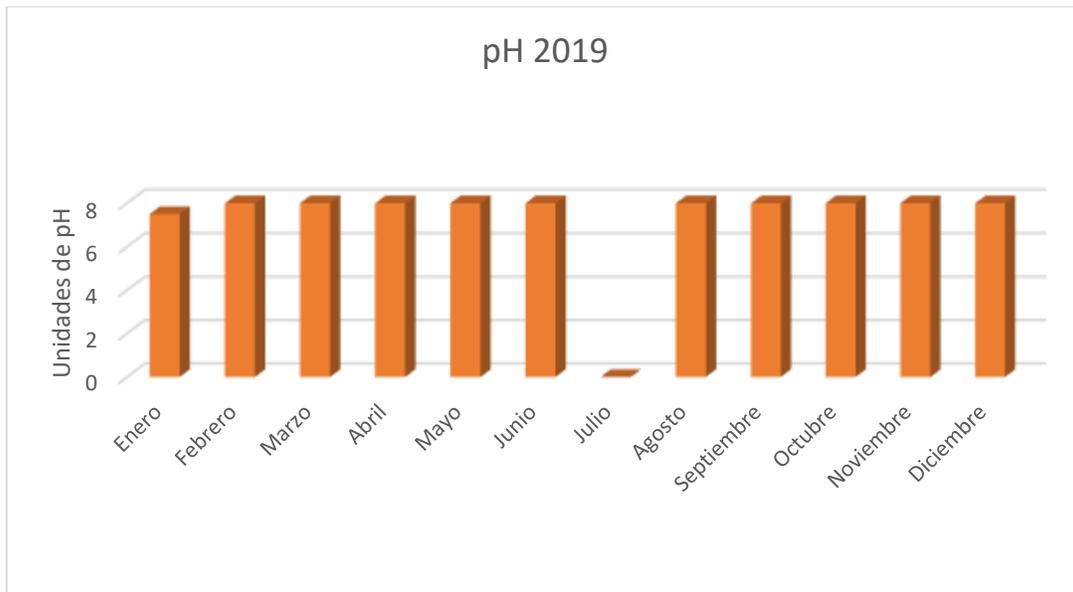
Consumo mínimo del año 2019	Consumo máximo del año 2019
6 de junio	9 de Septiembre
500 L	4100 L

Parámetros del análisis de agua del año 2019	
pH (unidades de pH)	Cloro residual
9	1



Gráfica 5. Valores de Cloro Residual en análisis de agua

NOTA: Mes de julio no hay registro de datos.



Gráfica 6. Valores de pH en análisis de agua,

CAPÍTULO III

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA
INGENIERÍA QUÍMICA



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA

Fecha de aprobación: Septiembre 2021



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	1

COLABORADORES

Versión 0

Dra. María Guadalupe Salinas Juárez

TESISTA

Tania Salgado Rodríguez



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	2

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVOS DEL MANUAL	5
NORMATIVA APLICABLE AL SUMINISTRO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO	6
ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LAS PLANTAS PURIFICADORAS Y DIAGNÓSTICO DEL PROCESO	8
I. Operación de las plantas purificadoras	8
II. Estudio del proceso	8
III. Análisis de fichas técnicas de los equipos	16
INDICACIONES GENERALES PARA EL PERSONAL OPERATIVO (REGLAMENTO)	22
OPERACIÓN DE LAS PLANTAS PURIFICADORAS (DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO – DFP)	24
I. Plantas purificadoras	24
II. Proceso de purificación	27
i. Campus I	27
ii. Campus II	30
iii. Bebederos	33
PLANEACIÓN DE ACTIVIDADES SEMESTRALES	36
INDICACIONES DE SEGURIDAD PARA LA OPERACIÓN DE LA PLANTA	38
CONTROL Y REGISTRO	40
I. Formatos de control y registro	40
II. Bitácoras	43
i. Bitácora de asistencia	44
ii. Bitácora de actividades generales	44



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	3

iii.	Bitácora de equipos	45
iv.	Bitácora de fallas	46
v.	Bitácora de control de calidad del agua	46
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO		47
I.	Análisis de fallas y su frecuencia	47
II.	Plan de actividades de mantenimiento	49
III.	Indicaciones para las actividades de mantenimiento	51
i.	Lámpara UV	51
ii.	Pre filtros y filtros pulidores	52
iii.	Filtro de lecho profundo	53
iv.	Filtro de carbón activado	54
v.	Hidroneumáticos	54
DIRECTORIO DE PERSONAL INVOLUCRADO EN LAS ACTIVIDADES DE LA PLANTA PURIFICADORA		55
ANEXOS		57
ANEXO A		58
A.1.-	Norma Oficial Mexicana 127 de la secretaria de salud	58
A.2.-	Norma Oficial Mexicana 179 de la secretaria de salud	62
A.3.-	Norma Oficial Mexicana 120 de la secretaria de salud	69
A.4.-	Norma PROY-NMX-AA-124-SCFI-2005	75
A.5.-	Norma NMX-K-281-SCFI-2012	78
ANEXO B		80
B.1.-	Filtro de lecho profundo	81
B.2.-	Cartucho plisados (pre filtros)	85
B.3.-	Filtro de carbón activado	86
B.4.-	Lámpara UV	87
B.5.-	Filtros pulidores	89



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	4

ANEXO C	90
Datos de consumo en Campus II del periodo de enero de 2018 a diciembre de 2019	90
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA	92
CONCLUSIONES	94
BIBLIOGRAFIA	95
Manual	95



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	5

INTRODUCCIÓN

El manejo operacional y de mantenimiento de una planta purificadora de agua, requiere una serie de actividades para funcionar de manera eficiente. Es importante, considerar de inicio, la gestión del personal (en este caso, estudiantes de servicio social) que llevan a cabo la operación, manejo de productos químicos para el tratamiento, así como los muestreos y análisis pertinentes para asegurar el control de calidad del agua y los registros (bitácoras) que permitan el control adecuado de las instalaciones en general.

En seguida se presenta el manual operacional y de mantenimiento para las plantas purificadoras de agua de Campus I y II, que permita el buen manejo de los equipos, contribuyendo a que las futuras generaciones de estudiantes de servicio social y cualquier persona que realice la operación del proceso, cuenten con una guía que les ayude entender de manera clara el manejo, operación y mantenimiento de la planta purificadora de agua.

OBJETIVOS DEL MANUAL

Proporcionar a los estudiantes y operadores de las plantas purificadoras de agua de la FES Zaragoza, la información necesaria para realizar la operación y el mantenimiento bajo un procedimiento estandarizado y controlado.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	6

NORMATIVA APLICABLE AL SUMINISTRO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Existen diversas normas relacionadas con la purificación de agua para consumo humano (tabla 5). Entre ellas se enlistan las siguientes:

Tabla 4. Normas Oficiales Mexicanas que regulan el suministro de agua potable.

NOM	TÍTULO
NOM-127-SSA1-1994	Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización
NOM-120-SSA1-1994	Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.
NOM-160-SSA1-1995	Bienes y servicios. Buenas prácticas para la producción y venta de agua purificada
NOM-179-SSA1-1998	Vigilancia y evaluación del control de calidad de agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público.
NOM-180-SSA1-1998	Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Equipos de tratamiento de tipo doméstico. Requisitos sanitarios
NOM-201-SSA1-2015	Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias.

La Norma Oficial Mexicana NOM 127-SSA1-1994 (ANEXO A) es la base para la purificación de agua dentro de la FES Zaragoza.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	7

Es importante el cumplimiento de la norma, ya que esta contiene los requisitos, especificaciones y procedimientos para la potabilización del agua, así se asegura la calidad para su consumo sea óptima y se evite el daño a la salud del consumidor.

Precisamente como esta Norma, existen otras que son aplicables para el proceso de purificación y el manejo del agua en general, es por ello que se sugiere vigilar la NOM 179 (ANEXO A) para tener control de la calidad del agua que es para consumo humano. Esta norma explica los parámetros de cloro residual libre que debe cumplir el agua de consumo humano dependiendo la demanda de consumidores.

La NOM 120 (ANEXO A), nos habla de las prácticas de higiene y sanidad en el procesamiento de alimentos y bebidas, que da base a los lineamientos que debe acatar el personal, así como las instalaciones de la planta purificadora involucrando desde el mantenimiento de los equipos hasta la iluminación y ventilación del área de producción



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	8

ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LAS PLANTAS PURIFICADORAS Y DIAGNÓSTICO DEL PROCESO

I. Operación de las plantas purificadoras

La operación de la planta purificadora la llevan a cabo estudiantes de servicio social, generalmente, de la carrera de Ingeniería Química supervisados por un académico encargado del proyecto.

La estancia de los estudiantes de servicio social en la planta purificadora tiene una duración de seis meses. Durante ese tiempo, los estudiantes se encargan, principalmente, de operar la planta, de modo que son los estudiantes quienes realizan el proceso de purificación, además de hacer la limpieza general de la planta. Esto se refiere a la limpieza de paredes, mobiliario y ventanas. También se hace la limpieza de los tanques de almacenamiento del agua semestralmente, de las tuberías cada 15 días, del lavado de bebederos diariamente y de hacer análisis del agua tal como, pH y cloro residual diariamente.

Otra de las actividades que se llevan a cabo es el llenado de bitácoras con la información básica para tener el control de cada lote de agua que se produce a la semana y otra con los datos de control de pH y Cloro residual.

II. Estudio del proceso

El proceso de purificación consta de diferentes etapas con una finalidad específica. Para lo anterior se requieren distintos equipos instalados en una línea de purificación como se observa en la Figura 5.

Cabe destacar que durante la prestación de servicio social por parte de los estudiantes ellos deben familiarizarse con los equipos involucrados en el proceso de purificación, así como con la dirección del flujo en las líneas de servicio observando la distribución del



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	9

flujo dentro de la planta, desde el punto de entrada del agua al tanque receptor de agua cruda, hasta que es distribuida a los bebederos. Al mismo tiempo, se observa el proceso de llenado de los tinacos revisando qué bombas y qué válvulas intervienen. Además, los estudiantes revisan las bitácoras existentes para saber los tiempos en que se lleva el proceso y el volumen que se introduce en cada lote. Finalmente, se siguen las instrucciones para realizar los análisis básicos al agua, como pH y cloro residual. En conclusión, el proceso es sencillo y rápido.

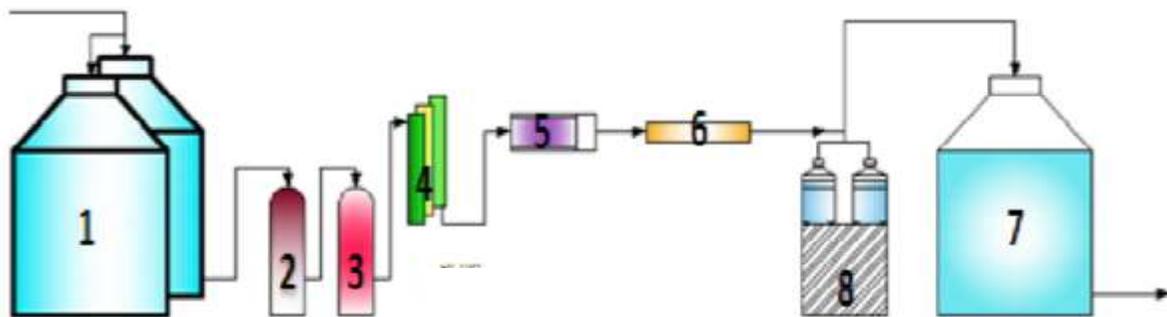


Figura 5. Proceso de purificación de las plantas purificadoras de agua - FES Zaragoza, UNAM.

Fuente: Osorio y Romero (2012)

Tabla 5. Equipos involucrados en el proceso de purificación de agua de la FES Zaragoza.

Número de Equipo	Nombre de Equipo
1	Tanques de procesamiento del agua
2	Filtro de lecho profundo
3	Filtro de carbón activado
4	Filtros pulidores
5	Lámpara de luz ultravioleta
6	Generador de ozono
7	Tanque de almacenamiento de agua



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	10

Proceso de purificación de agua

De manera general se explican las partes del proceso de purificación de agua, que es utilizado dentro de las plantas purificadoras de la FES Zaragoza.

- Cloración

Es un procedimiento primario de desinfección de agua. La cloración se emplea para eliminar virus y bacterias que contenga el agua, destruir patógenos, controlar problemas de olor, remover hierro y manganeso y para eliminar nitrógeno amoniacal.

- Filtración a través de lecho profundo

Es un sistema de filtrado que atrapa las partículas de mayor tamaño, mayores a 5 micras, suspendidas en el agua quedando en las distintas capas de arena que, en relación entre ellas, guardan distinto espesor¹.

- Filtración a través de carbón activado

Es un filtro que contiene carbón activado para eliminar cualquier sabor u olor del agua, como es el caso del cloro o mercurio. El paso de agua por este filtro tiene que ser lento para así permitirle quitarle la mayor parte de impurezas al agua¹.

- Filtración por cartucho

En esta etapa se logra el pulido físico del agua, la cual pasa a través de un dispositivo que contiene papel filtro con la capacidad de retener residuo suspendido en el agua de

¹ González Fiallega (2014), Optimización al proceso de purificación del agua suministrada a los bebederos de la FES Zaragoza (tesis de licenciatura). UNAM.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	11

un tamaño aproximado de 5 micras. Cuando el cartucho se ensucia por el exceso de materia suspendida solo se cambia por otro o bien puede lavarse y reutilizarse¹.

- Luz ultravioleta

La luz ultravioleta se usa para matar a bacterias pues gracias al espectro que tiene es posible exterminarlas, esterilizando así al agua. La materia orgánica que no fue eliminada por la desinfección con cloro es eliminada por medio de la luz UV².

- Ozonificación de agua

Se emplea después de que el agua ha pasado por los rayos ultravioleta para eliminar la radiación de estos. El ozono es un gas que se inyecta al agua de la forma más directa posible que al tener contacto con el agua lleva cabo la oxidación de los compuestos orgánicos e inorgánicos de esta, destruyéndolos y evitando la formación de algas. La efectividad de la desinfección mediante ozono tiene que ver con la cantidad empleada de este y con el tiempo en contacto con el agua².

² Osorio y Romero (2012), Análisis del tratamiento y operación de la planta purificadora de agua en la FES Zaragoza Campus II (tesis de licenciatura). UNAM.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	12

Limpieza de Planta

Cada semana se realiza la limpieza general de la planta purificadora, esto incluye barrer, trapear, limpiar los escritorios, bancas, los vidrios de la puerta y ventanas, así como la mesa donde se tienen los productos que se utilizan para el análisis del agua. También se hace una limpieza superficial de las tuberías del proceso para quitar el exceso de polvo acumulado.

Limpieza de Bebederos

La limpieza de los bebederos se hace tres veces por semana. Este consiste en lavar las llaves y la base que conforma el bebedero, el lavado se hace con jabón y con citrus 21³ para la desinfección. El agua que es ocupada para el lavado, es la misma que sale de los bebederos, esto con la finalidad de evitar la proliferación de bacterias en los bebederos.

Limpieza de tanques

Esta limpieza se lleva a cabo antes de que comience el semestre, esto evita que el agua se quede estancada durante el periodo vacacional.

- a) Se drena el máximo volumen de agua permitido por la válvula de desagüe, por lo que quedan 400 L en el tanque para no afectar el funcionamiento del hidroneumático.
- b) Se desconecta el tanque de agua cruda del hidroneumático.
- c) El agua remanente del tanque se conserva para utilizarla en el lavado del mismo.

³ Desinfectante líquido de origen natural y biodegradable que por sus propiedades antioxidantes permite un efecto residual antimicrobiano, especialmente formulado para el área de alimentos. Es de olor fresco ligeramente astringente, pero a la dilución indicada es inodoro e insaboro.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	13

- d) Una persona se introduce al tanque con una cubeta con agua, jabón y cloro y comienza a lavar el interior.
- e) Se enjuaga y se seca perfectamente el interior del tanque con ayuda de una franela limpia, de preferencia nueva.
- f) Se lava el tanque por fuera, de la misma manera en que fue lavado por el interior
- g) El tanque se seca.
- h) Una vez listo, el tanque se vuelve a conectar al hidroneumático y se colocan los pre-filtros.

Estos pasos se llevan a cabo en los dos tanques ubicados en Campus II y en los tres tanques ubicados en Campus I.

Limpieza de la Red de Distribución

Durante la estancia del servicio social, se llevan a cabo purgas de las líneas de agua que van hacia los bebederos, esto con el fin de evitar la proliferación de bacterias en las tuberías. El consumo aproximado de agua para este lavado es de 400 L por limpieza. En 200 L de agua se añade cloro de modo que se alcance una concentración de 5 ppm de Hipoclorito de sodio (NaClO).

Se drenan los puntos finales de la red de distribución, es decir, los bebederos, haciendo que en toda la red se quede el agua con exceso de NaClO para que este compuesto mate las bacterias. El tiempo estimado en dejar el agua con exceso de cloro en las tuberías es de 12 a 24 horas.

El drenado se hace abriendo inicialmente la válvula del bebedero ubicado en la parada del Pumabús. En este punto se dejan correr 110 L de agua para asegurarse de que el agua recorrió toda la línea de distribución desde la planta purificadora hasta ese punto. Posteriormente se abre la válvula del bebedero ubicado afuera del Gimnasio, dejando correr 10 L de agua. Después se hace algo similar en el bebedero ubicado cerca del



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	14

Edificio llamado el Titanic y se dejan correr 66.5 L. Finalmente se deja correr en cada bebedero 2 L para asegurarse de que se purgue la tubería de cada bebedero. Lo anterior se hace con base en la información proporcionada por el Departamento de Obras de Campus II, plasmada en la Figura 6

El drenado se realiza para que las tuberías se llenen con agua con exceso de cloro y después de transcurrido el tiempo, se comienza a drenar esa agua con exceso de NaClO para darle paso al agua purificada que previamente fue tratada, tomando una muestra de agua cada 2 minutos después de drenar la cantidad recomendada. La muestra se toma para medir la concentración de cloro residual en el agua y que esté dentro de los parámetros requeridos por la norma oficial.

Tanto en el drenado de agua purificada para dar paso al agua con exceso de cloro, como en el drenado de las tuberías de agua con exceso de cloro, se recomienda que en los bebederos ubicados en la parada del Pumabús (en primer lugar), en el gimnasio (en segundo lugar, terminado el primero), y en el bebedero ubicado entre el Titanic (en tercer lugar) y el edificio L-300, se drenen 10, 110 y 66.5 litros de agua, respectivamente, mientras que en el resto de los bebederos únicamente se dejen salir de dos a tres litros de agua.

Una propuesta es que en estos tres bebederos se coloque un tinaco en el que se recolecte toda esta agua drenada y se utilice posteriormente en actividades de lavado por parte de los locales de comida.

Finalizando el proceso y teniendo en cuenta el valor de su concentración de cloro, se hacen pruebas de olor y sabor del agua, para asegurar que el agua sea apta para su consumo.

Nota: No se cuenta con los datos de volumen de drenado para Campus I.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	15

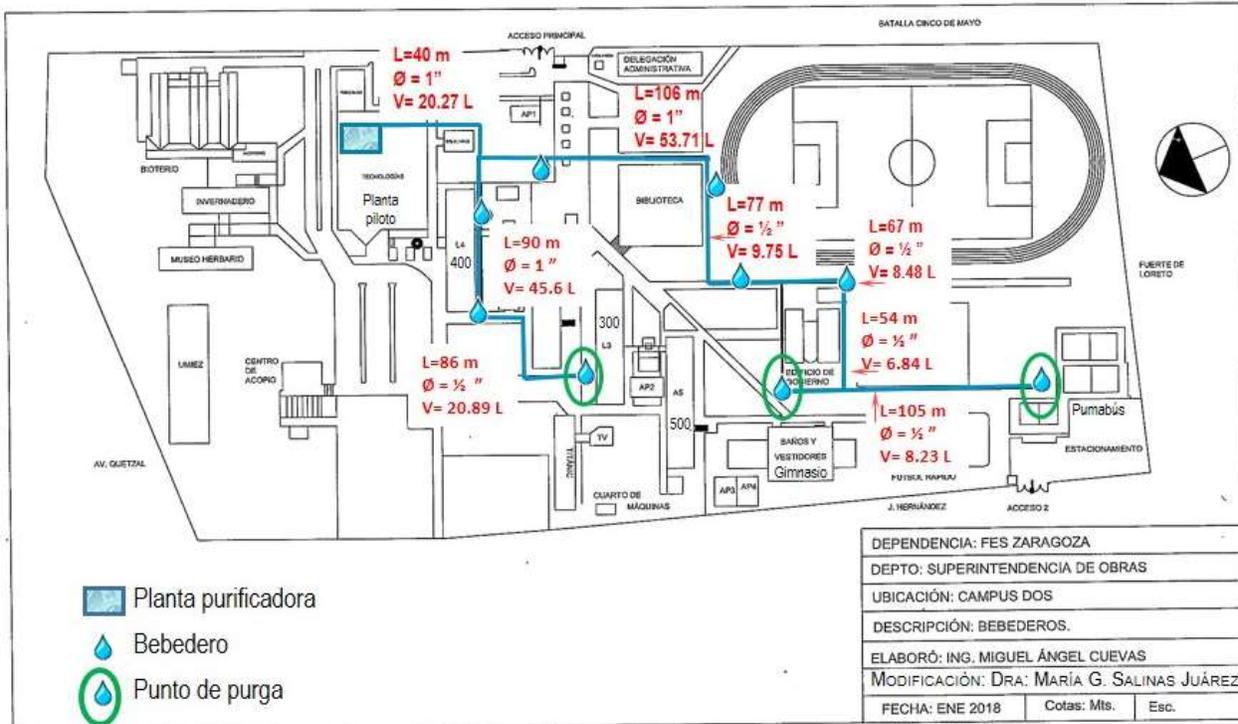


Figura 6. Red de distribución de tuberías Campus II

Fuente: Elaborada con información del Departamento de obras C.II, FES Zaragoza



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	16

III. Análisis de fichas técnicas de los equipos

Los equipos del proceso de purificación tienen características que los hacen aptos para llevar a cabo una función específica. En seguida, se mencionan las características relevantes de cada equipo a partir de su ficha técnica, para más detalles ver ANEXO B.

★ Tinacos de almacenamiento

Los tanques están fabricados en polietileno de alta densidad, adecuados para el manejo y almacenamiento de alimentos y agua, por no producir olor ni sabor aprobados por la FDA⁴.

Características

- Interior liso para evitar suciedad en paredes
- Indicador de líquidos
- Color blanco
- Tapa roscada de 55 cm de diámetro
- Temperatura de almacenamiento máxima de 63 °C

Dimensiones	
Diámetro	Altura
183 cm	213 cm

⁴ La FDA (Food and Drug Administration) es responsable de proteger la salud pública mediante la regulación de los medicamentos de uso humano y veterinario, vacunas y otros productos biológicos, dispositivos médicos, el abastecimiento de alimentos en nuestro país, los cosméticos, los suplementos dietéticos y los productos que emiten radiaciones. Favorecer la salud pública mediante el fomento de las innovaciones de productos. Proveer al público la información necesaria, exacta, con base científica, que le permita utilizar medicamentos y alimentos para mejorar su salud.



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	17

Cisternas Rotomex



Figura 7. Tanques de almacenamiento de agua

Fuente: rotomex.com

★ Filtro de lecho profundo

Características

- Material exterior fabricado en fibra de vidrio
- Color exterior azul
- Material del empaque: Arena
- Al interior cuenta con un tubo de cloruro de polivinilo (PVC, por sus siglas en inglés) hidráulico con dispersor
- Volumen de 59130 cm³
- Dimensiones de 25.4 cm x 137.16 cm

★ Filtro de carbón activado

Características

- Material exterior: fabricado en fibra de vidrio



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	18

- Color exterior azul
- Material del empaque: carbón activado granular (GAC, por sus siglas en inglés)
- Al interior cuenta con un tubo de cloruro de polivinilo (en adelante, PVC, por sus siglas en inglés) hidráulico con dispersor
- Válvula de tres vías



Figura 8. Filtro de lecho profundo y filtro de carbón activado (campus II)

NOTA: De acuerdo con la tesis de González (2014), los filtros se empacaron *in situ*.

★ Filtros pulidores

Características

- Material exterior formado por una carcasa de polietileno
- Color de carcasa: azul
- Dimensiones del cartucho son 6.35 cm x 50.8 cm
- Filtro de cartucho plisado fabricado de poliéster resistente con núcleo de polipropileno



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	19

★ Pre filtros

Características

- Material exterior formado por una carcasa de polietileno
- Color de carcasa: azul
- Dimensiones del cartucho son 6.35 cm x 25.4 cm
- Filtro de cartucho plisado fabricado de poliéster resistente con núcleo de polipropileno



Figura 9. Prefiltros de cartucho (Campus II)

★ Lámpara de luz UV

Características

- Estructura de metal
- Conexiones de PVC
- Envolvente de acero inoxidable 304 (Resistente a la corrosión)
- Vida útil de 9 meses u 8,000 horas de operación



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	20



Figura 10. Lámpara de UV (Campus II)

★ Generador de ozono

Características

- Fabricado en acero inoxidable
- Válvula Venturi de $\frac{3}{4}$ "
- Tarjeta electrónica que produce 1.2 g/h de Ozono
- Flujo de 38 LPM



Figura 11. Generador de ozono



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	21

★ Tanques hidroneumáticos

Características

Tanque hidroneumático 1

- Tanque precargado de diafragma recubierto con acero
- Dimensiones de 39.06 cm x 80.34 cm con capacidad para 227 litros
- Bomba de superficie tipo JET con una potencia de 1 HP y descarga de 10.3 kg con un diámetro de 1”
- Controlador de presión

Hidroneumático 2

- Tanque precargado de diafragma recubierto con acero al carbón
- Membrana fabricada en vinilo sin costuras
- Dimensiones de 60.96 cm x 82.55 cm con capacidad para 454 litros



Figura 12. Bomba hidroneumática

Fuente: González (2014)



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	22

INDICACIONES GENERALES PARA EL PERSONAL OPERATIVO (REGLAMENTO)

Para un buen funcionamiento de la planta purificadora, se cuenta con un reglamento para los operadores, el cual se debe cumplir al pie de la letra para evitar accidentes.

El reglamento dicta lo siguiente:

1. Portar la bata de laboratorio durante el tiempo que se permanezca dentro de la planta purificadora.
2. No debe ingresar personal ajeno a la planta purificadora.
3. No ingerir alimentos dentro de la planta purificadora.
4. No se permite el uso de bocinas dentro de la planta purificadora.
5. No portar audífonos dentro de la planta purificadora.
6. Mantener limpia el área de trabajo y no tirar basura en el suelo.
7. No dejar equipo en modo encendido sin ser supervisado o sin que haya alguien a cargo en la planta.
8. Verificar diariamente el funcionamiento correcto de los equipos, con ayuda del manual de operación o la ficha técnica del equipo.
9. Mantener en orden los productos químicos utilizados para el control de calidad del agua, procurar que sus envases no estén rotos o deteriorados y que se encuentren en el lugar destinado para ellos.
10. Realizar el llenado de las bitácoras y los formatos de control y registro a partir de las actividades realizadas y los sucesos acontecidos durante el día en la planta purificadora.
11. Elaborar un reporte mensual sobre las actividades de la planta purificadora, las fallas detectadas, las acciones tomadas y todo lo relacionado con la planta purificadora.
12. Reportar inmediatamente las fallas que se presenten en el proceso de operación al/la responsable de la planta purificadora.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	23

13. Si alguno de los operadores cambia de número de celular, avisar al responsable de las plantas purificadoras del cambio de número.
14. En caso de que se requiera faltar en el horario habitual ya establecido, avisar al responsable de las plantas purificadoras en el medio destinado por tal fin o de manera personal.
15. Se deben cubrir de 15 a 20 horas semanales de actividades relacionadas con la planta purificadora.
16. No se podrán cubrir más de 20 horas semanales.
17. Participar en el lavado constante de los bebederos y el lavado de las tuberías.
18. Se debe participar en el lavado de la planta purificadora al inicio del ciclo escolar correspondiente (enero o agosto).
19. Se debe participar en un seminario interno y uno externo (UMIEZ), como parte de las actividades de las plantas purificadoras.
20. Se debe participar en las actividades adicionales al proceso de purificación como pueden ser aplicación de encuestas, visitas externas o la organización de simposios como el Día Mundial del agua.

Nota: Durante la prestación de servicio social se deben cubrir 480 horas de actividades relacionadas con la planta purificadora. No se dará por liberado el servicio social hasta que se cubra el total horas.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	24

OPERACIÓN DE LAS PLANTAS PURIFICADORAS (DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO - DFP)

I. Plantas purificadoras

La planta purificadora de Campus I se ubica en el lado oriente del Campus, detrás del edificio de gobierno (Figura 3).

La planta purificadora de Campus II se ubica en el interior del edificio de tecnologías o también conocido como Planta Piloto (Figura 4).

En cada una de las plantas se mantiene el mismo proceso de purificación, la única excepción es que en campus I se tiene un tanque de almacenamiento adicional (Figura 5).

El tren de tratamiento en campus I consta de tres tanques de 5000 L, dos pre-filtros para detener los sólidos suspendidos del agua, un filtro de leche profundo, un filtro de carbón activado, tres filtros pulidores, una lámpara de radiación UV y un generador de ozono (Figura 13).

El tren de tratamiento de campus II, actualmente, incluye dos tinacos de 5000 L, dos pre-filtros para detener los sólidos suspendidos del agua, un filtro de lecho profundo, un filtro de carbón activado, tres filtros pulidores, una lámpara de UV y un generador de ozono (Figura 14).

Para comprender el proceso existente en las plantas purificadoras más allá de observar las anteriores figuras, es necesario hacer una descripción del equipo existente y de su función. La Tabla 6 muestra el nombre y función de cada equipo utilizado dentro de las plantas purificadoras.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	25

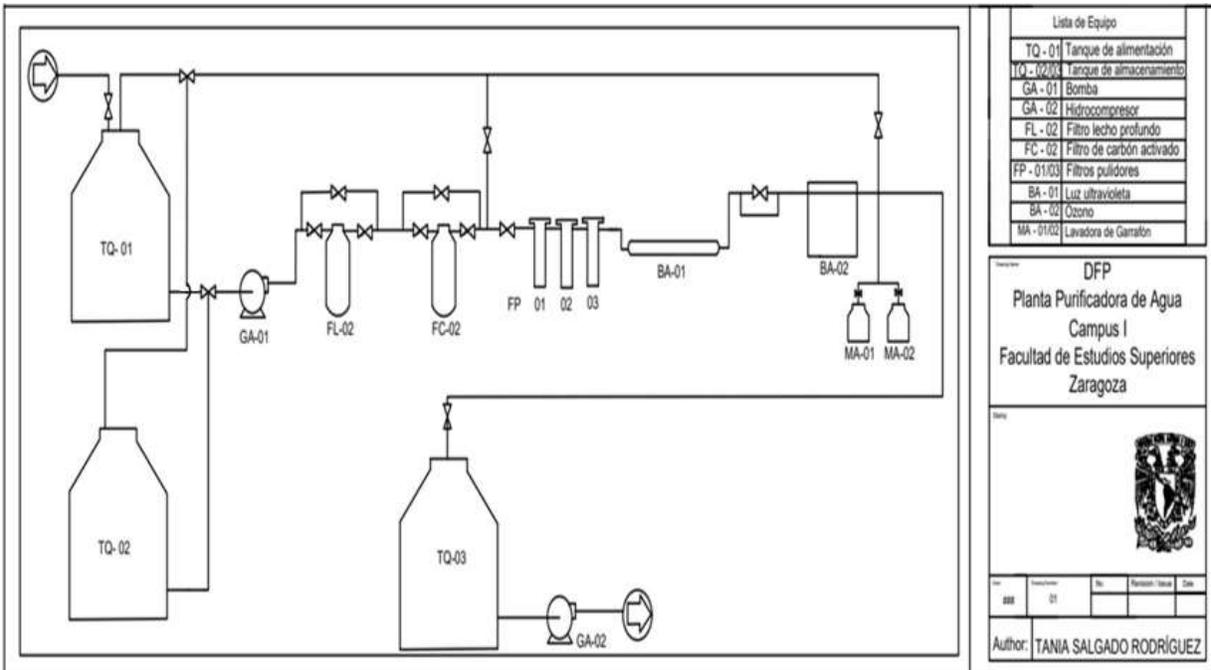


Figura 13. Diagrama de flujo de proceso de planta purificadora de agua Campus I

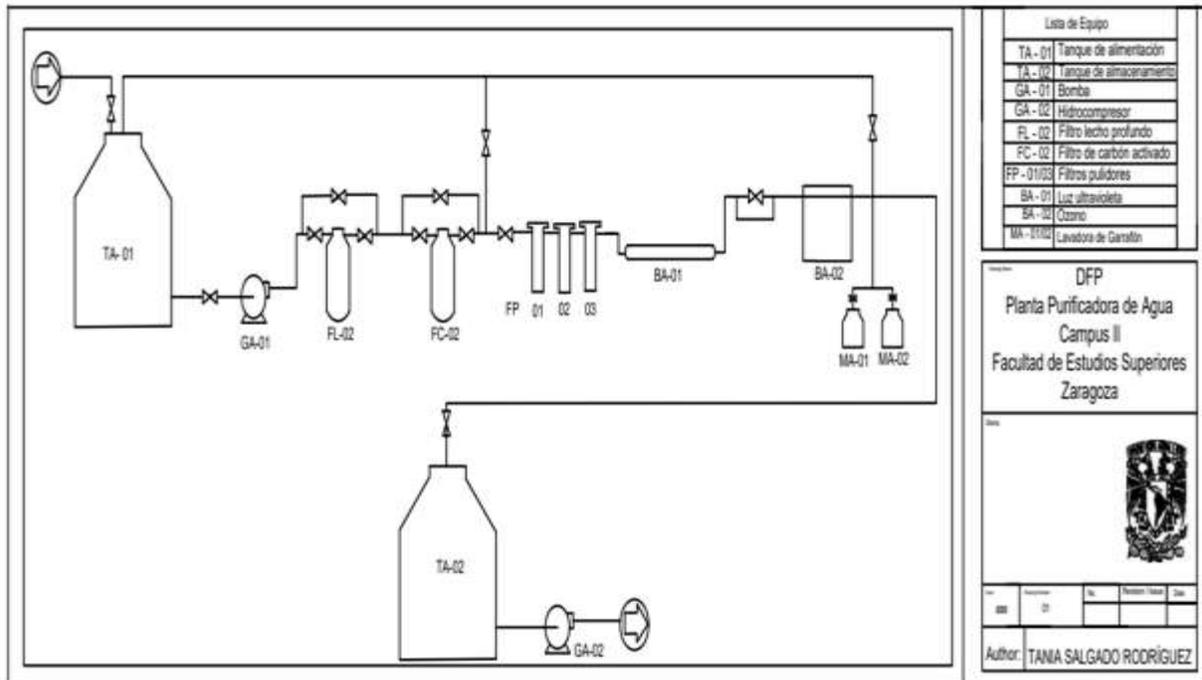


Figura 14. Diagrama de flujo de proceso de planta purificadora de agua Campus II



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	26

Tabla 6. Lista del equipo de las plantas purificadoras y su función

EQUIPO	CLAVE	FUNCIÓN
Pre-filtros	PF-01/02	Retienen los sólidos en suspensión con un tamaño mayor a 5 micras y disminuyen la turbiedad del influente.
Tanque de polietileno de alta densidad con una capacidad de 5000 L	* TQ- 01/03 TA-01/02	TQ-01 y TA-01: Tanque de almacenamiento de agua cruda y del proceso de purificación. TQ-02: Tanque de almacenamiento procedente del sistema de desinfección TQ-03 y TA-02: Tanque de almacenamiento de agua purificada.
Filtro de lecho profundo	FL-02	Remueve partículas en suspensión y subproductos del pre-tratamiento.
Filtro de carbón activado	FC-02	Remueve color, olor, sabor, cloro residual y subproductos de la desinfección inicial.
Filtro pulidor	FP-01/03	Retienen partículas de hasta 5 micras.
Lámpara de radiación UV	BA-01	Desinfección, induce cambios estructurales que impiden la multiplicación de patógenos.
Generador de ozono	BA-02	Desinfección avanzada, elimina microorganismos restantes de la desinfección inicial, funciona como conservador.
Sistema hidroneumático	GA-01/02	GA-01: Mantiene la presión a lo largo del proceso de purificación. GA-02: Mantiene la presión en la red de distribución

* Campus I cuenta con tres tanques, Campus II cuenta con dos tanques

Nota: En Campus I se cuenta con tres tanques, debido a que un tinaco es exclusivo para el agua cruda y mientras los otros dos funcionan del mismo modo en la operación que en Campus II.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	27

II. Proceso de purificación

El proceso de purificación del agua dentro de las instalaciones de la planta purificadora de agua de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza consiste en diferentes etapas, en ambos campus las etapas son iguales a excepción de la primera.

El objetivo de ambas plantas purificadoras es cumplir con los parámetros de acuerdo con la norma NOM 127-SSA1-1994. Considerando que el agua que se suministra a la FES Zaragoza proviene de la alcaldía Iztapalapa y que a su vez es almacenada en las cisternas de cada campus, se determina que el agua no es apta para su consumo por las características de potabilidad con las que llega a las plantas purificadoras, es por ello que se da seguimiento a los siguientes parámetros:

- ★ Cloro residual (ppm) = se debe registrar entre 0.5 y 1.5 mg/L.
- ★ pH (unidades de pH) = se debe registrar entre 6.5 a 8.5.

A continuación, se explica cómo se realiza el proceso de purificación:

i. Campus I

* Primera etapa. El agua se alimenta de la cisterna del campus al tanque receptor TQ-01, previo a esto pasa por unos pre-filtros 01 y 02, que retienen los sólidos suspendidos con un tamaño mayor a 5 micras y parte de la materia que aporta turbiedad en el agua. Siendo esta misma agua no apta aún para el consumo por presentar un olor, color y sabor inadecuado. El tanque TQ-01 se llena a 1200, 2200 o 3200 L (basado en el consumo semanal).

Una vez lleno TQ-01 de acuerdo con la demanda, se inicia la etapa de pre-cloración, donde se adiciona un volumen de hipoclorito de sodio (NaClO) al 13% de concentración, llevando el agua de TQ-01 a una concentración de 3 ppm de cloro residual.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	28

Después de adicionar el NaClO esperar 3 horas para el contacto del cloro con el agua.

* Segunda etapa. Se enciende la bomba del sistema hidroneumático GA-01 para recircular el agua previamente clorada del TQ-01 a través de FL-01 y FC-02 durante un periodo aproximado de 1 hora, en este punto el agua será llevada al tanque TQ-02.

Nota: es importante, considerar que el volumen de NaClO necesario en esta etapa no siempre será el mismo, ya que la cantidad del agua varía en cada lote (ver anexo A.4).

Tercera etapa. Teniendo el agua en TQ-02, se recircula el lote a través de FL-01 y FC-02 durante un periodo de 3 horas. En este proceso se elimina color, olor y sabor al agua.

Cuarta etapa: Una vez pasadas las 3 horas, se procede a recircular el agua por los filtros FP-01/03, Luz UV y Ozono por un periodo de 3 horas. En este proceso el agua adquiere su tono cristalino gracias a los filtros pulidores y al paso de la lámpara UV se eliminan las bacterias remanentes que no se eliminaron durante su paso por los filtros FL-02 y FC-02. En el generador de Ozono, las bacterias más resistentes son eliminadas, teniendo así una calidad de agua excelente para el consumo humano.

Quinta etapa. El lote de agua se pasa por todo el proceso que implica:

- Filtro de Lecho Profundo FL-02
- Filtro de Carbón Activado FC-02
- Filtros Pulidores FP-01-02-03
- Lámpara de UV BA-01
- Generador de Ozono BA-02

Por un periodo de 3 horas, se mantiene la recirculación del agua al tanque TQ-02.

Terminado las 3 horas de recirculación por todo el proceso, se procede a pasar el lote de agua del tanque TQ-02 al tanque TQ-03, donde se añade una vez más NaClO a una concentración de 1.5 ppm en el agua, esto con la finalidad de evitar el crecimiento de



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	29

bacterias. Hecho esto, el agua se distribuye hacia los bebederos por medio del sistema hidroneumático GA-02.

Una vez distribuida el agua, se procede a hacer pruebas de cloro residual y de pH en cada uno de los bebederos ubicados en el campus I.

En la figura 15 se observa un diagrama de bloques simplificando el proceso.



Figura 15. Diagrama simplificado del proceso de purificación de Campus I.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	30

ii. Campus II

Primera Etapa. El agua que se alimenta de la cisterna al tanque receptor TA-01, previo a esto pasa por unos pre-filtros 01 y 02, que retienen los sólidos suspendidos con un tamaño mayor a 5 micras y parte de la materia que aporta turbiedad en el agua. Siendo esta misma agua no apta aún para el consumo por presentar un olor, color y sabor inadecuado. El tanque TA-01 se llena de 3600 a 4000 L (basado en el consumo semanal).

Una vez lleno TA-01 a los litros necesarios de acuerdo con la demanda, se inicia la etapa de pre-cloración, donde se adiciona hipoclorito de sodio (NaClO) al 13% de concentración, hasta obtener una concentración de 3 ppm de cloro residual.

Después de adicionar el NaClO , se da un tiempo de espera de 3 horas para el contacto del cloro con el agua.

Segunda Etapa. Se enciende la bomba del sistema el hidroneumático GA-01 para recircular el agua del lote previamente clorada por el filtro de lecho profundo (FL-02) y el filtro de carbón activado (FC-02), durante 3 horas.

Nota: es importante, considerar que el volumen de NaClO necesario en esta etapa no siempre será el mismo, ya que la cantidad del agua varía en cada lote (ver anexo A.4).

Tercera Etapa. Transcurrida las 3 horas se procede a pasar el lote de agua por los filtros pulidores FP-01-02-03, la lámpara de UV BA-01 y por el generador de Ozono BA-02. Durante 3 horas se recircula.

En este proceso el agua adquiere su tono cristalino gracias a los filtros pulidores y al paso de la lámpara UV se eliminan las bacterias remanentes y que no se eliminaron durante su paso por los filtros FL-02 y FC-02. En el generador de Ozono, las bacterias más difíciles son eliminadas, teniendo así una calidad de agua excelente para el consumo humano.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	31

Cuarta Etapa. El lote de agua se pasa por todo el proceso que implica:

- Filtro de lecho profundo FL-01
- Filtro de carbón activado FC-02
- Filtros pulidores FP-01-02-03
- Lámpara de UV BA-01
- Generador de ozono BA-02

Por un periodo de 3 horas, se mantiene la recirculación del agua al tanque TA-01.

Terminado las 3 horas de recirculación por todo el proceso, se procede a pasar el lote de agua del tanque TA-01 al tanque TA-02, donde se añade una vez más NaClO a 1.5 ppm. Hecho esto, el agua será distribuida hacia los bebederos por medio del hidroneumático GA-02.

Una vez distribuida se procede a hacer pruebas de cloro residual y de pH en cada uno de los bebederos ubicados en campus II.

En la Figura 16 se muestra un diagrama de bloques del proceso de manera simplificada.



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	32



Figura 16. Diagrama simplificado del proceso de purificación de Campus II.



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	33

iii. Bebederos

En la figura 17 se observan algunos de los puntos en que se encuentran ubicados los bebederos en el Campus II, así como su estructura.



Figura 17. Bebederos en los Campus I y II de la FES Zaragoza

Los bebederos instalados dentro de ambos campus son hechos de acero inoxidable, cuentan con una tarja sencilla o doble, todos tienen dos llaves, una de ellas avienta un chorro a presión para beber directamente y la otra es para llenar botellas y/o contenedores.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	34

En Campus I (Figura 18) y Campus II (Figura 19) se cuenta con 18 bebederos, 9 bebederos en cada campus distribuidos en puntos de fácil acceso a la comunidad. En la Tabla 7, se describe la ubicación de cada uno de ellos.

Tabla 7. Ubicación de bebederos

Campus I	Campus II
1. Frente a la biblioteca	1. Pumabús
2. A un lado del módulo de autocuidado	2. A un lado de la biblioteca provisional
3. Frente a edificio A-100	3. A un lado del gimnasio
4. Frente al departamento de lenguas extranjeras	4. Frente a la ex biblioteca
5. A un lado de COFIE	5. Frente al edificio A-600
6. Frente a la planta purificadora de agua	6. A un lado del CERFIS
7. Frente a la ludoteca	7. Frente a los laboratorios L-400
8. Frente a la clínica Zaragoza	8. A un lado del pasaje cultural
9. A un costado del gimnasio al aire libre	9. Frente a la cancha de futbol



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	36

PLANEACIÓN DE ACTIVIDADES SEMESTRALES

La estancia de los estudiantes de servicio social en las plantas purificadoras es de poco más de un semestre. En ese tiempo deben colaborar en actividades internas y externas, estas se mencionan en la tabla 8.

Tabla 8. Actividades semestrales

Actividad	Frecuencia	Cuándo
Lavado de bebederos	Diariamente	Todo el semestre, especialmente en el periodo de clases
Lavado de tuberías	Después de fines de semana largos o asuetos académico-laborales	Seis ocasiones a lo largo del semestre
Operación de la planta purificadora	De lunes a viernes	Todo el semestre, especialmente en el periodo de clases
Aseo de la planta purificadora	Una vez por semana	Todo el semestre
Reportar todas las fallas que se presenten en el proceso	Diariamente	Una vez que se observe la falla
Llenado de bitácoras a partir de las actividades realizadas y sucesos acontecidos	Diariamente	Todo el semestre



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	37

Continuación de tabla 8

Actividad	Frecuencia	Cuándo
Elaborar reportes mensuales sobre las actividades y operación de la planta	Una vez al mes	Todo el semestre
Apoyo a actividades de logística relacionadas con la planta purificadora	Dos veces al semestre	Todo el semestre
Mantenimiento preventivo a los equipos	Dependiendo del equipo puede ser una o dos veces al mes o una vez por semestre	Durante el intersemestre
Participación en seminarios internos	Una a dos veces al semestre	Durante el intersemestre
Participación seminarios externos (UMIEZ)	Una a dos veces al semestre	En una fecha cercana a la fecha de término del servicio social
Visitas externas (PUMAGUA)	Una vez al semestre	Intersemestre



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	38

INDICACIONES DE SEGURIDAD PARA LA OPERACIÓN DE LA PLANTA

A continuación se mencionan las medidas de seguridad y de prevención para el buen funcionamiento de la planta.

Las plantas purificadoras de agua de Campus I y II, realizarán un seguimiento y medición periódicamente sobre la efectividad de las medidas de control de riesgos, de acuerdo con la identificación de peligros y control de riesgos.

✓ Identificación de peligros

En esta etapa se contempla la identificación de peligros a partir de las siguientes actividades:

Identificación de las actividades de cada proceso

A. Identificación de los peligros y aspectos de cada actividad

Para cada actividad rutinaria o no rutinaria, se identifican los peligros para la salud, los peligros para la seguridad de las personas y los aspectos del medio ambiente y su respectivo potencial de impacto. La identificación debe ser realizada idealmente por los equipos de trabajo involucrados en cada actividad acompañados del encargado/a de la planta purificadora

A continuación se enlistan los riesgos a los que se verían expuestos los operadores durante el proceso

1. Riesgos eléctricos
2. Riesgos por caída
3. Riesgos químicos
4. Riesgos con equipos pesados



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	39

B. Investigación de accidentes/incidentes

Se identificarán los factores, elementos, circunstancias y puntos críticos que ocurren para causar los accidentes e incidentes. La finalidad es implementar acciones correctivas y prevenir la recurrencia de los mismos.

Nota: Es importante mencionar que hasta el momento de escrito este trabajo, no se han reportado accidentes.

C. Colocación de señalización en las plantas purificadoras de agua

De acuerdo con protocolos de seguridad en el trabajo se deben implementar algunas señalizaciones dentro de las plantas purificadoras de agua para evitar peligros/riesgos.

Se recomienda la colocación de los siguientes señalamientos:

1. En caso de incendio

Ubicado en la puerta principal de la planta que indica cómo actuar en caso de que se presente un incendio en las instalaciones

2. En caso de sismo

Dado que son fenómenos naturales, se cuenta con un protocolo para desalojar de forma segura la planta.

3. Reglamento

A la vista del operador (estudiante de servicio social). Para la prevención de accidentes y la protección de todos.

Dado la ubicación de ambas plantas purificadoras de agua en la FES Zaragoza, sería recomendable colocar un botón de paro de emergencia por cualquier eventualidad de riesgo, principalmente por los sismos.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	40

CONTROL Y REGISTRO

Dentro de la Planta Purificadora de agua de la FES Zaragoza se lleva un control del volumen de agua cruda que se procesa y del agua que se consume, así como de algunos parámetros de la calidad del agua.

Todo se documenta en bitácoras y formatos que llenan los mismos operadores (estudiantes de servicio social) y el/la responsable de la planta purificadora.

Con esto se tiene el registro de cada lote procesado y el volumen (litros) de agua que se purifican y se consumen a lo largo del año, así como el control de calidad especificado en la NOM-127-SSA1-1994, además del registro de posibles fallas y sucesos inesperados y el registro de las horas de uso de los equipos.

En los siguientes puntos se describe con mayor detalle el llenado de las bitácoras y los formatos existentes.

I. Formatos de control y registro

En cada campus se tienen formatos para el control del proceso.

El siguiente formato es el diseñado para tal fin.



**MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA**



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	41

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA <u>PLANTA DE PURIFICACIÓN DE AGUA</u>	
PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE PROCESO C1-PPF01		
FECHA:	LOTE:	
1. ALIMENTACIÓN TQ-01	Realizó:	
Se comienza a llenar TQ-01.	Hora inicial	Hora final
		Volumen final (L)
2. ETAPA DE PRE TRATAMIENTO	Realizó:	
Se adiciona Hipoclorito de sodio al 13 %.	Hora:	Volumen (ml):
Se comienza a recircular lote de TQ-01 a TQ-02 a través del Filtro de lecho profundo y carbón activado, durante un periodo de 3 horas.	Hora inicial:	Hora final:
	Fecha:	
3. ETAPA DE FILTRACIÓN	Realizó:	
Se pasa lote a través de FP-01/03, luz UV y Ozono durante 3 horas.	Hora inicial:	Hora final:
	Fecha:	
4. PROCESO COMPLETO	Realizó:	Fecha:
Se pasa lote a través de FL-02, FC-02, FP-01/03, UV y O ₃ . por 3 horas	Hora inicial:	
	Hora final	
5. ENVÍO HACIA TQ-03		
Fecha:	Hora inicial:	Hora final:
Volumen enviado (L):	Volumen de NaClO agregado (ml):	
Realizó:		
Observaciones:		

Figura 20. Formato de control de proceso para Campus I



**MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA**



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	42

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA PLANTA PURIFICADORA DE AGUA CONTROL DEL PROCESO CAMPUS II C2-PPF01</p>	
Fecha: _____	Número de lote: _____

ALIMENTACIÓN DE TA-01			
Se llena TA-01	Hora Inicial:	Hora Final:	Volumen Final (L):
Se adiciona NaClO a 3 ppm (añadir al inicio de llenado de TA-01)			V de NaClO (ml):
Se deja reposar por:		Hora de inicio:	Hora Final:
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 3 horas si son 3600 L ➤ 4 horas si son 4200 L 			
Realizó: _____			
ETAPA DE TRATAMIENTO			
Se recircula el lote por FL-01 y FC-02	V de lote (L)	Hora Inicial:	Hora Final:
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 4 horas 		
Realizó: _____			
ETAPA DE FILTRACIÓN			
Se pasa lote completo por FP-01/03, Lámpara UV y Ozono	Hora Inicial:		Hora Final:
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 3 horas 		
Realizó: _____			

ETAPA DE PURIFICACIÓN			
Se pasa lote completo por FL-01, FC-02, FP-01/03, Lámpara UV y Ozono	Hora Inicial:		Hora Final:
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 3 horas 		
Realizó: _____			
SE ENVIA LOTE A TA-02			
Fecha:	Hora:	Volumen (L):	NaClO añadido (ml):
Realizó:	Observaciones:		

Figura 21.Formato de control de proceso para Campus II



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	43

Nota: El procedimiento de purificación de agua es lo mismo en ambos campus, con la diferencia de que en campus I existe un tanque extra y esto implica que exista un paso más.

II. Bitácoras

Las bitácoras consisten en llevar el registro de las actividades que se hacen dentro de la planta purificadora, así como de los equipos utilizados, con la finalidad de recabar toda la información referente al proceso y su mantenimiento. También es necesario hacer el reporte de fallas para determinar su frecuencia y hacer ajustes al proceso.

La bitácora es una herramienta necesaria para todo operador de la planta purificadora, ya que en caso de algún fallo o mal uso del equipo se podrá saber quién hizo uso antes y después del desperfecto o bien, qué pudo haber causado la falla, así como revisar qué acciones se realizaron ante ciertas circunstancias.



**MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA**



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	44

i. Bitácora de asistencia

El llenado de esta bitácora lo hacen los estudiantes de servicio social, vigilado por el responsable de la planta purificadora. El objetivo es tener un control de las horas realizadas.

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA <u>PLANTA DE PURIFICACIÓN DE AGUA</u>				
BITÁCORA DE ASISTENCIA PPF02					
Nombre de operador	Fecha	Hora de entrada	Hora de salida	Firma	Horas realizadas

Figura 22. Formato de bitácora de asistencia

ii. Bitácora de actividades generales

El llenado de esta bitácora es por parte de los estudiantes de servicio social, conforme van haciendo las actividades programadas cada día. El objetivo de llenar este formato es para darle seguimiento a las actividades realizadas durante las horas de servicio social, así como reportar algún suceso extraordinario que se presente

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA <u>PLANTA DE PURIFICACIÓN DE AGUA</u>			
BITÁCORA DE ACTIVIDADES GENERALES PPF03				
Nombre de Operador	Fecha	Actividad realizada o suceso reportado	Hora	Firma

Figura 23. Formato de bitácora de actividades generales



**MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA**



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	45

iii. Bitácora de Equipos

El llenado de estas bitácoras se hace con la finalidad de tener el registro de las horas de uso del equipo y decidir el momento adecuado de su mantenimiento o en caso de algún daño en el equipo saber qué y por qué del daño y al mismo tiempo quién lo utilizó. También debe incluir los eventos extraordinarios relacionados con los equipos como fallas o actividades de mantenimiento como el caso del lavado de la lámpara UV. Se establece una bitácora por equipo con el siguiente formato:

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA <u>PLANTA DE PURIFICACIÓN DE AGUA</u>			
BITÁCORA DE EQUIPO PPF04				
Nombre de Operador	Fecha	Hora de inicio	Horas de uso	Observaciones

Figura 24. Formato de bitácora de equipo



**MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA**



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	46

iv. Bitácora de fallas

La finalidad de esta bitácora es anotar las eventualidades que se presenten y tener un registro de manera que se vaya previniendo su futura ocurrencia y tener protocolos a los cuales recurrir en el caso de que se volviera a presentar la misma falla.

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA <u>PLANTA DE PURIFICACIÓN DE AGUA</u>				
BITÁCORA DE FALLAS PPF05					
Nombre de Operador	Fecha	Hora	Falla reportada	Observaciones	Firma

Figura 25. Formato de bitácora de fallas

v. Bitácora de control de calidad del agua

El llenado de esta bitácora es para el registro de la calidad del agua y verificar que los valores de los parámetros medidos, están dentro de los rangos que establece la norma NOM 127-SSA1-1994.

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA <u>PLANTA DE PURIFICACIÓN DE AGUA</u>				
BITÁCORA DE CONTROL DE CALIDAD PPF06					
Nombre de Operador	Fecha	Hora de toma de muestra	Lote	pH	Cloro residual

Figura 26. Formato de bitácora de control de calidad



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	47

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Los operadores de la planta purificadora (estudiantes del servicio social), son los encargados inmediatos del mantenimiento preventivo del proceso de operación. Este mantenimiento consiste en una serie de actividades que van desde el reporte y análisis de fallas en el proceso, hasta acciones que previenen un mal funcionamiento de los equipos.

A continuación, se presentan los registros que deberán realizarse al momento de detectar fallas, así como las actividades requeridas obligatoriamente como mantenimiento preventivo en cada equipo de la planta.

I. Análisis de fallas y su frecuencia

Una falla es una condición que puede interrumpir la continuidad o la secuencia ordenada del proceso, alterando su desenvolvimiento.

La falla puede afectar parcial o total el equipo y puede ocurrir repentinamente o de manera gradual. Las causas pueden ser distintas:

- Malas prácticas de operación
- Defectos en los materiales
- Instalación defectuosa
- Imprevistos en las condiciones de servicio
- Mantenimiento deficiente
- Desgaste en las instalaciones, materiales y/o equipos

El no analizar las fallas existentes en los equipos a tiempo puede provocar que haya un aumento en las horas del proceso de purificación de agua, que se traduce en un mayor



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	48

gasto energético y en casos más graves que los operadores (estudiantes de servicio social) se pudieran ver expuestos a riesgos. Por ello es importante mantener un control de cada falla que exista para prevenir cualquier suceso.

En la tabla 9 se mencionan algunos eventos ocurridos en años pasados y las medidas de prevención que se llevaron a cabo.

Tabla 9. Bitácora de control de fallas.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA <u>PLANTA DE PURIFICACIÓN DE AGUA</u> 			
BITÁCORA DE CONTROL DE FALLAS PPF07			
Suceso	Frecuencia/año	Fecha de suceso / Fecha de reparación	Medidas de prevención
Ruptura de la tubería de bebederos	Una vez	01 de octubre de 2019	Hacer recorridos semanales para detectar obras o posibles causas de fugas.
El hidroneumático no alcanza la presión deseada	Tres veces		Personal técnico haga una calibración del equipo.
Ruptura de tubería por lavado de tanques	Dos veces por año	Julio 2019	Evitar golpear o atorar la tubería con los tanques de almacenamiento al quitarlo o ponerlo en la línea de proceso



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	49

II. Plan de actividades de mantenimiento

Para minimizar la ocurrencia de percances que limiten el funcionamiento de la planta purificadora, se plantea lo siguiente (tabla 10).

Tabla 10. Actividades de mantenimiento preventivo

Equipo	Actividad	Frecuencia	Observaciones
TA- 01/02 TQ-01/03	Lavado interior	Una vez por semestre	Se realiza al inicio del semestre o después de más de una semana de no tener actividades
Pre filtros	Lavado de cartuchos	Una vez por semana	Se realiza la final de la semana
FL-01	Retrolavado	Una vez por lote	
FC-01	Retrolavado	Una vez por lote	
FP-01/03	Lavado de cartuchos	Dos veces por mes	
Lámpara UV	Limpieza del tubo de cuarzo que protege la lámpara, verificar horas de uso y verificar que los filamentos no estén quemados, así como que la luz sea azul-violeta	Una vez por semestre	
Generador de Ozono	Verificar que la manguera que suministra el ozono no se inunde de agua. Revisar el estado general del equipo	Una vez por semestre	Revisar el fusible



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	50

Continuación de tabla 10

Equipo	Actividad	Frecuencia	Observaciones
Tuberías	Acumular agua en las tuberías con una concentración de 5 ppm de NaClO durante 24 hr.	Una vez por mes	Se realiza al inicio del semestre o después de más de una semana de no tener actividades
Bebederos	Lavar con agua y jabón las tarjas y llaves. Desinfectar con Citrus 21 las boquillas. Colocar avisos de buen uso de los bebederos.	Diariamente	Se realiza dos veces al día



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	51

III. Indicaciones para las actividades de mantenimiento

Descripción de las actividades

i. Lámpara UV

- a) Desconectar la lámpara de la corriente eléctrica
- b) Cierre las válvulas de la línea de entrada y salida del agua
- c) Retire con cuidado los tapones roscados de aluminio y los empaques internos
- d) Extraiga la lámpara y el tubo de cuarzo. Colocarlos en una superficie plana limpia y libre de objetos que interfieran con la limpieza
- e) El tubo de cuarzo que sirve como protección para la lámpara UV requiere de limpieza con una solución de vinagre y agua en proporción 1:1. Hacer esta limpieza en una cubeta limpia.
- f) Utilizar un trapo de algodón que no deje pelusa; para retirar los sólidos suspendidos, partículas de materia orgánica o la dureza del calcio y magnesio, depositados en el interior de la cámara de cuarzo
- g) Coloque nuevamente los empaques internos en cada uno de los extremos del tubo de cuarzo; asegúrese de que los empaques no estén dañados (rotos), y queden bien colocados entre el tubo de cuarzo y el envoltente de acero inoxidable
- h) Fije el foco de luz ultravioleta a la conexión con el balastro e introduzca la lámpara UV al tubo de cuarzo en la carcasa metálica
- i) Al término del mantenimiento apriete con cuidado los tapones de aluminio de la cámara de desinfección y ponga en funcionamiento de nuevo el equipo, si presenta fuga en los extremos, verifique que los empaques internos estén bien colocados y que el tubo no este roto
- j) Conecte nuevamente a la corriente eléctrica

NOTA: Para evitar manchar el tubo de cuarzo o la lámpara de UV al momento de desinstalar e instalar se deben de utilizar guantes de látex limpios y libres de talco o grasa.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	52

ii. Pre filtros y filtros pulidores

- a) Asegurarse que las válvulas de paso del agua estén cerradas
- b) Con cuidado desenroscar los filtros de sus bases en sentido a las manecillas del reloj (No utilizar herramienta para el retiro de los filtros).
- c) Sacar el cartucho del filtro y desechar el agua que aun contenga el filtro
- d) Preparar una solución de agua con NaClO, aproximadamente 5 litros de agua por 5 mL de NaClO
- e) Sumergir el cartucho del filtro en la solución previamente preparada
- f) Dejarlo reposar por al menos 24 horas
- g) Pasadas las 24 horas con ayuda de un cepillo de cerdas suaves (cepillo dental) tallar los pliegues del filtro para quitar los excesos de solidos retenidos.
- h) Asegurarse que los pliegues del filtro estén libres de sólidos y enjuagar en una solución de agua con NaClO, nueva
- i) Colocar nuevamente los cartuchos en la base del filtro y cerrar en sentido contrario de las manecillas del reloj.
- j) Abrir las válvulas del agua para asegurar que no hay fugas

NOTA: Para los filtros pulidores se emplea el mismo procedimiento, la única diferencia es la frecuencia con que se realizara, en este caso los filtros pulidores serán lavados cada mes y sin tallar el cartucho del filtro, a menos que sea necesario.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	53

iii. Filtro de lecho profundo

El retro lavado es un proceso a través del cual se expulsan las partículas retenidas en los medios filtrantes mediante un lavado ascendente de las camas con agua a presión.

El retro lavado se efectúa cada vez que se saturan los medios filtrantes.

Los tiempos de retro lavado en los equipos se programan de acuerdo con lo necesario.

- a. Cerrar la válvula del filtro de lecho profundo en sentido contrario a las manecillas del reloj, lentamente hasta el tope (posición backwash); esto tiene como propósito retrolavar el filtro, la duración es de 5 minutos.
- b. Girar a 90° de regreso la válvula en sentido de las manecillas (posición "Rapid Rinse" (enjuague rápido)); esta posición se mantiene por 5 minutos.
- c. Transcurrido este tiempo, se debe girar la válvula en sentido de las manecillas del reloj, para que nuevamente quede en la posición inicial.

El retro lavado, tiene una duración promedio de 10 minutos

NOTA: Las camas de medio filtrante pueden durar varios años en servicio, pero es necesario que no se sobresaturen. Esto ocurre cuando se registran caídas de presión. Si no se realiza el retro lavado, ocasiona que las camas filtrantes se apelmacen y no realicen un filtrado adecuado.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	54

iv. Filtro de carbón activado

Los tiempos de retro lavado en los equipos se programan de acuerdo con lo necesario.

- Cerrar la válvula del filtro de lecho profundo en sentido contrario a las manecillas del reloj, lentamente hasta el tope; esto tiene como propósito retro lavar el filtro, la duración es de 1 minuto.
- Girar a 90° de regreso la válvula en sentido de las manecillas (este debe quedar a la mitad entre posición de operación y retro lavado); esta posición se mantiene por 5 minutos.
- Transcurrido este tiempo, se debe girar la válvula en sentido de las manecillas del reloj, para que nuevamente quede en la posición inicial.

v. Hidroneumáticos

Este es un sistema que funciona a base de compresión de aire y agua dentro de un tanque, con lo cual se provoca aumentar la presión en la red del sistema.

Los hidroneumáticos tienen bajo mantenimiento si se encuentra bien resguardado, sin sufrir de salpicaduras de agua o exceso de polvo

- Una vez por semana se debe limpiar el exceso de polvo acumulado
- Verificar que no haya fugas
- Verificar que el hidroneumático no trabaje en vacío (sin agua).



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	55

DIRECTORIO DE PERSONAL INVOLUCRADO EN LAS ACTIVIDADES DE LA PLANTA PURIFICADORA

Hasta la fecha del escrito de este trabajo (junio de 2021), el directorio del personal relacionado con las plantas purificadoras se muestra a continuación, aclarando que el personal directamente responsable del buen funcionamiento de la FES Zaragoza, para las plantas purificadoras son el jefe de la carrera de Ingeniería Química, la encargada de las plantas purificadoras y el responsable del programa de Universidad Promotora de Salud:

DIRECTORIO DE LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA

❖ **Director de la Facultad**

Dr. Vicente Jesús Hernández Abad

❖ **Secretaria de Desarrollo Estudiantil**

CD. Yolanda Lucina Gómez Gutiérrez

❖ **Jefe de la carrera de Ingeniería Química**

M. en C. César Saúl Velasco Hernández

❖ **Responsable de la planta purificadora**

Dra. María Guadalupe Salinas Juárez

❖ **Responsable de universidad promotora de la salud**

Mtro. Odontólogo Alberto Nahúm Martínez Pereda

❖ **Jefe del departamento de superintendencia de obras**

Ing. Ángel Arturo Ortega González

❖ **Jefe del departamento de mantenimiento Campus II**

Ing. Miguel Ángel Cuevas Hernández

❖ **Técnico de las bombas**

Ángel Armenta



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	56

❖ Operadores de las plantas purificadoras



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza
Plantas purificadoras de agua campus I y II
Programa de Ingeniería Química



Dr. Vicente Jesús Hernández Abad
Director de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

CD. Yolanda Lucina Gómez Gutiérrez
Secretaria de Desarrollo Estudiantil

Mtro. Arturo Enrique Méndez Gutiérrez

Secretario Técnico IQ
Encargado de solicitar las compras de insumos y material para la planta purificadora

Ing. Ángel Arturo Ortega González

Jefe del Departamento de Superintendencia de Obras
Apoyo de mantenimiento a la planta purificadora en campus I

Ing. Miguel Ángel Cuevas Hernández

Jefe del Departamento de Mantenimiento Campus II
Apoyo de mantenimiento a la planta purificadora en campus II

M. en C. César Saúl Velasco Hernández
Jefe de la Carrera de Ingeniería Química

Dra. María G. Salinas Juárez

Responsable de las plantas purificadoras

Estudiantes de servicio social
Operadores de las plantas purificadoras

Mtro. Alberto Nahúm Martínez Peredo

Jefe del Departamento de Promoción a la Salud Universitaria
Apoyo de supervisión en campus I y enlace con PUMAGUA

Figura 27. Organigrama de las plantas purificadoras de agua de la FES Zaragoza.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	57

ANEXOS



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	58

ANEXO A

A.1.- Norma Oficial Mexicana 127 de la secretaria de salud

NOM 127-SSA1-1994 Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos que debe someterse el agua para su potabilización.

En ella se establecen los límites permisibles de calidad para cada una de la características físicas, químicas y biológicas, así como los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional.

➤ **Características físicas y organolépticas**

Son las que se pueden detectar sensorialmente. Para efectos de evaluación, el sabor y olor se ponderan por medio de los sentidos y el color y la turbiedad se determinan por medio de métodos analíticos de laboratorio.

Tabla 1. Límites permisibles de características físicas y organolépticas

Característica	Limite Permissible
Color	20 unidades de color verdadero (TCU) en la escala de platino-cobalto
Olor y sabor	Agradable (se aceptaran aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico)
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	59

➤ Características químicas

Las debidas a elementos o compuestos químicos, que como resultado de investigación científica se ha comprobado que pueden causar efectos nocivos a la salud humana.

Tabla 2. Contenido de constituyentes químicos

Constituyente químico	Limite permisible (mg/L)
Aluminio	0.20
Arsénico ¹	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN)	0.07
Cloro residual libre	0.20 - 1.50
Cloruros (como Cl)	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO ₃)	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Fierro	0.30
Fluoruros (como F)	1.50
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	0.05
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	60

Continuación de tabla 2

Constituyente químico	Limite permisible (mg/L)
pH (en unidades de pH)	6.5 - 8.5
Plomo	0.025
Sodio	200.00
Solidos disueltos totales	1000.00
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	400.00
Trihalometanos totales	0.20
Yodo residual libre ²	0.2 - 0.5
Zinc	5.00
SAAM (sustancias activas al azul metileno)	0.50
Plaguicidas	Lím máx. (µg/L)
Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.30
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	0.01
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00
2,4-D	50.00
Hidrocarburos aromáticos	Lím máx. (µg/L)
Benceno	10.00
Etilbenceno	300.00
Tolueno	700.00
Xileno (3 isómeros)	500.00



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	61

¹ El límite permisible para el arsénico se debe ajustar, disminuyéndolo en 0.005 mg/L cada año.

² El cumplimiento del límite permisible es responsabilidad del servicio de abastecimiento de agua públicos y privados, en los que se utilice el yodo como método de desinfección.

➤ Características biológicas

Debidas a microorganismos nocivos a la salud humana. Para efectos de control sanitario se determina el contenido de indicadores generales de contaminación microbiológica, específicamente organismos coliformes totales y *Escherichia coli* o coliformes fecales

Tabla 3. Límites permisibles de organismos coliformes

Característica biológica	Límite permisible
Organismos coliformes totales	Ausencia o no detectables
E. coli o coliformes fecales	Ausencia o no detectables



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	62

A.2.- Norma Oficial Mexicana 179 de la secretaria de salud.

NOM 179-SSA1-1998. Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público.

El objetivo de la norma es prevenir la transmisión de enfermedades infecciosas y parasitarias, así como las derivadas de la continua ingestión de sustancias tóxicas que pueden contener el agua abastecida a la población.

La vigilancia debe consistir en programas estructurados por las autoridades competentes, para evaluar el control de calidad que llevan a cabo los organismos operadores de los sistemas de abastecimiento y, en función de estos programas, apoyarlos a fin de que se garantice el suministro de agua potable a la población.

El organismo operador debe cumplir como mínimo con lo establecido en la tabla 1 de esta norma; los resultados de los exámenes y análisis de calidad del agua se deben conservar en archivo, durante tres años como mínimo y estar a disposición de la autoridad competente, cuando esta lo solicite.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	63

Tabla1. Determinación de cloro residual libre en red de distribución

Determinación de cloro residual libre en red de distribución			
Población abastecida No. de habitantes	Muestras por número de habitantes	Frecuencia	
≤ 2500	1 / ≤ 2 500	Semanal	
2 501 – 50 000	1 / 5 000	Semanal	
50 001 – 500 000	5 / 50 000	Semanal	
≥ 500 000	1 / 50 000	Diaria	
Examen microbiológico en red de distribución			
Población abastecida No. de habitantes	Muestras por número de habitantes	Frecuencia	
≤ 50 000	1 / ≤ 50 000	Semanal	
50 001 – 500 000	1 / 50 000	Semanal	
> 500 000	1 / 250 000	Diaria	
Análisis fisicoquímico y examen microbiológico			
Sitio de muestreo	Núm. de muestras	Frecuencia	Parámetros a determinar
En la entrada a red de distribución proveniente de:			
Fuente de abastecimiento superficial	1	Trimestral	Ver apéndice normativo 1
Fuente de abastecimiento subterránea	1	Semestral	Ver apéndice normativo 1



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	64

Continuación de tabla 1.

Análisis físicoquímico y examen microbiológico			
Mezcla de dos o más tipos de fuentes y/o tanque de almacenamiento y regulación	1	Semestral (trimestral si incluye fuentes superficiales)	Ver apéndice normativo 1
Planta potabilizadora	1	Trimestral	Ver apéndice normativo 1

Nota 1.- el agua en la red de distribución, incluyendo los puntos más alejados, debe contener cloro residual libre entre los límites de 0.2 a 1.5 mg/L (de conformidad con la NOM-127-SSA1-1994).

Nota 2.- cuando se especifica frecuencia diaria, se debe entender que incluye los siete días de la semana.

Nota 3.- el examen microbiológico debe incluir la determinación de organismos coliformes totales⁵ y E. coli o coliformes fecales u organismos termotolerantes⁶ (de conformidad con la NOM-127-SSA1-1994).

La vigilancia de la calidad del agua se debe llevar a cabo a través de varias actividades. La verificación sanitaria de la calidad del agua del sistema de abastecimiento, considerando los siguientes aspectos:

- a) Reconocimiento sanitario de instalaciones hidráulicas
- b) Análisis de agua, los cuales deben incluir cloro residual libre en red de distribución, calidad microbiológica y calidad general del agua de abastecimiento, de acuerdo

⁵ Los organismos coliformes totales no deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml; en sistemas de abastecimiento de localidades con una población mayor de 50 000 habitantes; estos organismos, deberán estar ausentes en el 95% de las muestras todas en un mismo sitio de la red de distribución, durante un periodo de doce meses de un mismo año.

⁶ El agua abastecida por el sistema de distribución no debe contener E. coli o coliformes fecales u organismos termotolerantes en ninguna muestra de 100 ml



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	65

a la tabla 1, considerando los parámetros especificados en el apéndice normativo 1.

- c) La secretaria de salud y los gobiernos de las entidades federativas, se coordinan con el sistema nacional de salud, para correlacionar las estadísticas de incidencia de enfermedades transmitidas por el agua para uso y consumo humano con los resultados de las actividades de la vigilancia de la calidad del agua.
- d) Conforme a esta norma, las autoridades locales, en el ámbito de su competencia, deben establecer con una periodicidad anual, los programas de vigilancia de la calidad del agua, incluyendo en ellos todos los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano respectivos.

Los organismos operadores deben incluir en su programa de análisis de calidad del agua, un análisis inicial en época de estiaje por única vez, en todas las fuentes de abastecimiento y efluentes de las plantas potabilizadoras, que incluya todos los parámetros especificados en el apéndice normativo 1.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	66

Apéndice normativo 1. Determinaciones de análisis fisicoquímico

No.	Determinación	En la entrada de distribución proveniente de:		Mezcla de dos o más tipos de fuentes y/o tanques de almacenamiento y regulación	Planta potabilizadora
		Fuente superficial	Fuente subterránea		
1.	Color	X	X	X	X
2.	Olor y sabor	X	X	X	X
3.	Turbiedad	X	X	X	X
4.	Aluminio*				X
5.	Arsénico	X	X	X	X
6.	Bario*				
7.	Cadmio	X	X	X	X
8.	Cianuros*				
9.	Cloruros	X	X	X	X
10.	Cobre*				
11.	Cromo total*				
12.	Dureza total*		X	X	X
13.	Fenoles o compuestos fenólicos*	X			
14.	Fierro	X	X	X	X
15.	Fluoruros*		X	X	
16.	Benceno*				
17.	Etilbenceno*				
18.	Tolueno*				



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	67

19.	Xileno (tres isómeros)*				
20.	Manganeso	X	X	X	X
21.	Mercurio*				
22.	Nitratos	X	X	X	X
23.	Nitritos	X	X	X	X
24.	Nitrógeno amoniacal	X	X	X	X
25.	pH (potencial de hidrógeno)	X	X	X	X
26.	Aldrín y dieldrín (separados o combinados)*				X
27.	Clordano (total de isómeros)*				X
28.	DDT (total de isómeros)*				X
29.	Gamma HCH (lindano)*				X
30.	Hexaclorobenceno*				X
31.	Heptacloro y epóxido de heptacloro*				X
32.	Metoxicloro*				X
33.	2,4-D*				X
34.	Plomo*	X			
35.	Sodio*				



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	68

36.	Sólidos disueltos totales	X	X	X	X
37.	Sulfatos*		X	X	X
38.	Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)*	X			X
39.	Trihalometanos totales*				
40.	Zinc*				
41.	Especiales de acuerdo a las características de la fuente (nota 1)	X	X	X	X

Nota 1.- considerando los especificados en este anexo * y otros que determine la autoridad sanitaria competente, entre los que se consideran las características radiactivas, especificadas en la NOM-127-SSA1-1994.

Nota 2.- los resultados de los análisis de agua de sistemas que abastecen localidades hasta de 50 000 habitantes deben conservarse en archivo por un periodo mínimo de tres años; y por cinco años las mayores a 50 000 habitantes.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	69

A.3.- Norma Oficial Mexicana 120 de la secretaria de salud

NOM 120-SSA1-1994. Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.

La aplicación de prácticas adecuadas de higiene y sanidad, en el proceso de alimentos, bebidas, aditivos y materias primas, reduce significativamente el riesgo de intoxicaciones a la población consumidora, lo mismo que las pérdidas del producto, al protegerlo contra contaminaciones contribuyendo a formarle una imagen de calidad y, adicionalmente, a evitar al empresario sanciones legales por parte de la autoridad sanitaria.

Esta norma incluye requisitos necesarios para ser aplicados en los establecimientos dedicados a la obtención, elaboración, fabricación, mezclado, acondicionamiento, envasado, conservación, almacenamiento, distribución, manipulación y transporte de alimentos y bebidas, así como de sus materias primas y aditivos, a fin de reducir los riesgos para la salud de la población consumidora.

Disposición para el personal

Personal: toda persona que entre en contacto con materias primas, ingredientes, material de empaque, producto en proceso y terminado, equipos y utensilios, debe observar, según corresponda a las actividades propias de su función y en razón sanitario que represente las indicaciones siguientes:

1. Los empleados deben presentarse aseados a trabajar
2. Usar ropa limpia (incluye calzado)
3. Lavarse las manos y desinfectarlas antes de iniciar el trabajo, después de cada ausencia del mismo y en cualquier momento cuando las manos puedan estar sucias o contaminadas, o cuando exista el riesgo de contaminación en las diversas operaciones del proceso de elaboración
4. Utilizar cubre boca



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	70

5. Mantener uñas cortas, limpias y libres de barniz de uñas
6. Usar protección que cubra totalmente el cabello, la barba y el bigote. Las redes, cofias, cubre bocas y otros aditamentos deben ser simples y sin adornos
7. Se prohíbe fumar, mascar, comer, beber o escupir en las áreas de procesamiento y manejo de productos
8. Prescindir de plumas, lapiceros, termómetros, sujetadores, u otros objetos desprendibles en los bolsillos superiores de la vestimenta en las áreas de producción y manejo de productos
9. No se deben usar joyas ni adornos: pinzas, aretes, anillos, pulseras y relojes, collares u otros que puedan contaminar el producto
10. Las cortadas y heridas deben cubrirse apropiadamente con un material impermeable, evitando entrar al área de proceso cuando estas se encuentren en partes del cuerpo que no estén en contacto directo con el producto y que puedan propiciar contaminación del mismo
11. Evitar que personas con enfermedades contagiosas, laboren en contacto directo con los productos
12. Evitar estornudar y toser sobre el producto
13. Todo el personal que opere en las áreas de producción debe entrenarse en las buenas prácticas de higiene y sanidad, así como conocer las labores que le toca realizar

Instalaciones

- Debe evitarse que en los patios del establecimiento exista condiciones que puedan ocasionar contaminación del producto y proliferación de plagas, tales como:
 - i. Equipo mal almacenado
 - ii. Basura, desperdicios y chatarra



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	71

- iii. Formación de maleza o hierbas
 - iv. Drenaje insuficiente o inadecuado. Los drenajes deben tener cubierta apropiada para evitar entrada de plagas provenientes del alcantarillado o áreas externas
- Los edificios deben ser de características tales, que no permitan la contaminación del producto, conforme a lo establecido en los ordenamientos legales correspondientes
 - Los pisos deben ser impermeables, homogéneos y con pendiente hacia el drenaje, suficiente para evitar encharcamiento y de características que permitan su fácil limpieza y desinfección. Si las paredes están pintadas, la pintura debe ser lavable e impermeable. En el área de elaboración, fabricación, preparación, mezclado y acondicionamiento no se permiten las paredes de madera. Las uniones del piso y la pared deben ser de fácil limpieza
 - En los techos se debe impedir la acumulación de suciedad y evitar al máximo la condensación, ya que esta facilita la formación de mohos y bacterias.
 - Las ventanas y ventilas deben estar provistas de protección en buen estado de conservación para reducir la entrada de polvo, lluvia y fauna nociva. Los vidrios de las ventanas que se rompan deben ser reemplazados inmediatamente. Se debe asegurar que ningún resto de los vidrios haya contaminado ingredientes o producto en la cercanía.
 - Las puertas y claros deben ser provisto de protecciones y en buen estado de conservación para evitar la entrada de polvo, lluvia y fauna nociva.

Equipamiento

- El equipo y los recipientes que se utilicen para el proceso deben construirse y conservarse de manera que no constituyan un riesgo para la salud



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	72

- El equipo y utensilios deben mantenerse limpios en todas sus partes y, en caso necesario, desinfectarse con detergentes y desinfectantes efectivos. Deben limpiarse por lo menos una vez al final y desinfectarse al principio de la operación diaria.
- Las partes de equipos que no entren en contacto directo con los productos también deben mantenerse limpios
- Los recipientes para almacenar materias tóxicas o los ya usados para dicho fin, deben ser debidamente identificados y utilizarse exclusivamente para el manejo de estas sustancias, almacenándose en ambos casos, bajo las disposiciones aplicables. Si se dejan de usar, deben inutilizarse, destruirlos o enviarlos a confinamientos autorizados.
- Todo equipo y utensilios deben ser de un material inerte que no transmita sustancias tóxicas, olores ni sabores, que sea inabsorbente, resistente a la corrosión y capaz de resistir repetidas operaciones de limpieza y desinfección.
- Las superficies deben ser lisas y estar exentas de orificios y grietas. Además, deben poder limpiarse y desinfectarse adecuadamente
- No se debe usar madera y otros materiales que no puedan limpiarse y desinfectarse adecuadamente

Mantenimiento

- Todos los instrumentos de control de proceso, deben estar calibrados en condiciones de uso para evitar desviaciones de los patrones de operación.
- Al lubricar para evitar contaminaciones se deben usar lubricantes inocuos.
- Las bombas, compresores, ventiladores, y equipo en general de impulso para el manejo de materiales deben ser colocados sobre una base que no dificulte la limpieza y mantenimiento



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	73

- Las partes externas de los equipos, deben estar limpios, sin muestras de derrames
- Los equipos y utensilios deben estar en buenas condiciones de funcionamiento, dándoles el mantenimiento necesario
- Después del mantenimiento o reparación del equipo se debe inspeccionar con el fin de localizar residuos de los materiales empleados para dicho objetivo. El equipo debe estar limpio y desinfectado previo uso en producción

Proceso

Identificación de lotes. Durante la producción toda la materia prima debe estar identificada permanentemente

En la elaboración del producto se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones

1. Seguir los procedimientos dados en los manuales de proceso.
2. Las áreas de fabricación deben estar limpias y libres de materiales extraños al proceso.
3. No deben depositarse ropa ni objetos personales en las áreas de producción
4. Registro de elaboración o producción. De cada lote debe llevarse un registro continuo, legible y con la fecha de los detalles pertinentes de elaboración. Estos registros deben conservarse por lo menos durante el tiempo que se indique como vida de anaquel.
5. Se debe llevar un control de primeras entradas y primeras salidas, a fin de evitar que se tengan productos sin rotación.
6. Los plaguicidas, detergentes, desinfectantes y otras sustancias tóxicas, deben etiquetarse adecuadamente con un rotulo en que se informe sobre su toxicidad y empleo. Estos productos deben almacenarse en áreas o armarios especialmente destinados al efecto, y deben ser distribuidos o manipulados solo por el personal



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	74

competente. Se pondrá el mayor cuidado en evitar la contaminación de los productos.

Limpieza y desinfección

Se debe llevar a cabo una limpieza eficaz y regular de los establecimientos, equipos y vehículos para eliminar residuos de los productos y suciedades que contengan microorganismos. Después de este proceso de limpieza, se debe efectuar, cuando sea necesario, la desinfección, para reducir el número de microorganismos que hayan quedado, a un nivel tal que no contaminen los productos.

Los procedimientos de limpieza y desinfección deben satisfacer las necesidades peculiares del proceso y del producto de que se trate. Debiendo implementarse para cada establecimiento un programa calendarizado por escrito que sirva de guía a la supervisión y a los empleados con objeto de que estén debidamente limpias todas las áreas.

Los detergentes y desinfectante deben ser seleccionados cuidadosamente para lograr el fin perseguido. Los residuos de estos agentes que queden en una superficie susceptible de entrar en contacto con los productos, deben eliminarse mediante un enjuague minucioso con agua, cuando así lo requieran.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	75

A.4.- Norma PROY-NMX-AA-124-SCFI-2005

Potabilización del agua para uso y consumo humano. Hipocloritos de sodio y calcio. Especificaciones y métodos de prueba

La necesidad de abastecer agua para uso y consumo humano, que cumpla con las características organolépticas, microbiológicas y químicas establecidas por la normativa, ha obligado a la implementación de mejoras en los tratamientos de potabilización. En este contexto se hace necesario que, en dichos tratamientos, sean utilizados productos químicos específicos, que no presente efectos potenciales adversos a la salud.

La norma establece las especificaciones que deben cumplir los hipocloritos de sodio y calcio (tabla 1), utilizados para la potabilización del agua para uso y consumo humano, así como la metodología de muestreo y los métodos de prueba para determinarlas.

El producto debe cumplir con los límites establecidos en la tabla 2 y 3.

Los métodos de prueba para la determinación de los valores de los parámetros de los productos se indican en ambas tablas.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	76

Tabla 1. Clasificación del producto

Nombre químico	Hipoclorito de sodio	Hipoclorito de calcio
Sinónimos	Hipoclorito	Cloro sólido
Formula química	NaClO	Ca(ClO) ₂
Masa molecular	74.44 g/mol	142.99 g/mol
Propiedades físicas		
Densidad	1.13 y 1.28 g/mL a 20°C	0.8 g/mL y 1.9 g/mL
Solubilidad en agua	No aplica	180 g/L a 20°C
Presión de vapor	5.5 kPa a 20°C	No aplica
Punto de cristalización	Entre -20°C y -30°C	No aplica
Punto de congelación	-17°C	No aplica
Calor específico	3.48 kJ/(kg*K)	Desconocido
Viscosidad	52.6 mPa*s a 20°C	No aplica
Propiedades químicas		
pH	Mayor a 11 a 20°C	Mayor a 11
T° de descomposición	Mayor a 29°C	No aplica
Especificaciones		
Apariencia	Disolución Amarillo verdoso	Gránulos con libre fluidez o tabletas
Olor	Característico	Característico



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	77

Tabla 2. Parámetros para el hipoclorito de sodio

Parámetros	Límites permisibles	Método de prueba
Cloro disponible	130 g/L mínimo	7.1.1
Alcalinidad total* (como NaOH)	24 g/L máximo	7.1.3
Hierro	3 mg/L máximo	7.1.5 y 7.1.6
Trasmitancia	87% mínimo	7.1.4
Carbonatos	12 g/L máximo	7.1.3
Densidad	1.18 g/mL mínimo	7.1.2

* La tendencia es a la baja alcalinidad

Tabla 3. Parámetros para el hipoclorito de calcio

Parámetros	Límites permisibles % en masa, base seca	Métodos de prueba
Cloro disponible	65 – 74	7.2.1
Cloruro de sodio	20 máximo	7.2.3
Hidróxido de calcio	3.0 máximo	7.2.2
Carbonato de calcio	5.0 máximo	7.2.2
Clorato de calcio	2.5 máximo	7.2.4 y 7.2.5
Cloruro de calcio	2.0 máximo	7.2.6
Agua	9.0 máximo	7.2.8
Hierro (como Fe ₂ O ₃)	0.05 máximo	7.2.9 y 7.2.10
Insolubles	5.0 máximo	7.2.7



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	78

A.5.- Norma NMX-K-281-SCFI-2012

Concentración de hipoclorito de sodio en solución. Método de prueba.

Esta norma mexicana establece el método para la determinación de la concentración de hipoclorito de sodio en solución.

El método consiste en tratar una solución de hipoclorito con yoduro de potasio en medio ácido. El yodo liberado en la reacción se titula con una solución de tiosulfato de sodio valorada.

Materiales y reactivos

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser reactivos analíticos a menos que se indique otra cosa; cuando de hable de agua, se entenderá agua destilada.

- Ácido acético glacial al 30%
- Solución de tiosulfato de sodio 0.1 N
- Solución de almidón al 1%
- Yoduro de potasio al 10%

Aparatos y/o instrumentos

- Bureta de 50 mL graduada en 0.1 mL
- Pipeta de Mohr de 10 mL graduada en 0.1 mL
- Pipeta volumétrica de 1 mL
- Equipo usual de laboratorio

Preparación de la muestra

Se toma 1 mL de muestra para la determinación.



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	79

Procedimiento

1. Con una pipeta volumétrica se toma 1 mL de solución de hipoclorito de sodio y se trasfiere a un matraz Erlenmeyer de 300 mL.
2. Agregar 10 mL de yoduro de potasio al 10% y 10 mL de ácido acético, tapar y dejar reposar por 30 s.
3. La solución resultante se titula con solución de tiosulfato de sodio hasta una coloración amarilla, agregar unas gotas de la solución de almidón y seguir la titulación hasta que la solución quede transparente.

Cálculos y expresión de resultados

Calcular el contenido de hipoclorito de sodio (como Cl₂) con la siguiente fórmula y expresar el resultado en por ciento.

$$\% Cl = \frac{V \times N \times 0.355 \times 100}{V_1 \times d}$$

Donde:

Cl: es el contenido de hipoclorito de sodio expresado en por ciento

V: es la solución de tiosulfato de sodio empleada en la titulación en mL

N: es la normalidad de la solución de tiosulfato de sodio en mg/mL

V₁: es la solución de hipoclorito de sodio en mL

d: es la densidad del hipoclorito de sodio en g/mL

Reproducción de la prueba

La diferencia máxima permisible entre determinaciones efectuadas por duplicado no debe ser mayor de 0.1 %. En caso contrario, se recomienda repetir la determinación.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA
LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE
CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	80

ANEXO B

FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS

NOTA: Las fichas técnicas se muestran tal y como los proporciona el proveedor.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	81

B.1.- Filtro de lecho profundo

 Revisión: 0 Fecha: Agosto 2018 Código: 13N-1097	Industrias MASS S.A. de C.V. INSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS FILTROS AQUAPLUS DE LECHO PROFUNDO CON VÁLVULA FLECK	
--	---	---

IMPORTANTE: Se recomienda seguir las indicaciones contenidas en este instructivo antes de iniciar la operación del equipo.

INSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS FILTROS AQUAPLUS DE LECHO PROFUNDO CON VÁLVULA FLECK

MODELOS LPF-09 AL LPF-36





MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	82

Industrias MASS S.A. de C.V.

INSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS FILTROS AQUAPLUS DE LECHO PROFUNDO CON VÁLVULA FLECK

Revisión: 0
Fecha: Agosto 2018
Código: 13N-1097

INSTALACIÓN

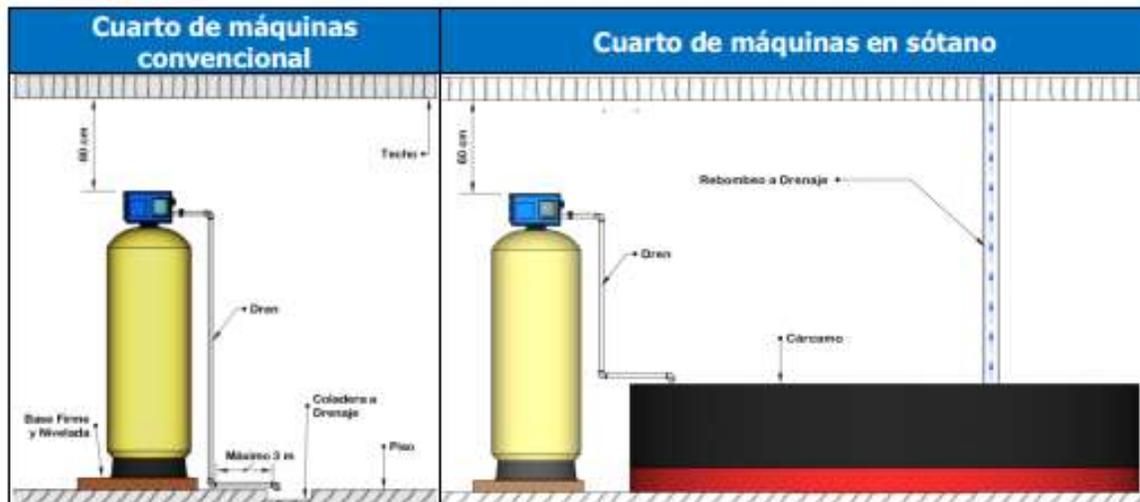
Ficha técnica de Filtros de lecho profundo con válvula Fleck

Modelo LPF	Gasto (litros/min)				Caída de presión Kg/cm ²	Control	Entrada mm	Salida mm	Drenaje mm	Vol. de medios filtrantes Lts	Peso Kg	Diámetro tanque cm	Altura cm
	Mínimo	Normal	Máximo	Retro Lavado									
LPF-09	7	15	23	26	0.7 a 0.9	5800 SXT	19	19	13	27	52	23	150
LPF-12	15	30	45	45	0.6 a 0.8	5800 SXT	19	19	13	52	82	30	150
LPF-14	19	43	66	57	0.5 a 0.7	5800 SXT	19	19	13	99	147	36	194
LPF-16	26	53	80	76	0.5 a 0.7	2750	25	25	19	115	190	41	194
LPF-20	40	82	124	115	0.7 a 1.1	2750	25	25	38	190	270	53	199
LPF-24	60	119	178	170	0.7 a 1.1	3150	51	51	51	265	454	61	223
LPF-30	92	185	278	270	0.7 a 1.2	3150	51	51	51	380	635	76	240
LPF-36	136	267	403	380	0.7 a 1.2	3150	51	51	51	640	891	91	245

Todos los equipos se embarcan con los materiales filtrantes por separado, encostalados y marcados de acuerdo al modelo y carga del equipo, con la finalidad de hacer más fácil su identificación y así lograr una carga correcta del filtro. Se recomienda instalar el filtro en un lugar con las siguientes características:

- Protección ante inclemencias del medio ambiente (cuarto de máquinas o techumbre), ya que cuenta con componentes eléctricos sensibles a la humedad (lluvia, inundación, etc.).
- Protección de luz solar, para evitar la generación de microorganismos dentro del equipo que reducen la eficiencia del mismo y la calidad de agua entregada (cuarto de máquinas o techumbre).
- Debe existir un espacio libre mínimo de 60 cm por arriba de la válvula de control para facilitar las maniobras de carga, descarga y mantenimiento del equipo.
- Base firme y nivelada capaz de soportar el peso del equipo con los materiales filtrantes, agua y personal de operación.

Instalación típica en cuarto de máquinas





MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	83



Revisión: 0
Fecha: Agosto 2018
Código: 13N-1097

Industrias MASS S.A. de C.V.

INSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS FILTROS AQUAPLUS DE LECHO PROFUNDO CON VÁLVULA FLECK



Carga de materiales

Modelo del equipo	Grava 1/16" 43N-1700 [Kg]	Garnet 83E-1337 [Kg]	Sand Plus 83E-0134 [Kg]	Ant Plus 83E-0134 [Kg]
LPF-09	11	6	7	13
LPF-12	18	11	12	22
LPF-14	38	18	20	45
LPF-16	48	23	25	51
LPF-20	70	35	35	76
LPF-24	90	45	110	127
LPF-30	120	68	150	178
LPF-36	135	113	224	254

NOTA:

Las especificaciones están sujetas a cambios de acuerdo a modificaciones por parte de proveedores: cualquier cambio será notificado en su oportunidad.

Instalación hidráulica

Es muy importante que la instalación de tubería a la entrada, salida, drenaje y accesorios respeten los diámetros indicados por la válvula de control. La tubería y conexiones pueden ser de acero inoxidable, galvanizado, cobre o PVC.

- **Entrada:** Instalar la tubería de suministro de agua a la entrada del cabezal de la válvula de control del equipo, colocando una válvula check o rompedora de vacío seguida de una tee con un manómetro, tee con una válvula de muestreo y una válvula de cierre, así como una tuerca unión. (Verificar diagramas de instalación en pág. 5-8).
- **Salida:** Realizar la instalación de la tubería a la salida de la válvula de control colocando una tuerca unión, una válvula de cierre, una tee con un manómetro y tee con una válvula de muestreo. Es necesario instalar una derivación de tubería para formar un **by-pass** y poder derivar el agua sin filtrar, con la finalidad de no interrumpir el suministro de agua si se realizan trabajos de mantenimiento a la válvula de control y/o equipo. (Verificar diagramas de instalación en pág. 5-8).
- **Drenaje:** Localizar el restrictor de flujo en la válvula de control e instalar una tuerca unión y la línea de drenaje hacia el piso, respetando el diámetro del mismo. Es importante señalar que si existe una distancia mayor de 3 metros entre el filtro y el drenaje, se debe realizar la instalación a descarga abierta sobre una tubería de mayor diámetro (2 a 3 veces) con la finalidad de romper el vacío y evitar problemas de contrapresión y daños al equipo.

Es conveniente evitar elevar la tubería de drenaje más de 50 cm sobre el filtro ya que esto ocasiona que la carga de minerales no se retrolave adecuadamente. De ser necesario, instalar un cárcamo cuyo tamaño debe ser 12 veces el gasto, en litros por minuto, del agua de retrolavado para posteriormente bombear hacia el drenaje del inmueble. (Ver gasto de retrolavado en pág. 3).

Instalación eléctrica

Para el funcionamiento de la válvula de control, se requiere una alimentación eléctrica de 127 VCA, 60 Hz. Instalar un contacto eléctrico doble, el cual debe estar situado a una distancia no mayor de 1.5 metros respecto al equipo.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	84

	Industrias MASS S.A. de C.V. INSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS FILTROS AQUAPLUS DE LECHO PROFUNDO CON VÁLVULA FLECK Revisión: 0 Fecha: Agosto 2018 Código: 13N-1097	
--	--	--

CONDICIONES DE OPERACIÓN

Para que el equipo **LPF de AQUAPLUS** opere de forma correcta y se obtenga la calidad de agua requerida, se deben respetar los siguientes límites de operación:

- Presión de operación constante y regulada de 2.1 a 5.0 kg/cm² (Hidroneumático).
- Temperatura 4 a 34 °C.
- Grasas y aceites < 2 ppm.
- DBO₅ < 15 ppm.

NOTA: Este equipo está diseñado para tratar agua clara (pozo, red municipal, etc.) no residual, salobre, salada o jabonosa.

ASISTENCIA TÉCNICA

En este instructivo se presentan algunas soluciones a los problemas más comunes que pueden presentar los equipos en operación. Si el problema que presenta el equipo no se encuentra en la lista, consultar al distribuidor o al departamento de servicio técnico de **INDUSTRIAS MASS**.

P.- El control no funciona.

- Revisar que el cable esté bien conectado al tomacorriente eléctrico.
- Revisar si hay energía eléctrica.

P.- Ausencia de agua en la salida del filtro.

- Revisar si hay agua en el suministro a la entrada del equipo y que la válvula de paso esté abierta.
- Revisar si hay energía eléctrica.
- Revisar si existe alguna obstrucción en la tubería de entrada o de salida de agua.

P.- El agua a la salida del filtro presenta sólidos en suspensión.

- Hacer un retrolavado del equipo.
- Si después de hacer dos retrolavados continuos aún hay presencia de sólidos en suspensión en el agua, es necesario cambiar los medios filtrantes.

P.- Hay fuga de minerales a servicio.

- Extraer el difusor para revisar si está roto. En tal caso, reemplazarlo.
- Revisar la presión a la entrada del equipo, si excede los límites de operación, reducirla y verificar que el difusor no haya sufrido daños (la presión a la entrada debe ser constante y regulada entre 2.1 a 5 kg/cm²).
- Verificar si el equipo cuenta con el restrictor de flujo adecuado a la salida del drenaje.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	85

B.2.- Cartuchos plisados (pre-filtros)

WATER TEC DE MÉXICO S.A. DE C.V.

CARTUCHOS PLISADOS DE POLIÉSTER



HYDRONIX™ SERIE SPC - Cartuchos Plisados de Poliéster

Los Cartuchos Plisados de Poliéster Hydronix™ Serie SPC son fabricados de durable poliéster para proveerle un cartucho plisado superior que es lavable y reusable. Los Cartuchos Plisados de Poliéster Hydronix™ Serie SPC son resistentes a químicos y bacterias y ofrecen una alta habilidad de remover sedimentos entre cambios de filtro.

Los Cartuchos Plisados de Poliéster Hydronix™ Serie SPC pueden ser usados en aplicaciones residenciales, comerciales e industriales. La tela filtrante de poliéster es plisada alrededor de un núcleo de polipropileno para la integridad estructural. Luego los extremos son fundidos en plástico de vinil para formar un filtro unificado.

MARCA



VIRTUDES Y BENEFICIOS

- Fabricado con poliéster durable.
- Lavable y reusable.
- Resistente a químicos y bacterias.

APLICACIONES

- Residenciales
- Comerciales
- Industriales

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Filtro: Poliéster no tejido
Tapas: Plástico Vinílico
Núcleo: Polipropileno

RANGO DE TEMPERATURA

- 40°F a 120°F (4°C a 51.7°C)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CAUDAL (GPM)

Micras	2.5" x 10"	2.5" x 20"	4.5" x 10"	4.5" x 20"
1	4	8	10	15
5	7	14	15	25
10	7	14	15	25
20	8	16	15	25
30	8	16	15	25
50	10	20	15	25

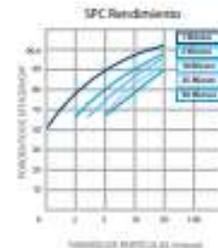
2.5" DIÁMETRO - ESPECIFICACIONES

	Número de Parte	Descripción	Micras	pcs/cj
10"	SPC-25-925-05	2.5" x 9 3/4"	5	40
	SPC-25-1001	2.5" x 9 3/4"	1	40
	SPC-25-1005	2.5" x 9 3/4"	5	40
	SPC-25-1010	2.5" x 9 3/4"	10	40
	SPC-25-1020	2.5" x 9 3/4"	20	40
	SPC-25-1030	2.5" x 9 3/4"	30	40
	SPC-25-1050	2.5" x 9 3/4"	50	40
20"	SPC-25-2001	2.5" x 20"	1	20
	SPC-25-2005	2.5" x 20"	5	20
	SPC-25-2010	2.5" x 20"	10	20
	SPC-25-2020	2.5" x 20"	20	20
	SPC-25-2030	2.5" x 20"	30	20
	SPC-25-2050	2.5" x 20"	50	20
	30"	SPC-25-3001	2.5" x 30"	1
SPC-25-3005		2.5" x 30"	5	20
SPC-25-3010		2.5" x 30"	10	20
SPC-25-3020		2.5" x 30"	20	20
SPC-25-3030		2.5" x 30"	30	20
SPC-25-3050		2.5" x 30"	50	20
40"		SPC-25-4001	2.5" x 40"	1
	SPC-25-4005	2.5" x 40"	5	20
	SPC-25-4010	2.5" x 40"	10	20
	SPC-25-4020	2.5" x 40"	20	20
	SPC-25-4030	2.5" x 40"	30	20
	SPC-25-4050	2.5" x 40"	50	20

4.5" DIÁMETRO - ESPECIFICACIONES

	Número de Parte	Descripción	Micras	pcs/cj
10"	SPC-45-1001	4.5" x 9 3/4"	1	12
	SPC-45-1005	4.5" x 9 3/4"	5	12
	SPC-45-1010	4.5" x 9 3/4"	10	12
	SPC-45-1020	4.5" x 9 3/4"	20	12
	SPC-45-1030	4.5" x 9 3/4"	30	12
	SPC-45-1050	4.5" x 9 3/4"	50	12
	20"	SPC-45-2001	4.5" x 20"	1
SPC-45-2005		4.5" x 20"	5	6
SPC-45-2010		4.5" x 20"	10	6
SPC-45-2020		4.5" x 20"	20	6
SPC-45-2030		4.5" x 20"	30	6
SPC-45-2050		4.5" x 20"	50	6

Advertencia: No utilizar con agua que es microbiológicamente insegura o de calidad desconocida en la aduana desinfectada antes y después del sistema.





MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	86

B.3.- Filtro de carbón activado

FICHA TÉCNICA DE FILTROS CA

CARBÓN ACTIVADO	MODELO	GASTO Litros/min				CAIDA DE PRESION kg/cm ²	ENTRADA mm	SALIDA mm	DRENAJE mm	DIAMETRO cm	ALTURA cm	MINERAL Lts.	TIPO DE CARBON	CONTROL AUTOMATICO (Modelo)	SOPORTE DE MINERAL	PESO kg
		MINIMO	MEDIANO	MAXIMO	RETROLAVADO											
	CAF 09	4	7	15	15	0.4 a 0.8	19	19	13	23	150	27	Granular	5000 SXT	Grava Fina	28
	CAF 12	9	15	30	30	0.4 a 0.9	19	19	13	31	150	43	Granular	5000 SXT	Grava Fina	40
	CAF 14	12	19	40	40	0.5 a 0.7	19	19	13	35	194	99	Granular	5000 SXT	Grava Fina	63
	CAF 16	16	26	50	50	0.5 a 0.7	19	19	13	41	196	115	Granular	5000 SXT	Grava Fina	93
	CAF 20	24	40	80	80	0.7 a 1.1	25	25	19	54	201	190	Granular	2750	Grava Fina	125
	CAF 24	35	60	120	120	0.7 a 1.1	38	38	25	61	218	265	Granular	2850	Grava Fina	200
	CAF 30	55	92	180	180	0.7 a 1.2	51	51	51	76	240	380	Granular	3150	Grava Fina	340
	CAF 36	80	135	270	270	0.7 a 1.2	51	51	51	91	245	640	Granular	3150	Grava Fina	430
	CAG 42	108	180	360	360	0.7 a 1.2	63	63	63	107	245	894	Granular	E-948	Grava Mediana	1450
	CAE 48	143	240	480	480	0.7 a 0.9	63	63	63	122	255	1184	Granular	E-948	Grava Mediana	1800
	CAE 54	180	300	600	600	0.6 a 1.0	63	63	63	137	265	1150	Granular	E-948	Grava Mediana	2320
	CAE 60	222	370	740	740	0.6 a 1.0	76	76	76	152	270	1840	Granular	E-948	Grava Mediana	2850
	CAE 72	321	540	1070	1070	0.6 a 1.0	102	102	102	183	320	2880	Granular	E-948	Grava Mediana	3850
	CAE 84	437	730	1450	1450	0.6 a 1.0	102	102	102	213	320	3510	Granular	E-948	Grava Mediana	4800
	CAE 96	567	950	1903	1903	0.6 A 1.0	152	152	102	244	350	5833	Granular	E-948	Grava Mediana	7000

MATERIAL FILTRANTE CA: CARBÓN ACTIVADO Y GRAVA / VÁLVULA FLECK ESPECIFICACIONES SUJETAS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO CONSULTE A SU AGENTE DE VENTAS

CARBÓN ACTIVADO	MODELO	GASTO Litros/min				CAIDA DE PRESION kg/cm ²	ENTRADA mm	SALIDA mm	DRENAJE mm	DIAMETRO cm	ALTURA cm	MINERAL Lts.	TIPO DE CARBON	CONTROL AUTOMATICO (Modelo)	SOPORTE DE MINERAL	PESO kg
		MINIMO	MEDIANO	MAXIMO	RETROLAVADO											
	CAF 09 WS	4	7	15	15	0.4 a 0.8	25	25	19	23	150	27	Granular	WS 1	Grava Fina	27
	CAF 12 WS	9	15	30	30	0.4 a 0.9	25	25	19	31	150	43	Granular	WS 1	Grava Fina	39
	CAF 14 WS	12	19	40	40	0.5 a 0.7	25	25	19	35	199	99	Granular	WS 1	Grava Fina	62
	CAF 16 WS	16	26	50	50	0.5 a 0.7	25	25	25	41	201	115	Granular	WS 1	Grava Fina	91
	CAF 18 WS	20	33	65	65	0.5 a 0.7	25	25	25	46	207	159	Granular	WS1	Grava Fina	108
	CAF 20 WS	24	40	80	80	0.7 a 1.1	25	25	25	54	206	190	Granular	WS 1	Grava Fina	121
	CAF 24 WS	35	60	120	120	0.7 a 1.1	32	32	25	61	230	265	Granular	WS 1.25	Grava Fina	193
	CAF 24 WS	35	60	120	120	0.7 a 1.1	51	51	51	61	228	265	Granular	WS 2	Grava Fina	204
	CAF 30 WS	55	92	180	180	0.7 a 1.2	38	38	51	76	245	380	Granular	WS 1.50	Grava Fina	331
	CAF 30 WS	55	92	180	180	0.7 a 1.2	51	51	51	76	245	380	Granular	WS 2	Grava Fina	335
	CAF 36 WS	80	135	270	270	0.7 a 1.2	38	38	51	91	250	640	Granular	WS 1.50	Grava Fina	420
	CAF 36 WS	80	135	270	270	0.7 a 1.2	51	51	51	91	250	640	Granular	WS 2	Grava Fina	424

MATERIAL FILTRANTE CA: CARBÓN ACTIVADO Y GRAVA / VÁLVULA CLACK ESPECIFICACIONES SUJETAS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO CONSULTE A SU AGENTE DE VENTAS



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	87

B.4.- Lámpara UV

	<p>Industrias IMSS S.A. de C.V. INSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PURIFICADOR</p> <p>Revisión: 1 Fecha: Octubre, 2011</p> <p>CÓDIGO: 13N-1967</p>	
--	---	--

MODELO	GASTO DE SERVICIO lpm	ENTRADA/SALIDA mm	CONSUMO DE ENERGÍA Watts/Hr	PRESIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN Kg/cm ²
8-SS/UV	30	19	40	9
12-SS/UV	45	25	40	9
16-SS/UV	61	25	85	9
24-SS/UV	91	38	85	9

Es de vital importancia que no se exceda el gasto máximo de servicio especificado para el equipo, ya que esto reduciría el tiempo de contacto de los rayos ultravioleta con el agua, provocando una inadecuada desinfección.

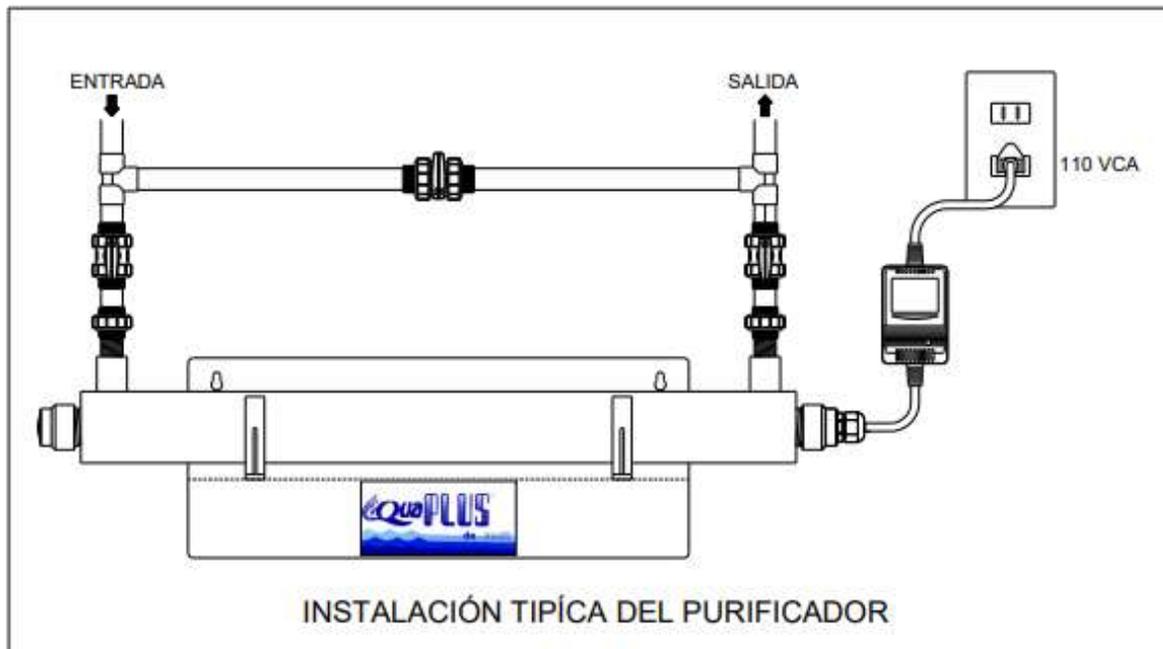


MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	88

	<h2>Industrias MASS S.A. de C.V.</h2> <h3>INSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PURIFICADOR</h3> <p>Revisión: 1 Fecha: Octubre, 2011</p> <p>CÓDIGO: 13N-1967</p>	
--	---	--





MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	89

B.5.- Filtros pulidores



Material de Construcción

Filtro: Non-woven Polyester
 Tapas: Plastisol de Vinyl
 Núcleo: Polipropileno
 Rango de Temperatura: 40°F a 125°F (4.4°C a 51.7°C)

2.5" DIAMETRO - ESPECIFICACIONES

Número de Parte	Descripción	Initial ΔP (psi) at Flow Rate (gpm)	Micron Rating Nominal
SPC-25-1001	2.5" x 9 3/4"	1 psi at 10 gpm (.1 bar at 38 L/min)	1
SPC-25-1005	2.5" x 9 3/4"	1 psi at 10 gpm (.1 bar at 38 L/min)	5
SPC-25-1010	2.5" x 9 3/4"	1 psi at 10 gpm (.1 bar at 38 L/min)	10
SPC-25-1020	2.5" x 9 3/4"	1 psi at 10 gpm (.1 bar at 38 L/min)	20
SPC-25-1030	2.5" x 9 3/4"	1 psi at 10 gpm (.1 bar at 38 L/min)	30
SPC-25-1050	2.5" x 9 3/4"	1 psi at 10 gpm (.1 bar at 38 L/min)	50
SPC-25-2001	2.5" x 20"	1 psi at 20 gpm (.1 bar at 76 L/min)	1
SPC-25-2005	2.5" x 20"	1 psi at 20 gpm (.1 bar at 76 L/min)	5
SPC-25-2010	2.5" x 20"	1 psi at 20 gpm (.1 bar at 76 L/min)	10
SPC-25-2020	2.5" x 20"	1 psi at 20 gpm (.1 bar at 76 L/min)	20
SPC-25-2030	2.5" x 20"	1 psi at 20 gpm (.1 bar at 76 L/min)	30
SPC-25-2050	2.5" x 20"	1 psi at 20 gpm (.1 bar at 76 L/min)	50

4.5" DIAMETRO - ESPECIFICACIONES

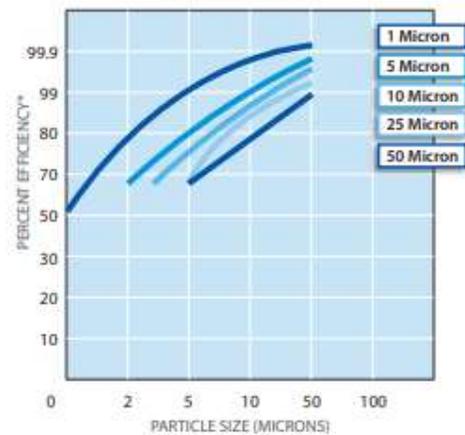
Número de Parte	Descripción	Initial ΔP (psi) at Flow Rate (gpm)	Micron Rating Nominal
SPC-45-1001	4.5" x 9 3/4"	1 psi at 10 gpm (.1 bar at 38 L/min)	1
SPC-45-1005	4.5" x 9 3/4"	1 psi at 10 gpm (.1 bar at 38 L/min)	5
SPC-45-1010	4.5" x 9 3/4"	1 psi at 10 gpm (.1 bar at 38 L/min)	10
SPC-45-1020	4.5" x 9 3/4"	1 psi at 10 gpm (.1 bar at 38 L/min)	20
SPC-45-1030	4.5" x 9 3/4"	1 psi at 10 gpm (.1 bar at 38 L/min)	30
SPC-45-1050	4.5" x 9 3/4"	1 psi at 10 gpm (.1 bar at 38 L/min)	50
SPC-45-2001	4.5" x 20"	1 psi at 20 gpm (.1 bar at 76 L/min)	1
SPC-45-2005	4.5" x 20"	1 psi at 20 gpm (.1 bar at 76 L/min)	5
SPC-45-2010	4.5" x 20"	1 psi at 20 gpm (.1 bar at 76 L/min)	10
SPC-45-2020	4.5" x 20"	1 psi at 20 gpm (.1 bar at 76 L/min)	20
SPC-45-2030	4.5" x 20"	1 psi at 20 gpm (.1 bar at 76 L/min)	30
SPC-45-2050	4.5" x 20"	1 psi at 20 gpm (.1 bar at 76 L/min)	50

SPC Series Flow Rates

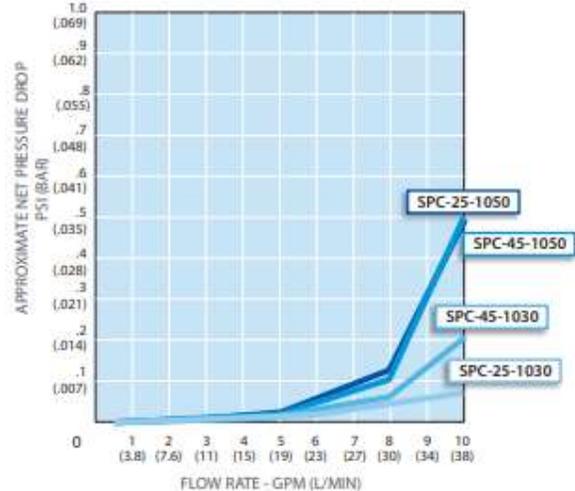
Microns	2.5" x 10"	2.5" x 20"	4.5" x 10"	4.5" x 20"
1	4	8	10	15
5	7	14	15	25
10	7	14	15	25
20	8	16	15	25
30	8	16	15	25
50	10	20	15	25

Flow Rates in GPMs

SPC Rendimiento



SPC Rendimiento





MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	90

ANEXO C

Datos de consumo en Campus II del periodo de enero de 2018 a diciembre de 2019

Campus II 2018

Mes	Consumo (litros)	Cloro residual	pH
Enero	3600	0.0	9.0
Febrero	11700	0.5	9.0
Marzo	9800	0.0	8.5
Abril	20400	0.0	8.5
Mayo	10600	1.0	9.0
Junio	1200	0.0	0.0
Julio	800	0.0	0.0
Agosto	11800	0.5	8.5
Septiembre	18000	1.0	8.5
Octubre	33800	1.0	9.0
Noviembre	10800	0.5	9.0
Diciembre	1000	0.0	8.5

Total de consumo 2018	133,500 litros
-----------------------	----------------



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	91

Campus II 2019

Mes	Consumo (litros)	Cloro residual	pH
Enero	17900	1.5	7.8
Febrero	24850	1.0	8.0
Marzo	26700	0.9	8.0
Abril	17050	0.5	8.0
Mayo	18400	0.7	8.0
Junio	11850	1.0	8.0
Julio	0.0	0.0	0.0
Agosto	16400	1.25	8.0
Septiembre	41100	1.3	8.0
Octubre	23200	1.0	8.0
Noviembre	18500	1.0	8.0
Diciembre	5000	1.0	8.0

Total de consumo 2019	220,950 litros
-----------------------	----------------



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	92

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA

Con base en mi experiencia al haber realizado mi servicio social y al haber escrito este trabajo, recomiendo lo siguiente:

Las plantas purificadoras de agua deben de ser certificadas al menos una vez por año por parte de PUMAGUA o de alguna otra dependencia que avale la calidad de agua, esto con el fin de que la comunidad zaragozana este confiada de que el agua que se ofrece para el consumo es de buena calidad. Debido a que las certificaciones por parte de PUMAGUA no son suficientes, se sugiere que la propia FES Zaragoza haga sus certificaciones de agua.

Realizar estas certificaciones al menos una vez por mes o al menos realizar pruebas microbiológicas, y revisar parámetros como dureza y alcalinidad. Se sugiere tomar en cuenta la NOM-230-SSA1-2002 (antes NOM-014-SSA1-1993), que establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua esto para preservar la calidad del agua para uso y consumo humano, así como los procedimientos sanitarios para su muestreo.

En la planta purificadora de Campus I, el lugar suele ser muy caliente en temporadas de calor debido al material con el cual está construido el edificio. Lo recomendable sería implementar la NOM-012-SSA1-1993, ya que su objetivo principal de esta norma consiste en la protección de la infraestructura y la salud pública mediante el control de acceso a las instalaciones, control de escurrimientos e infiltraciones, pintura, limpieza, ventilación, cuidado de tanques y cárcamos, limpieza de redes y colocación adecuada de nuevas tuberías.

En cuanto al mantenimiento de los equipos instalados en ambas plantas purificadoras, lo recomendable sería que al menos una vez al año se tuviera la visita de los proveedores



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	93

para que explicaran a cada uno de los estudiantes o encargado/a de plantas purificadoras el uso de cada uno de ellos.

El uso del hipoclorito de sodio es de gran ayuda para mantener el control de calidad adecuado en el agua de consumo, pues así se evita la proliferación de bacterias en el agua. Es por ello que se recomienda tener un método de prueba para asegurar que el porcentaje de NaClO sea el indicado de acuerdo a lo que se maneja en las plantas purificadoras.

En la norma PROY-NMX-AA-124-SCFI-2005 Potabilización del agua para uso y consumo humano - hipocloritos de sodio y calcio - especificaciones y métodos de prueba (ANEXO A). Establece las especificaciones que deben cumplir los hipocloritos de sodio y calcio utilizados para la potabilización del agua para uso y consumo humano, así como la metodología de muestreo y los métodos de prueba para determinarlas.

El método de la norma NMX-K-281-SCFI-2012 (ANEXO A), es el más indicado para determinar la concentración real de NaClO que se maneja en las plantas purificadoras de agua de la FES Zaragoza.

Si se obtiene como resultado una concentración menor al 13% que es la estándar para hacer los cálculos de la demanda de NaClO, se podrá tener la dosis exacta y asegurar que la desinfección del agua ha sido satisfecha adecuadamente y no tener una dosis incorrecta. Es importante asegurar el porcentaje exacto del NaClO para que la calidad del agua que se proporciona a la comunidad sea óptima.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	94

CONCLUSIONES

Lo expuesto anteriormente permite concluir que el objetivo general de este trabajo se cumplió al proporcionar un manual que permita terminar con la desinformación generada en los anteriores años, con los estudiantes de servicio social.

El manual asegura que la operación y mantenimiento de los equipos involucrados en el proceso de purificación de agua sea óptima, consolidando las bases técnicas del manual.

Así mismo se logró establecer un control y registró de cada operación efectuada y de cada personal (estudiante de servicio social) involucrado en la operación de las plantas purificadoras, con el fin de garantizar los estándares de calidad establecidos por la NOM-127-SSA1-1994.

Esta es la versión 0 del manual, a partir de la cual se harán modificaciones para la mejora del mismo. Sin embargo, contar con un manual de manera formal es de gran beneficio para la comunidad zaragozana que consume constante el agua purificada de las plantas purificadoras de la Facultad.



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	95

BIBLIOGRAFÍA

Manual

- Bartram J, Corrales L, Davison A, Deere D, Drury D, Gordon B, Howard G, Rinehold A, Stevens M. (2009) Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua. Consultado en:
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es/ (2020)
- Comisión Nacional del Agua, (2015). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. “Diseño de plantas potabilizadoras de tecnología simplificada”. Consultado en: <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-Libro24.pdf> (2020)
- Comisión Nacional de Agua, (2015). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. “Desinfección para sistemas de agua potable y saneamiento”. Consultado en: <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-Libro23.pdf> (2020)
- Citrus21 “Desinfectante para alimentos”. Consultado en:
<http://thegreenconer.org/products/desinfectante-7502232930016> (2019)
- FDA (2018). Consultado en: <http://fda.gov/about-fda/fda-basics/que-hace-la-fda> (2020)
- Ficha técnica de filtro de carbón activado. Consultado en:
<https://www.indmass.com.mx/data/fichas/d2ad0228fe094cdd1eaef2a5f4f18db3a26129c9.pdf> (2020)



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	96

- Ficha técnica de filtro de lecho profundo. Consultado en: http://distribuidorindmass.com/index.php?controller=attachment&id_attachment=77 (2020)
- Ficha técnica de filtros pulidores. Consultado en: <http://www.merinsa.com/pdf/industriales/componentes/FiltroPlisadoNominalHydronix.pdf> (2020)
- Ficha técnica de lámpara de Luz Ultravioleta (UV). Consultado en: <https://indmass.com.mx/data/fichas/f4e1de47317f34a2069f62f5fc9f926df6a21991.pdf> (2020)
- Ficha técnica de filtros plisados (pre filtros). Consultado en: <http://watertec.com.mx/dl/Catalogo-General.pdf> (Pag. 11) (2020)
- NOM-120-SSA1-1994, (1995) “Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas”. Consultado en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/7504/nom-120-ssa1-1994.pdf> (2020)
- NOM-127-SSA1-1994, (2000) “Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. límites permisibles de calidad y tratamientos que debe someterse el agua para su potabilización”. Consultado en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110520/MODIFICACION_A_LA_NORMA_NOM_127_SSA1_1994_22_NOVIEMBRE_2000.pdf (2019)
- NOM-160-SSA1-1995, (1999) “Bienes y servicios. Buenas prácticas para la producción y venta de agua purificada”. Consultado en:



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	97

<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/160ssa15.html> (2020)

- NOM-179-SSA1-1998, (2001) “Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público”. Consultado en:

<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/179ssa18.html> (2020)

- NOM-180-SSA1-1998, (2000) “Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Equipos de tratamiento de tipo doméstico. Requisitos sanitarios”. Consultado en:

<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/180ssa18.html> (2020)

- NOM-201-SSA1-2015, (2015) “Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias”. Consultado en:

http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5420977&fecha=22/12/2015

(2020)

- NOM-230-SSA1-2002, (2005) “Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo”. Consultado en:

<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/mex69832.pdf> (2020)

- NOM-012-SSA1.1993, (1993) “Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados”. Consultado en:



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS PLANTAS PURIFICADORAS DE AGUA DE CAMPUS I Y II DE LA FES ZARAGOZA



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-MPP01	01/06/2021	0	98

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4801632&fecha=12/11/1993
(2020)

- NMX-K-281-SCFI-2012, (2012) “Concentración de hipoclorito de sodio en solución. Método de prueba”. Consultado en: <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2010/nmx-k-281-scfi-2012.pdf> (2020)
- PROY-NMX-AA-124-SCFI-2005, (2005) “Potabilización del agua para uso y consume humano. Hipocloritos de sodio y calcio. Especificaciones y métodos de prueba”. Consultado en: <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/aa/nmx-aa-05/proy-nmx-aa-124-scfi-2005.pdf> (2020)
- Red del Agua UNAM (2012) “Acciones universitarias a favor el agua: Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM” Consultado en: http://www.agua.unam.mx/noticias/2012/unam/not_unam_marzo01.html. (2020)

Tesis

- B@UNAM de la Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia de la UNAM. “Características físicas y químicas del agua”. Consultado en: https://uapas1.bunam.unam.mx/ciencias/caracteristicas_agua (2020)
- González Fiallega Juan M. (2014) “Optimización al proceso de purificación del agua suministrada a los bebederos de la FES Zaragoza” Tesis para obtener el título de Ingeniero Químico. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Leal Ascencio María T. (2012) “Tecnologías convencionales de tratamiento de agua y sus limitaciones”. Artículo del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Consultado en: https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/libro/04_Capitulo_04.pdf (2020)
- Luege Jose L., (2007) Iztapalapa ofrece agua de “mala calidad”. Consultado en: <https://agua.org.mx/iztapalapa-ofrece-agua-de-mala-calidad/> (2020)
- Marini E. (2012) “Plan de seguridad de agua para el campus ciudad universitaria de la universidad nacional autónoma de México” Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Osorio Ríos y Romero Figueroa. (2012) “Análisis del tratamiento y operación de la planta purificadora de agua en la FES Zaragoza Campus II.” Tesis para obtener el título de Ingeniero Químico. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Zavaleta Ramírez Francisco X. (2017) “Estudio técnico para la implementación de un método de determinación de organismos coliformes para los análisis de rutina de la Planta Purificadora de la FES Zaragoza.” Tesis para obtener el título de Ingeniero Químico. Universidad Nacional Autónoma de México