



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

PROPUESTA DE UN MANUAL DE LABORATORIO PARA LA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA FACULTAD DE
ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA CON ENFOQUE EN EL
DESARROLLO SOSTENIBLE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

P R E S E N T A N:

Jorge Eduardo Ramos Martínez

Erika Itzayana Sánchez Argüelles

Directora:

M. en C. Ana Lilia Maldonado Arellano

Asesores:

M. en I. Ma. Estela de la Torre Gómez Tagle

I.Q. Consuelo Matías Garduño





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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

Este trabajo de tesis se realizó con la ayuda del Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejorar la Educación PAPIME 106120.

INDICE

Resumen.....	6
Abstract	7
Introducción	8
Planteamiento del problema	9
Objetivos	9
General.....	9
Particulares.....	9
CAPÍTULO I Antecedentes	10
1.1 La Ingeniería Química y su historia	11
1.2 La Ingeniería Química como una disciplina.....	11
1.3 La consolidación de la Ingeniería Química como carrera universitaria.....	12
1.4 Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química	13
1.4.1 Perfil de egreso.....	16
1.5 La Ingeniería Química y el medio ambiente	16
1.5.1 El desarrollo sustentable	17
1.5.2 Sistemas de gestión ambiental	18
1.5.3 Normatividad ambiental de México.....	19
CAPÍTULO II	23
Otros planes de estudio de la Licenciatura en Ingeniería Química.....	23
2.1 Planes de Estudios en otras Universidades	24
2.1.1 Facultad de Química	24
2.1.2 Instituto Politécnico Nacional.....	27
2.1.3 Universidad Autónoma Metropolitana	30
2.1.4 Universidad de Guanajuato	32
2.1.5 Universidad de las Palmas Gran Canaria, España.....	34
2.1.6 Resumen de propuestas educativas	35
2.2 Requisitos laborales del profesional	36
2.2.1 Áreas de trabajo.....	36
2.3 El desarrollo multidisciplinario del Ingeniero Químico	37
CAPÍTULO III Manual de prácticas de Laboratorio acorde al Sistema de Gestión de la Calidad de la FES Zaragoza.....	38
3.1 Sistema de Gestión de la Calidad.....	39
3.1.1 Principios de la Gestión de la Calidad.....	39

3.2 Sistema de Gestión de la Calidad en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza	41
3.3 Normatividad de referencia para las prácticas desarrolladas.....	43
3.4. Manual de prácticas.....	45
Introducción	47
Objetivo general.....	48
Objetivos específicos.....	48
L-1.....	49
Determinación de la Demanda Química De Oxígeno (DQO) con el método a reflujo cerrado	49
L-2.....	59
Medición del ion sulfato en aguas naturales, residuales y residuales tratadas por el método turbidimétrico	59
L3.....	65
Remoción de contaminantes mediante un proceso de electrocoagulación.....	65
L-4.....	77
Poder calorífico de un residuo	77
L-5.....	88
Medición y evaluación de ozono.....	88
L-6.....	97
Pruebas microbiológicas	97
A) Determinación de bacterias coliformes mediante la técnica del número más probable	97
C) Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa	118
L-7.....	124
Medición de pH de aguas residuales.....	124
L-8.....	135
Determinación de la conductividad eléctrica de aguas residuales	135
P-1	142
Tratamiento de agua de lluvia.....	142
Criterios de evaluación.....	151
Reglamento de laboratorio	154
Manejo de residuos.....	170
Conclusiones finales del trabajo.....	171
Bibliografía.	172

Resumen

En el presente trabajo de investigación se presenta un análisis en cuanto al perfil de egreso de la licenciatura en Ingeniería Química de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, mostrando la necesidad que se tiene de incluir en la formación de sus profesionistas temas relacionados con el medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Partiendo de la historia y conceptualización de la licenciatura, así como el desarrollo de los profesionistas con el paso del tiempo, se pone en contexto la necesidad de que el ingeniero químico tenga un desempeño multidisciplinario y participe en la resolución de todo tipo de problemas para ser un profesionista competente.

Considerando y enfatizando el perfil de egreso que tiene un profesionista de la licenciatura de Ingeniería Química, se realiza la comparativa del plan de estudios de la FES Zaragoza con otras universidades de alcance local nacional e internacional. Como resultado de la comparativa, se plantea la problemática que en la FES Zaragoza no se cuenta con un plan de estudios actualizado ni con un enfoque terminal a diferencia de la mayoría de las universidades puestas a comparación.

En relación a lo anterior se retoma la propuesta de la actualización del plan de estudios incluyendo un área terminal con la temática en desarrollo sostenible y medio ambiente, para ello, este trabajo de investigación presenta la “PROPUESTA DE UN MANUAL DE LABORATORIO PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA CON ENFOQUE EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE”, con el fin de fortalecer la propuesta de actualización en el plan de estudios y que el manual pueda servir como material de apoyo experimental a esta misma.

La realización del manual se llevó a cabo con base al Sistema de Gestión de la Calidad con el que cuenta la FES Zaragoza, además de apoyarse en normativas vigentes integradas a cada protocolo de laboratorio incluido en el manual, así mismo incluyendo un reglamento de laboratorio, obteniendo como resultado un Manual de Laboratorio que se ajustó a cumplir con lo planteado en este trabajo de investigación.

Abstract

In this research work, an analysis is presented regarding the graduation profile of the degree in Chemical Engineering of the Faculty of Higher Studies Zaragoza, showing the need to include issues related to the environment in the training of its professionals and sustainable development.

Based on the history and conceptualization of the degree, as well as the development of professionals over time, the need for the chemical engineer to have a multidisciplinary performance and participate in the resolution of all kinds of problems to be a competent professional.

Considering and emphasizing the graduation profile of a professional with a degree in Chemical Engineering, the FES Zaragoza study plan is compared with other universities of local, national and international scope. As a result of the comparison, the problem arises that the FES Zaragoza does not have an updated study plan or a terminal approach, unlike most of the universities put to comparison.

In relation to the above, the proposal to update the study plan is retaken, including a terminal area with the theme of sustainable development and the environment, for this, this research work presents the "PROPOSAL FOR A LABORATORY MANUAL FOR THE CHEMICAL ENGINEERING OF THE FACULTY OF HIGHER STUDIES ZARAGOZA WITH A FOCUS ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT ", in order to strengthen the proposal for updating the curriculum and that the manual can serve as experimental support material for it.

The manual was carried out based on the Quality Management System that the FES Zaragoza has, in addition to relying on current regulations integrated into each laboratory protocol included in the manual, also including a laboratory regulation, obtaining as a result a Laboratory Manual that was adjusted to comply with what was stated in this research work.

Introducción

En los últimos años la preocupación por el medio ambiente es algo presente en todos los ámbitos de la sociedad. En el sector industrial y productivo, el respeto al entorno y la búsqueda de formas de producción más sostenibles se está convirtiendo en uno de los principales objetivos de trabajo.

En esta línea de preocupación por el entorno se buscan procesos productivos que hagan que los impactos ambientales se minimicen y que, además, los residuos generados por las actividades productivas sean gestionados adecuadamente y sean reincorporados en el ciclo de producción siendo reaprovechados y con un resultado mucho más eficiente a todos los niveles.

En todas estas tendencias la Ingeniería Química juega un papel fundamental ya que los profesionales de esta disciplina más allá de trabajar en la mejora de procesos deben trabajar en el desarrollo de procesos optimizados para mejorar el entorno y el respeto al medio ambiente. Por ello, no solo la formación que se puede encontrar hoy en día otorga cada vez más peso al factor ambiental, sino que las empresas e industrias buscan profesionales que tengan un adecuado conocimiento sobre las medidas que se puedan adoptar para mejorar respecto al entorno.

Paradójicamente estamos ante un proceso de reinención del ingeniero químico como profesional que trata de resolver problemas de impacto ambiental generado por procesos de producción que en otro momento fueron desarrollados por estos mismos profesionales y que supusieron un gran avance para el desarrollo económico y social. Se trata ahora de optimizar aún más estos mismos procesos, pero incorporando ahora la variable ambiental que en otros tiempos no se planteaba.

Esta misión de la Ingeniería Ambiental para lograr un mundo más limpio y una producción más sostenible hace que los profesionales de la Ingeniería Química adquieran un papel relevante en esta nueva etapa donde nos encontramos.

La Facultad de Estudios Superiores Zaragoza considera que el vasto campo laboral de la Licenciatura de Ingeniería Química involucra diferentes exigencias para la sociedad en nuestro país, estas exigencias suelen ir evolucionando, por lo que se debe tomar en cuenta un alto nivel de preparación en el perfil del egresado para que pueda hacer frente a todas estas demandas en la industria y en la sociedad.

En esta tesis se presenta la propuesta de un manual de laboratorio con diferentes prácticas experimentales relacionadas con la evaluación de la contaminación ambiental, cumpliendo con el perfil del egresado de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y con el Sistema de Gestión de la Calidad que apoyó en la certificación de los laboratorios.

Planteamiento del problema

En la actualidad la contaminación ambiental provocada por factores principalmente industriales exige a los ingenieros químicos acciones que brinden una solución competente a este tipo de situaciones. En la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza se imparte la Licenciatura de Ingeniería Química, la cual tiene como propósito formar profesionales con un excelente nivel académico.

Actualmente no se cuenta con un área de especialización en temas ambientales o desarrollo sostenible, lo que puede ser una desventaja en comparación con otras universidades. Por lo que se pretende realizar una actualización al Plan de Estudios para cubrir con las necesidades que día a día se van presentando. Como parte de esta actualización, se está considerando proponer una asignatura que aporte conocimientos del desarrollo sostenible. Como parte de los contenidos de esta asignatura se propone un manual de prácticas experimentales con enfoque en desarrollo sostenible.

Objetivos

General

Proponer un manual de laboratorio enfocado al desarrollo sostenible, que cumpla con los requisitos del Sistema de Gestión de la Calidad de la FES Zaragoza, considerando y retomando los conocimientos interdisciplinarios previos del alumno de Ingeniería Química.

Particulares

1. Revisar en distintos planes de estudios, la oferta vigente de la carrera de Ingeniería Química para poder identificar la importancia de formar con un enfoque en temas del desarrollo sostenible al egresado.
2. Enfatizar la importancia de la formación académica del ingeniero químico en el contexto del desarrollo sostenible mediante la revisión de los requisitos laborales del egresado.

CAPÍTULO I

Antecedentes

1.1 La Ingeniería Química y su historia

La Ingeniería Química se define como “la profesión en la cual el conocimiento de las matemáticas, química y otras ciencias básicas es aplicado con juicio para desarrollar maneras económicas de usar materiales y energía para el beneficio de la humanidad” (Agrawal & Mallapragada, 2010). En términos generales, se ha caracterizado por transformar las materias primas en productos útiles mediante la aplicación de procesos de tipo físico y químico que impacten favorablemente a la sociedad y que, a su vez, le retribuyan ganancias. (Plan de Estudios de FES Zaragoza, 2013). Las tendencias futuras del Ingeniero Químico indican que deberá seguir atendiendo los procesos químicos que transforman las materias primas en productos valiosos, pero complementando su formación profesional para procurar un balance entre los aspectos técnicos, económicos y ambientales. Las tendencias del rediseño curricular de otras instituciones de educación superior en México van en este sentido.

1.2 La Ingeniería Química como una disciplina

La Ingeniería Química se convierte en una disciplina con el establecimiento del término “Operaciones Unitarias” por parte de Arthur D. Little en 1915, en un reporte al Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), diferenciándola de la Química Industrial, la Química Aplicada y de la Ingeniería Mecánica y establece la independencia de una profesión en ciernes y una disciplina académica con metodología propia. De manera que, si bien las técnicas de la industria química descansan sobre la estructura de los principios científicos y leyes básicas conocidas, se requiere de un enfoque ingenieril y de las expresiones cuantitativas por medio de las cuales acceder al tratamiento de estas operaciones, que permita su fácil comprensión y aplicación por el alumno. Este es lo que se ha denominado el *Primer Paradigma Unificador de la Ingeniería Química: Las Operaciones Unitarias*. El Instituto Americano de Ingenieros Químicos, AIChE (American Institute of Chemical Engineers) fundado en 1908, realizó a finales de 1920 la primera evaluación de la Ingeniería Química, como disciplina académica independiente, identificando que existían 78 instituciones en donde se enseñaba la Ingeniería Química, las cuales requerían de un gran número de temas, con gran variación en cuanto a la exigencia y al peso dado a cada curso y que no existía nada parecido a la existencia de algún curso estándar. Las recomendaciones indicaron la necesidad de reducir la multiplicidad de temas, evitar la especialización por industria, unificar nomenclatura y proveer de fuertes bases de matemática, química y física a los estudiantes. Esta evaluación destacó la importancia de las operaciones unitarias como el núcleo de los programas de Ingeniería Química, y favoreció el establecimiento de Departamentos Independientes en las Escuelas de Ingeniería, en lugar de dependencias adscritas a los Departamentos de Química, ejerciendo presión en los EE.UU. para establecer la posición de la Ingeniería Química como una disciplina independiente. Durante este tiempo, esta nueva disciplina, quedó

establecida en diferentes partes del mundo. En Gran Bretaña, comenzó primero como cursos de postgrado en 1910, siendo dictados en la Universidad de Londres y en el *Imperial College* y no es hasta 1937, cuando comienzan los estudios de pregrado en la Universidad de Londres. En 1922 se forma el Instituto de Ingenieros Químicos (Institution of Chemical Engineers) de Gran Bretaña.

Entre 1925 y 1935 la enseñanza de la Ingeniería Química se fundamentó en la generalización del empleo del Balance de Materiales y Energía para estudiar la operación de los subsistemas químicos, así como el desarrollo de la información sobre los procesos de diseño de equipos y la selección de los materiales para su construcción. Esta nueva y joven profesión se expandió rápidamente, teniendo un marcado efecto en la práctica industrial, tanto a nivel de la industria química, como en la industria petrolera, pulpa y papel, alimentos, pinturas, vidrio y agua. Entre 1936 y hasta finales de la Segunda Guerra Mundial, se eliminaron progresivamente las materias de Mecánica y Química Industrial y Aplicada de los planes curriculares de enseñanza, adquiriendo mayor importancia la Termodinámica Aplicada a la Ingeniería Química, así como la Instrumentación y el Control de Procesos.

1.3 La consolidación de la Ingeniería Química como carrera universitaria

Después de la Segunda Guerra Mundial, se desarrolló para la Ingeniería Química un periodo de crecimiento sustancial en lo académico y en lo industrial. Se consolidó la creación de la Ingeniería Química como carrera universitaria y se ofertó en muchos países, tanto en aquellos con tradición en educación en el área, como en otros en donde la carrera fue una novedad. En Gran Bretaña se estimó que se necesitarán más de 1200 nuevos Ingenieros Químicos antes de 1950, por lo que la Industria privada y el Estado realizaron grandes inversiones para expandir rápidamente la enseñanza de la Ingeniería Química. Similarmente sucedió en Holanda, en donde la empresa Shell realizó grandes aportes a la Universidad de Delft, así como en Australia y Canadá.

En la primera década de la posguerra, entre 1945 y 1955 la Ingeniería Química se separó definitivamente de la Química Industrial descriptiva y comenzó el desarrollo de la cinética química aplicada. Con la aparición, en 1950, del libro *Operaciones Unitarias* (Unit Operations) de Brown, se clasificaron por primera vez las operaciones básicas de transporte de fluidos, transferencia de masa, transporte de energía y tratamiento de sólidos. También se desarrolla el uso de las matemáticas para entender el comportamiento de diversos sistemas en la Ingeniería Química. En 1956, se publicó el libro *Cinética en la Ingeniería Química* (Chemical Engineering Kinetics) de Smith y en el Congreso Mundial de Ingeniería Química de 1957 surgió la Ingeniería de las Reacciones Químicas, introduciéndose por primera vez este término para integrar el estudio de los procesos de reacción que tienen lugar en la Industria Química. A finales de los años 50 y durante la década del 60, se produjo un intenso desarrollo científico basado en el estudio de aquellos principios de la ciencia en los cuales se basaban las operaciones y los procesos,

Así pues, se intensificó el estudio de la cinética química, diseño de reactores y de los fenómenos de transporte, desarrollándose conocimientos sustanciales sobre los fundamentos de momento, transporte de calor y masa, con los cuales muchos de los problemas presentes para ese momento en la industria se podían resolver, así como una amplia variedad de problemas en nuevas áreas de actividad, ampliándose así el campo de actuación de los Ingenieros Químicos. En 1960, la publicación del libro *Fenómenos de Transporte* (Transport Phenomena) por Bird, Stewart y Ligtfoot marcó el inicio del establecimiento de la Ingeniería Química como una ciencia y el de un nuevo curso en los planes de estudio de todas las instituciones del mundo con la carrera de Ingeniería Química. Este libro, ha sido utilizado durante décadas, y luego de más de 40 años, en el 2001, se publicó la segunda edición convirtiéndose en lo que para muchos este es el *Segundo Paradigma de la Ingeniería Química*. (Ingeniería Química Historia y Evolución, 2012).

1.4 Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química

El campo profesional del Ingeniero Químico es muy amplio, ya que se involucra en todas las actividades que se relacionen con el procesamiento de materias primas (de origen animal, vegetal o mineral) que tengan como fin obtener productos de mayor valor y utilidad.

Lo anterior implica una demanda creciente de ingenieros químicos suficientemente preparados para responder a las condiciones cambiantes de la industria química del país. Por lo tanto, el papel de las universidades es asumir la responsabilidad que implica la formación de ingenieros químicos con un alto nivel de preparación acorde con los retos o problemas que se presentan en nuestro país. (Plan de estudios, FES Zaragoza, pág. 7).

El Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Química de la FES Zaragoza resultó vanguardista y sirvió de ejemplo a otras instituciones de educación superior debido, entre otras cosas, a su enfoque multidisciplinario, amplio e integrador, a la incorporación de las nuevas tendencias de la profesión, a que favorece el desarrollo de las capacidades del alumno para enfrentar nuevos problemas, a la combinación de la teoría con la práctica mediante proyectos específicos lo cual se considera su principal fortaleza, a la enseñanza de las operaciones unitarias en forma modular y a que privilegia la enseñanza activa. Este plan de estudios rápidamente se distinguió de otros planes de Ingeniería Química por su enfoque hacia el área de proyectos al considerar, a partir del cuarto semestre, seis Laboratorios y Talleres de Proyectos (LTP) –teórico-prácticos– hacia los que convergen cada una de las asignaturas del módulo correspondiente (Plan de estudios, FES Zaragoza, pág. 21)

La formación integral de los alumnos de Ingeniería Química implica una perspectiva de aprendizaje intencionado, orientado al fortalecimiento de una personalidad responsable, ética, crítica, participativa, creativa y solidaria, que busca promover no sólo el crecimiento del profesional, sino el del ser humano, a través de un proceso

con una visión multidimensional de la persona y su integración a grupos de trabajo que, de manera colaborativa, participen en el desarrollo colectivo de la sociedad.

El Plan de Estudios de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza cuenta con tres niveles de preparación para el alumno, Ciclo Básico, Intermedio y Profesional, a partir del Ciclo Profesional, específicamente en el 8vo semestre el alumno es beneficiado con un Laboratorio y Taller de Proyectos de tipo teórico – práctico en el cual aborda el módulo de Diseño de Procesos, de acuerdo a esto y con la ayuda de ex alumnos y profesores se planea una modificación a este módulo llevada a cabo en el marco del artículo 15 del Reglamento General para la Presentación, Aprobación y Modificación de Planes de Estudio (RGPAMPE), se propone una modificación en los objetivos del aprendizaje actualizando los contenidos de dicho módulo con base en las exigencias que presenta el país en la actualidad.

Cuadro 1. Estructura del Plan de Estudios de Ingeniería Química en la FES Zaragoza.

1er semestre	<ul style="list-style-type: none"> • Seminario de Problemas Socioeconómicos. • Matemáticas I • Química I • Laboratorio de Ciencia Básica I
2do semestre	<ul style="list-style-type: none"> • Matemáticas II • Química II • Fisicoquímica I • Laboratorio de Ciencia Básica II
3er semestre	<ul style="list-style-type: none"> • Bioestadística • Química III • Fisicoquímica II • Laboratorio de Ciencia Básica III
4to semestre Módulo: Análisis de Procesos.	<ul style="list-style-type: none"> • Balance de Masa y Energía • Fenómenos de Transporte • Métodos Numéricos • Química Industrial • Laboratorio y Taller de Proyectos
5to semestre Módulo: Manejo de Materiales.	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de Equipo • Flujo de Fluidos • Separación Mecánica y Mezclado • Laboratorio y Taller de Proyectos
6to semestre Módulo: Manejo de Energía.	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería Eléctrica • Ingeniería de Servicios • Transferencia de Calor • Laboratorio y Taller de Proyectos
7mo semestre Módulo: Procesos de separación.	<ul style="list-style-type: none"> • Termodinámica Química • Diseño de Equipo de Separación • Transferencia de Masa • Laboratorio y Taller de Proyectos
8vo semestre Módulo: Diseño de procesos.	<ul style="list-style-type: none"> • Dinámica y Control de Procesos • Ingeniería de Procesos • Ingeniería de Reactores • Laboratorio y Taller de Proyectos
9no semestre Módulo: Desarrollo de proyectos.	<ul style="list-style-type: none"> • Administración de Proyectos • Ingeniería Económica • Ingeniería de Proyectos • Laboratorio y Taller de Proyectos

Fuente: Creación propia (basado en el Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Química, FES Zaragoza, 2013).

Cabe resaltar que este Plan de Estudios no considera asignaturas que aporten un enfoque ambiental para el perfil de egreso, tampoco hay materias optativas con las cuales los alumnos puedan elegir una especialidad o enfoque ambiental lo cual es

de suma importancia para la sociedad y esto es justo en lo que se enfoca la actualización del Plan de Estudios.

1.4.1 Perfil de egreso

El egresado de la Licenciatura en Ingeniería Química de la FES Zaragoza tendrá una visión integral y multidisciplinaria de las funciones que realizan las empresas que son parte de la industria de la transformación como son: administración y creación de nuevas empresas, ingeniería de procesos y proyectos, prestación de servicios técnicos de calidad y en el campo de la investigación; además, participará en el diseño e innovación de métodos de producción y obtención de nuevos productos sustentables, contribuyendo así al desarrollo industrial, económico y social del país.

El egresado de la Licenciatura en Ingeniería Química de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza habrá adquirido una serie de conocimientos, habilidades y actitudes que lo distinguirá de egresados de otras instituciones de educación superior. (Plan de estudios, 2013).

El Ingeniero Químico que se pretende formar deberá poseer los conocimientos esenciales, habilidades, aptitudes, valores y actitudes. A continuación, se mencionan algunas:

- Diseñar, calcular y montar equipos e instalaciones para la industria de procesos.
- Analizar los procesos físicos y químicos que producen las transformaciones de los materiales.
- Discernir cuáles son los productos químicos que se obtienen durante una reacción química.
- Integrar los conocimientos teóricos y prácticos y aplicarlos para resolver problemas reales.
- Identificar, diseñar y operar los procesos de separación adecuados para la obtención de productos químicos con alta pureza.
- Disminuir la generación de residuos de todo tipo en los procesos de transformación. (Plan de estudios, FES Zaragoza, pág. 26)

1.5 La Ingeniería Química y el medio ambiente

En los últimos años la preocupación por el medio ambiente es algo presente en todos los ámbitos de la sociedad. En el sector industrial y productivo el respeto al entorno y la búsqueda de formas de producción más sostenibles se está convirtiendo en uno de los principales objetivos de trabajo.

En esta línea de preocupación por el entorno se buscan procesos productivos que hagan que los impactos ambientales se minimicen y que, además, los residuos

generados por las actividades productivas sean gestionados adecuadamente y sean reincorporados en el ciclo de producción siendo reaprovechados y con un resultado mucho más eficiente a todos los niveles.

En todas estas tendencias la Ingeniería Química juega un papel fundamental ya que los profesionales de esta disciplina más allá de trabajar en la mejora de procesos deben trabajar en el desarrollo de procesos optimizados para mejorar el entorno y el respeto al medio ambiente.

Por ello, no solo la formación que se puede encontrar hoy en día otorga cada vez más peso al factor ambiental para este colectivo, sino que las empresas e industrias buscan profesionales que tengan un adecuado conocimiento sobre las medidas que se puedan adoptar para mejorar el respecto al entorno.

Paradójicamente estamos ante un proceso de reinvención del ingeniero químico como profesional que trata de resolver problemas de impacto ambiental generado por procesos de producción que en otro momento fueron desarrollados por estos mismos profesionales y que supusieron un gran avance para el desarrollo económico y social. Se trata ahora de optimizar aún más estos mismos procesos, pero incorporando ahora la variable ambiental que en otros tiempos no se planteaba en la ecuación.

Esta capacidad de la Ingeniería Ambiental para lograr un mundo más limpio y una producción más sostenible hace que los profesionales de la ingeniería química adquieran un papel relevante en esta nueva etapa donde nos encontramos.

Lo más destacado de este enfoque es que el papel que la Ingeniería Química desempeña a la hora de tratar todos estos problemas va desde el origen o la obtención de las materias primas hasta el desecho final de los materiales. Está muy presente en todas las etapas de la producción y juega un papel importante en la mejora de estos procesos. Por ello, es importante tener cada vez más consciencia de que no tiene sentido hablar de Ingeniería Química si el factor ambiental no está presente y no se tiene en cuenta la producción limpia cuando se diseñan procesos y se organizan formas de producción. (Ingeniería Química.net, 2020)

1.5.1 El desarrollo sustentable

Decir que un sistema o proceso es sustentable significa que puede continuar indefinidamente sin que se agoten los materiales o los recursos energéticos requeridos para que continúe trabajando.

Extendiendo el concepto de sustentabilidad más allá, podemos hablar de sociedad sustentable como una sociedad que continua, generación tras generación, sin reducir sus recursos fundamentales o produciendo contaminantes en cantidades tales que no se puedan absorber en forma natural. (Javier Arellano Díaz, 2011)

La sustentabilidad de nuestra civilización depende de si podemos suministrar fuentes de energía, alimentos y productos químicos a la creciente población sin comprometer la salud de nuestro planeta a largo plazo. El desarrollo de las herramientas para lograr esos objetivos es un gran reto científico, tecnológico y social. La industria química, los gobiernos, la academia y las organizaciones no gubernamentales han tomado diferentes medidas para enfrentar el reto de la interfase entre la química y la sustentabilidad. (Serrano, 2009)

La Ingeniería Química puede contribuir a dar soluciones globales a problemas relacionados con la energía y el cambio climático, agua y alimentación, crecimiento demográfico y salud, mantenimiento de recursos naturales y protección del medio ambiente. Asimismo, la selección de la química sostenible puede tener ventajas para la protección de los trabajadores, los consumidores y el medio ambiente. En el largo plazo, la sostenibilidad conduce a usos más innovadores de los productos químicos, y por lo tanto también, es económicamente atractiva. Un producto sostenible es un producto que tiene éxito en el mercado porque se utilizan sustancias menos peligrosas y tienen impactos menos perjudiciales para el medio ambiente y para la sociedad, que un producto comparable.

Existen numerosos ejemplos prácticos que describen diversas aplicaciones que se relacionan con la sostenibilidad en empresas. Sin embargo, hasta ahora, son muy pocos casos en el mundo que se ha decidido apoyarlas de una manera sistemática para que se transforme en una práctica sistemática. En el ámbito medioambiental, para seguir avanzando en la mejora continua de la protección de nuestro entorno, es necesario potenciar el reciclaje de residuos, el desarrollo de soluciones de eco-diseño y productos de valor agregado obtenidos mediante procesos eco-eficientes, todos éstos, procesos donde la intervención de la química y su investigación resultan imprescindibles.

La industria química no sólo suministra materias primas para diversos productos, incluyendo los de consumo masivo, sino que permite el desarrollo de materiales avanzados, tales como los materiales híbridos y livianos, superficies autolimpiantes, materiales capaces de almacenar y recuperar energía, al mismo tiempo que ésta inmersa en procesos de elaboración y reacciones que pueden ser orientados hacia una producción más sostenible y eficiente en recursos y energía. Además, la química favorece fuertemente a la reutilización de los productos y la obtención de sub-productos de mayor valor agregado. (IQ Ingeniería Química, 2014)

1.5.2 Sistemas de gestión ambiental

ISO 14000 es un conjunto de varios estándares de gestión. A finales de 1996 la serie 14001 fue lanzada, siendo la más importante de todas ellas. ISO 14001 es el estándar que describe los elementos necesarios de un Sistema de Gestión Ambiental y está diseñado para ser utilizado en un sistema de auditoría por terceros. Bajo este sistema, una tercera persona certificada e independiente audita el

Sistemas de Gestión Ambiental basándose en el criterio de ISO 14000. Si las instalaciones pasan la auditoría, será registrada como cumplidora de ISO 14001. Las empresas pueden también llevar a cabo evaluaciones internas de sus instalaciones y declararse como cumplidores de ISO 14001.

En contraste con la mayoría de las regulaciones ambientales, la ISO 14000 se centra en la prevención de la contaminación, y en las cuestiones de la organización y procedimientos. Promueve la adopción de un sistema de administración de la protección ambiental que hace que las compañías automáticamente cumplan con las regulaciones ambientales, promoviendo la mejora continua. Las compañías que demuestran el cumplimiento con los estándares de la ISO 14000 ante auditores externos reciben la certificación. Los estándares ISO 14000 incluyen el desarrollo y la implementación de un Sistema de Administración de la Protección Ambiental., con los siguientes elementos:

- Auditoría ambiental
- Evaluación del desempeño
- Identificación de los productos
- Evaluación de los ciclos de vida

El Sistema de Gestión Ambiental es la única parte de la ISO 14000 donde las compañías pueden ser certificadas.

1.5.3 Normatividad ambiental de México

En México, la normatividad ambiental se encuentra estructurada de la siguiente forma:

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
3. Reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
4. Normas Oficiales Mexicanas en materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Además, existen 31 leyes estatales y la Ley del Distrito Federal, la Ley de Aguas Nacionales y reglamentos sobre vertimientos al mar. Así también existe el Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Sin embargo, solamente se describe en forma general los apartados y artículos de los instrumentos jurídicos mencionados.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Protección al Ambiente se encuentra contemplada en los artículos 25, 27 y 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente está conformada de la siguiente forma:

Título I Disposiciones Generales (artículos del 1 al 43)

- Capítulo I. Normas Preliminares
- Capítulo II. Distribución de Competencias y Coordinación
- Capítulo III. Política Ambiental
- Capítulo IV. Instrumentos de la Política Ambiental

Título II Biodiversidad (artículos del 44 al 87 Bis2)

- Capítulo I. Áreas Naturales Protegidas
- Capítulo II. Zonas de Restauración
- Capítulo III. Flora y Fauna Silvestre

Título III Aprovechamiento Sustentable de los Elementos Naturales (artículos del 88 al 109)

- Capítulo I. Aprovechamiento Sustentable del Agua y los Ecosistemas Acuáticos
- Capítulo II. Preservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos
- Capítulo III. De la Exploración y Explotación de los Recursos no Renovables en el Equilibrio Ecológico

Título IV Protección al Ambiente (artículos del 109 bis al 156)

- Capítulo I. Disposiciones Generales
- Capítulo II. Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera
- Capítulo III. Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos
- Capítulo IV. Prevención y Control de la Contaminación del Suelo
- Capítulo V. Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas
- Capítulo VI. Materiales y Residuos Peligrosos
- Capítulo VII. Energía Nuclear
- Capítulo VIII. Ruido, Vibraciones, Energía Térmica y Lumínica, Olores y Contaminación Visual

Título V Participación Social e Información Ambiental (artículos del 157 al 159)

bis 6)

- Capítulo I. Participación Social
- Capítulo II. Derecho a la Información Ambiental

Título VI Medidas de Control y Seguridad y Sanciones (artículos del 160 al 159 bis 6)

- Capítulo I. Disposiciones Generales
- Capítulo II. Inspección y Vigilancia
- Capítulo III. Medidas de Seguridad
- Capítulo IV. Sanciones Administrativas
- Capítulo V. Recurso de Revisión
- Capítulo VI. De los Delitos del Orden Federal
- Capítulo VII. Denuncia Popular

Reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Los Reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se clasifican de la siguiente forma:

- Reglamento de la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.
- Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido.
- Reglamento en materia de residuos peligrosos.
- Reglamento en materia de impacto ambiental.
- Reglamento para la prevención y control de la contaminación generada por vehículos automotores que circulan por el Distrito Federal y su zona conurbana.

Normas Oficiales Mexicanas para la Protección Ambiental

Las Normas Oficiales Mexicanas para la Protección Ambiental se clasifican de la siguiente

forma:

Normas para Control de la Contaminación Atmosférica

- Industria
- Vehículos
- Monitoreo ambiental
- Calidad de combustibles

Normas para Control de Residuos Peligrosos

Normas para Control de la Contaminación del Agua
Normas para la Conservación de los Recursos Naturales
Normas de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental
Normas para el Control de Emisión de Ruido
(Javier Arellano Díaz, 2011)

CAPÍTULO II

Otros planes de estudio de la Licenciatura en Ingeniería Química

2.1 Planes de Estudios en otras Universidades

2.1.1 Facultad de Química

A continuación, se muestra la Oferta Educativa de la Facultad de Química, ofreciendo nueve semestres de los cuales se pueden observar materias similares a las que presenta la Oferta Educativa de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

Cuadro 2. Plan de estudios de Ingeniería Química en Facultad de Química, UNAM 2005.

Primer semestre	Algebra Superior Cálculo I Ciencia y sociedad Física Química general	Sexto semestre	Ingeniería de calor Ingeniería de fluidos Laboratorio de energía Optativa Socio-humanística Optativa disciplinaria.
Segundo semestre	Cálculo II Estructura de la materia Física II Laboratorio de Física Química general II Termodinámica	Séptimo semestre	Ingeniería de reactores Ingeniería ambiental Ingeniería económica II Laboratorio de Ingeniería Química III Procesos de separación Optativa Socio-humanística Optativa disciplinaria Optativa disciplinaria
Tercer semestre	Ecuaciones diferenciales Equilibrio y cinética Química inorgánica I Química orgánica I Balances de materia y energía	Octavo semestre	Diseño de procesos Dinámica y control de procesos Laboratorio y control de procesos Laboratorio de Ingeniería Química IV Talles de problemas Optativa Socio-humanística Optativa disciplinaria Optativa disciplinaria
Cuarto semestre	Estadística Química analítica I Química orgánica II Métodos numéricos Termodinámica química Transferencia de momentum	Noveno semestre	Ingeniería de proyectos Optativa disciplinaria Optativa disciplinaria
Quinto semestre	Cinética química y catálisis Economía y sociedad Electroquímica Fenómenos de transporte Ingeniería de fluidos Laboratorio de Ingeniería Química Transferencia de energía Optativa Socio-humanística		

Fuente: Creación propia basada en la página web : [Ingeniería Química - Facultad de Química \(unam.mx\)03 de noviembre 2020](http://Ingeniería Química - Facultad de Química (unam.mx)03 de noviembre 2020)

Cuadro 3. Optativas disciplinares Facultad de Química.

Administración del Riesgo
Administración de Proyectos
Catálisis I
Catálisis II
Diseño de Equipo
Ingeniería Bioquímica
Ingeniería de Sistemas I
Ingeniería de Sistemas II
Introducción a la Ciencia de Polímeros
Laboratorio de Catálisis
Laboratorio de Polímeros I
Laboratorio de Polímeros II
Matemáticas Aplicadas I
Matemáticas Aplicadas II
Matemáticas Aplicadas III
Modelado y Simulación de Procesos Poliméricos
Protección Ambiental I
Protección Ambiental II
Protección Ambiental III
Reología y Procesamiento de Polímeros.

Fuente: Creación propia basada en la página web : [Ingeniería Química - Facultad de Química \(unam.mx\)](http://Ingeniería Química - Facultad de Química (unam.mx)03 de noviembre 2020)03 de noviembre 2020

La carrera de Ingeniería Química en la Facultad de Química, UNAM, cuenta con 20 materias optativas, de las cuales tres son con enfoque ambiental.

2.1.2 Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Tanto la Facultad de Química como la Facultad de Cuautitlán muestran una carrera de 9 semestres, la única diferencia que presentan en comparación con la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza es que cuentan con un Plan de Estudios actualizado y ofrecen una serie de materias optativas. (Ver cuadro 4)

Cuadro 4. Plan de Estudios de Ingeniería Química en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. 2019.

Primer semestre	Álgebra Estructura de la materia Laboratorio de ciencia básica I Mecánica I Termodinámica básica
Segundo semestre	Cálculo diferencial e integral Equilibrio químico Mecánica II Programación y computación Química inorgánica Laboratorio de ciencia básica
Tercer semestre	Balace de materia y energía Cálculo vectorial Electromagnetismo Ecuaciones diferenciales Laboratorio experimental multidisciplinario I Fenómenos de transporte Métodos numéricos
Cuarto semestre	Electroquímica y corrosión Física de ondas Flujo de fluidos Laboratorio experimental multidisciplinario II Química orgánica I Química analítica I
Quinto semestre	Fisicoquímica de superficies y coloides Laboratorio experimental Probabilidad y estadística Química orgánica II Química analítica II Transferencia de calor
Sexto semestre	Cinética, química y catálisis Ingeniería eléctrica Ingeniería mecánica Laboratorio experimental multidisciplinario IV Química analítica III Química de los procesos industriales Transferencia de masa I
Séptimo semestre	Diseño y especificación de equipo Ingeniería económica Laboratorio experimental multidisciplinario V Reactores químicos y homogéneos Transferencia de masa II
Octavo semestre	Ingeniería de servicios Ingeniería de procesos Laboratorio multidisciplinario VI Reactores químicos y heterogéneos Simulación de procesos
Noveno semestre	Dinámica y control de procesos Evaluación de proyectos Ingeniería de proyectos

Fuente: Creación propia basada en la página web : [Ingeniería en Química | FESC \(unam.mx\)](http://Ingeniería en Química | FESC (unam.mx)) _03 de noviembre 2020

Optativas.

En la página consultada no indica en que semestres se encuentran, muestra breves descripciones del contenido del curso respecto a las materias tipo optativas, pero no los semestres donde se pueden tomar dichas materias.

Cuadro 5. Optativas Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Calidad
Proceso administrativo.
Dirección de empresas
Elementos de mercadotecnia
Fibras naturales y sintéticas
Microbiología industrial
Diseño de experimentos
Tratamiento de aguas
Programación aplicada
Aseguramiento de la calidad en la industria
Sistemas multirreaccionantes
Contaminación atmosférica <i>sugiero resaltarlas</i>
Ingeniería y química verde
Seguridad industrial
Teoría cinética computacional
Catálisis
Estructura y propiedades de los materiales
Fundamentos de reología de polímeros
Bioingeniería

Fuente: Creación propia basada en la página web : [Ingeniería en Química | FESC \(unam.mx\)](http://Ingeniería en Química | FESC (unam.mx)) 03 de noviembre 2020

La Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán ofrece un Plan de Estudios sumamente parecido al de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, sin embargo, cuenta con un extra de 20 materias optativas de las cuáles 6 cuentan con un enfoque ambiental.

2.1.2 Instituto Politécnico Nacional

Cuenta con un Plan de Estudios completo y por sí fuera poco cuenta con diferentes optativas que son sin duda importantes para el crecimiento de los estudiantes y para una formación totalmente completa, una de las materias optativas que llama la atención es sin duda Sistema de Gestión de la Calidad en los Laboratorios, entre otras.

**Cuadro 6. Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas
Departamento de Ingeniería Química Industrial. IPN 2010.**

Primer semestre	Pre cálculo Introducción a la Ingeniería Química general Mecánica clásica Termodinámica básica Introducción a la seguridad industrial Comunicación oral y escrita
Segundo semestre	Historia y filosofía de la ciencia Herramientas computacionales en Ingeniería Visita Industrial A Cálculo diferencial e integral Termodinámica de las sustancias puras Electricidad y magnetismo Química de soluciones
Tercer semestre	Ingeniería eléctrica y electrónica Probabilidad y estadística Balance de materia y energía Ecuaciones diferenciales aplicadas Fundamentos de fenómenos de transporte Química de los hidrocarburos Termodinámica del equilibrio de fases
Cuarto semestre	Química de grupos funcionales Termodinámica del Equilibrio Químico Cálculo superior Visita industrial B Flujo de fluidos Principios de análisis cuantitativo
Quinto semestre	Macroeconomía y administración Transferencia de calor Cinética y reactores heterogéneos Química orgánica industrial Aplicaciones del análisis cuantitativo Optativa I
Sexto semestre	Catálisis y reactores heterogéneos Introducción a los procesos de separación Práctica profesional A Ingeniería económica Legislación industrial Resistencia química y mecánica de los materiales Optativa 2 Ingeniería de vapor y servicios
	Procesos de separación por etapas

Séptimo semestre	Elementos de diseño Optativa 3 Higiene y seguridad industrial Electroquímica Práctica profesional B Diseño básico de procesos
Octavo semestre	Procesos de separación por contacto continuo y humidificación Optativa 4 Instrumentación y control Optimización y simulación de procesos Diseño de equipos industriales Administración de sistemas productivos Motivación, trabajo en equipo y solución de conflictos
Noveno semestre	Optativa 5 Procesos de separación por membrana y los que involucran una fase sólida Proyecto terminal Desarrollo de habilidades de liderazgo Diseño de plantas industriales Formulación y evaluación de proyectos

Fuente: Creación propia basada en la página web [Plan IQI 2010.pdf \(ipn.mx\)](#). 03 de noviembre 2020

Cuadro 7. Optativas Instituto Politécnico Nacional.

Administración financiera
Comercialización y caracterización de polímeros
Cultura y administración de la calidad
Desarrollo de habilidades gerenciales
Diseño de experimentos
Espectroscopia molecular y atómica
Investigación de operaciones
Laboratorio fisicoquímica de los polímeros
Laboratorio Ingeniería ambiental
Manejo integral de los residuos municipales e industriales
Mercadotecnia
Planeación y control de la producción
Prevención y control de la contaminación del agua
Química y propiedades de los polímeros
Sistema de Gestión de la Calidad en los Laboratorios
Técnicas de muestreo para análisis de calidad en los laboratorios
Técnicas de muestro para análisis instrumental
Técnicas de polimerización y formulación de polímeros
Técnicas de separación
Técnicas instrumentales avanzadas
Tópicos de Ingeniería Ambiental
Transformación de polímeros

Fuente: Creación propia basada en la página web [Plan IQI 2010.pdf \(ipn.mx\)](#). 03 de noviembre 2020

En el Instituto Politécnico Nacional se ofrece un Plan de Estudios bastante similar al de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza en cuanto a las materias, pero estableciendo un orden diferente y de igual manera.

2.1.3 Universidad Autónoma Metropolitana

La Universidad Autónoma Metropolitana no se queda atrás con el tema de la actualización al Plan de Estudios para el beneficio de los estudiantes, a continuación, se presenta su Plan de Estudios y las materias optativas que ofrece.

Cuadro 8. Plan de Estudios Ingeniería Química Universidad Autónoma Metropolitana de México.

Propedéutica	Cursos complementarios	
Formación básica	Estructura de la materia Problemas de Ingeniería Introducción a la Ingeniería Química Método experimental I Cálculo diferencial Mecánica elemental I Transformaciones químicas Mecánica elemental II Cálculo integral Álgebra lineal aplicada I Cálculo de varias variables	Cuatro trimestres
Formación específica	Método experimental II Probabilidad y estadística Química orgánica I Ecuaciones diferenciales ordinarias I Química orgánica II Laboratorio de química orgánica Química inorgánica Química analítica general con análisis Cinética química Fisicoquímica II Química analítica I	Seis trimestres
	Balances de materia y energía Termodinámica I Mecánica de fluidos Termodinámica II Laboratorio de mecánica de fluidos Transferencia de calor Balances de materia y energía II Laboratorio de termodinámica Transferencia de masa	

Formación Complementaria	Métodos matemáticos en la Ingeniería de procesos Laboratorio de fenómenos de transporte Procesos de separación I Ingeniería de reactores químicos I Procesos de separación II Ingeniería de reactores químicos I Procesos de separación II Ingeniería de reactores químicos II Laboratorio de procesos químicos I Dinámica y control de procesos Laboratorio de procesos químicos II Laboratorio de procesos y diseños I Laboratorio de procesos y diseños II Laboratorio de procesos y diseños III	Nueve trimestres
--------------------------	--	------------------

Fuente: Creación propia basada en la página web: [Plan de Estudios y Mapa Curricular \(uam.mx\)](http://Plan de Estudios y Mapa Curricular (uam.mx)) 03 de noviembre 2020

Optativas Desarrollo y diseño de procesos incluidas en los semestres IX, X, XI, XII.

El alumno deberá cubrir tres optativas de Laboratorio y tres optativas de Proyecto y tendrá la oportunidad de elegir el tema para elaborar el Proyecto final dentro de alguno de los bloques temáticos que se muestran a continuación.

Cuadro 9. Optativas Universidad Autónoma Metropolitana.

Laboratorio de Procesos y Diseño I Laboratorio de Procesos y Diseño II Laboratorio de Procesos y Diseño III Proyecto Terminal I Industrias Extractivas
Proyecto Terminal II Industrias Extractivas Proyecto Terminal III Industrias extractivas Proyecto Terminal I Ingeniería Ambiental
Proyecto Terminal II Ingeniería Ambiental Proyecto Terminal III Ingeniería Ambiental Proyecto Terminal Biotecnología y Alimentos I
Proyecto Terminal Biotecnología y Alimentos II Proyecto Terminal Biotecnología y Alimentos III Proyecto Terminal I Nuevos Materiales I
Proyecto Terminal I Nuevos Materiales II Proyecto Terminal I Nuevos Materiales III

Proyecto Terminal industrias de transformación I

Proyecto Terminal Industrias de Transformación II
Proyecto Terminal Industrias de Transformación III

Fuente: Creación propia basada en la página web: [Plan de Estudios y Mapa Curricular \(uam.mx\)](http://Plan de Estudios y Mapa Curricular (uam.mx)) 03 de noviembre 2020

El esquema del Plan de Estudios de la Universidad Autónoma Metropolitana cuenta con una organización basada en trimestres, a diferencia del resto de las Universidades ya expuestas, asimismo cuenta con diferentes clases de Laboratorio y tres Proyectos Terminales para Ingeniería Ambiental como materias optativas.

2.1.4 Universidad de Guanajuato

La Universidad de Guanajuato se localiza dentro de la República Mexicana, se consideró para hacer una comparación entre los diferentes planes ya revisados, de la cual es totalmente notorio que el Plan de Estudios sin duda es realmente completo, sin embargo, carece de una actualización que incluya un enfoque ambiental

Cuadro 10. Plan de Estudios Ingeniería Química, Universidad de Guanajuato.

Primera inscripción	Álgebra lineal Cálculo diferencial Estática y cinemática dinámica Fisicoquímica I Laboratorio de física Probabilidad y estadística Química general e inorgánica
Segunda inscripción	Balance de materia Cálculo de varias variables Cálculo integral Fisicoquímica II Laboratorio de química general Programación y métodos numéricos I Química analítica Química inorgánica
Tercera inscripción	Análisis instrumental Balance de energía Cálculo vectorial Ecuaciones diferenciales ordinarias Laboratorio de química orgánica Mecánica de sólidos Programación y métodos numéricos II Termodinámica I

Cuarta inscripción	Administración Dinámica de fluidos Ecuaciones diferenciales parciales Ingeniería de los materiales Ingeniería eléctrica Inglés I Laboratorio de fisicoquímica Termodinámica II
Quinta inscripción	Administración del capital humano Cinética química y catálisis Hidráulica Inglés II Laboratorio de Ingeniería Química II Transferencia de calor Transferencia de masa
Sexta inscripción	Diseño de equipo térmico Cultura emprendedora Electrónica e instrumentación Ingeniería de reactores Inglés III Laboratorio de Ingeniería Química II Procesos de separación II Procesos de separación III
Séptima inscripción	Ciencia y tecnología ambiental I Diseño de plantas y diagramas Gestión de calidad Inglés IV Laboratorio de Ingeniería Química III Procesos de separación IV Procesos sustentables Química industrial
Octava inscripción	Diseño y simulación de procesos y productos Estadística industrial Ingeniería de proyectos Ingeniería económica Laboratorio de Ingeniería Química IV Operación de seguridad de procesos industriales
Novena inscripción	Estancia profesional
Décima inscripción	Competencias directivas Control de procesos Laboratorio de Ingeniería Química V Optimización de procesos Proyecto integrador Técnicas de Ingeniería industrial

Fuente: Creación propia basada en la página web: [Ingeniería Química \(ugto.mx\)](http://Ingeniería Química (ugto.mx)) 03 de noviembre 2020

En la Universidad de Guanajuato, Campus Guanajuato, División de Ciencias Naturales y Exactas (DCNE) Sede Noria Alta, la Oferta Académica de la Carrera de Ingeniería Química se ofrece un semestre más que la FES Zaragoza y no muestra un tronco de conocimientos básicos ni modulares y tampoco muestra un enfoque

ambiental, ni materias optativas o especialidad, de igual manera es muy notoria la falta de la materia de Laboratorio de Ciencia Básica y Laboratorio y Taller de Proyectos, que sin duda distinguen a la Facultad de Zaragoza y de Cuautitlán.

2.1.5 Universidad de las Palmas Gran Canaria, España

Esta Universidad situada en España, se ofrece como opción de intercambio dentro de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, y al ser la opción de intercambio para los estudiantes es de suma importancia saber las cualidades de su oferta, la cual cuenta con cuatro cursos incluyendo materias obligatorias con enfoque ambiental a partir del tercer curso.

Cuadro 11. Plan de Estudios de Ingeniería Química en la Universidad de las Palmas, España.

Primer curso	Química analítica Cálculo I Álgebra Física I Expresión gráfica y CAD Química general Física II Informática y programación Métodos Estadísticos en la Ingeniería Cálculo II
Segundo curso	Química Física Química Orgánica Química inorgánica Fundamentos de Economía y Empresa Termodinámica básica Termodinámica del equilibrio Mecánica de fluidos Seguridad e higiene Electrotecnia Fundamentos de Ingeniería Química Cinética Química
Tercer curso	Inglés Fundamentos de Automática Ciencia de los Materiales Transferencia de calor Ingeniería Energética Gestión de Calidad Economía y Organización Industrial

	Operaciones Básicas I Operaciones Básicas II Biología y Bioquímica Reactores Químicos Experimentación de la Ingeniería Química I
Cuarto curso	Trabajo fin de grado Catálisis Aplicada Producción y Tratamiento Ingeniería Ambiental Legislación y Ética Experimentación e Ingeniería Química Simulación y Optimización de Procesos Diseño de Equipos e Instalaciones Control e Instrumentación de Procesos Químicos Diseño de Plantas Químicas Proyectos de Ingeniería Prácticas externas

Fuente: Creación propia basada en la página web: [ULPGC - Planes de estudios](#) 03 noviembre 2020

2.1.6 Resumen de propuestas educativas

Cuadro 12. Comparativo entre ofertas educativas.

Universidad	Optativas con enfoque	Obligatorias con enfoque
Facultad de Química	3	0
FES Cuautitlán	4	0
Instituto Politécnico Nacional	0	4
Universidad Autónoma Metropolitana	3	0
Universidad de Guanajuato	0	0
Universidad Las Palmas, España	0	1

Fuente: Creación propia basada en la información presentada en los Cuadros 2 al 11, pág. 23 a 25.

Al realizar la comparación de todas estas universidades y la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, se puede notar la importancia y la necesidad de una actualización en el Plan de Estudios en dicha Facultad, actualmente una de seis universidades no cuentan con la actualización del Plan de Estudios lo cual es importante para el alumno, ya que los profesionistas con buen dominio y conocimiento del tema se forman desde la universidad y al tener la oportunidad de un enfoque ambiental contarían con un extraordinario complemento a su formación y sería perfecto para su perfil de egreso.

2.2 Requisitos laborales del profesional

La oferta de la licenciatura en Ingeniería Química es el servicio que una universidad nos puede brindar, pero cumpliendo con las exigencias que la sociedad demanda.

En el Informe de Seguimiento de Egresados de la carrera de Ingeniería Química del año 2019, se considera que los requisitos más destacados con los que tiene que cumplir un egresado de la Licenciatura de Ingeniería Química son: presentar exámenes específicos de su área de conocimientos, comprobantes de cursos de actualización, conocimientos de normas y acudir a una entrevista profesional.

2.2.1 Áreas de trabajo

En el informe de seguimiento de egresados mencionado anteriormente tomando en cuenta el numeral que menciona las áreas en las que se desempeñan actualmente los egresados se observa que las respuestas con mayor frecuencia son el área de Proyectos y Procesos, con 26 de 87 personas. La siguiente tabla muestra todas las áreas en las que se desempeñan los egresados obtenida del informe del 2019.

Cuadro 13. Áreas en las que se desempeñan actualmente.

Proyectos	26	42.6
Procesos	26	42.6
Producción	18	29.5
Administración	25	41
Diseño	5	8.2
Docencia	5	8.2
Compras y requisiciones	4	6.6
Ventas	5	8.2
Investigación	7	11.5
Otra(s), especifique: - Laboratorio - Manejo de residuos peligrosos - Calidad - Recubrimientos industriales - Control de calidad e investigación - Control de calidad - Seguridad, salud y ambiente - Validación farmacéutica - Ambiental - Seguridad e higiene	12	19.2

Fuente: Creación propia basada en Informe del Seguimiento de Egresados de la carrera de Ingeniería Química, 2019, pág. 11.

Como se observa de la tabla anterior hay bastante campo de desarrollo en donde se desempeñan los egresados de la carrera de Ingeniería Química, con áreas más representativas que otras, con el propósito del análisis de la tesis se puede notar que el Ingeniero Químico de la FES Zaragoza sí se desempeña en el área ambiental pero no es una de las principales donde se desarrolle.

De este mismo informe podemos rescatar una opinión de los egresados en cuanto los *“Cambios o innovaciones que proponen los egresados para actualizar el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química con base en su experiencia profesional”* en la cual se reflejan las opiniones y propuestas de los egresados hacia la mejora del plan de estudios de la licenciatura en la FES Zaragoza conforme a su experiencia en el campo laboral. En cuanto a las propuestas los egresados proponen: Incluir materias o contenidos del sector energético, así como otras enfocadas al reciclaje, a las energías renovables y al desarrollo de procesos amigables con el medio ambiente, de igual forma temas de sustentabilidad y normativas aplicables. Estas propuestas con el fin de favorecer a la integración del profesionista hacia esta área de trabajo.

2.3 El desarrollo multidisciplinario del Ingeniero Químico

El Ingeniero Químico es el profesionista que desempeña diversas funciones en los aspectos técnicos, científicos, administrativos biológicos y humanísticos dentro de los sectores económicos que tienen que ver con la implementación de procesos productivos que transforman materias primas y fuentes básicas de energía en productos útiles a la sociedad. Maneja como norma la optimización y mejora de los procesos existentes a través de la simulación y generación de nuevas tecnologías, con bases ecológicas que prevengan la contaminación y degradación del ambiente.

El ingeniero químico tiene la capacidad de adaptarse a trabajar en equipos multidisciplinarios y en conjunto resolver distintos problemas y dar soluciones a estos.

CAPÍTULO III Manual de prácticas de Laboratorio acorde al Sistema de Gestión de la Calidad de la FES Zaragoza

3.1 Sistema de Gestión de la Calidad

En la norma ISO 9001 se establecen los requisitos de un Sistema de Gestión de la calidad, que permiten a una empresa u organización demostrar su capacidad de satisfacer los requisitos del cliente y para acreditar de esta capacidad ante cualquier parte interesada. El certificado ISO 9001 es el certificado ISO más común y mejor reconocido a nivel general

Los requisitos especificados en las Normas de la serie ISO 9000 son genéricos y aplicables a todas las organizaciones sin tener en cuenta el tipo y el tamaño.

Dentro de los requisitos de la Norma se contempla la recertificación periódica del sistema, así como la planificación de auditorías internas periódicas para la consecución de los objetivos.

El mantenimiento y seguimiento periódico del Sistema ISO 9001 adaptado a las necesidades de cada empresa, nos ayuda a salvar exitosamente las auditorias de internas y de renovación de la certificación. (Normas ISO, 2020)

La adopción de un Sistema de Gestión de la Calidad es una decisión estratégica para una organización que le puede ayudar a mejorar su desempeño global y proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible.

Los beneficios potenciales para una organización de implementar un Sistema de Gestión de la Calidad basado en esta Norma Internacional son:

- a) la capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables;
- b) facilitar oportunidades de aumentar la satisfacción del cliente;
- c) abordar los riesgos y oportunidades asociadas con su contexto y objetivos;
- d) la capacidad de demostrar la conformidad con requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados.

3.1.1 Principios de la Gestión de la Calidad

Esta Norma Internacional se basa en los principios de la gestión de la calidad descritos en la Norma ISO 9000. Las descripciones incluyen una declaración de cada principio, una base racional de por qué el principio es importante para la organización.

Los principios de la gestión de la calidad son:

- Enfoque al cliente
- Liderazgo
- Compromiso de las personas
- Enfoque a procesos
- Mejora
- Toma de decisiones basada en la evidencia
- Gestión de las relaciones

(ISO 9000:2015, Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario.)

Principio 1: Enfoque al Cliente

Las empresas dependen de sus clientes, y por lo tanto deben comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer todos los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder a las expectativas de los empleados.

Principio 2: Liderazgo

Los líderes establecen la unidad de propósito y orientación de la empresa. Deben crear y mantener un ambiente interno en el cual los empleados pueden llegar a involucrarse totalmente para conseguir los objetivos de la empresa.

Principio 3: Participación del personal

El personal es la esencia de la empresa y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean utilizadas para el beneficio de la empresa. La motivación del personal es clave, así como que una empresa dispone de un plan de incentivos y reconocimientos. Sin estas dos acciones, difícilmente una empresa puede conseguir el compromiso del personal.

Principio 4: Enfoque basado en procesos

Un resultado deseado se consigue más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso. El cambio reside en la concepción de la empresa. Ha dejado de ser una empresa por departamentos o áreas funcionales para ser una empresa por procesos para poder crear valor a los clientes.

Principio 5: Enfoque de sistema para la gestión

Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficiencia y eficacia de una empresa para conseguir sus objetivos.

Principio 6: Mejora continua

La mejora continua del desempeño general de las empresas debe ser un objetivo permanente. La mejora continua de los procesos se consigue con el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), para mejorar.

Principio 7: Enfoque basado en hechos para la toma de decisión

Las decisiones se basan en el análisis de los datos y la información. Lo que no se puede medir no puede ser controlado, y lo que no se puede controlar es un caos. Esto no se nos puede ayudar.

Principio 8: Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor

Una empresa y sus proveedores son interdependientes, y una relación beneficiosa para aumentar la capacidad de ambos para crear valor.

El éxito de una empresa se consigue mediante la implementación y el mantenimiento del Sistema de Gestión de Calidad diseñado para mejorarlo de forma continua. La aplicación de diferentes principios de la gestión de calidad no sólo proporciona beneficios directos, sino que también hace una importante contribución de la gestión de costos y riesgos. (NUEVA ISO 9001:2015, 2017)

3.2 Sistema de Gestión de la Calidad en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

En la FES Zaragoza se cuenta con la certificación de 40 laboratorios de docencia por haber implementado un sistema de gestión de la calidad conforme a la norma internacional ISO 9001:2015 para las 7 carreras: Médico Cirujano, Cirujano Dentista, Enfermería, Psicología, Biología, Química Farmacéutico Biológica, Biología e Ingeniería Química con un periodo de certificación del **24 de mayo de 2018 al 23 de mayo de 2021**

Los documentos del Sistema de Gestión de la Calidad de la FES Zaragoza con los que se cuentan son los siguientes:

- **SGC-FESZ-PO01 Elaboración y control de documentos**

- **SGC-FESZ-PO02 Elaboración y actualización de un Manual de laboratorio**
- **SGC-FESZ-PO03 Selección, formación y superación del personal académico**
- **SGC-FESZ-PO04 Mantenimiento de la infraestructura y recursos**
- **SGC-FESZ-PO05 Realización de prácticas**
- **SGC-FESZ-PO06 Manejo de residuos**
- **SGC-FESZ-PO07 Control de registros**
- **SGC-FESZ-PO08 Control de servicio no conforme**
- **SGC-FESZ-PO09 Procedimiento para la revisión por la dirección**
- **Manual de calidad SGC-FESZ-MC01**

Como el alcance del presente trabajo de investigación es la propuesta y el desarrollo de un manual de laboratorio para la carrera de Ingeniería Química con el enfoque en desarrollo sostenible y de acuerdo al Sistema de Gestión de la Calidad de la FES Zaragoza, en este apartado se retomarán los puntos más importantes a considerar del procedimiento **SGC-FESZ-PO02 Elaboración y actualización de un Manual de laboratorio** que tienen como enfoque establecer los lineamientos generales para la elaboración, revisión y actualización de los manuales de laboratorio, conforme a los planes y programas de estudio de las carreras de la FES Zaragoza.

Partiendo de lo anteriormente antes mencionado sin omitir los demás puntos existentes en el procedimiento, pero enfocándonos a la elaboración del manual y que actividades se deben considerar para ello, es preciso centrarse en el numeral 5. “Descripción de actividades” del SGC-FESZ-PO02 con el propósito de establecer los puntos clave a tomar en cuenta para cumplir el principal objetivo de este trabajo de investigación. El numeral 5 describe las actividades a tomar en cuenta para la elaboración del manual propuesto.

- El numeral 5.1 “Verificación de existencia, vigencia y aprobación del manual de laboratorio”, considera primeramente la aprobación del contenido del manual además de la existencia para su elaboración, si es necesaria, o si aún es vigente y debe actualizarse.
- En el punto 5.2 “Elaboración del ML” se menciona el mínimo contenido establecido por el sistema de gestión de la calidad
- En 5.3 “Revisión y aprobación del ML” contempla que el manual debe revisarse por un comité de calidad para su posterior aprobación.
- El numeral 5.4 “Disponibilidad del ML” solo enuncia cuando el manual ya está disponible para su uso.
- 5.5 “Aprobación de nuevas prácticas o experimentos de laboratorio” se indica la inclusión de nuevas prácticas al manual.

- En numeral 5.6 “Actualización del ML” se relaciona estrechamente con el 5.5 ya que es la parte de los controles de cambio

3.3 Normatividad de referencia para las prácticas desarrolladas

Al proponer este manual de laboratorio con enfoque en desarrollo sostenible para las asignaturas de salidas terminales de la carrera de Ingeniería Química en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, se pretende que el estudiante esté involucrado en diversas prácticas experimentales y a partir de esto pueda entender y desarrollar los diferentes conocimientos relacionados con esta área.

A continuación, se muestra el listado de Normas que se tomaron en cuenta para la creación de la propuesta del Manual.

- **Norma Mexicana. NMX-AA-030/2-SCFI-2011**

Determina la demanda química de oxígeno (DQO) o cantidad de materia orgánica y/o inorgánica presente en una muestra de agua natural, residual con tratamiento y sin tratamiento utilizando el método de reflujo cerrado.

- **Norma Mexicana. NMX-AA-074-SCFI-2014**

Esta norma mexicana es de aplicación nacional y establece el método turbidimétrico para la medición del ion sulfato en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas.

- **Norma Mexicana. NOM-020-SSA1-2014**

Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente y criterios para su evaluación.

- **Norma Mexicana. NMX-AA-008-SCFI-2000**

Esta norma mexicana establece el método de prueba para determinar pH en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

- **Norma Mexicana. NMX-AA-093-SCFI-2018.**

Norma de aplicación nacional y especifica un método para la medición de la conductividad eléctrica en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

- **Norma Oficial Mexicana. 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.

- **Norma Oficial Mexicana. NOM-003- ECOL- 1997**

Establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

- **Norma Oficial Mexicana. NMX-AA-033-1985**

Protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-determinación de poder calorífico superior.

3.4. Manual de prácticas.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



Ingeniería Química Ciclo Terminal

Laboratorio y Taller de Proyectos 8º semestre

Fecha de aprobación por CAC:

Profesores Participantes versión 0

I.Q. Gonzalo Rafael Coello García
M. en I. Ma. Estela de la Torre Gómez Tagle
M. en A. Marisol Gandarilla Ortiz de Montellano
M. en C. Ana Lilia Maldonado Arellano
I.Q. Consuelo Matías Garduño

TESISTAS

Ramos Martínez Jorge Eduardo
Sánchez Argüelles Erika Itzayana

Fecha de elaboración: 27 / mayo / 2021



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	47/147

Introducción

México enfrenta retos importantes en materia ambiental, por mencionar algunos casos: la presencia en la Ciudad de México en 2019 de partículas suspendidas PM2.5 (las más dañinas para la salud, porque pueden ocasionar cáncer y se alojan en los pulmones) superiores a la normatividad; más de 400 hectáreas en San Luis Potosí, contaminadas por arsénico, plomo y cadmio generados por la planta de cobre de la compañía Industrial Minera México durante más de 100 años (1892 – 2010) impactando el suelo, subsuelo y los cuerpos de agua, entre otros dan evidencia de la problemática.

El ingeniero químico es partícipe de los procesos productivos para la fabricación y el abastecimiento de las necesidades del mercado. El trabajo multidisciplinario es fundamental para el cuidado del medio ambiente. Por esta razón es importante concientizarlo de diseñar procesos sostenibles vigilando, controlando y/o mitigando los efectos colaterales hacia el medio ambiente.

Apoyar en la formación de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Química de la FES Zaragoza en temas ambientales mediante la vinculación teoría-práctica, contribuirá a desarrollar en los futuros profesionales el sentido de responsabilidad que permita garantizar la conservación, preservación de la salud de la población y con ello la economía del país.

Este manual con técnicas experimentales fundamentadas en normatividades mexicanas vigentes y ampliamente utilizadas para evaluar el grado de contaminación del medio ambiente (aire, suelo y agua), será material de apoyo para el estudiante que reforzará sus conocimientos en temas de sostenibilidad mediante la realización de actividades de laboratorio.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	48/147

Objetivo general

Desarrollar un manual con procedimientos de laboratorio empleados en la medición de la calidad ambiental con un enfoque en el desarrollo sostenible.

Objetivos específicos

- Vincular teoría-práctica mediante la revisión de indicadores de contaminación ambiental
- Fomentar en el estudiante la prevención y control de la contaminación ambiental a partir de los resultados experimentales obtenidos.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	49/147

L-1

**Determinación de la Demanda Química De Oxígeno (DQO) con el método a
reflujo cerrado**

1. Objetivos

Determinar la demanda química de oxígeno (DQO) o cantidad de materia orgánica y/o inorgánica presente en una muestra de agua natural, residual con tratamiento y sin tratamiento utilizando el método de reflujo cerrado.

2. Fundamento teórico

De acuerdo con la normatividad se define:

Agua natural: Se define como agua natural el agua cruda, subterránea, de lluvia, de tormenta, residual y superficial. NMX-AA-008-SCFI-2000

Agua residual doméstica: agua proveniente de los desechos de una comunidad.

Agua residual industrial: agua descargada después de ser usada en o resultante de un proceso industrial, y que no tiene ningún valor inmediato para éste.

Agua residual tratada: agua residual que ha recibido un tratamiento parcial o total, a fin de remover y mineralizar las sustancias orgánicas y otros materiales que ésta contenga.

DQO: Se define como cualquier sustancia tanto orgánica como inorgánica susceptible de ser oxidada, mediante un oxidante fuerte. La cantidad de oxidante consumida se expresa en términos de su equivalencia en oxígeno. DQO se expresa en mg/L O₂.

El método DQO se usa a menudo para medir los contaminantes en las aguas naturales y residuales y para evaluar la fuerza de desechos tales como aguas residuales municipales e industriales. El método DQO se usa también en aplicaciones en centrales eléctricas, industria química, industria papelera, lavanderías, estudios medioambientales y educación general. En las plantas potabilizadoras de agua, los valores DQO deberán ser inferiores a 10 mg/l O₂ al



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	50/147

final del ciclo de tratamiento. <https://www.hannainst.es/blog/81/demanda-quimica-de-oxigeno>

Cuanto mayor es la DQO más contaminante es la muestra. Las concentraciones de DQO en las aguas residuales industriales pueden tener valores entre 50 y 2000 mg O₂/L, aunque es frecuente, Según el tipo de industria, valores de 5000 mg O₂/L, 1000 mg O₂/L e incluso más altos.

Para las aguas residuales domésticas, en 2012, se clasificó dentro de la categoría de “contaminado” (con valores superiores a los 40 mg/L que sugieren la presencia de descargas de aguas residuales sin tratamiento) y 5.5% en la de “fuertemente contaminado” (valores promedio superiores a los 200 mg/L). La mayor cantidad de los sitios con altos valores de DQO considerados como contaminados y fuertemente contaminados se concentraron en las regiones Península de Baja California (69.4%), Aguas del Valle de México (60%) y Lerma-Santiago-Pacífico (52.6%). (SEMARNAT, 2013)

De igual manera para las aguas residuales tratadas la NOM-063-ECOL/1994 sugiere un límite máximo permisible de DQO de 260 mg/L promedio diario.

Interferencias:

La norma NMX-AA-030-/2-SCFI-2011 refiere dos probables interferencias presentes en las muestras, a saber, cloruros e hidrocarburos.

(No metales) Cloruros, Cl

Las altas concentraciones de cloruro dan un sesgo positivo causado por la oxidación de los iones cloruro de cloro. La interferencia debido a iones cloruro se reduce – pero no se elimina totalmente- mediante la adición de sulfato de mercurio (II). Esto liga a los iones como complejo soluble de cloromercurato (II) HgCl₂.



Hidrocarburos.

Se encuentran en concentraciones importantes, tanto en agua superficial como subterránea debido a que no se evaporan. Muchos hidrocarburos aromáticos y la piridina no se oxidan en grado apreciable. Algunas sustancias orgánicas volátiles



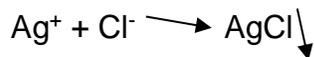
SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	51/147

pueden escapar a la oxidación debido a la evaporación. Los iones amonio no se oxidan (el nitrógeno orgánico normalmente se convierte a iones amonio).

Ciertos compuestos orgánicos, particularmente ácidos bajo peso molecular, no son oxidados por el dicromato sin la presencia de un catalizador. Se ha encontrado que los iones de plata actúan efectivamente como catalizador. Si la cantidad HgSO_4 adicionada es insuficiente, el exceso de Cl^- precipita al sulfato de plata (Ag_2SO_4), conduciendo erróneamente a valores bajos para la prueba de DQO. Esto corresponde a la siguiente reacción química.



Manganeso.

El manganeso puede dar un sesgo positivo cuando se utiliza detección fotométrica a 600 nm. El efecto es mucho menor con equipos con un intervalo inferior de 0 mg/L a 150 mg/L de DQO a 440 nm. A esta longitud de onda la interferencia se expresa como un sesgo negativo.



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	52/147

3. Materiales y equipo.

3.1 Materiales y equipo.

Cantidad	Material	Capacidad
1	Micropipeta o pipeta volumétrica.	0.5 mL
2	Micropipeta volumétrica	0.2 mL
1	Pipeta graduada	0.5 mL
2	Vidrio de reloj	5cm
2	Espátula	50 mL
2	Vaso precipitado	100 mL
2	Probeta	25 mL
2	Matraz volumétrico	100 mL
1	Vaso de precipitado	150 mL
1	Vaso de precipitado	250 mL
2	Frasco de vidrio ámbar	100 mL
1	1 vaso precipitado	200 mL
1	Probeta	100 mL
1	1 pipeta volumétricas	5 mL
1	Pipeta volumétrica	10 mL

Nota: El asesor define los tubos necesarios para una corrida experimental

3.2 Reactivos

H_2SO_4 Ácido sulfúrico – 248 ml

$K_2Cr_2O_7$ - Dicromato de potasio – 0.5 ml

$K_2Cr_2O_7$ - Dicromato de potasio 2.9418g

$C_8H_5KO_4$ Ftalato ácido de potasio 0.8502 g

Ag_2SO_4 Solución de sulfato de plata – 2.50 ml



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA

MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	53/147

Ag_2SO_4 Sulfato de plata – 2.4 g

$HgSO_4$ Solución de sulfato de mercurio - 0.20 ml

$HgSO_4$ Sulfato de mercurio - 40 g

Agua destilada – 600 ml

3.3 Herramientas.

No se utilizarán herramientas.

3.4. Equipo.

1 balanza analítica.

1 placa de calentamiento a 150 °C

1 espectrofotómetro con capacidad de medición a 600 nm.

3.5. Servicios.

Electricidad.

4. Procedimiento

4.1 Preparación de los tubos de digestión de vidrio, resistentes al ácido y a la presión.

Colocar 0.50 mL de dicromato de potasio de concentración 0.10 mol/L, agregar con cuidado 0.20 mL de la disolución de sulfato de mercurio (II) 1,35 mol/L, a continuación, adicionar 2.50 mL de la solución de sulfato de plata 0,0385 mol/L. Taparlos y agitarlos cuidadosamente permite que se enfríen antes de usarlos.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	54/147

Nota: Los tubos sellados que contengan sulfato de mercurio (II), ácido sulfúrico concentrado, dicromato de potasio y sulfato de plata pueden prepararse en el laboratorio, o ser adquiridos comercialmente.

4.2 Preparación de reactivos.

4.2.1 Solución de Dicromato de potasio 0,10 mol/L (intervalo de hasta 1 000 mg/L de DQO).

Disolver 2.9418 g de dicromato de potasio secado a 105 °C por 2 h y 10 min en aproximadamente 60 mL de agua en un vaso de precipitado. Agregar cuidadosamente 16 mL de ácido sulfúrico concentrado con agitación. Dejar enfriar y diluir a 100 mL en un matraz volumétrico. La disolución es estable al menos por seis meses.

4.2.2. Disolución de Sulfato de mercurio 1,35 mol/L.

Disolver 40 g de sulfato de mercurio grado reactivo en 100 mL de ácido sulfúrico diluido 1.8 mol /L Tener precaución ya que este reactivo es muy tóxico. La disolución es estable por doce meses.

4.2.3. Sulfato de plata en ácido sulfúrico 0,0385 mol/L.

Disolver 2.4 g de sulfato de plata en 200 mL de ácido sulfúrico concentrado. Para obtener una disolución satisfactoria, agite la mezcla inicial. Deje reposar una noche y después agite nuevamente con el fin de disolver todo el sulfato de plata. Almacenar en botella de vidrio oscuro protegido de la luz directa del sol. La disolución es estable por doce meses.

4.2.4. Ácido sulfúrico diluido 1,8 mol/L

A un vaso que contenga 50 mL de agua, añadir cuidadosamente con agitación 22 mL de ácido sulfúrico concentrado, dejar enfriar y diluir a 100 ml. La disolución es estable por doce meses.

4.2.5 Reactivo para la curva de calibración a partir de ftalato ácido de potasio.

Preparar una disolución madre de referencia con ftalato ácido de potasio de concentración en DQO 10 000 mg/L.



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	55/147

Disolver 0.8502 g de ftalato hidrógeno de potasio, previamente secado a 105 °C durante 2 h, en aproximadamente 70 mL de agua desionizada. Diluir con agua a 100 mL en un matraz volumétrico. Almacenar la disolución en refrigeración de 2 °C a 8 °C. La solución es estable por un mes.

Una alternativa para el almacenamiento por refrigeración es añadir 0.4 mL de ácido sulfúrico diluido, antes de diluir a 100 mL, para inhibir la degradación microbiológica. Esta disolución, si es almacenada en un frasco de vidrio ámbar y en refrigeración de 2 °C a 8 °C, puede durar al menos un año.

4.2.6 Disoluciones para curva de calibración a partir de la solución patrón con valores de DQO en 200 mg/L, 400 mg/L, 600 mg/L, 800 mg/L y 1000 mg/L

En matraces aforados de 50 ml diluir 5 mL, 10 mL, 15 mL, 20 mL y 25 mL de la disolución madre de referencia de 10 000 mg/L, adicionar 1 mL de ácido sulfúrico diluido y aforar con agua desionizada.

Tabla 2. Muestras con la disolución madre.

Disolución Madre	Concentración DQO mg/L
5 ml	200
10 ml	400
15 ml	600
20 ml	800
25 ml	1000

4.3 Procedimiento para medición de muestras problema (agua residual)

Encender la placa de calentamiento y precalentar a 150 °C.

Colocar en una gradilla los tubos de digestión preparados con los reactivos que se indican en 4.1. Agitarlos, quitar la tapa y colocar la muestra problema de acuerdo al inciso C)



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	56/147

Agitar vigorosamente para homogeneizar la muestra problema e inmediatamente pipetear 2 mL en el tubo de digestión. Para cualquier muestra que pueda tener un valor de DQO mayor a 1 000 mg/L, pipetear 2 mL de una dilución.

Cada vez que se realice una corrida experimental, se debe preparar un tubo de digestión preparado con los reactivos que se indican en 4.1 con 2 ml agua destilada.

Colocar la tapa firmemente y mezclar el contenido invirtiendo suavemente el tubo varias veces. Nota: en caso que se observe fuga, preparar nuevamente la muestra.

Colocar con cuidado el tubo en la placa de calentamiento a 150 °C durante 2 h ± 10 min.

Retirarlos y colocarlos en una gradilla, dejar enfriar a temperatura ambiente.

Mezclar el contenido invirtiendo cuidadosamente cada tubo varias veces y medir la absorbancia y/o transmitancia a 600 nm utilizando el espectrofotómetro.

4.4 Preparación de la curva de calibración

4.4.1 Se prepara con la solución de Oftalato de potasio del inciso 4.2.6. En un rango de 0 a 1000 mg/L, a partir de los datos de la tabla 3.

Tabla 3. Datos de la curva de calibración.

Concentración DQO (mg/L)	Vol. muestra (ml)	Absorbancia	Transmitancia
0 *	2		
200	2		



**SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA**

**MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE**



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	57/147

400	2
600	2
800	2
1000	2

*NOTA: La primera muestra para estudiar es agua destilada.

4.4.2 Las muestras de la curva de calibración se analizan de acuerdo al procedimiento del inciso 4.3

4.4.3 Para cada una de las concentraciones de la tabla anterior medir absorbancia y/o transmitancia a 600 nm. Registrar estos resultados.

4.4.4 Con los datos de la tabla 3 graficar concentración mg/L vs valor de transmitancia (o absorbancia). Calcular mediante regresión lineal la ecuación de la recta. Registrar los valores de la ordenada al origen, pendiente y coeficiente de variación R². Si el valor de R² es igual o mayor 80%, entonces utilizarla para calcular las concentraciones de las muestras problema.

5. Tratamiento de datos

5.1 Imprimir la curva de calibración para calcular el valor de DQO de las muestras problema.

5.2 Utilizar la ecuación de la recta para obtener los valores de DQO en mg/L

Transmitancia = pendiente * DQO mg /L + Ordenada al origen

5.3 En el caso de haber preparado una dilución considerarlo en el cálculo el factor de dilución.

5.4 Registrar los valores de DQO mg/L en la siguiente tabla 4.

Tabla 4. Valores de DQO para la muestra problema.

Identificación muestra problema	Volumen utilizado en el análisis	Factor de dilución FD *	de Transmitancia (absorbancia)	DQO mg/L



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	58/147

*Nota: FD =1 cuando no se prepara dilución

6. Manejo de residuos

Los residuos se colocan en frascos. Se coloca etiqueta oficial del Sistema de Gestión de la Calidad y deberán ser colocados en la zona asignada dentro del laboratorio.

7. Bibliografía

Ramalho, R. (1991). *Tratamiento de aguas residuales* (1st ed., p. 705). Barcelona: Reverte S.A.

NMX-AA-030/2-SCFI-2011 ANÁLISIS DE AGUA - DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE PRUEBA - PARTE 2 - DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO – MÉTODO DE TUBO SELLADO A PEQUEÑA ESCALA



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	59/147

L-2

Medición del ion sulfato en aguas naturales, residuales y residuales tratadas por el método turbidimétrico

1. Objetivos

Este método establece la medición turbidimétrica de sulfatos en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas. Es aplicable en el intervalo de concentraciones de 1 mg/L a 40 mg/L de SO_4^{2-} .

2. Fundamento Teórico

El ion sulfato precipita con cloruro de bario, en un medio ácido, formando cristales de sulfato de bario de tamaño uniforme. La concentración de masa del ion sulfato se mide por comparación de la lectura con una curva de calibración analítica.

Los sulfatos (SO_4^{2-}) están ampliamente distribuidos en la naturaleza y pueden estar presentes en aguas naturales, en concentraciones que varían desde pocos hasta miles de miligramos por litro.

Sulfato es uno de los principales componentes disueltos de lluvia. Las altas concentraciones de sulfatos en el agua de bebida pueden tener un efecto laxante cuando se combina con el calcio y el magnesio, los dos componentes más comunes de la dureza.

El nivel máximo de sulfato sugerido por la Organización Mundial de la Salud (**OMS**) en las Guías para la calidad del agua potable es de 500 mg/l. Las normas de la UE son más completas y estrictas que la OMS, lo que sugiere un máximo de 250 mg/l de sulfato en el agua destinada al consumo humano.

[Sulfatos presentes en nuestro suministro y en aguas naturales \(gwc.com.ar\)](http://gwc.com.ar)



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	60/147

Interferencias.

En este método, interfieren la materia en suspensión en grandes cantidades y el color. La materia suspendida puede eliminarse parcialmente por filtración. Si ambos interferentes producen lecturas pequeñas en comparación con la de la concentración del ion sulfato.

La sílice en concentración de masa de 500 mg/L y la materia orgánica en concentraciones altas, también interfieren, imposibilitando la precipitación satisfactoria del sulfato de bario. En aguas potables, no existen otros iones además del sulfato, que formen compuestos insolubles con bario, bajo condiciones fuertemente ácidas.

Corrección por el color o turbiedad de la muestra.

Correr un blanco de muestra sin agregar cloruro de bario y restarlo a la muestra que contiene color y/o turbiedad.



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	61/147

3. Materiales Y Equipo.

3.1 Material y equipo.

Cantidad	Material	Capacidad
3	Vidrio de reloj	Mediano
3	Espátula plana	
2	Vaso de precipitado	500 ml
2	Matraz aforado	1 000 ml
1	Pipeta graduada	10 ml
5	Matraz Erlenmeyer	250 ml
3	Vaso de precipitado	100 ml
5	Agitador magnético	Medino
1	Cronómetro	
1	Espectrofotómetro o Nefelómetro	
1	Balanza analítica	

Creación propia.

3.2 Reactivos.

30 g de cloruro de magnesio

5 g acetato de sodio

1 g nitrato de potasio

0.84 g nitrato de sodio

20 ml de ácido acético 99%

Agua destilada

2 g Cloruro de bario (cantidad para 10 muestras)

147.9 mg sulfato de sodio anhidro

3.3. Herramienta.

Sin requerimiento de herramienta.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	62/147

4. Procedimiento.

4.1 Preparación de disoluciones Buffer.

Agua, con las siguientes características: Conductividad máxima 5,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 o C y pH de 5,0 a pH 8,0.

Nota: Deberán preparar la cantidad solicitada por el profesor a cargo del grupo. Utilizar estos valores como referencia para cantidades diferentes a 1000 ml-

Disolución buffer A.

Disolver 30 g de cloruro de magnesio, 5 g de acetato de sodio, 1,0 g de nitrato de potasio o 0.84 g de nitrato de sodio y 20 mL de ácido acético (99 %), en 500 mL de agua destilada y llevar al aforo a 1 000 mL.

Nota: Deberán preparar la cantidad solicitada por el profesor a cargo del grupo. Utilizar estos valores como referencia para cantidades diferentes a 1000 ml

Disolución buffer B.

Esta disolución es requerida cuando las muestras de sulfatos tienen concentraciones menores a 10 mg/L de SO_4 .

Disolver 30 g de cloruro de magnesio, 5 g de acetato de sodio, 1.0 g de nitrato de potasio o 0.84 g de nitrato de sodio, 0.111 g de sulfato de sodio y 20 mL de ácido acético (99 %), en 500 mL de agua destilada y llevar al aforo a 1 000 mL.

4.2 Preparación de la curva de calibración.

Disolución de referencia de concentración de masa de ion sulfato 100 mg/L de SO_4 . Disolver en agua 147.9 mg de sulfato de sodio anhidro y llevar al aforo a 1 000 mL.

Medir 10.4 mL de disolución de referencia valorada de ácido sulfúrico 0.0100 mol/L y llevar a un volumen de 100 mL con agua.

Empleando la disolución de referencia de 100 mg/L de SO_4^{2-} , preparar las disoluciones de la curva de calibración, dentro del intervalo de concentración de 0



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	63/147

mg/L a 40 mg/L de SO_4^{2-} (de acuerdo a la tabla 1). Arriba de 40 mg/L, decrece la exactitud del método y pierden estabilidad las suspensiones de sulfato de bario.

Tabla 1. Preparación de curva de calibración.

Vol de disolución de referencia (ml)	Vol. de agua destilada (ml)	Concentración de SO_4^{2-} en mg/L
0	100	0
10	90	10
20	80	20
30	70	30
40	60	40

4.3 Procedimiento para medición de muestras problema y curva de calibración.

Para la muestra problema transferir a un matraz erlenmeyer de 250 mL una muestra de 100 mL, o una porción de 20 ml con 80 ml de agua destilada para ajustar a 100 ml. Utilizar las muestras de la curva de calibración sugeridas en la tabla 1. Añadir 20 mL del reactivo buffer A o B según sea el caso y mezclar en el aparato agitador.

Mientras las muestras se están agitando, añadir cloruro de bario en cristales de 20 a 30 mallas una cantidad de 0,25 g y empezar a medir el tiempo inmediatamente. Agitar durante un minuto a una velocidad constante.

NOTA: La velocidad exacta de agitación no es crítica, pero debe ser constante para cada corrida de muestras y debe ajustarse a casi el máximo al cual no ocurran salpicaduras.

Una vez concluida la agitación esperar 5 min y vaciar la muestra a la celda medidora y medir la turbiedad en unidades de absorbancia a 420 nm en una celda de 1 cm o unidades nefelométricas.

5. Tratamiento De Datos.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	64/147

Si se usó la disolución buffer A, calcular la concentración de la muestra directamente.

Si se usó la disolución buffer B, se debe restar la concentración del blanco, de la concentración de la muestra, esto debido a que la curva de calibración no es una línea recta y por lo tanto no es equivalente a restar la absorbancia del blanco a la absorbancia de la muestra.

Calcular la concentración de masa de $\gamma(\text{SO}_4^{2-})$ expresada en mg/L de SO_4^{2-} , utilizando la siguiente ecuación:

$$\gamma(\text{SO}_4^{2-}) = [\alpha(\lambda) - a]$$

b

Donde:

B es la pendiente.
a es la ordenada al origen.
 $\alpha(\lambda)$ es la absorbancia del ion sulfato a la longitud de onda λ .
 $\gamma(\text{SO}_4^{2-})$ es la concentración de masa del ion sulfato expresada en mg/L de SO_4^{2-} .

Multiplicar por el factor de dilución cuando aplique.

6. Manejo de residuos.

Consultar las propiedades de los reactivos en las hojas de seguridad y acordar con el profesor a cargo del grupo la conformidad de desecharlos al drenaje.

7. Bibliografía.

- **Norma Mexicana. NMX-AA-074-SCFI-2014**

Esta norma mexicana es de aplicación nacional y establece el método turbidimétrico para la medición del ion sulfato en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	65/147

L3

Remoción de contaminantes mediante un proceso de electrocoagulación

1. Objetivos.

Realizar la prueba de tratamiento de aguas residuales mediante el proceso de electrocoagulación.

2. Fundamento Teórico.

La electrocoagulación se puede definir como un proceso en el cual las partículas de contaminantes que se encuentran suspendidas, emulsionadas o disueltas en un medio acuoso son desestabilizadas induciendo corriente eléctrica en el agua a través de placas metálicas paralelas de diversos materiales, (hierro y aluminio más comúnmente), llamadas electrodos.

La corriente fluye entre los electrodos desestabilizando las cargas eléctricas, que mantienen en suspensión partículas como: arcillas y emulsiones de hidrocarburos y compuestos orgánicos insolubles. Con las partículas coaguladas se forman los flóculos y a estos se unen los contaminantes dando lugar a flóculos más grandes dentro de la celda.

Las reacciones electroquímicas en los electrodos producen unas finas burbujas de H_2 y O_2 e iones OH^- y radicales de HO_2^- , que promueven la flotación de los sólidos coagulados y de los flóculos. Los iones OH^- y radicales HO_2^- de los metales pesados ocasionan precipitaciones y desglosan algunas moléculas de compuestos orgánicos.

Interferencias.

Los principales factores que influyen en la eficiencia del proceso de electrocoagulación son: pH, tiempo de residencia, material de los electrodos, intensidad de corriente y temperatura.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	66/147

La intensidad de corriente determina la cantidad de iones liberados por los electrodos y por lo tanto la dosificación del hidróxido en la disolución, también determina la densidad de producción de burbujas.

El tiempo de la electrólisis determina la velocidad de producción de los cationes metálicos, que, a su vez, facilitan la formación de hidróxidos que actúan como coagulantes.++

3. Materiales Y Equipo.

Tabla 1. Materiales y equipo para sistema de electrocoagulación.

Cantidad	Material o equipo	Capacidad
4	Vaso de precipitado	250 ml
2	Vaso de precipitado	500 ml
2	Pipeta graduada	5 ml
1	Termómetro	0-50°C
1	Espátula	
1	Vidrio de reloj	Mediano
2	Recipientes	5 L



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	67/147

Tabla 2. Materiales y equipo para DQO

Cantidad	Material	Capacidad
1	Micropipeta o pipeta volumétrica.	0.5 mL
2	Micropipeta volumétrica	0.2 mL
1	Pipeta graduada	0.5 mL
2	Vidrio de reloj	5cm
2	Espátula	50 mL
2	Vaso precipitado	100 mL
2	Probeta	25 mL
2	Matraz volumétrico	100 mL
1	Vaso de precipitado	150 mL
1	Vaso de precipitado	250 mL
2	Frasco de vidrio ámbar	100 mL
1	1 vaso precipitado	200 mL
1	Probeta	100 mL
1	1 pipeta volumétricas	5 mL
1	Pipeta volumétrica	10 mL

NOTA: El asesor define los tubos necesarios para la corrida experimental.

3.2 Reactivos para electrocoagulación

Muestra de agua gris procedente de lavado de ropa – 5L

Ácido sulfúrico – 50 ml en concentración 1:1

Hidróxido de sodio – 50 ml en concentración 1N

3.2.1 Reactivos para DQO

Ácido sulfúrico – 248 ml



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	68/147

Dicromato de potasio – 0.5 ml

Dicromato de potasio 2.9418g

Ftalato ácido de potasio 0.8502 g

Solución de sulfato de plata – 2.50 ml

Sulfato de plata – 2.4 g

Solución de sulfato de mercurio - 0.20 ml

Sulfato de mercurio - 40 g

Agua destilada – 600 ml

3.3 Herramienta

Lija

3.4 Equipo para electrocoagulación

Sistema de electrocoagulación

Medidor de PH

3.4.1 Equipo para DQO

1 balanza analítica.

1 placa de calentamiento a 150 °C

1 espectrofotómetro con capacidad de medición a 600 nm.

3.5 Servicios

Suministro de agua

Suministro de luz

4. Procedimiento.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	69/147

Para la realización de esta práctica se deberá trabajar con muestras de agua residual gris procedente de lavado de ropa. El tratamiento de esta muestra consiste en un proceso de electrocoagulación seguido de una filtración.

Una vez finalizada la experimentación se analiza la Demanda Química de Oxígeno de la muestra sin y después del tratamiento, se compararon ambos resultados.

4.1 Verificación del sistema de tratamiento:

Verificar que el sistema de electrocoagulación se encuentre limpio y que todas las válvulas estén cerradas.



Ilustración 1. Sistema de electrocoagulación

Revisar que no haya óxido en las placas de hierro y lijarlas de ser necesario antes de comenzar a usarlas.





SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	70/147

Ilustración 2. Placas de hierro.

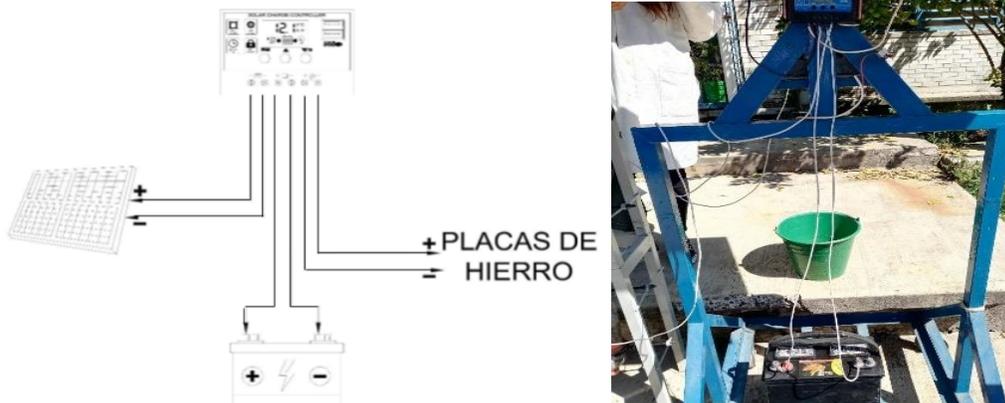


Ilustración 3. Conexión del sistema

El panel solar se encuentre conectado de la siguiente manera:

4.2 Secuencia del tratamiento:

Se mide el pH inicial de la muestra de agua. Si el valor está fuera del rango 7-8, se ajusta con una solución de ácido sulfúrico y/o hidróxido de sodio.

Nota: El electrodo se enjuaga con agua destilada después de cada medición.

Se añade 4 litros de la muestra a tratar al sistema hasta la marca indicadora.

Se coloca la tapa del equipo de electrocoagulación y se insertan las placas de hierro.

Haciendo uso de los caimanes eléctricos, se conectan 5 placas al cable de carga positiva y 5 placas al cable de carga negativa del panel solar. Debe asegurarse de que ninguna placa tenga contacto entre sí.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	71/147



Ilustración 4. Colocación de los caimanes en las placas de hierro (electrodos)

Se cierra el circuito eléctrico, conectando los cables de corriente a la batería para que comience la electrocoagulación. Se registran el voltaje inicial, la hora y la temperatura.



Ilustración 5. Cierre de circuito

Después de 15 minutos se desconecta el circuito de la batería. Se desconectan los caimanes de las placas y se retira la tapa junto con las placas de hierro.

Se recoge la espuma generada y se mide el nuevo pH del agua.

Se miden pH, si el valor esta fuera del rango 7-8 (casi siempre se obtiene pH alcalino) se deberá ajustar utilizando una solución de ácido sulfúrico, adicionándolos



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	72/147

al agua por una esquina del recipiente. Después de mezclar, se mide nuevamente el pH.

Se dejan transcurrir 15 minutos para que se realice la separación.

Se abre la válvula progresivamente para permitir que el líquido pase a los filtros.



Ilustración 6. Recolección de espuma generada y medición de Ph.

Una vez vacío el recipiente colector, se limpia completamente para no dejar residuos.

Las placas de hierro se lijan, lavan y secan para retirar el óxido formado durante la electrocoagulación.



5. Ilustración 7. Placas a punto de ser lijadas y lavadas.

Las siguientes pruebas de laboratorio se deberán realizar en las muestras de agua gris obtenidas, tales muestras se deberán someter a las pruebas incluidas en este Manual. Una corrida después de haber realizado el tratamiento y la otra sin tratamiento, esto para poder realizar una comparación de los resultados obtenidos



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	73/147

en ambos casos, posteriormente estos resultados se deberán verificar para saber si cumplen con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas para descargas de agua residual mencionadas en el numeral 5.2.

5.1 Pruebas de laboratorio

- **DQO**

El método para la determinación de la demanda química de oxígeno consiste en la oxidación de la materia susceptible de oxidación presente en la muestra usando ácido sulfúrico y dicromato de potasio.

Revisar el protocolo **L1 Determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) con el método a reflujo cerrado.**

- **Determinación de sulfatos**

Este método establece la medición turbidimétrica de sulfatos en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas. El ion sulfato precipita con cloruro de bario, en un medio ácido, formando cristales de sulfato de bario de tamaño uniforme. La concentración de masa del ion sulfato se mide por comparación de la lectura con una curva de calibración analítica.

Revisar el protocolo **L2 Medición del ion sulfato en aguas naturales, residuales y residuales tratadas por el método turbidimétrico.**

- **Determinación de bacterias coliformes totales y fecales. Bacterias aerobias en placa.**

El control y vigilancia de la calidad del agua es clave para reducir los riesgos de transmisión de enfermedades gastrointestinales a la población

Revisar el protocolo **L6 Pruebas microbiológicas**

- **Medición de pH**

Determina el pH de muestras de agua residual basándose en un método normativo para identificar los factores que afectan al pH del agua y poder realizar una comparación de la calidad del agua basándose en la determinación de su pH. Es



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	74/147

medida que expresa el grado de acidez o basicidad de una solución en una escala que varía entre 0 y 14.

Revisar el protocolo **L7 Medición de ph de aguas residuales**

- **Conductividad eléctrica**

Es un método que determina la conductividad eléctrica de muestras de agua residual basándose en un método normativo e identifica los factores que afectan la conductividad eléctrica. La conductividad es la medida de la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica. Esta medida está relacionada con la concentración de iones en el agua, sus concentraciones, movilidad y valencia, así como la temperatura en la que se encuentra el medio líquido.

Revisar el protocolo **L8 Determinación de la conductividad eléctrica de aguas residuales**

Con base en los datos obtenidos de los diferentes métodos, llenar la siguiente tabla.

Tabla 1. Resultados de pruebas de laboratorio.

DQO mg /L		pH		sulfatos mg/L		Pruebas microbiológicas		Conductividad eléctrica unidades	
C/T	S/T	C/T	S/T	C/T	S/T	C/T	S/T	C/T	S/T

C/T: Muestra con tratamiento.

S/T: Muestra sin tratamiento.

5.2 Cumplimiento de normatividad.

- Comparar los resultados obtenidos en la tabla 1 con los parámetros de la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SEMARNAT-1996** que establece los límites



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	75/147

máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

- Comparar los resultados obtenidos en la tabla 1 con los parámetros de la Norma Oficial Mexicana **NOM-002-ECOL-1996** que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas.
- Llenar la siguiente tabla con los datos obtenidos.

Tabla 2. Comparación de resultados con la normatividad.

	Parámetro	Límites permisibles 001	Límites permisibles 002	Resultados
	DQO			
	PH			
	Determinación de sulfatos			
	Conductividad eléctrica			
	Pruebas microbiológicas			

6. Manejo De Residuos.

La espuma y los lodos procedentes del reactor electroquímico se reúnen en un recipiente de tamaño adecuado y se le ajusta el pH a un valor aproximado de 7 - 8 y se deja sedimentar. El líquido sobrenadante se puede desechar en el drenaje y los lodos sedimentados del fondo se secan en la estufa a 40°C y se envasan como residuos peligrosos. Se coloca etiqueta oficial del Sistema de Gestión de la Calidad y se colocan en la zona asignada dentro del laboratorio.

7. Bibliografía.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	76/147

Hernández Boiso Liliana Rosales Chamú Rebeca Massiel. (2020). Evaluación de la eficiencia de un sistema de electrocoagulación para la remoción de contaminantes en el tratamiento de aguas grises. Ciudad de México.

NMX-AA-030/2-SCFI-2011 Análisis de agua - Determinación de la demanda química de oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba - parte 2 - Determinación del índice de la demanda química de oxígeno – Método de tubo sellado a pequeña escala.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	77/147

L-4

Poder calorífico de un residuo

1. Objetivos

Determinar el poder calorífico de un residuo sólido.

2. Fundamento Teórico

La mayoría de las actividades humanas Consumen energía y generan residuos, que en su mayoría terminan en tiraderos a cielo abierto y rellenos sanitarios o incluso en el lecho de algunos arroyos y cuencas generando altos niveles de contaminación con costos de remediación que superan el costo de tratamiento, un importante porcentaje de estos residuos se degradan en cientos e incluso miles de años, ver tabla 1. Por ejemplo:

Tabla1. Ejemplo de compuestos y años que tardan en degradarse.

COMPUESTOS	AÑOS DE DEGRADACIÓN
Cáscara de naranja y de plátano	2
Colillas de cigarro	1 a 5
Calcetines de lana	1 a 5
Bolsas de plástico	10 a 20
Fibras de nylon	30 a 40
Piel curtida	50
Latas	50
Latas y tapas de aluminio	80 a 100
Botellas de vidrio	1 millón
Botellas de plástico	indefinido

Existen grandes inventarios de energía que están siendo enterrados desaprovechando su enorme potencial energético, ver tabla 2

Al ritmo actual de consumo, las reservas estimadas de petróleo (1 billón de barriles por extraer) se agotarían en 38 años.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	78/147

Sin embargo, algunos de los residuos pueden ser considerados como combustibles alternativos dependiendo de su poder calorífico.

Tabla 2. Componentes orgánicos

COMPUESTO	PODER CALORIFICO (KJ/Kg)
Desechos Orgánicos sin secar	13.2
Ropa	20
Cartón	17
Bolsas de polietileno	43
Fibras de nylon	28
Cuero	19
Espuma de poliestireno	35 a 40
Neumáticos	32.6
Gasolina	43.7
Propano	46

Combustibles Sólidos:

Harinas animales

Neumáticos Fuera de Uso

Plásticos

Residuos de Papel/Cartón/Madera

Residuos destilados

Lodos de plantas de tratamiento

Coque químico residual

Embalajes

Desechos agrícolas y orgánicos

Biomasa



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	79/147

Combustibles Líquidos:

Aceites

Disolventes

Pinturas

Combustibles Gaseosos

Biogás

Hoy la energía de estos residuos depositados en basureros o rellenos sanitarios es liberada mediante incendios que generan altos niveles de contaminación.

3. Materiales Y Equipo

3.1 Material

1 Bureta de 2L.

1 Tijeras

1 Pipeta graduada de 1 mL

1 Perilla de succión

3.2 Reactivos

Agua destilada (3 litros)

NaCO₃ (Carbonato de calcio)

Anaranjado de metilo

Seleccionar 1 residuo de la lista del fundamento teórico y/o del **anexo 1**.

3.3 Herramientas

No se requieren herramientas.

3.4 Equipo

1 Balanza analítica.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	80/147

1 Bomba calorimétrica con sus accesorios.

NOTA: Revisar cuidadosamente el inventario que se entrega junto de con la bomba calorimétrica.

3.5 Servicios

4. Procedimiento

Calibrar la bomba calorimétrica de acuerdo al protocolo de séptimo semestre y/o solicitar el dato de la calibración de la bomba.

Con ayuda de las pinzas de disección tomar la cápsula de muestra para evitar que se engrase con nuestras manos y pesar aproximadamente 1g de la muestra previamente seleccionada en la balanza analítica.

Colocar el cabezal de la bomba en un soporte universal y anclar

Instalar la cápsula que contiene la muestra seleccionada

Instalar el alambre de Ni-Cr (10 cm) cuidando que únicamente toque la muestra, para garantizar la combustión. **(Ver figura 1).**

Adicionar 1 mL de agua destilada a la bomba y cerrarla.

Con ayuda de la llave española colocar el manómetro al tanque de oxígeno.

Conectar la manguera de oxígeno a la bomba, comenzar a abrir la válvula del tanque poco a poco para evitar que se mueva la muestra o el alambre suspender la entrada de aire a 30 atm cerrando la válvula del tanque y purgando la línea del oxígeno **(Ver figura 2).**

Nota: Nunca trabajar a más de 40 atm.

Llenar la cubeta del calorímetro con 2 litros de agua destilada.

Colocar la cubeta dentro del calorímetro y la bomba en el interior de la cubeta, revisar que no halla fugas dentro de la bomba (Se presentan burbujas en el interior de la cubeta).

Conectar los alambres de ignición en las terminales de la bomba, no importa el sentido de los alambres ya que no tienen polaridad.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	81/147

Poner en la cubierta de la bomba el termómetro sobre la cubeta y mover manualmente la propela para asegurarse que gire libremente.

Conectar el motor con el agitador integrado al equipo para uniformizar la temperatura, a partir de este momento registrar la temperatura en intervalos de 30 segundos hasta que ya no se observe un cambio significativo.

Oprimir el botón de ignición para iniciar la combustión de la muestra (**ver figura 3**), a partir de ese momento registrar la temperatura cada minuto hasta que ya no se observe un cambio significativo.

Proceder a detener la agitación, apagar el termómetro, quitar la cubierta, desconectar las terminales de ignición y sacar la bomba con ayuda de las pinzas. Abrir la válvula de desfogue para liberar la presión y finalmente abrir la bomba (**Ver figura 4**).

Nota: Observar la muestra, si quedan residuos quiere decir que la combustión fue incompleta y por lo tanto deberá de repetirse la experimentación.

Medir el alambre residual.

Colectar el agua acumulada dentro de la bomba y dejarla enfriar para poder ocuparla en la próxima corrida o utilizar agua a temperatura ambiente, lavar la cápsula y las paredes de la bomba con agua destilada.

Titular el filtrado con la solución del carbonato de sodio usando como indicador anaranjado de metilo, hasta neutralizar la solución teniendo en cuenta que 1 cm³ de solución de carbonato gastado en la titulación equivale a 1 caloría.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	82/147



FIG. 1 Colocación del alambre Ni-Cr



FIG. 2 Conexión de la manguera al tanque de oxígeno



FIG.4 Registrador de temperatura



FIG.5 Bomba calorimétrica desmontada



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	83/147

5. Tratamiento De Datos

Los datos experimentales de cada muestra deben presentarse de la siguiente forma:

Tiempo min	Temperatura leída °C
0	
1	
2	
3	
...	

Realizar una gráfica de tiempo vs temperatura registradas en la prueba.

NOTA: Solicitar la determinación de la energía equivalente del calorímetro.

Cálculo del poder calorífico.

Definir (a) como tiempo en que ha comenzado la ignición, (c) tiempo de inicio del post-periodo y sus correspondientes temperaturas (ta y tc).

Calcular o estimar la temperatura al 60% del aumento total de la temperatura a lo largo de la prueba (tb).

En función de la temperatura al 60% del aumento total (tb), interpolar el tiempo a dicha temperatura (b).

Calcular la tasa de cambio de la temperatura con respecto al tiempo del pre-periodo. (r1)

$$r1 = \frac{ta - t_{inicial}}{a - a_{inicial}}$$

$$r [=] \frac{^{\circ}C}{s}, \frac{^{\circ}C}{min}$$

Calcular la tasa de cambio de temperatura con respecto al tiempo de post- periodo (r2).



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	84/147

$$r2 = \frac{t_{final} - t_c}{a_{final} - c}$$

$$r [=] \frac{^{\circ}C}{s}, \frac{^{\circ}C}{min}$$

Calcular el aumento neto de la temperatura corregida (t)

$$t = t_c - t_a - r1 (b-a) - r2 (c-b)$$

$$t [=] ^{\circ}C$$

Cálculos de la titulación

$$e_1 = C1 * N / 0.0725$$

EN DONDE:

C1 = Solución básica valorada empleada en la titulación en cm³.

N = Normalidad de la solución alcalina.

e₁ = C1 si se emplea solución de carbonato de sodio 0.0725 N.

e₃ = Corrección para el calor de combustión del alambre de encendido en calorías.

El poder calorífico superior P.C.S. en (cal/g) se calcula con la siguiente fórmula:

$$PCS = t_w * e_1 * e_2 * e_3 / m$$

EN DONDE:

e₂ = Corrección para el calor de formación del ácido sulfúrico en calorías; se obtiene con la siguiente fórmula:

$$e = 14 C m$$

EN DONDE:

14 = Factor de conversión para el calor de formación del ácido sulfúrico, para el cálculo de azufre en la muestra, en %.

C2 = Azufre en la muestra, en %.

m = Peso de la muestra, en g.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	85/147

Cálculo del poder calorífico inferior o neto PCI en (cal/g); se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{PCI} = \text{PCS} - 10.30 (\% h \times 9)$$

EN DONDE:

10.30 = Factor de conversión de los BTU del agua resultante de la combustión del hidrógeno, más la humedad del combustible, por unidad de peso del combustible.

$h = \% h \text{ total.}$

$\% h \text{ Total} = \% \text{ de materia volátil}$

$\% \text{ de materia volátil} = 100 - \% \text{ de cenizas.}$ 15 = Valor empírico. 9 = Factor de conversión que toma en cuenta el calor latente de vaporización del agua (varía según la presión).

6. Manejo De Residuos

Los reactivos sobrantes deberán ser regresarse al asesor con el fin de que sean utilizados por otros equipos del grupo.

Los residuos perfectamente envasados y etiquetados deberán colocarse en el área dispuesta para residuos, asignada en el laboratorio.

Cualquier residuo generado en esta práctica puede ser identificado como residuo peligroso, de acuerdo a lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos

7. Bibliografía

Smith, J.M, (2003). Introducción a la termodinámica en la ingeniería química. MÉXICO, DF: McGraw-Hill.

<http://www.enlacesasociados.com/memorias/vcongreso/2.pdf>

Determinación de poder calorífico en residuos. ASTM-D-5468-02 Standard Test Method for Gross Calorific and Ash Value of Waste Materials.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	86/147

Nmx-aa-033-1985 protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-determinación de poder calorífico superior

NOM-052-SEMARNAT-2005 características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	87/147

8. Anexo

TABLA DE PODER CALORÍFICO SUPERIOR DE MATERIA ORGÁNICA

COMBUSTIBLE	PODER C. SUPERIOR kJ/kg
Bagazo húmedo	10500
Bagazo seco	19200
Cáscara de cacahuete	17800
Cascarilla de arroz	13800
Celulosa	16500
Corteza escurrida	5900
Cosetas de caña	4600
Madera seca	19000
Madera verde	14400
Paja seca de trigo	12500
Paja seca de cebada	13400
Serrín húmedo	8400



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	88/147

L-5

Medición y evaluación de ozono

1. Objetivos.

Medir el ozono en el medio ambiente utilizando la gráfica del número de Schönbein, y comparar los valores obtenidos con los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad nacional.

Comparar niveles de ozono reportados que se presentan en diferentes horarios y condiciones climatológicas en la CDMX, para relacionar su comportamiento con la salud de la sociedad.

2. Fundamento Teórico.

El ozono es un compuesto que se forma en la atmósfera durante las horas de sol a partir de los contaminantes que se emiten diariamente al aire a través de los escapes de automóviles y las chimeneas de la industria. El ozono es un gas incoloro, sin embargo, en altas concentraciones es posible sentir su presencia en el aire ya que provoca ardor de ojos e irritación en la garganta, en personas asmáticas puede activar un episodio de asma.

Los científicos que estudian la química de la atmósfera han demostrado que el ozono se forma de cientos de reacciones químicas entre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos. Estas reacciones requieren de energía solar, es por eso que el ozono no se produce durante la noche. Los científicos también han demostrado que el ozono está vinculado a un aumento en el número de ataques de asma, enfermedades respiratorias.

El científico holandés *Martinus Van Marun* fue el primero en describir el intenso y característico olor que sigue a las descargas eléctricas en presencia del oxígeno. En 1839 el químico Suizo *C. F. Schönbein* detectó el mismo olor al realizar dichas descargas en aire, identificando la sustancia causante del olor, y proponiendo para la misma el nombre de ozono, derivado de la palabra griega *ozein*, "olor". Soret.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	89/147

México por sus características geográficas y climatológicas incluyendo su alta densidad de población presenta problemas relacionados con la emisión y generación de aerosoles atmosféricos, así como de episodios elevados de concentraciones de ozono troposférico, el cual es generado por emisiones primarias de óxidos de nitrógeno (NOx) de compuestos orgánicos volátiles (COVs); es importante destacar que dentro de los aerosoles atmosféricos las partículas de menos de 2.5 micras tienen, un origen antropogénico. Es decir, son producidas por procesos de combustión que usan combustibles fósiles. Dichas partículas pueden causar problemas a la salud, específicamente a las vías respiratorias. Dentro de algunos de los efectos que se pueden presentar, están: tos, dificultad para respirar, agrava el asma y produce severos daños como el daño pulmonar o muerte prematura en individuos con enfermedades existentes del corazón y del pulmón.

Se calcula que la cantidad total de ozono en la troposfera ha aumentado en 36 % desde el periodo previo a la industrialización a causa de las emisiones antropogénicas de diversos gases que forman ozono.

La temporada de ozono inicia en la última semana de febrero y concluye en junio con las primeras lluvias. Durante este periodo, los niveles de ozono en el aire ambiente alcanzan concentraciones de riesgo durante prácticamente todos los días, entre las 13:00 y las 18:00 horas.

El ozono es una sustancia reactiva que puede actuar fácilmente con el yoduro de potasio (KI). La reacción que ocurre entre el KI; el ozono y el agua se representa:



Cuando ocurre la reacción se libera hidróxido de potasio (KOH), yodo (I₂) y oxígeno (O₂). El yodo reacciona con el almidón, coloreándose a púrpura, esto permite identificar la presencia de O₃.

Reacciones de formación de Ozono troposférico.

Durante el día el dióxido de nitrógeno se disocia en monóxido de nitrógeno y radicales oxígenos:



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	90/147



El O* se combina con el oxígeno molecular generando Ozono:



En ausencia de COVs este Ozono oxida al monóxido de nitrógeno de la etapa anterior:



Pero en presencia de COVs, éstos se transforman en radicales peroxi que a su vez oxidan al NO:



De esta forma el NO está disponible para reaccionar con el ozono y este se acumula en la atmosfera.

Técnicas de medición de ozono.

Fotómetros solares

El método LIDAR (Light Detection And Ranging)

Método de Quimioluminiscencia

Medidores de ozono pasivos

Fotómetros que utilizan cámara de absorción

3. Materiales Y Equipo.

3.1 Materiales

1 vidrio de reloj mediano

1 espátula

Papel filtro

2 vasos de precipitados de 250 ml

Pipeta graduada de 5 ml

Probeta 10 ml o 25 ml

Termómetro -10 a 100 °C



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	91/147

2 bolsas de plástico sellables
1 brocha ¼ in o gotero
1 agitador de varilla de vidrio
1 charola (para secado)
1 carta psicométrica
Tiras de papel PH
Papel aluminio

3.2 Reactivos.

Agua destilada
Yoduro de potasio (0.5 g)
Almidón (5.0 g)
H₂SO₄ 1M (1.0 ml.)
Carbonato de Sodio grado Técnico

3.3 Herramientas

No se requieren herramientas.

3.4 Equipo.

1 parrilla c/agitación
1 balanza digital
1 psicrómetro de bulbo húmedo
1 estufa de secado.

3.5 Servicios.

Energía eléctrica.

4. Procedimiento.

Se deberá preparar un detector de ozono el cual se prepara con una mezcla de almidón y KI en agua cubriendo tiras de papel filtro en la mezcla.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	92/147

Preparación de soluciones.

Disolver 5 g de almidón en 10 ml de agua a temperatura ambiente

Calentar 80 ml de agua destilada a una temperatura entre 70 °C a 80 °C, retirar de la parrilla y adicionar la solución de almidón previamente preparada.

Pesar 0.5 g de KI, disolverlo en la solución de almidón a 60 °C aproximadamente y adicionar 1 ml de H₂SO₄ 1M.

Para la experimentación.

Cortar 20 tiras de 1x5 cm de papel filtro.

Identificar y enumerar las tiras de papel cortadas con lápiz.

Con una brocha delgada, aplicar la solución de almidón/KI en las tiras de papel filtro.

Secar las tiras de papel filtro en una estufa a 80 °C durante 4 minutos aproximadamente. (Procura envolver las parrillas de la estufa con aluminio)

Sacar las tiras y almacenarlas en aluminio junto con bolsas de plástico hasta que se utilicen.

Se deberá exponer el detector al aire ambiente no directo al sol (ya que interfiere en la reacción). Colocar dos tiras de papel, una de ellas se deberá exponer durante todo el tiempo que dure el experimento; y guardar una tira sin exponer, la cual será utilizada como control.

Cambiar la otra tira cada 30 min y almacenarla en aluminio dentro de una bolsa sellable para evitar la continuidad de la reacción.

Medir con el psicómetro la temperatura de bulbo seco y húmedo. Determinar la humedad ambiental.

Registrar los datos experimentales en Tabla 1.

Obtención de concentración de ozono.

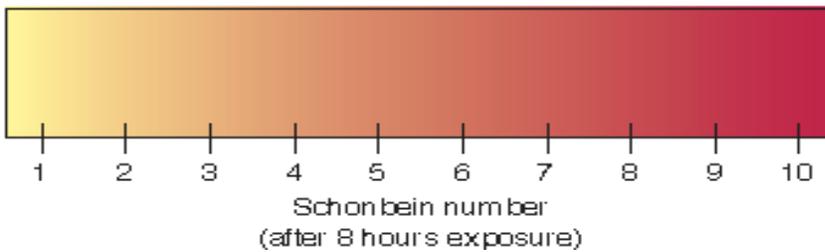


SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	93/147

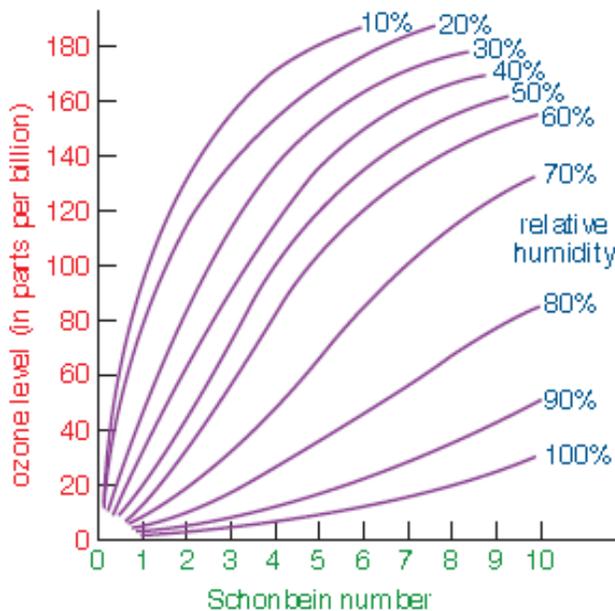
Después de la exposición de la tira, comparar el color del detector con el de la escala mostrada en la figura siguiente y asignar el valor del número de Schönbein. Registrar los resultados en la Tabla 1. El número de Schönbein es solo una medida de que tan oscuro se convierte el detector.



Numero de Schönbein

(Despues de 8 h de exposicion)

Con él por ciento de humedad y el número de Schönbein, utilizar la Figura 1 para estimar la concentración de ozono en el lugar donde se ubicó el detector.





**SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA**

**MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE**



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	94/147

Repetir el experimento en otra jornada de las 7:00 y hasta las 21:00 hrs. Obtener la concentración de ozono a lo largo del día, tal como se realizó en el laboratorio.

NOTA: Asegúrese de portar durante todo el experimento guantes y tener el menor contacto con el medio ambiente

5. Tratamiento De Datos.

Reporte los datos obtenidos experimentalmente en la siguiente tabla.

Tabla 1. Tabla de resultados.

No. Muestra	Hora	T _h °C	T _s °C	% Y	NSch**	[O] (ppb)*

*ppb=partes por billón. **NSch=número de Schönbein.

Compara los resultados obtenido en el experimento junto con los que se realizan en las estaciones de monitoreo de la CDMX.
<http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc='ZaBhnmI='&dc=ZA>



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	95/147

Tabla 2. Tabla comparativa.

Horario (h)	Zona	Experimental Concentración (ppb)	Reportada Concentración (ppb)

Compare la concentración del detector que estuvo expuesto de forma continua durante todo el experimento, con las tiras que se expusieron a los diferentes horarios y comente.

Considerando la siguiente tabla, ¿Qué efectos a la salud podría tener el ozono detectado en el sitio en donde se realizaron las mediciones?

Tabla 4. Resultados.

Concentración O ₃	Efectos a la salud
10 A 15 ppb	Umbral de detección olfativo.
50 a 100 ppb	Irritación de la nariz y de la garganta.
150 a 1000 ppb	Disminución de la agudeza visual, dolores de cabeza, tos, fatiga, sensación de opresión en el pecho, dolor subesternal.
1.5 a 2.5 ppm	Trastornos neurológicos y de coordinación, dificultad de expresión, alteraciones hematológicas.
4 a 5 ppm	Edema pulmonar hemorrágico.
10 ppm	Coma.
>15 ppm	Mortal

Pamela Walker Elaine Wood. (1958). Environmental Science Experiments. New York: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	96/147

6. Manejo De Residuos.

La solución de KI - almidón – H₂SO₄ se neutralizar a pH de 7 utilizando carbonato de sodio, usar tiras de papel para verificar el pH.

7. Bibliografía.

Arellano, J. & Guzmán, J. (2017). Ingeniería Ambiental. México: Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V.

NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental.

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5356801&fecha=19/08/2014

Pamela Walker Elaine Wood. (1958). Environmental Science Experiments . New York: Library of CongressCataloging-in-Publication Data.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	97/147

L-6

Pruebas microbiológicas

A) Determinación de bacterias coliformes mediante la técnica del número más probable

1. Objetivos

- Realizar el análisis microbiológico de una muestra de agua residual.
- Determinar la presencia de bacterias coliformes totales y coliformes fecales
- Comprender el impacto que tiene la mala implementación de plantas de tratamiento de agua y su importancia en el ámbito de la salud pública.

2. Fundamento teórico

En la actualidad menos del 1% del volumen limitado de agua con que cuenta el planeta es dulce. La CONAGUA señala que sólo 47.5% de las aguas residuales colectadas recibe tratamiento, y un porcentaje mucho más bajo cumple con las normas de calidad de las descargas. Esto genera grandes impactos en la salud pública de las personas, así como en la vida silvestre y los ecosistemas.

Por otro lado, información recabada por investigadores del Seminario Universitario de Sociedad Medio Ambiente e Instituciones (SUSMAI), de la UNAM, refleja que las aguas residuales contienen, entre otros, patógenos no controlados; antibióticos que aumentan la resistencia de las bacterias; metales pesados; residuos de productos de aseo personal y doméstico; derivados de combustibles y plaguicidas.

En términos generales, las aguas sin tratamiento pueden provocar diversas enfermedades como cólera, diarreas, disentería, hepatitis A, fiebre tifoidea y poliomielitis. El hombre es el reservorio más frecuente de los agentes causales de las enfermedades infecciosas humanas y en menor proporción los animales o plantas. Muchos de estos agentes son eliminados con las excretas (heces y orina)



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	98/147

y, en menor cuantía, por otras vías de salida (boca, nariz, conjuntiva, etc.) contaminando las aguas.

Si bien el bajo tratamiento de las aguas residuales en México se refleja en la gran contaminación de los cuerpos de agua, es una muestra de lo poco eficiente que ha resultado la instalación de plantas de tratamiento a lo largo del país, cuya construcción es costosa y su operación resulta en una carga financiera y operativa que muchos municipios y organismos operadores no son capaces de soportar, provocando una subutilización de la infraestructura instalada hasta llevarlas al abandono. Según diversos especialistas, únicamente funcionan el 54% de las plantas menores a 100 litros/segundo en el país, y solamente el 25% lo hacen de manera adecuada. Asimismo, se estima que existen 3,517 plantas de tratamiento abandonadas en todo el territorio nacional con una capacidad instalada de tratamiento cercana a los 200 mil litros por segundo.

El tren de potabilización básico comprende un proceso de floculación, sedimentación, filtración y desinfección; se incluye la dosificación y alimentación de los reactivos (sulfato de aluminio y polielectrolito como coagulantes) y gas cloro en la desinfección. Con este sistema se puede remover fundamentalmente la turbiedad, contaminación bacteriológica y disminución en los niveles de otros parámetros.

Con el fin de garantizar en el mayor grado posible la inocuidad del agua, la mayoría de los países han establecido normas de potabilidad que incluye análisis físicos, químicos y bacteriológicos.

El control y vigilancia de la calidad del agua es clave para reducir los riesgos de transmisión de enfermedades gastrointestinales a la población; la calidad microbiológica del agua se establece determinando el número más probable de organismos coliformes con base en la NOM -112-SSA1-1994 y verificar que este número se encuentre dentro de los límites establecidos en la NOM-127-SSA1-1994.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE

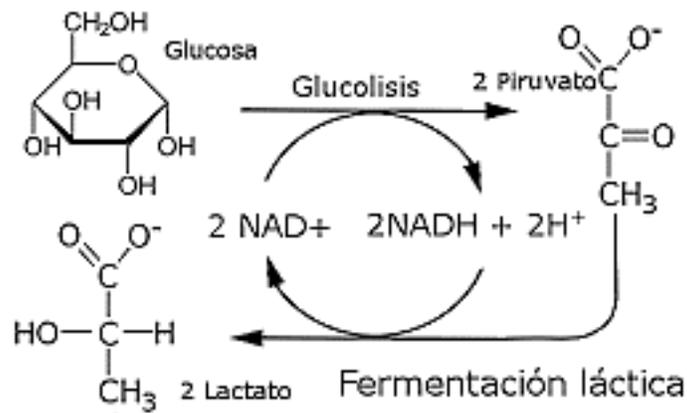


Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	99/147

La NOM-112-SSA1-1994. Técnica del número más probable, también llamada técnica de dilución en tubo, proporciona una estimación estadística de la densidad microbiana presente basada a la probabilidad de obtener tubos con crecimiento positivo disminuye conforme es menor el volumen de muestra inoculado.

Esta técnica se basa en la detección de bacterias coliformes presentes en una muestra de agua capaces de realizar una fermentación láctica a partir de glucosa generando lactato como producto final tras una incubación a 35 °C durante 24 a 48 horas en un medio de cultivo selectivo capaz de evaluar la producción de gas y ácido, los cuales causan el viraje del indicador de pH, dando un color característico en el mismo.

- **Reacciones**



3. Materiales y equipo

3.1 Materiales

- Frascos de vidrio de 250 mL con tapón de rosca
- Utensilios esterilizables: cuchillos, pinzas, tijeras, cucharas, espátulas, etc.
- Tubos de 20X200 mm



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	100/147

- Campana de Durham
- Tubos de 16X160 mm
- Gradilla
- Asa bacteriológica de platino o nicromo de 3 mm de diámetro

3.2 Medios

- Agua peptonada
- Caldo Lactosa Lauril Sulfato (Coliformes Totales y Fecales)
- Caldo Bilis Verde Brillante (Coliformes Totales Prueba Confirmatoria)
- Caldo *E. coli* (Coliformes Fecales Prueba Confirmatoria)

3.3 Material biológico

- Muestra de agua residual

3.4 Reactivos

- Reactivo de Kovac o Erlich (3 a 5 gotas)
- Soluciones diluyentes
- Solución reguladora de fosfatos (solución concentrada)

3.5 Equipos

- Autoclave (15 min a 121 ± 1 °C)
- Incubadora

3.6 Instrumentos

- Termómetro
- Pipetas bacteriológicas graduadas de 10 y 1 mL
-



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	101/147

3.7 Servicios

- Electricidad
- Agua
- Gas

4. Procedimiento

Preparación de la solución reguladora de fosfatos

COMPONENTES

Fosfato monopotásico 34,0 g

Agua destilada 1,0 L

Preparación:

Disolver el fosfato en 500 mL de agua y ajustar el pH a 7,2 con solución de hidróxido de sodio 1 N.

Llevar a un litro con agua.

Esterilizar durante 15 minutos a $121 \pm 1,0$ °C.

Conservar en refrigeración (solución concentrada).

Tomar 1,25 mL de la solución concentrada y llevar a un litro con agua.

Distribuir en porciones de 99, 90 y 9 mL según se requiera.

Esterilizar durante 15 minutos a 121 ± 1 °C.

Después de la esterilización, el pH y los volúmenes finales de la solución de trabajo deben ser iguales a los iniciales.

Preparación del agua peptonada

Reactivos- cantidades

Peptona 1,0 g



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	102/147

Cloruro de sodio 8,5 g

Agua 1,0 L

Preparación:

Disolver los componentes en un litro de agua.

Ajustar el pH a 7,0 con hidróxido de sodio 1 N.

Distribuir en porciones de 99, 90 y 9 ml o en cualquier volumen múltiplo de nueve según se requiera.

Esterilizar durante 15 minutos a $121 \pm 1,0$ °C.

Después de la esterilización los volúmenes finales de la solución de trabajo deben ser iguales a los iniciales.

Si este diluyente no es usado inmediatamente, almacenar en lugar oscuro a una temperatura entre 0 a 5 °C por un tiempo no mayor de un mes, en condiciones tales que no alteren su volumen o composición.

Preparación del Caldo lactosado

Disolver el medio de cultivo en 1 L de agua, calentando si es necesario.

Ajustar el pH final de tal manera que después de la esterilización éste sea de $6,9 \pm 0,2$ a 25 °C.

Distribuir en volúmenes de 10 mL en tubos con dimensiones de 16 x 160 mm el medio de concentración sencilla y de 20 mL en tubos de 20 x 200 mm el medio de concentración 1.5, cada tubo debe tener campana de fermentación.

Esterilizar en autoclave por 15 minutos a $121 \pm 1,0$ °C.

Enfriar. El aspecto del caldo es claro y de color beige.

Se puede utilizar una concentración doble del medio de cultivo, en cuyo caso se emplearán 10 mL del caldo preparado, cuando se agreguen 10 ml de la muestra.

Preparación del Caldo lauril sulfato triptosa.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	103/147

Disolver los componentes en 1 L de agua destilada, calentando si es necesario o el medio de cultivo completo deshidratado, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Ajustar el pH de tal manera que después de la esterilización éste sea de $6,8 \pm 0,2$ a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Distribuir en volúmenes de 10 mL en tubos con dimensiones de 16 x 160 mm el medio de concentración sencilla y de 20 ml en tubos de 20 x 200 mm el medio de concentración 1.5, cada tubo debe tener campana de fermentación.

Esterilizar en autoclave por 15 minutos a $121 \pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Se recomienda almacenar el medio una vez preparado.

Las campanas de fermentación no deben de contener burbujas de aire después de la esterilización.

Se puede utilizar una concentración doble del medio de cultivo, en cuyo caso se emplearán 10 mL de caldo preparado, cuando se agreguen 10 mL de muestra.

Preparación del Caldo lactosa bilis verde brillante

Disolver el medio completo deshidratado en agua, calentar si es necesario.

Ajustar el pH, de tal manera que después de la esterilización éste sea de 7,2 a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Distribuir el medio en cantidades de 10 mL en tubos de 16 X 160 mm conteniendo campana de fermentación.

Esterilizar en autoclave por 15 minutos a $121 \pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Las campanas de fermentación no deben contener burbujas de aire después de la esterilización

Preparación de la dilución primaria.

Agitar la muestra manualmente con 25 movimientos de arriba a abajo en un arco de 30 cm efectuados en un tiempo de 7 segundos. Tomar 1 ml de la muestra y diluir con 9 mL del diluyente el cual debe encontrarse a una temperatura similar a ésta, evitando el contacto entre la pipeta y el diluyente.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	104/147

Siempre que la cantidad de muestra lo permita, tomar alícuotas mayores, por ejemplo, volúmenes de 10 u 11 mL, diluidos con 90 o 99 mL, de la misma forma que se describió anteriormente

Preparación de las diluciones decimales adicionales.

La preparación de las muestras debe llevarse a cabo de acuerdo a la NOM-110-SSA1- 1994. Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico.

Transferir 1 mL o un múltiplo, por ejemplo, 10 u 11 ml de la dilución primaria 1 + 9 (10-1), en otro recipiente conteniendo nueve veces el volumen del diluyente estéril a la temperatura apropiada, evitando el contacto entre la pipeta y el diluyente.

Mezclar cuidadosamente cada botella de diluyente siempre de la misma manera que se describe en 4.6.1.

La selección de las diluciones que se vayan a preparar y de aquellas que se van a inocular, dependen del número esperado de microorganismos en la muestra, con base a los resultados de análisis previos y de la información que se obtenga del personal de inspección que la haya colectado. En ausencia total de información, trabajar con las diluciones de la primera a la sexta.

Utilizar pipetas diferentes para cada dilución inoculando simultáneamente las cajas que se hayan seleccionado. El volumen que se transfiera nunca debe ser menor al 10% de la capacidad total de la pipeta.

Si la pipeta es terminal y se transfiere un volumen de líquido equivalente a su capacidad total, escurrir aplicando la punta de la pipeta una sola vez en un área de la caja Petri sin líquido.

Mientras se afora el líquido de la pipeta, la punta de ésta debe apoyarse en el interior del cuello del frasco y mantenerla en posición vertical, para lo cual este último debe inclinarse lo necesario.

En estudios donde se busca la presencia o ausencia de una determinada especie de microorganismos en 0,1 mL o 0,1 g, no es necesario preparar diluciones mayores.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	105/147

NOTA 1: Para la técnica del número más probable utilizar tres tubos: donde sea posible demostrar el microorganismo en 10 mL de la dilución más alta.

Procedimiento para la prueba presuntiva

Inoculación. Agitar la muestra. Transferir volúmenes de 10 mL de muestra a cada uno de 5 tubos con 20 mL de caldo lactosado de mayor concentración y 1,0 mL y 0,1 mL de muestra a cada uno de los tubos de las series de 5 respectivamente con 10 mL de caldo lactosado de concentración sencilla o caldo lauril sulfato triptosa con púrpura de bromocresol. (Ver punto 6.1.2)

Incubación. Incubar los tubos a 35 °C. Examinar a las 24 ± 2 h y observar si hay formación de gas o la formación de gas no se observa en este tiempo, incubar por 48 ± 2 h.

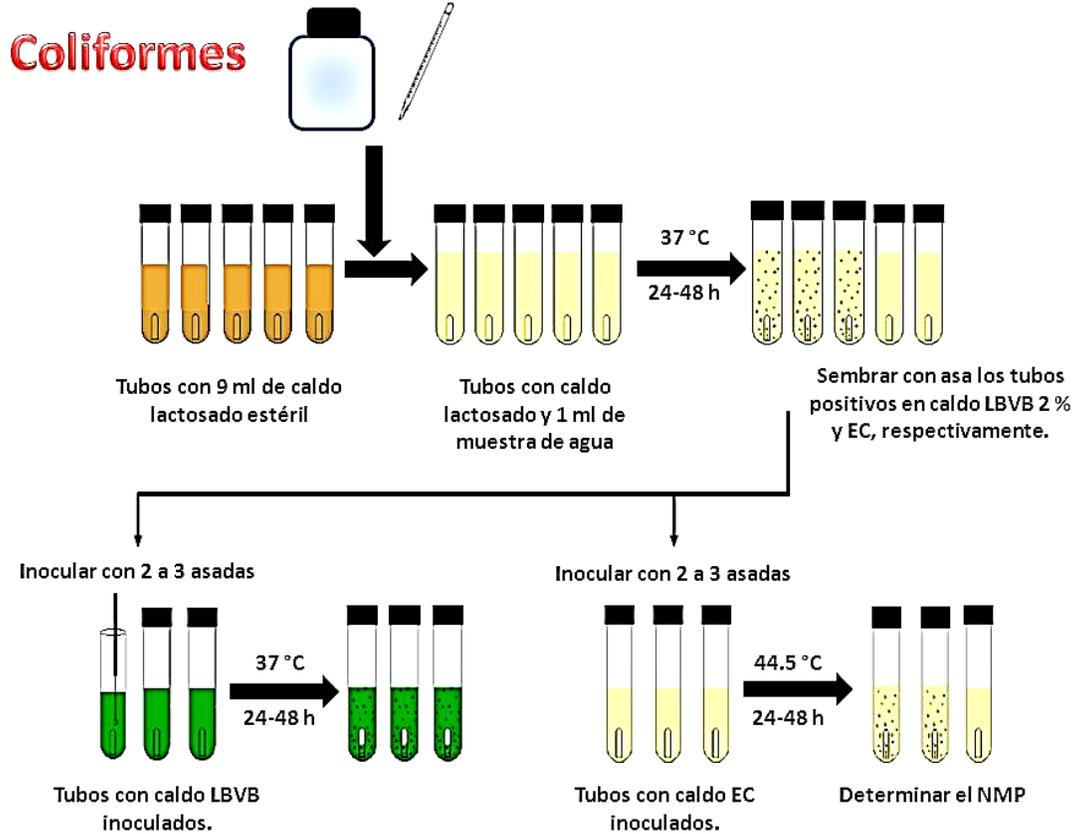
Procedimiento para la prueba confirmatoria

De cada tubo que muestre formación de gas, tomar una asada y sembrar en un número igual de tubos con medio de confirmación, caldo lactosa lauril bilis verde brillante. Incubar a 35 ± 0,5 °C por 24 ± 2 horas o si la formación de gas no se observa en este tiempo, incubar por 48 ± 2 horas.

En esta Norma Oficial Mexicana, para el análisis de agua potable, agua, se emplea la serie de 5 tubos inoculados, 5 tubos con 10 mL, 5 tubos con 1 mL y 5 tubos con 0,1 mL.



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	106/147

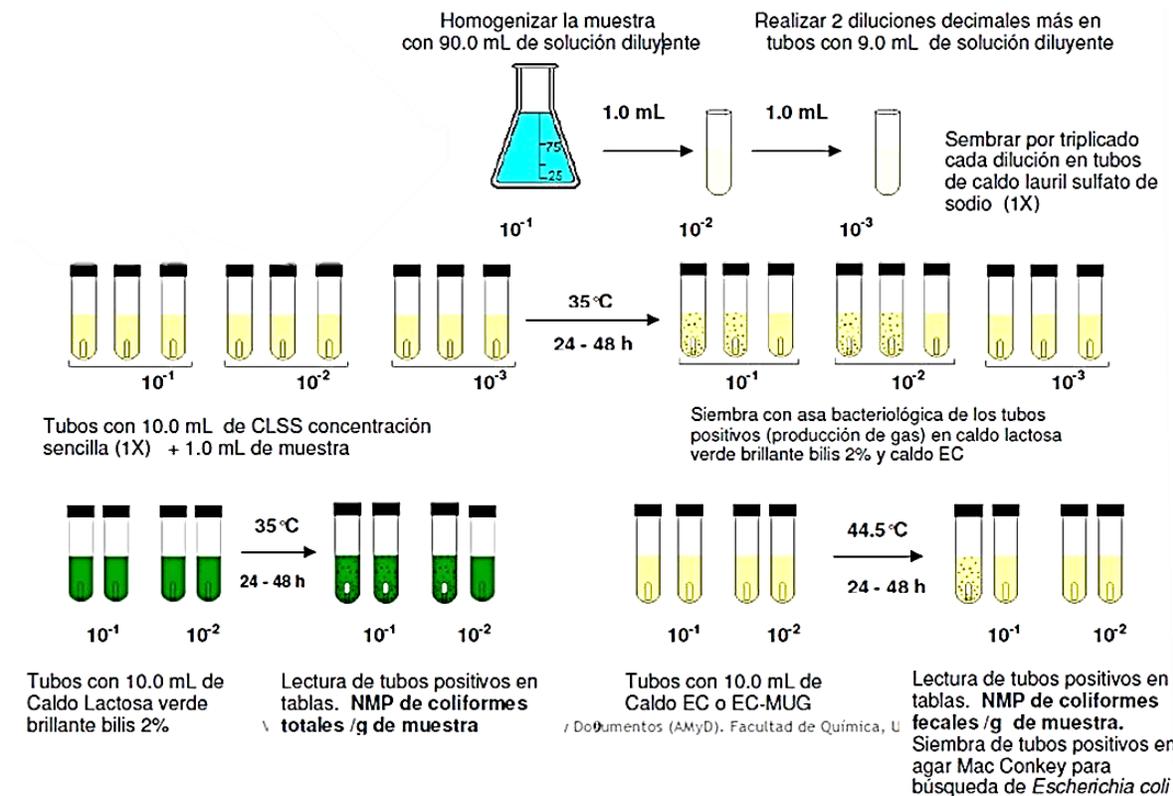




SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	107/147



NOTA 2: El uso de caldo lauril triptosa manitol con triptofano permite observar gas y producción de indol.

NOTA 3: La detección de *E. coli* es considerada como evidencia satisfactoria de contaminación fecal.

NOTA 4: En el caso del análisis de agua potable puede utilizarse caldo lactosado o caldo lauril sulfato triptosa con púrpura de bromocresol (concentración 0,01 g/L de medio), como alternativa al uso de campanas de fermentación. Los tubos positivos se manifiestan por el vire del indicador a color amarillo.

5. Tratamiento de datos

Nota: Sólo si la prueba confirmatoria coincide con *E. coli* se reporta el NMP.



**SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA**

**MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE**



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	108/147

5.1 Tomar la serie de tubos de la prueba confirmativa que dé formación de gas después del periodo de incubación requerido y buscar el NMP en los cuadros correspondientes.

6. Manejo de residuos

Los R.P.B.I. deberán ser tratados, con base en lo que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 y el MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN MANEJO DE R.P.B.I. Los residuos peligrosos biológico-infecciosos deben ser tratados por métodos físicos o químicos que garanticen la eliminación de microorganismos patógenos. En esta práctica se utilizará la esterilización por calor húmedo a 15 libras de presión, 121 °C por un periodo de 15 a 20 minutos y posterior disposición final en los sitios autorizados (indicados por el asesor).

Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental – Salud ambiental – Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo.

7. Bibliografía

7.1 asajet. n.d. Características Y Ventajas | Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales ASAJET. [Internet] Disponible en: <https://plantasdetratamiento.com.mx/caracteristicas-y-ventajas/?gclid=CjwKCAiAINf-BRB_EiwA2osbxZ67vxyGRaMQM_AbLH7T31ajvy8BiyWq3O2at0hVBGoA10UGqNEG4xoC_FIQAvD_BwE> [Consultado el 2 de diciembre de 2020].

7.2 iAgua. 2018. En México, Solo El 57% De Las Aguas Residuales Son Tratadas Correctamente. [Internet] Disponible en: <<https://www.iagua.es/noticias/unam/investigadores-unam-senalan-necesidad-tratar-aguas-residuales-mexico>> [Consultado el 2 de diciembre de 2020].

7.3 Paredes, A., 2020. Retos Y Oportunidades En El Tratamiento De Aguas Residuales • Forbes México. [Internet] Forbes México. Disponible en:



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	109/147

<<https://www.forbes.com.mx/retos-y-oportunidades-en-el-tratamiento-de-aguas-residuales/>> [Consultado el 2 de diciembre de 2020].

7.4salud.gob.mx. 1994. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-112-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES. TÉCNICA DEL NÚMERO MÁS PROBABLE. [Internet] Disponible en: <<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/112ssa14.html#:~:text=Bienes%20y%20servicios-,NORMA%20OFICIAL%20MEXICANA%20NOM%2D112%2DSSA1%2D1994%2C%20BIENES,que%20dice%3A%20Estados%20Unidos%20Mexicanos.>> [Consultado el 2 de diciembre de 2020].

7.5salud.gob.mx. 1994. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-110-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. PREPARACIÓN Y DILUCIÓN DE MUESTRAS DE ALIMENTOS PARA SU ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO. [Internet] Disponible en: <<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/110ssa14.html#:~:text=Esta%20norma%20est%C3%A1%20orientada%20a,el%20examen%20microbiol%C3%B3gico%20de%20alimentos.&text=La%20diluci%C3%B3n%20primaria%20tiene%20por,muestra%20destinada%20para%20el%20an%C3%A1lisis>> [Consultado el 2 de diciembre de 2020].

7.6Cndh.org.mx. 2003. NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 Protección Ambiental-Salud, Ambiental-Residuos Peligrosos Biológico-Infeciosos-Clasificación Y Especificaciones De Manejo. | Comisión Nacional De Los Derechos Humanos - México. [Internet] Disponible en: <<https://www.cndh.org.mx/documento/nom-087-semarnat-ssa1-2002-proteccion-ambiental-salud-ambiental-residuos-peligrosos>> [Consultado el 2 de diciembre de 2020].

7.7Inper.mx. 2011. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO - INFECCIOSOS (R.P.B.I.). [Internet] Disponible en: <<http://www.inper.mx/descargas/pdf/ManualProcedimientosManejoRPBI.pdf>> [Consultado el 2 de diciembre de 2020].

7.8salud.gob.mx. 2002. NORMA Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental - Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	110/147

infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo. [Internet] Disponible en: <<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/087ecolssa.html>> [Consultado el 2 de diciembre de 2020].



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	111/147

B) Determinación de bacterias coliformes mediante la técnica de coliformes totales en placa

1. Objetivos

- Determinar el número de microorganismos coliformes totales presentes en muestras de aguas residuales por medio de la técnica de cuenta en placa.

2. Fundamento teórico

Este método permite determinar el número de microorganismos coliformes presentes en una muestra de agua residual, utilizando un medio selectivo (agar rojo violeta bilis) en el que se desarrollan bacterias a 35°C en aproximadamente 24 h, dando como resultado la producción de gas y ácidos orgánicos, los cuales viran el indicador de pH y precipitan las sales biliares.

3. Materiales y equipo

3.8 Materiales

- 3.8.1 Frascos de vidrio de 250 mL con tapón de rosca.
- 3.8.2 Tubos de 16 X 150 mm con tapón de rosca.
- 3.8.3 Utensilios esterilizables para la obtención de muestras: cuchillos, pinzas, tijeras, cucharas, espátulas, etc.
- 3.8.4 Cajas Petri.

3.9 Medio de cultivo

- 3.9.1 Agar RVBA

3.10 Reactivos

- 3.10.1 Soluciones diluyentes
- 3.10.2 Solución reguladora de fosfatos (solución concentrada)

3.11 Material biológico



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	112/147

3.11.1 Muestra de agua residual

3.12 Equipo

3.12.1 Autoclave (15 min a 121 ± 1 °C)

3.12.2 Incubadora

3.12.3 Parrilla calentamiento y agitación

3.13 Instrumentos

3.13.1 Termómetro

3.13.2 Pipetas bacteriológicas graduadas de 10 y 1 mL

3.13.3 Microscopio

3.14 Servicios

3.14.1 Electricidad

3.14.2 Agua

3.14.3 Gas

4 Procedimiento

Preparación de la solución reguladora de fosfatos

Seguir el procedimiento como lo marca el punto 4.1 de práctica “DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES MEDIANTE LA TÉCNICA DEL NÚMERO MÁS PROBABLE”

Preparación del agua peptonada

Seguir el procedimiento como lo marca el punto 4.2 de práctica “DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES MEDIANTE LA TÉCNICA DEL NÚMERO MÁS PROBABLE”

Preparación del medio de cultivo agar-rojo- violeta-bilis-lactosa (RVBA)

Mezclar los componentes en el agua destilada y dejar reposar durante algunos minutos. Mezclar perfectamente y ajustar el pH a 7,4 con ácido clorhídrico 0,1N o



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	113/147

con hidróxido de sodio 0,1N a 25°C, de forma que después del calentamiento se mantenga en este valor.

Calentar con agitación constante y hervir durante 2 minutos.

Enfriar inmediatamente el medio en un baño de agua hasta que llegue a 45°C.

Evitar el sobrecalentamiento del medio.

No debe esterilizarse en autoclave.

Usar el medio dentro de las tres primeras horas después de su preparación.

En el caso de utilizar medio de cultivo deshidratado, seguir las instrucciones del fabricante.

Preparación de la muestra

La preparación de la muestra debe ser de acuerdo al de la práctica “DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES MEDIANTE LA TÉCNICA DEL NÚMERO MÁS PROBABLE”

Procedimiento de la prueba

Colocar en cajas Petri por duplicado 1 mL de la muestra líquida directa o de la dilución primaria, utilizando para tal propósito una pipeta estéril.

Repetir el procedimiento tantas veces como diluciones decimales se requiera sembrar, utilizando una pipeta estéril diferente para cada dilución.

Vertir de 15 ± 5 mL del medio RVBA fundido y mantenido a $45 \pm 1,0^\circ\text{C}$ en baño de agua. El tiempo transcurrido entre la preparación de la dilución primaria y el momento en que se vierte el medio de cultivo, no debe exceder de 20 minutos.

Mezclar cuidadosamente el inóculo con el medio con seis movimientos de derecha a izquierda, seis movimientos en el sentido de las manecillas del reloj, seis movimientos en el sentido contrario al de las manecillas del reloj y seis de atrás para adelante, sobre una superficie lisa y nivelada. Permitir que la mezcla solidifique dejando las cajas Petri reposar sobre una superficie horizontal fría.

Preparar una caja control con 15 mL de medio para verificar la esterilidad.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	114/147

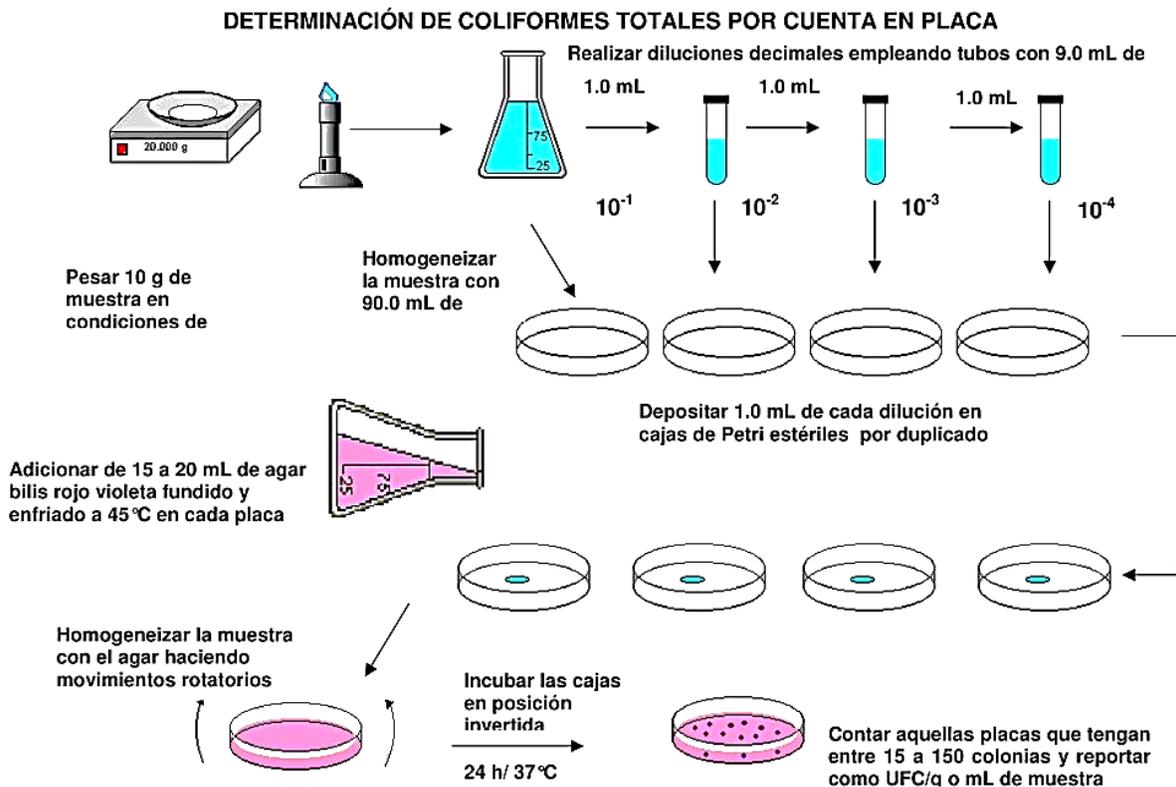
Después de que está el medio completamente solidificado en la caja, verter aproximadamente 4 mL del medio RVBA a $45 \pm 1,0^\circ\text{C}$ en la superficie del medio inoculado. Dejar que solidifique.

Invertir las placas y colocarlas en la incubadora a 35°C , durante 24 ± 2 horas.

Después del periodo especificado para la incubación, contar las colonias con el contador de colonias.

Seleccionar las placas que contengan entre 15 y 150 colonias. Las colonias típicas son de color rojo oscuro, generalmente se encuentran rodeadas de un halo de precipitación debido a las sales biliares, el cual es de color rojo claro o rosa, la morfología colonial es semejante a lentes biconvexos con un diámetro de 0,5 a 2,0 mm.

Camacho, A., M.Giles, A.Ortegón, M.Palao, B.Serrano y O.Velázquez. 2009. Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México.



5. Tratamiento de datos



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	115/147

Cálculo del método Placas que contienen entre 15 y 150 colonias características.

Separar las placas que contienen el número antes mencionado de colonias características en dos diluciones consecutivas. Contar las colonias presentes. Calcular el número de coliformes por mililitro o por gramo de producto, multiplicando el número de colonias por el inverso de la dilución correspondiente, tomando los criterios del Anexo 1.

Placas que contienen menos de 15 colonias características.

Si cada una de las placas tiene menos de 15 colonias características, reportar el número obtenido seguido de la dilución correspondiente.

Placas con colonias no características.

Si en las placas no hay colonias características, reportar el resultado como: menos de un coliforme por 1/d por gramo, en donde d es el factor de dilución.

Informar: UFC/g o mL en placa de agar rojo violeta bilis, incubados a 35°C durante 24 ± 2 h.

En caso de emplear diluciones y no observar crecimiento, informar utilizando como referencia la dilución más baja utilizada, por ejemplo, dilución 10⁻¹.

En caso de no observar crecimiento en la muestra sin diluir se informa: "no desarrollo de coliformes por mL".

Reportar morfología colonial en agar RVBA.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	116/147

Medio de cultivo

Característica

Forma	
Tamaño	
Color	
Borde	
Superficie	
Elevación	
Luz reflejada	
Luz transmitida	
Consistencia	
Otras	



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	117/147

6. Manejo de residuos

Los R.P.B.I. deberán ser tratados, con base en lo que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSAI-2002 y el MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN MANEJO DE R.P.B.I. Los residuos peligrosos biológico-infecciosos deben ser tratados por métodos físicos o químicos que garanticen la eliminación de microorganismos patógenos. En esta práctica se utilizará la esterilización por calor húmedo a 15 libras de presión, 121 °C por un periodo de 15 a 20 minutos y posterior disposición final en los sitios autorizados (indicados por el asesor).

Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental – Salud ambiental – Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo.

7. Bibliografía

- 7.1 salud.gob.mx. 1994. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-113-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO PARA LA CUENTA DE MICROORGANISMOS COLIFORMES TOTALES EN PLACA. [Internet] Disponible en: <<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/113ssa14.html>> [Consultado el 6 de diciembre de 2020].



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	118/147

C) Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa

1. Objetivo

1.1 El alumno será capaz de estimar la cantidad de microorganismos viables presentes en una muestra de agua potable, agua purificada y/o agua residual tratada mediante la cuenta de colonias en un medio sólido, incubado aeróbicamente.

2. Fundamento

El fundamento de la técnica consiste en contar las colonias, que se desarrollan en el medio de elección después de un cierto tiempo y temperatura de incubación, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio. El método admite numerosas fuentes de variación, algunas de ellas controlables, pero sujetas a la influencia de varios factores.

3. Procedimiento

Incubar las cajas en posición invertida (la tapa hacia abajo) por el tiempo y la temperatura que se requieran, según la Tabla 1.

Grupo Bacteriano	Temperatura	Tiempo de Incubación
Termofílicos aerobios	55 ± 2°C	48 ± 2 h
Mesofílicos aerobios*	35 ± 2°C	48 ± 2 h
Psicrotróficos	20 ± 2°C	3 - 5 días
Psicrofílicos	5 ± 2°C	7 - 10 días
* En el análisis de agua se debe incubar a 35 ± 2°C durante 24 h		

Contar todas las colonias desarrolladas en las placas seleccionadas (excepto las de mohos y levaduras), incluyendo las colonias puntiformes. Hacer uso del microscopio para resolver los casos en los que no se pueden distinguir las colonias de pequeñas partículas.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	119/147

4. Resultados

Cálculo del método.

Después de la incubación, contar las placas que se encuentren en el intervalo de 25 a 250 colonias, usando el contador de colonias y el registrador. Las placas de al menos una de tres diluciones deben estar en el intervalo de 25 a 250. Cuando sólo una dilución está en el intervalo apropiado, véase el cuadro 2, ejemplo.

Calcular la cuenta promedio por gramo o mililitro de dicha dilución y reportar.

Cuando dos diluciones están en el intervalo apropiado, determinar la cuenta promedio dada por cada dilución antes de promediar la cuenta de las dos diluciones para obtener la cuenta en placa por gramo o mililitro, véase el cuadro 2, ejemplo 2.

Con el fin de uniformar los criterios para el reporte de las cuentas en ensayos donde las placas presenten situaciones no contempladas en los ejemplos anteriores, se presentan las siguientes guías:

Placas con menos de 25 colonias. - Cuando las placas corridas para la menor dilución muestran cuentas de menos de 25 colonias, contar el número de colonias presentes en dicha dilución, promediar el número de colonias y multiplicar por el factor de dilución para obtener el valor estimado de cuenta en placa. Aclarar en su informe esta situación agregando la leyenda "valor estimado", véase el cuadro 2, ejemplo 3.

Placas con más de 250 colonias. - Cuando el número de colonias por placa exceda de 250, contar las colonias en aquellas porciones de la placa que sean representativas de la distribución de colonias. Contar, por ejemplo, una cuarta parte o una mitad del área de la caja y multiplicar el valor obtenido por 4 ó 2, respectivamente. Si solamente pueden contarse algunos cuadros, considerar que el fondo de una caja Petri de 100 mm de diámetro contiene 65 cuadros de la cuadrícula del contador. Aclarar en el informe esta situación agregando la leyenda "valor estimado", véase el cuadro 2, ejemplo 4.

Colonias extendidas. - Las colonias extendidas pueden presentarse en las siguientes formas:



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	120/147

Cadenas de colonias no separadas claramente entre sí, que parecen ser causadas por la desintegración de un cúmulo de bacterias.

Colonias que se desarrollan en película entre el agar y el fondo de la caja.

Colonias que se desarrollan en película en la orilla de la caja sobre la superficie del agar.

Colonias de crecimiento extendido y en algunas ocasiones acompañadas de inhibición del crecimiento, que en conjunto exceden el 50% de la caja o represión del crecimiento que por sí mismo excede el 25% de la superficie de la caja.

Cuando es necesario contar en cajas que contienen colonias extendidas que no están incluidas en 3.1.3.3.4, contar cualquiera de los tipos 3.1.3.3.1, 3.1.3.3.2 ó 3.1.3.3.3, como provenientes de una sola fuente. En el caso de las colonias del tipo 3.1.3.3.1, si la caja contiene una sola cadena, contar como una sola colonia, si la caja contiene varias cadenas que parecen originarse de fuentes separadas, contar cada cadena como colonia individual. No contar cada colonia de la cadena individualmente. Las colonias del tipo 3.1.3.3.2 y 3.1.3.3.3 generalmente se observan cómo crecimiento diferenciable de otras colonias y se cuentan como tales. Los crecimientos tipo 3.1.3.3.4, reportarlos como crecimiento extendido. En caso de que una dilución se encuentre dentro del rango y otra dilución presente colonias de crecimiento extendido, reportar la dilución en la que se pueden contar las colonias, véase el cuadro 2, ejemplo 5

Placas sin colonias. - Cuando las placas de todas las diluciones no muestran colonias, reportar la cuenta en placa como menor que una vez el valor de la dilución más baja usada, véase el cuadro 2, ejemplo 6.

Placas corridas por duplicado, una con crecimiento dentro del intervalo adecuado y otra con más de 250 colonias. - Cuando una placa tiene entre 25 y 250 colonias y su duplicado más de 250 colonias, contar ambas placas incluyendo la que está fuera del intervalo para determinar la cuenta en placa, véase el cuadro 2, ejemplo 7.

Placas corridas por duplicado, una placa de cada dilución dentro del intervalo de 25 a 250 colonias. - Cuando una placa dentro de diferentes diluciones contiene el número de colonias especificadas en el intervalo, contar el número de colonias de las cuatro placas para calcular la cuenta en placa, véase el cuadro 2, ejemplo 8.



**SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA**

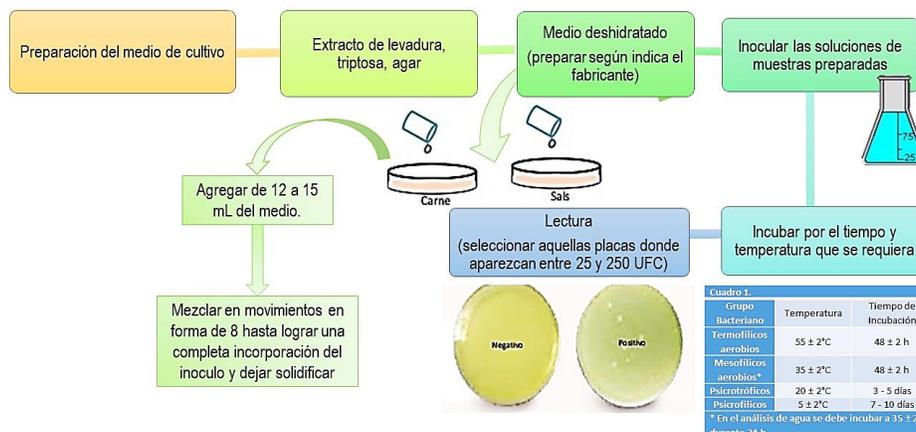
**MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE**



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	121/147

Placas corridas por duplicado, ambas placas de una dilución dentro del intervalo de 25 a 250 y sólo una de la otra dilución dentro del mismo. Contar las cuatro cajas incluyendo aquélla con menos de 25 o más de 250 colonias, para calcular la cuenta en placa, véase el cuadro 2, ejemplo 9.

Después de contabilizar las colonias en las placas seleccionadas, multiplicar por la inversa de la dilución para obtener el número de UFC por mililitro o gramo de la muestra. Redondear la cifra obtenida en la cuenta de manera que sólo aparezcan dos dígitos significativos al inicio de esta cifra. Para redondear, elevar el segundo dígito al número inmediato superior cuando el tercer dígito de la derecha sea cinco o mayor (por ejemplo: 128 redondear a 130). Si el tercer dígito es cuatro o menos, reemplazar el tercer dígito con cero y el segundo dígito mantenerlo igual (Por ejemplo: 2417 a 2400):



Informe de resultados

Reportar como: Unidades formadoras de colonias, ___ UFC/g o mL, de bacterias aerobias en placa, incubadas _____ horas a _____ °C.

Cuadro 2				
Cálculo de los valores de la cuenta en placa (Ensayos por duplicado)				
Ejemplo número	Colonias contadas			UFC/g o mL
	1:100	1:1000	1:10000	
1	>250 a	178	16	180000



**SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA**

**MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE**



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	122/147

	>250	190	17	
2	>250	220 238	25 28	250000
3	18 14	2 0	0 0	1600b
4	>250 >250	>250 >250	512 495	5000000b
5	>250	240	34	290000
	>250	235	Crecimiento extendido	
6	0	0	0	<100c
7	>250 >250	240 268	24 19	250000
8	>250 >250	216 262	23 42	280000
9	>250 >250	215 235	20 26	230000
	>250 >250	275 225	32 26	270000

- a. Cuenta por arriba de 250 colonias.
- b. Debe aclararse "valor estimado" por encontrarse los valores fuera del intervalo de 25 a 250.
- c. Debe informarse de acuerdo a la menor dilución ensayada y contada, en este caso 1:100.

6. Manejo de residuos

Los R.P.B.I. deberán ser tratados, con base en lo que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSAI-2002 y el MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN MANEJO DE R.P.B.I. Los residuos peligrosos biológico-infecciosos deben ser tratados por métodos físicos o químicos que garanticen la eliminación de microorganismos patógenos. En esta práctica se utilizará la esterilización por calor húmedo a 15 libras de presión, 121 °C por un periodo de 15 a 20 minutos y posterior disposición final en los sitios autorizados (indicados por el asesor).



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	123/147

Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental – Salud ambiental – Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo.

5. Bibliografía

- 1.1 salud.gob.mx. 1994. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-092-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS. MÉTODO PARA LA CUENTA DE BACTERIAS AEROBIAS EN PLACA. [Internet] Disponible en: <<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/092ssa14.html>> [Consultado el 12 de diciembre de 2020].



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	124/147

L-7

Medición de pH de aguas residuales

1. Objetivos.

Determinar el pH de muestras de agua residual basándose en un método normativo.

Identificar los factores que afectan al pH del agua

Comparar la calidad del agua basándose en la determinación de su pH.

2. Fundamento teórico.

¿Qué es el pH y por qué es importante?

Desde una aproximación simplificada, el pH puede definirse como una medida que expresa el grado de acidez o basicidad de una solución en una escala que varía entre 0 y 14 (fig.1).

La acidez aumenta cuando el pH disminuye. Una solución con un pH menor a 7 se dice que es ácida, mientras que si es mayor a 7 se clasifica como básica. Una solución con pH 7 será neutra.

(<https://es.scribd.com/doc/84421178/Determinacion-Del-pH>, 2012)



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	125/147

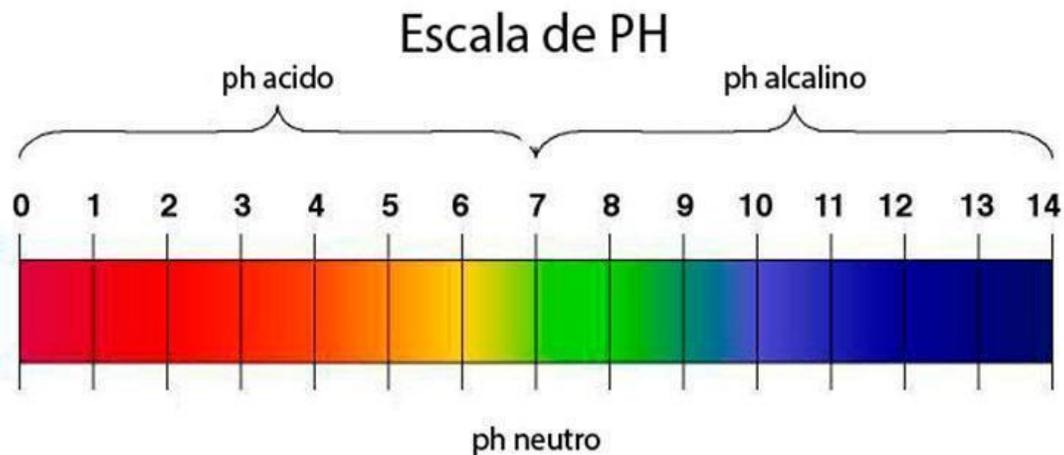


Figura 1: Escala de pH, el rojo simboliza pH ácido, mientras el azul básico, imagen tomada de Aquatox 2000 <http://archive.idre.ca/aquatox/sp/whatsnu/check.html>

Los cambios en la acidez pueden ser causados por la actividad propia de los organismos, deposición atmosférica (lluvia ácida), características geológicas de la cuenca y descargas de aguas de desecho. El pH afecta procesos químicos y biológicos en el agua. La mayor parte de los organismos acuáticos prefieren un rango entre 6,5 y 8,5. pHs por fuera de este rango suele determinar disminución en la diversidad, debido al estrés generado en los organismos no adaptados. Bajos pHs también pueden hacer que sustancias tóxicas se movilizan o hagan disponibles para los animales.

El pH puede ser analizado en el campo o en el laboratorio. Si la muestra es llevada al laboratorio, la determinación debe ser realizada preferentemente dentro de las 2 primeras horas a partir de la colecta, ya que puede cambiar por interacción con el anhídrido carbónico (CO₂) atmosférico. Conservar las muestras refrigeradas para su transporte.

Medida de calidad de agua: el pH

La calidad del agua y el pH son a menudo mencionados en la misma frase. El pH es un factor muy importante, porque determinados procesos químicos solamente pueden tener lugar a un determinado pH. Por ejemplo, las reacciones del cloro solo tienen lugar cuando el pH tiene un valor de entre 6,5 y 8.



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	126/147

El valor de pH es un parámetro regulado por límites máximos permisibles en descargas de aguas residuales al alcantarillado o a cuerpos receptores, también es un parámetro de calidad del agua para usos y actividades agrícolas, para contacto primario y para el consumo humano. La acidez es una de las propiedades más importantes del agua. El agua disuelve casi todos los iones. El pH sirve como un indicador que compara algunos de los iones más solubles en agua.

pH metro – potenciómetro

Un pH metro, medidor de pH, o potenciómetro es un instrumento científico que mide la actividad del ion hidrógeno en soluciones acuosas, indicando su grado de acidez o alcalinidad expresada como pH. El medidor de pH mide la diferencia de potencial eléctrico entre un electrodo de pH y un electrodo de referencia. Esta diferencia de potencial eléctrico se relaciona con la acidez o el pH de la solución. El medidor de pH se utiliza en muchas aplicaciones que van desde la experimentación de laboratorio hasta control de calidad.

(TP Laboratorio Químico, 2020)

(LENNTECH, 2019)

Soluciones buffer

Las soluciones buffer o amortiguadoras son capaces de **mantener su pH** en valores aproximadamente constantes, aún cuando se agreguen pequeñas cantidades de ácido o base, o se diluya la solución.

Una disolución **buffer** o **amortiguadora** se caracteriza por contener **simultáneamente una especie débil y su par conjugado**:

un ácido débil y la sal de su par conjugado





SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	127/147

una base débil y la sal de su par conjugado



La disolución buffer debe contener una **concentración relativamente grande** de cada uno de los **integrantes del par conjugado**, de modo que:

La **especie ácida** del sistema buffer **pueda reaccionar con los iones OH^-** que se le añadan

La **especie básica** del sistema buffer **pueda reaccionar con la cantidad de iones H^+** que se añadan.(CEDRÓN, 2020)

3. Materiales y equipo

(se incluye material y equipo para la preparación de disoluciones patrón operativas, ver Anexo 1)

3.1 Materiales.

Vasos de precipitados de 250 y 100 mL (para las muestras y las soluciones buffer)

Agitador magnético

Frascos para muestreo, d de 100 mL a 250 mL de capacidad.

Termómetro

3.2 Reactivos.

Soluciones buffer pH 4, 7 y 10

Agua destilada

Muestras de agua residual potable etc.

3.3 Herramientas.

No se requieren herramientas.

3.4 Equipo.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	128/147

Parrilla eléctrica con agitación

Potenciómetro para determinación del pH con compensador de temperatura manual o automático.

3.5 Servicios.

Energía eléctrica

4. Procedimiento.

Calibración del equipo

Seleccionar dos disoluciones buffer cuyos valores se encuentren del valor de pH esperado para la muestra problema y que estén a la misma temperatura ($\pm 2^\circ\text{C}$).

Se presenta a continuación en la TABLA 1 las disoluciones patrón operacionales a ciertas temperaturas dadas y sus lecturas de pH.

NOTA: En el Anexo 1 se presenta la metodología para preparar dichas soluciones según sea la necesidad del experimento.

Disolución patrón de referencia operacional	Temperatura en $^\circ\text{C}$														
	0	5	10	15	20	25	30	37	40	50	60	70	80	90	95
Tetraoxalato de potasio 0,05 mol/kg (a)	-	-	1,64	1,64	1,64	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,66	1,67	1,69	1,72	1,73
Hidrógeno tartrato de Potasio Saturado (25 $^\circ\text{C}$)	-	-	-	-	-	3,56	3,55	3,54	3,54	3,54	3,55	3,57	3,60	3,63	3,65
Hidrógeno ftalato de potasio 0,05 mol/kg	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,01	4,01	4,02	4,03	4,05	4,08	4,12	4,16	4,21	4,24
Hidrógeno fosfato de disodio 0,025 mol/kg + dihidrógeno fosfato de potasio 0,025 mol/kg	6,96	6,94	6,91	6,90	6,87	6,86	6,84	6,83	6,82	6,81	6,82	6,83	6,85	6,90	6,92
Tetraborato de disodio 0,01 mol/kg ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$)	9,45	9,39	9,33	9,28	9,23	9,18	9,14	9,09	9,07	9,01	8,97	8,93	8,91	8,90	8,89
Hidrógeno carbonato de sodio 0,025 mol/kg + carbonato de sodio 0,025 mol/kg	10,27	10,21	10,15	10,10	10,05	9,99	9,95	9,89	9,87	9,80	9,75	9,73	9,73	9,75	9,77
Hidróxido de calcio saturado a 20 $^\circ\text{C}$	13,36	13,16	12,97	12,78	12,60	12,43	12,27	12,05	11,96	11,68	11,42	11,19	10,98	10,80	10,71

TABLA 1: Valores de pH para disoluciones patrón operacionales a temperaturas dadas.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	129/147

En un vaso de precipitados de 100 mL agregar aproximadamente 50 mL de la primera solución buffer de pH 7, sumergir el electrodo, agitar suavemente, esperar entre 1 y 2 min que se estabilice la respuesta del equipo. Ajustar la lectura con el botón de calibración hasta obtener el valor de pH para la temperatura de la disolución.

Proceder realizando lo mismo que en el paso anterior, pero con el segundo punto de calibración, solución buffer ph 4.

NOTA: Lo más común para agua es utilizar los buffers comerciales de pH 4.01, 7.01 y 10. Si se utiliza una disolución patrón operacional de pH, el valor de pH se obtiene directamente en la tabla 1.

La temperatura a la que se debe determinar el pH de la muestra problema no debe diferir en más de 2°C de la temperatura ambiente.

4.2 Medición de pH

Para las lecturas de las muestras problema, colocar una porción de muestra, aproximadamente 100 mL en un vaso de precipitados.

Enjuagar el electrodo del instrumento con agua destilada y secar con papel absorbente y sin frotar para evitar estática.

Sumergir el electrodo en la muestra problema agitando suavemente o de igual manera con una barra de agitación y un agitador magnético, esperar alrededor de un minuto hasta que se estabilice la lectura en el dispositivo.

Realizar al menos 3 mediciones en la muestra problema y registrar la medición y la temperatura en dado caso de que el dispositivo no cuente con compensador de temperatura.

Enjuagar el electrodo con agua destilada y secar para proceder a la siguiente medición para las muestras problema restantes

Realizar los pasos descritos en los numerales para la medición de las siguientes muestras problema.

5. Tratamiento de datos.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	130/147

Registre los datos de temperatura y pH obtenidos de cada muestra en la siguiente tabla.

Muestra	Temperatura °C	pH medición 1	pH medición 2	pH medición 3	Promedio Ph

Con los resultados anteriormente obtenidos de pH, inferir acerca de la calidad de la muestra de agua considerando la siguiente pregunta ¿Cómo influye el pH en algún proceso relacionado con la Ingeniería Química?

6. Manejo de residuos.

Los residuos generados en esta práctica no requieren de tratamiento especial ya que solo son trazas de agua residual y sales comunes en disolución. Se pueden desechar directamente al drenaje.

Las soluciones buffer se pueden reutilizar para la calibración, se recomienda máximo 3 veces o según resulte la funcionalidad de la solución al calibrar.

7. Bibliografía.

A., C. M. (2009). *Fundamentos de Química Analítica, Teoría y ejercicios*. UNAM: Facultad de Química.

CEDRÓN, J. C. (2020). *Química General. Material de enseñanza*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	131/147

Industrial, S. d. (2000). *NMX-AA-008-SCFI-2000 ANÁLISIS DE AGUA - DETERMINACIÓN DEL pH - MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-AA-008-1980)*. Mexico.

LENNTech. (2019). <https://www.lenntech.es/ph-y-alcalinidad.htm>.

8. Anexo

Preparación de disoluciones patrón operativas a temperaturas dadas.

Materiales

- Frasco de vidrio con tapa de 1.5 L
- Vidrios de reloj mediano y grande
- Cápsula de porcelana
- Desecador
- Filtro de vidrio sintetizado porosidad media
- Papel filtro
- Mortero con pistilo
- Frasco de polietileno de alta densidad de 1L con tapa
- Recipiente aluminio 1L
- 5 Matraz aforado de 1L

Reactivos

- Agua: Debe entenderse agua que cumpla con las siguientes características: a) Resistividad, megohm-cm a 25°C: 0,2 min; b) Conductividad, $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C: 5,0 Máx. y c) pH: 5,0 a 8,0.
- Ácido Clorhídrico concentrado (HCl)
- Disolución de Acido Clorhídrico (1:9): Adicionar un volumen de Acido Clorhídrico concentrado a 9 volúmenes de agua.
- Disoluciones amortiguadoras comerciales de pH nominal cercano a 4, 7 y 10, cuyo valor de pH se conozca con dos cifras decimales.
- Carbonato de Calcio bajo en álcali (CaCO_3)
- Cloruro de Potasio (KCl)



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	132/147

- Disolución comercial de relleno de electrodos de referencia de plata/cloruro, de plata o calomel.
- Timol cristalizado (5-metilo-2-isopropilofenol)
- Tetraoxalato de Potasio ($\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- Monohidrógenotartrato de Potasio ($\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$)
- Hidrógenoftalato de Potasio, ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$)
- Fosfato de Potasio monobásico, (KH_2PO_4)
- Fosfato de Sodio dibásico, (Na_2HPO_4)
- Borato de Sodio decahidratado ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)
- Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3)
- Hidróxido de Calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)
-

Preparación de las disoluciones

- Agua para preparar las disoluciones:

Hervir agua destilada o desionizada durante 15 min y enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente, tapándola para evitar la redisolución de CO_2 atmosférico

Cloruro de Potasio, utilizada para rellenar electrodos de referencia. Si el pH de esta disolución se encuentra entre 6 y 7, el agua es utilizable para preparar las disoluciones patrón operacional de pH.

- Disolución de Tetraoxalato de Potasio (0,049 6 M, pH = 1,64 a 20°C)

Pesar aproximadamente y con precisión 12,61 g de Tetraoxalato de Potasio, disolver en agua preparada en el inciso 5.1.1 y aforar a 1 L. La disolución no debe conservarse más de dos meses.

- Disolución de Monohidrógenotartrato de Potasio (0,034 M, pH = 3,56 a 20°C)

Pesar aproximadamente 10 g de Monohidrógenotartrato de Potasio, agregar agua preparada en el inciso 5.1.1 hasta tener aproximadamente 1 L. Agitar vigorosamente durante algunos minutos para alcanzar la saturación. Dejar el frasco en un baño de agua a 25°C y agitar ocasionalmente hasta que la temperatura de la disolución se equilibre. Separar la disolución transparente por decantación o, de ser necesario,



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	133/147

filtrarla. Para preservar la disolución, añadir un cristal de timol por cada 200 mL de disolución. En estas condiciones la disolución puede conservarse aproximadamente 2 meses.

- Disolución de hidrógenoftalato de Potasio, (0,049 6 M, pH = 4,00 a 20°C)

Secar aproximadamente 20,0 g de hidrógenoftalato de Potasio, durante 2 h a 110°C. Pesar aproximadamente y con precisión 10,13 g del reactivo seco y disolver en agua preparada en el inciso 5.1.1, aforar a 1 L.

- Disolución de Fosfatos, (0,024 9 M, pH = 6,87 a 20°C)

Secar aproximadamente 5,0 g de Fosfato de Potasio monobásico y 5,0 g de Fosfato de Sodio dibásico durante 2 h a 110-130°C. Pesar aproximadamente y con precisión 3,388 g de Fosfato de Potasio monobásico y 3,534 g de Fosfato de Sodio dibásico, disolver en agua preparada en el inciso 5.1.1 y aforar a 1 L.

- Disolución de Borato de Sodio (0,009 96 M, pH = 9,22 a 20°C)

Pesar aproximadamente y con precisión 3,80 g de Borato de Sodio, disolver en agua preparada en el inciso 5.1.1 y aforar a 1 L. La disolución debe protegerse contra la absorción del Dióxido de Carbono atmosférico. La porción de disolución utilizada para calibrar el medidor de pH debe descartarse después de 10 min de exposición a la atmósfera.

- Disolución de Carbonatos (0,024 9 M, pH = 10,05 a 20°C)

Pesar aproximadamente y con precisión 2,092 g de Bicarbonato de Sodio, secar aproximadamente 10 g de carbonato de sodio, (sección 6.4) durante 2 h a 275°C y pesar aproximadamente y con precisión 2,640 g. Disolver ambos reactivos en agua preparada en el inciso 5.1.1 y aforar a 1 L. La disolución debe protegerse contra la absorción del Dióxido de Carbono atmosférico. La porción de disolución utilizada para calibrar el medidor de pH debe descartarse después de 10 min de exposición a la atmósfera.

- Disolución de Hidróxido de Calcio, (0,020 25 M a 25°C, pH = 12,60 a 20°C)

En una cápsula, calentar lentamente 5 g de Carbonato de Calcio en polvo, hasta



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA

MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	134/147

1 000°C y mantener a esta temperatura durante 1 h. Enfriar en desecador. Vaciar en 250 mL de agua manteniendo agitación. Llevar a ebullición manteniendo agitación. Enfriar y filtrar el Hidróxido de Calcio obtenido, con filtro de vidrio sinterizado de porosidad mediana. Secarlo a 110°C, enfriarlo y molerlo hasta tener un polvo fino. En un frasco de polietileno de alta densidad o de Polipropileno de 1L con tapón de cierre hermético, añadir aproximadamente 3 g del polvo, añadir 1 L de agua y poner en agitación a 25°C durante una noche para alcanzar la saturación. Para utilizar la disolución, filtrar la cantidad necesaria con vidrio sinterizado de porosidad media. Descartar la disolución si aparece turbidez. La porción de disolución utilizada para calibrar el medidor de pH debe descartarse después de 10 min de exposición a la atmósfera.

NOTAS

1 Si no se efectúan determinaciones de pH arriba de 10, no es necesario preparar la disolución antes descrita.

2 Pueden prepararse cantidades mayores o menores a las indicadas tomando las cantidades proporcionales de reactivos, sin embargo, no deben prepararse volúmenes menores que 250 mL. Las disoluciones deben descartarse si se observa la aparición de moho o de turbidez.



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	135/147

L-8

Determinación de la conductividad eléctrica de aguas residuales

1. Objetivos.

Determinar la conductividad eléctrica de muestras de agua residual basándose en un método normativo.

Identificar los factores que afectan la conductividad eléctrica.

Comparar la calidad del agua basándose en la determinación de su conductividad eléctrica.

2. Fundamento Teórico.

La conductividad en el agua.

La conductividad es la medida de la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica. Esta medida está relacionada con la concentración de iones en el agua, sus concentraciones, movilidad y valencia, así como la temperatura en la que se encuentra el medio líquido.

Los iones provienen de sales disueltas y materia inorgánica (alcalinos, carbonatos, cloruros y sulfuros). Entonces, los compuestos disueltos en el agua se transforman en iones a los que también se pueden referir como electrólitos. Mientras mayor sea la concentración de electrólitos en el agua, mayor será su conductividad (o conductividad electrolítica). Algunos de los electrólitos que se pueden encontrar en el agua son: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} .

Los iones conducen electricidad debido a sus cargas positivas y negativas (cationes y aniones). Sin importar la cantidad de aniones y cationes en el agua, la conductividad eléctrica se mantiene siempre neutral.

Al determinar la concentración de iones disueltos en el agua (electrólitos) se puede así, determinar la cantidad de sólidos totales disueltos (TDS, por sus siglas en inglés) en el agua.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	136/147

¿Cómo se mide la conductividad en el agua?

Las unidades con la que se mide y se reporta comercialmente la conductividad del agua son los microsiemens por centímetro ($\mu\text{S} / \text{cm}$). Los μS equivalen a siemens (S), y los S a su vez son iguales a un mho (Ω). Esto es debido a que la conductividad electrolítica es definida como la inversa de la resistencia eléctrica (reportada en ohmios Ω).

La conductividad se mide con equipos que tienen una sonda electrónica que aplica un voltaje entre dos electrodos. La disminución de voltaje se usa para medir la resistencia del agua que se cambia por conductividad.

¿Por qué es importante la conductividad del agua?

La conductividad del agua funciona como uno de los parámetros más comunes para determinar la calidad del agua. Al ser un método accesible, fácil y útil, la conductividad del agua es una medida usada en plantas industriales, plantas de tratamiento, y también puede ser para uso doméstico.

Con el fin de tener un monitoreo de la calidad del agua, se mide la conductividad en tuberías, canales, corrientes, lagos, etc. En la industria, se mide la conductividad en varios puntos por donde fluye el agua, para llevar un control sobre el agua utilizada en procesos, servicios o residuales.

¿Cómo se relacionan los sólidos disueltos totales TDS con la conductividad electrolítica?

Debido a que estos dos términos están relacionados y son directamente proporcionales, significa que mientras mayor sea la conductividad habrá mayor concentración de TDS. Resulta más sencillo hacer una medición de la conductividad y tener un resultado de los TDS en el agua. Actualmente existen aparatos de medición que por medio de la conductividad eléctrica del agua (o solución), calcula la cantidad de TDS en ppm (mg / L).

Conductividad y dureza del agua

Utilizando medidores de conductividad o sólidos disueltos es posible obtener, con muy buena aproximación, el valor de la dureza del agua, incluso en grados



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	137/147

franceses. La causa principal del agua dura es la presencia de iones de calcio (Ca²⁺) o magnesio (Mg²⁺) disueltos.

La unidad de medición de dureza más común es el grado Francés (°f), definido como: 1°f = 10 ppm de CaCO₃

Dividiendo la medición ppm de sólidos disueltos por 10 da el valor de dureza del agua con un error de 2 -3 °f. Como se apuntaba con anterioridad, 1 ppm = 2 µS/cm de conductividad, por lo tanto: 1°f = 20 µS/cm

Dividiendo la medición de conductividad en micro Siemens por 20 da el valor de dureza del agua en grados franceses (con un error de 2 - 3°f).

IMPORTANTE: La medición de la dureza del agua con conductímetros o medidores de sólidos disueltos (TDS) debe ser realizado antes de los tratamientos de descalcificación del agua. Durante los procesos de descalcificación de agua, los carbonatos son sustituidos por sodio, lo que no altera la concentración total de sólidos disueltos pero disminuye la dureza del agua.

Tabla 1: Tabla de dureza del agua

SDT ppm	Conductividad µS/cm	°f	Dureza
0-70	0-140	0-7	Muy blanda
70-150	140-300	7-15	Blanda
150-250	300-500	15-25	Ligeramente dura
250-320	500-640	25-32	Moderadamente dura
320-420	640-840	32-42	Dura
>420	>840	>42	Muy dura



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	138/147

3. Materiales y equipo

3.1 Materiales

Recipiente de polietileno de 1000 mL

Matraz aforado de 1000 mL

Cucharilla de metal

Vaso de precipitados 250 MI

Crisol

3.2 Reactivos.

2 L Agua (conductividad: máximo 5us/cm a 25°C) puede ser destilada.

10g de Cloruro de potasio (pureza 99.95%)

Herramientas.

No se requieren herramientas.

3.3 Equipo.

Mufla

Balanza analítica

Equipo de medición de conductividad eléctrica con celda de conductividad de inmersión y compensador automático de temperatura.

Nota: En caso de no contar con el compensador automático de temperatura: termómetro de líquido en vidrio con resolución mínima de 1.0°C, termómetro con sensor de termistor o termopar de resistencia de platino con una resolución mínima de 0.5°C

Servicios.

Energía eléctrica

Muestra de agua



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	139/147

Obtener 1 litro de muestra a analizar, pueden ser del tipo gris, potable, tratada, etc.

4. Procedimiento.

Preparación de la disolución para la calibración del equipo

NOTA: La solución para la calibración se puede preparar según el rango de conductividad de la muestra o bien se encuentra disponible comercialmente.

Para preparar la disolución patrón de referencia de KCl 0.01 mol/L, secar la cantidad suficiente de KCl en un crisol a 105°C durante 2h en la muffla y pesar en una balanza analítica 0.7456 g, posteriormente en un matraz aforado de 1L agregar agua destilada y el KCl hasta llegar al aforo.

Si se necesita una disolución de diferente concentración consulte los datos de la tabla

Tabla 2: Concentraciones alternativas de cloruro de potasio que pueden ser utilizadas como disoluciones patrón de trabajo de conductividad

Concentración de cloruro de potasio, $c(\text{KCl})$	Conductividad eléctrica a 25 °C, γ_{25}
mol/L	$\mu\text{S}/\text{cm}$
0,0005	74
0,001	147
0,005	718
0,01	1 412
0,02	2 765
0,05	6 667
0,1	12 890
0,2	24 800

Medición de la conductividad eléctrica de las muestras

Preparar vasos de precipitado de 250 mL para agregar aproximadamente 100 mL de la muestra problema.



**SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA**

**MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE**



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	140/147

Calibrar el equipo de acuerdo a las instrucciones del fabricante utilizando la disolución de cloruro de potasio 0.01 molar. Deberá sumergir el electrodo en el centro de vaso de precipitados, agitando ligeramente.

Para comenzar con la medición de la muestra problema, la celda de conductividad, se enjuaga con agua destilada y se seca con papel absorbente y sin frotar evitando estática.

Sumergir la celda en la muestra problema correspondiente, agitar levemente, esperar a que la medida de conductividad se estabilice en el equipo y registrarla, se registra también la temperatura en el caso de los equipos con compensación manual.

Repetir 3 veces la medición para cada muestra, obtener un promedio y registrarlo.

5. Tratamiento de datos

Registrar los datos de conductividad eléctrica y temperatura obtenidos en la siguiente tabla.

Muestra	Temperatura °C	Conductividad 1a medición μS/cm	Conductividad 2da medición μS/cm	Conductividad 3ra medición μS/cm	Promedio μS/cm

Hacer una relación entre la conductividad del agua con los sólidos disueltos totales y determinar la dureza del agua de acuerdo a la tabla 1 del marco teórico.

Considere la siguiente pregunta ¿Cómo influye la dureza en los procesos relacionados con la Ingeniería Química?



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	141/147

6. Manejo de residuos.

La solución KCl se pueden reutilizar para la calibración, se recomienda reutilizar máximo 3 veces, los criterios para reutilizarse dependen tanto de la apariencia visual de la solución, así como su funcionamiento en las lecturas para la calibración.

Las sustancias y muestras problema pueden desecharse directamente en el drenaje.

7. Bibliografía.

Dirección General de Normas. (2018). NMX-AA-093-SCFI-2018-Analisis de agua-Medición de la conductividad eléctrica en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba.

INFOAGRO. (2020). Obtenido de Catalogo instrumental:
https://www.infoagro.com/instrumentos_medida/doc_conductividad_electrica.asp?k=53

R.H. Petrucci, W. H. (2011). Química General Décima Edición. Madrid: Pearson.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	142/147

P-1

Tratamiento de agua de lluvia

1. Objetivos.

Operar el sistema de tratamiento de agua de lluvia ubicado en el “Laboratorio de Ingeniería Química” de la FES Zaragoza y realizar el tratamiento a una muestra de agua.

Realizar pruebas de la calidad del agua (pH, C.E., Sulfatos, pruebas microbiológicas) a la entrada y a la salida del sistema basándose en las prácticas de laboratorio del presente manual.

2. Fundamento teórico.

Tratamiento de agua de lluvia.

Las características del agua de lluvia la hacen perfectamente utilizable para uso doméstico e industrial. Es un agua que cae del cielo de forma gratuita, y que es conducida sistemáticamente al alcantarillado y desperdiciada.

El agua de lluvia sin contaminantes es poco frecuente encontrarla, debido al nivel de contaminación en la atmósfera local esta puede variar en su composición, puede arrastrar pequeñas partículas, microorganismos, sustancias orgánicas, metales pesados y también se deben tener en cuenta posibles contaminantes en las zonas de captación y la infraestructura de aprovechamiento. (Enriquez, U. 2020)

Captación pluvial.

Se puede definir a la captación pluvial como la recolección del escurrimiento de lluvia sobre una superficie para propósitos de aprovechamiento. El concepto hace énfasis en el almacenamiento del agua de lluvia para su utilización posterior. Cuando se enfoca únicamente en el agua que cae en un sitio puntual, se denomina micro captación o captación de microcuencas.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	143/147

La captación de lluvia puede ser considerada como una forma rudimentaria de riego, usando surcos, canales, etc. La diferencia es que la idea de la captación está en el control sobre la aplicación del agua colectada y no está sujeta únicamente al momento en el que llueve.

Existe conocimiento sobre una gran variedad de técnicas relacionadas con sistemas de captación y aprovechamiento de agua de lluvia. Dichas técnicas se pueden clasificar con base en sus diferentes fuentes, tipo de escorrentía, técnicas de manipulación, tipo de almacenamiento y a los diferentes usos que se le da recurso. (FAO, 2000)

Tratamiento posterior a la captación.

Después de la captación, lo siguiente es el tratamiento químico que se dará al agua pluvial, principalmente para eliminar impurezas, malos olores y bacterias. Generalmente el proceso de ósmosis inversa va acompañado de un pretratamiento que tiene como objetivo filtrar el solvente antes de entrar al proceso de ósmosis inversa, con el fin de lograr obtener los mejores resultados posibles y garantizar el mejor funcionamiento de las membranas semipermeables, los principales filtros de pre-tratamiento son:

Filtro de sedimentos. Los sedimentos son cualquier partícula que puede ser transportada por un fluido y que se deposita como una capa de partículas sólidas en fondo del agua o líquido, Un filtro de sedimentos actúa como pantalla para remover estas partículas.

Filtro de arena. Son muy efectivos para retener sustancias orgánicas, pues pueden filtrar a través de todo el espesor de arena, acumulando grandes cantidades de contaminantes antes de que sea necesaria su limpieza. El equipo de filtración de este tipo consta de un solo filtro o de una batería de filtros que funcionan en paralelo. La filtración se lleva a cabo haciendo pasar el líquido a tratar, a través de un lecho de arena de graduación especial. El tamaño promedio de los granos de arena y su distribución han sido escogidos para obtener las distancias mínimas entre granos, sin causar pérdidas de altas presiones. El agua sin tratar contiene normalmente sólidos en suspensión. Los cuales son indeseables o perjudiciales para uso en aplicaciones industriales o domésticas. Los filtros de arena a presión eliminan las partículas finas y la materia coloidal coagulada previamente. Las partículas



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	144/147

atrapadas en el lecho se desalojan fácilmente invirtiendo el flujo a través de la unidad. Esto hace expandir la arena, limpiándose por acción hidráulica y por fricción de un grano con otro.

Filtro carbón activado. El filtro de carbón funciona por el mismo principio que el filtro de arena, la diferencia radica en los elementos filtrantes y su finalidad. El carbón activado es un material natural que con millones de agujeros.

Tratamiento de agua por ósmosis inversa.

La ósmosis inversa es un proceso que permite concentrar o eliminar contaminación de una solución líquida, normalmente agua, mediante la aplicación de una presión determinada, a través de una o varias membranas semipermeables que separa una solución contaminada de la solución limpia o purificada. Esta técnica, aplicada al agua permite separar un 95% de las sales y en aguas residuales permite eliminar color, sólidos disueltos, carga orgánica, microorganismos, Y concentrar ácidos y bases. Las principales aplicaciones de la ósmosis inversa a nivel industrial, es la desalinización de agua de mar, la obtención de agua pura y ultra pura, el tratamiento de aguas residuales y la potabilización del agua. Existen diferentes métodos para obtener la desalinización del agua de mar y la obtención de agua pura y ultra pura, la ósmosis inversa es el método más usado, pero también se pueden realizar mediante los procesos de micro-filtración, destilación, congelación, evaporación relámpago, destilación repetida, entre otros; los cuales son bastante costosos en términos de energía eléctrica utilizada y no se obtienen los mismos resultados en términos de filtración de partículas.

De acuerdo a los diferentes métodos existentes para la obtención de las mismas aplicaciones de la ósmosis inversa, se realiza una descripción de los antecedentes, no solo de las plantas de ósmosis inversa actuales, sino también de otros métodos, que tienen una aplicación importante en el campo industrial.(BENAVIDES, 2011)

Sistema de captación y tratamiento de agua pluvial en la FES – Zaragoza.

El proceso del sistema de captación de agua de lluvia involucró la realización de estudios de viabilidad para la instalación y operación de los equipos y el estimado de materiales.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	145/147

Se instaló un sistema de captación pluvial en una de las azoteas del centro de acopio con los siguientes componentes:

Geomembrana 4Mx2.5M,

Tlaloque40+Filtro de hojas,

Dosificador de cloro, pichancha flotante,

Tanque de almacenaje, bomba presurizadora, filtros de anillas y carbón, medidor de flujo.

Kit de medición de pH, Cloro y Dureza

La pequeña Planta Piloto Potabilizadora de agua de lluvia de unos 400 litros de capacidad permitirá realizar diversas prácticas de filtrado, bombeo y purificación de aguas con diversas técnicas, de las que sobresale la ósmosis inversa.

El sistema consta de un proceso de tres etapas:

Captación: Se encuentra instalado en el techo del laboratorio.

Tratamiento: Dentro del Laboratorio de Ingeniería Química.

Ósmosis Inversa: Conectado al tren de tratamiento.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	146/147

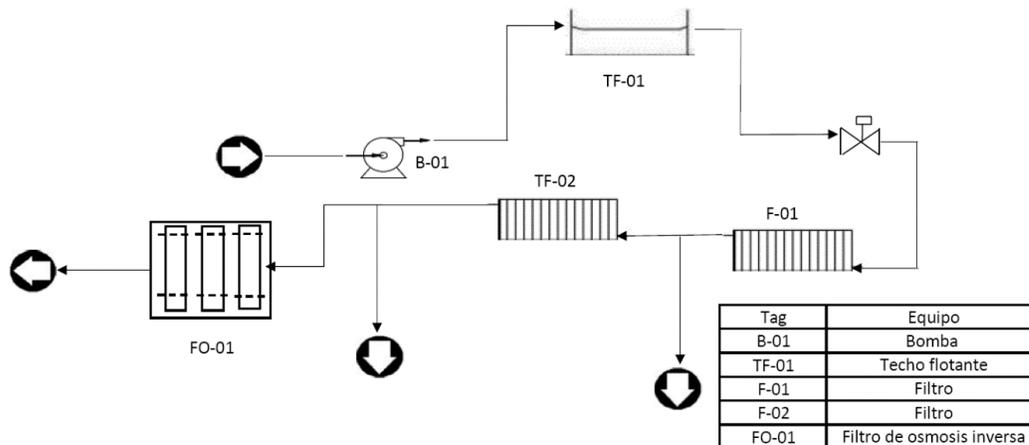


Figura 1. **Sistema de captación y tratamiento de agua pluvial en la FES – Zaragoza** Fuente: (Ramos. E., 2020)

3. Materiales y equipo

3.1 Materiales

Recipiente de plástico de 20 L

Manguera para agua de aproximadamente 20 m

Nota: El resto de los materiales dependen de las pruebas a realizar basadas en las prácticas retomadas del presente manual.

3.2 Reactivos.

Nota: Los reactivos necesarios dependen de las pruebas de laboratorio que se realizarán basadas en las prácticas retomadas del presente manual.

3.3 Herramientas.

No se requieren herramientas.

3.4 Equipo.

Sistema de captación y tratamiento de agua de lluvia.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	147/147

Celda fotovoltaica portátil “Wall-e”

Nota: El resto de los equipos dependen de las pruebas de laboratorio a realizar basadas en las prácticas retomadas del presente manual.

3.5 Servicios.

Energía eléctrica

Muestra de agua

Obtener muestra de agua suficiente para alimentar el colector de agua del sistema de tratamiento de la FES. Preferentemente agua de lluvia o puede ser tratada o potable.

4. Procedimiento.

Preparación del agua que se suministra al sistema de captación.

NOTA: Si es posible colectar agua de lluvia, considerando en qué temporada se realice esta práctica, de lo contrario proceder a hacerlo manualmente.

Preparar muestras de agua en recipientes de plástico de 20 L para suministrar al tanque de almacenamiento de 400 L.

Recolectar en recipientes de 1 L muestras de agua antes de su tratamiento para realizar las pruebas necesarias de calidad en el laboratorio.

Para suministrar agua al tanque de almacenamiento es necesario la ayuda del equipo “Wall-e” que es una celda fotovoltaica portátil que suministra energía a una bomba de agua acoplada.

Colocar la manguera de plástico a la entrada y salida de la bomba poniendo la entrada en la alimentación y la salida en el colector respectivamente.

Con ayuda del asesor operar la bomba para alimentar el agua al colector del sistema.

Puesta en marcha del sistema de tratamiento de agua

Con ayuda del asesor, operar el sistema de tratamiento de agua de lluvia de la FES partiendo primero por el tren de pretratamiento y posteriormente la ósmosis inversa.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	148/147

Colectar en un recipiente de 20 L el agua tratada, y posteriormente fraccionarla en recipientes de 1L para realizar las pruebas necesarias de calidad en el laboratorio.

Las pruebas de laboratorio que se realizarán tanto al agua de entrada al sistema como a la salida producida serán las siguientes: pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos, dureza, sulfatos y pruebas microbiológicas correspondientes a las practicas L2 “Análisis de sulfatos en agua”, L3 “Determinación de pH en agua”, L4 “Determinación de conductividad eléctrica en agua” L5 “Pruebas microbiológicas en agua”

Estimar sólidos disueltos y la dureza total por cálculo a partir de la conductividad eléctrica del procedimiento L4.

5. Tratamiento de datos

Identificar las diferentes etapas que se llevan a cabo en el proceso para el tratamiento de agua de lluvia y realizar un DFP del sistema de captación y tratamiento de agua de lluvia ubicado en el Laboratorio de Ingeniería Química de la Fes Zaragoza

Registrar los datos de calidad del agua en la tabla 1 y compararlos con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-127-SSA1-Vigente. Verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles.

Concluir y hacer un análisis con los resultados obtenidos en esta tabla comparando la calidad de entrada y de salida de la muestra de agua en cuanto al cumplimiento de la NOM-127-SSA1-Vigente y para de los posibles usos para utilizar el agua producto del tratamiento.



**SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA**

**MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE**



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	149/147

Tabla 1. Resultados de las pruebas de laboratorio.

Parámetro	Límite máximo permisible según NOM 127. (mg/L)	Agua pluvial o tratada o potable. Valor obtenido experimentalmente. (mg/L)	Agua producto del tratamiento. Valor obtenido experimentalmente. (mg/L)
Sulfatos mg/L (como SO ₄ =)	400		
Dureza total mg/L (como CaCO ₃)	500		
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5 – 8.5		
Sólidos disueltos totales mg/L	1000		
Conductividad μΩ/cm	-	μΩ/cm	μΩ/cm
Organismos coliformes totales	2 UFC/100MI		

6. Manejo de residuos.

Para la operación del sistema solo es necesario utilizar agua por ende no hay inconveniente en el manejo de residuos.

NOTA: para las pruebas de laboratorio consultar su procedimiento correspondiente.

7. Bibliografía.

Benavides, J. A. (2011). *Diseño de planta de tratamiento de agua de osmosis inversa para la empresa dober osmotech de colombia ltda.* . Santiago de cali: universidad autonoma de occidente, facultad de ingenierias.

Enriquez Ulises, o. J. (2020). *Puesta en marcha y acondicionamiento del sistema de captación de agua pluvial instalado en el laboratorio de Ingeniería Química en el*



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	150/147

campus ii de la facultad de estudios superiores Zaragoza. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de estudios Superiores Zaragoza.

FAO, (. d. (2000). *Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia. Serie: Zonas Áridas y semiáridas No. 13.* Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.

NORMA Oficial Mexicana 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. (s.f.).

Ramos. E., S. O. (2020). *Reporte Servicio Social Energía Renovables.* Universidad Nacional Autónoma de México.

Sánchez Dirzo Rafael, A. Z. (s.f.). *Captación y potabilización de agua de lluvia en FES-Zaragoza. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, FES ZARAGOZA.*



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA

MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	151/147

Criterios de evaluación

Los *criterios de evaluación final* al alumno que dan cumplimiento al programa de la asignatura de Laboratorio y Taller de Proyectos de 8º semestre son:

Criterio	Porcentaje
1. Asistencia y puntualidad	10%
2. Desempeño integral durante el experimento, práctica y/o proyecto Trabajo en equipo colaborativo y cooperativo, buenas prácticas de laboratorio, cumplimiento del reglamento interno, manejo de equipos e instrumentos, disposición de residuos, llenado de bitácoras de equipo y toma de decisiones.	40%
3. Bitácora de registro de datos experimentales durante la actividad. Con hojas foliadas, escribir con tinta, no está permitido uso de corrector, cancelar con una sola línea cualquier error, todos los datos registrados deberán estar fechados.	15%
4. Informe final del experimento, práctica o proyecto en bitácora grupal (ver nota 1)	15%
5. Evaluación personal. Conocimiento en el tema y de las propiedades fisicoquímicas reportadas en hojas de seguridad para los reactivos, manejo de normatividad vigente, entrega de tareas, participación en clase. Y otros aspectos a consideración del académico (Participación en el Congreso de Laboratorio y Taller de Proyectos).	20%

Nota 1: Características de la Bitácora grupal

Hojas foliadas. Uso de tinta.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	152/147

Portada con los objetivos y la política del Sistema de Gestión de la Calidad de la UNAM.

Contraportada con la Programación de actividades (proporcionado por coordinador del área o responsable de laboratorio).

Carátula con el nombre de la institución, nombre de la dependencia, carrera, asignatura, integrantes del equipo, asesor, grupo, número de equipo, semestre lectivo.

Reglamento de Laboratorio

Guía para el llenado y etiquetado correcto de contenedores de residuos (ubicada en área de residuos).

Al finalizar el semestre el profesor deberá entregar a la coordinación correspondiente las bitácoras del informe en físico.

El Informe final debe incluir los siguientes aspectos:

Formato Cartel (a dos o tres columnas) una sola hoja o dos máximo impresa por ambos lados.

Encabezado: escudos, nombres de la institución, dependencia, módulo, grupo, equipo, autores (alumnos), título del proyecto, nombre del asesor (a).

Resumen (no más de diez renglones, qué se hizo y qué se obtuvo).

Introducción (con citas en el texto).

Metodología (diagrama de flujo, no diagrama de bloques).

Resultados. Imágenes, figuras, cuadros, gráficos de pastel, etc.

Análisis de resultados o discusión de resultados.

Conclusiones.

Referencias (Criterios Harvard).

En el anexo 1 se muestran ejemplos de reporte final.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	153/147



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza
Química Farmacéutica Biológica
Laboratorio de Tecnología Farmacéutica I



Informe : Material de empaque: frasco de polietileno de alta densidad Grupo 2651

Equipo 1918: Alpizar López Diana Carolina, García Fuentes Alan Gustavo Muñoz Segura Ramiro Reyes Nohpal Marisela Litzay

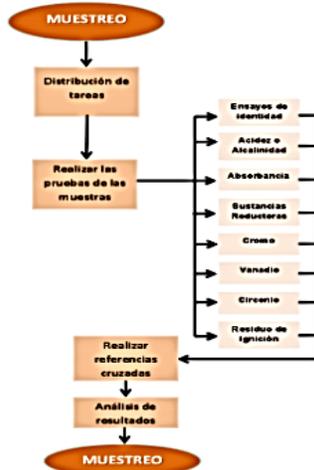
Resumen

En la presente practica se llevó a cabo el análisis de "envases de polietileno de alta densidad" como material de empaque, el cual es muy solicitado tanto en la industria química como en la farmacéutica, ya que es muy resistente y de fácil manejo. De acuerdo con las especificaciones marcadas en la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos 11ª edición; a partir de no cumplir bajo los requerimientos y límites establecidos en esta, demuestran que nuestro envase no cumple con las propiedades marcadas.

Introducción

El polietileno de alta densidad es un polímero de la familia de los polímeros olefinicos cuya estructura es lineal, sin ramificaciones.
El Polietileno de Alta Densidad (HDPE), como casi todos los polietilenos, tiene una alta importancia en el sector del envase y empaque.
Tienen un papel fundamental a la hora de asegurar la protección tanto del producto contenido como del consumidor al que van destinados.
Se dirigen a conservar intactas las propiedades y cualidades del producto y aseguran la salud del usuario a través de la información que le aportan, lo que permite el correcto uso y conservación del mismo.

Metodología



Referencia

Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. 11ª ed. México: Secretaría de Salud, Comisión Permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos; 2014. pp. 538-539.

Resultados

- ◊ Ensayos de identidad
- Absorción en el espectro IR.
No conforme.
- Densidad relativa.
No conforme.
0.970.
- ◊ Acidez o alcalinidad.
No conforme.
3 mL de HCl 0.01 N.
- ◊ Absorbancia.
No conforme.
0.4 absorbancia.
- ◊ Sustancias reductoras
No conforme.
Diferencia de 1 mL.
- ◊ ESPECTRO IR
No conforme
- ◊ Cromo.
No conforme. 0.08 ppm.
- ◊ Vanadio.
No conforme. 12 ppm.
- ◊ Circonio.
No conforme. 110 ppm.
- ◊ Residuo de la ignición.
No conforme. 0.85 %
- ◊ Comportamiento a la flama
No conforme.

Análisis de resultados

En base a nuestros resultados obtenidos podemos decir que las muestras analizadas no son de polietileno de alta densidad ya que no cumplen, en primer instancia, con los ensayos de identidad. Por tanto se trata de otro tipo de plástico. Se recomienda realizar un análisis de espectrofotometría de IR comprándolo con muestras conocidas para así identificar el tipo de material que es.
Es necesario llevar a cabo todas las pruebas al material de empaque para dar un dictamen mas certero de este .

Conclusión

Según las pruebas realizadas y el análisis exhaustivo se Dictamina RECHAZADO

conformado por capas unidireccionales de material descrudado, blanqueo y totalmente libre de impurezas.

médicos, 2ª edición, 2ª parte, México 2011.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	154/147

Reglamento de laboratorio

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA	
Ingeniería Química		
Reglamento de los Laboratorios de Docencia		

Fecha de aprobación por CAC:



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	155/147

Profesores colaboradores en versión 0:

I.Q. Gonzalo Rafael Coello García
M. en I. Ma. Estela de la Torre Gómez Tagle
Dra. Ana Lilia Maldonado Arellano
I.Q. Consuelo Matías Garduño
M. en A. Marisol Gandarillas Ortiz de Montellano

Servicios Sociales

Erika Itzayana Sánchez Argüelles
Laura Jannet Espejel Figueroa

Fecha de elaboración: 09/04/2020



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA

MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	156/147

Justificación

El Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Química en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la Universidad Nacional Autónoma de México está organizado en nueve semestres. En los primeros tres se imparten las asignaturas de Laboratorio de Ciencia Básica I, II y III, en las cuales se realizan actividades experimentales. Los conocimientos y habilidades que se adquieren, apoyan al estudiante para cursar las asignaturas de Laboratorio y Taller de Proyectos de 6º y 7º semestre del Ciclo Profesional cuyas actividades experimentales se realizan en laboratorio de docencia y planta piloto.

Realizar actividades experimentales, demanda la seguridad de los espacios utilizados para tal fin. Por lo que es necesario implementar un ambiente seguro y confiable de las instalaciones de los Laboratorios de docencia de la carrera de Ingeniería Química fundamentado en la legislación universitaria pero también en la normatividad oficial pertinente.

El **Estatuto General de la Universidad Nacional Autónoma de México** establece en su artículo 87 que los alumnos se comprometen en todo tiempo a respetar los reglamentos generales, tal es el caso del reglamento de laboratorio de docencia. En este se presentan lineamientos para minimizar riesgos y/o accidentes dentro de los laboratorios y así salvaguardar la integridad física de los usuarios. Además, favorecer actitudes de convivencia ayudando a formar en el alumno un perfil responsable, consiente y ordenado.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	157/147

Introducción

El presente Reglamento se ha organizado en los siguientes apartados:

Se presentan el objetivo general y objetivos específicos.

Capítulo I. En este capítulo se establecen las obligaciones de los docentes, alumnos, responsable de los laboratorios de docencia, pasantes y usuarios en general.

Capítulo II. Establece el cumplimiento y vigencia del presente reglamento.

Capítulo III. En este capítulo se establecen las sanciones que se harán acreedores al incumplimiento del presente Reglamento.

Objetivos

Objetivo general

Establecer los lineamientos de seguridad, higiene y aprendizaje en los laboratorios de docencia de la carrera de Ingeniería Química de la FES-Z, a través de un reglamento general que beneficie a los alumnos para su formación académica en el área experimental.

Objetivos específicos

- Informar a toda la comunidad académica, profesores, alumnos, responsable de los laboratorios y usuarios, reglamento general del uso correcto de los laboratorios de docencia.
- Aplicar las medidas de seguridad, higiene y aprendizaje expresadas en el reglamento general, de los laboratorios de docencia antes mencionados para evitar cualquier accidente y peligro dentro estas cuando se haga uso de las instalaciones
- Detectar los posibles incumplimientos al reglamento general por parte de la comunidad académica dentro de los laboratorios de docencia durante el proceso de enseñanza-aprendizaje experimental.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	158/147

- Coadyuvar en el Proceso de Certificación de los laboratorios de docencia.

Alcance

Aplica a todos los laboratorios de docencia que dan servicio a la comunidad académica de la carrera de Ingeniería Química.

Definiciones

Accidente. Toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste. Definición de normatividad. Ley Federal del trabajo, artículo 474.

Riesgo. La correlación entre la peligrosidad de un agente o condición física y la exposición de los trabajadores, con la posibilidad de causar efectos adversos para su integridad física, salud o vida, o dañar al centro de trabajo. Definición de normatividad. Norma Oficial Mexicana NOM-030-STPS-2009

Peligro. Las situaciones del ambiente laboral, determinadas por las características o propiedades intrínsecas de los agentes químicos o físicos, o por las condiciones inseguras, en las que es posible que ocurra un daño. Definición de normatividad. Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-2014

Alumnos. Aquellos que estén inscritos en las asignaturas. Elaboración propia.

Usuarios. Se considera como “usuarios” a pasantes, tesistas, personas llevando a cabo servicio social, alumnos y/o estudiantes de la carrera. Elaboración propia.

Equipo de protección personal (EPP). El conjunto de elementos y dispositivos de uso personal para proteger al trabajador de accidentes y enfermedades, que pudieran ser causados por agentes o factores generados con motivo de la realización de sus actividades de trabajo, y que de acuerdo con el riesgo a que están expuestos los trabajadores, puede ser básico o específico. Cuando en el análisis de riesgos se establezca la necesidad de utilizar ropa de trabajo con características específicas de protección, ésta será considerada como equipo de protección



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	159/147

personal. Definición de normatividad. Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008

Equipo de protección personal básico. Aquellos elementos y dispositivos de uso personal para proteger al trabajador contra los riesgos a los que está expuesto durante la ejecución de sus actividades de construcción. Definición de normatividad. Norma Oficial Mexicana NOM-031-STPS-2011

Instrucciones de seguridad. La descripción de actividades, en orden lógico y secuencial, que deberán seguir los trabajadores durante sus actividades para la prevención de riesgos o en casos de emergencias en las obras de construcción. Estas instrucciones pueden estar contenidas en documentos como: procedimientos, manuales o guías, entre otros. Definición de normatividad. Norma Oficial Mexicana NOM-031-STPS-2011



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	160/147

CAPITULO I

Obligaciones

Docentes o profesores

Inicio del semestre

1. Al inicio del semestre (la primera semana), el profesor junto con el alumno deberá identificar las áreas de seguridad, de material roto, de depósito temporal de residuos y también verificarán el funcionamiento de instalaciones eléctricas, gas, agua, aire y vacío. Así mismo EL PROFESOR deberá enseñarles a los alumnos el manejo de los equipos e instrumentos de laboratorio y el llenado de las bitácoras que utilizarán durante el semestre. En caso de alguna falla deberá reportarlo al coordinador de ciclo correspondiente.
2. Deberán contar con la planeación de la práctica/experimento, la cual será entregada por la Coordinación correspondiente.
3. Entregarán a los alumnos del grupo a su cargo la información del SGC incluyendo la planeación correspondiente a la práctica/experimento de laboratorio.
4. Dará a conocer al alumno al inicio del ciclo escolar, el procedimiento del Sistema de Gestión de la Calidad SGC-FESZ-PO06 Manejo de residuos generados en los laboratorios de docencia.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA

MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	161/147

Durante el semestre

- Realizará la evaluación del alumno del trabajo individual, aunque se trabaje en equipo.
- Es obligatorio usar bata blanca de manga larga y limpia en los casos donde aplique deberá sujetarse el cabello quien lo use largo.
- Podrá autorizar el uso de reactivos ajenos a las prácticas/proyectos/experimentos que se necesiten siguiendo las medidas de seguridad necesarias.
- Los profesores que trabajan en un mismo laboratorio, están autorizados a reprender a los alumnos que cometan desmanes y hagan mal uso de las instalaciones.
- Para poder realizar un experimento, el Profesor tendrá que revisar y autorizar el anteproyecto, también firmará la papeleta correspondiente a los reactivos y material que se usarán, verificando el uso de las cantidades correctas.
- Son responsables de generar y mantener un clima organizacional que garantice realizar una práctica eficaz y eficiente.

Al finalizar la práctica

- Verificará al final de la actividad experimental que el alumno haya clasificado, envasado, identificado y colocado el área correspondiente los desechos químicos cumpliendo lo establecido en el procedimiento SGC-FESZ-PO06



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	162/147

Alumnos

Al iniciar el semestre

1. Es obligatorio respetar la programación y asignación de gavetas. Aquellos que sean sorprendidos abriendo gavetas que no les correspondan serán consignados a la Unidad Jurídica de la Facultad.
2. Existe una tolerancia para la entrada a laboratorio de 10 minutos como máximo, se considera como retardo después de la tolerancia estipulada.

Durante el semestre

3. Queda estrictamente prohibido realizar las prácticas de laboratorio sin la presencia del Profesor responsable del grupo.
4. Para hacer uso de los laboratorios, es obligatorio usar bata blanca de manga larga y limpia; deberán sujetarse el cabello quien lo use largo, en el caso de las alumnas queda prohibido el uso de zapatillas dentro de las instalaciones; se deberá usar zapato cerrado y antiderrapante; deberán portar durante las actividades de laboratorio el equipo de seguridad correspondiente.
5. Está prohibido introducir y consumir alimentos dentro del laboratorio.
6. Para solicitar material, equipo e instrumentos de laboratorio será el mismo día de la actividad presentando la credencial vigente de la institución, bajo ninguna circunstancia se hará préstamo con credenciales diferentes a ésta. Además, llenará los formatos de solicitud de préstamo de material, equipo, instrumentos de laboratorio y servicios, dicho formato deberá estar autorizado y firmado por el Profesor responsable.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	163/147

7. La solicitud de reactivos se realizará con 48 horas de anticipación llenado el formato de solicitud de reactivos y firmado por el Profesor responsable del grupo, el alumno deberá presentarse con los recipientes adecuados para cada sustancia.
8. Es su responsabilidad consultar las hojas de seguridad y manejo de los reactivos (CONSULTAR BANCO DE HOJAS DE SEGURIDAD) que utilizará con la finalidad de conocer las propiedades físicas, químicas y tóxicas de los reactivos y productos que se generan como resultado de las actividades realizadas, también preverá las necesidades de contenedores primarios (recipientes) para el envasado de los residuos generados.
9. Queda estrictamente prohibido usar el audio y video de la computadora, teléfonos celulares u otros dispositivos, que no sean útiles para complementar la información o tema que se esté revisando en clase. El uso de estos dispositivos electrónicos es exclusivo como instrumento de trabajo.
10. El material no podrá ser retenido de una sesión a otra, ni de un día para otro; solo será autorizado por causa justificada por el coordinador del ciclo correspondiente. En caso de que no se acate este apartado se le sancionará de acuerdo a la legislación universitaria.
11. Al solicitar o devolver material, equipo e instrumentos de laboratorio, tiene la obligación de verificar la limpieza, el buen estado y funcionamiento de los mismos, deberá reportar al Profesor a cargo del grupo alguna anomalía en el momento.
12. Para cualquier actividad de laboratorio que involucre el empleo de equipo ubicado en los laboratorios que tenga asignada bitácora, tiene la obligación de llenarla antes de usarlo, así como de operarlo correctamente y mantenerlo limpio.
13. Es su responsabilidad mantener limpia la mesa de trabajo, del buen uso de las tarjas y la campana de extracción de vapores y en general de la



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	164/147

infraestructura. Deberán reportar al profesor a cargo del grupo cualquier desperfecto que se genere durante la sesión.

14. Cuando observe que un equipo o instrumento que no funciona bien, queda prohibido intentar repararlo y debe avisar de inmediato al Profesor.

Al finalizar la práctica

15. No verter los desechos tóxicos al drenaje. Con base a la investigación previa y con la asesoría del profesor, envasará los residuos generados en cada actividad utilizando los recipientes adecuados y los identificará con la etiqueta oficial. Los depositará en el lugar asignado.
16. En caso de romper material o equipo de laboratorio, avisará al profesor y al laboratorista para acordar las acciones de reemplazo y/o reparación mientras se retendrá la credencial de la institución.
17. Deberán colocar la basura clasificada como residuo sólido urbano dentro de los contenedores colocados en el laboratorio para dicho fin. Deberá minimizar el volumen de la basura en la medida de lo posible para hacer uso óptimo de los contenedores.
18. Al finalizar el curso es obligatorio desocupar las gavetas, de lo contrario serán abiertas (rompiendo los candados); el material y pertenencias que se encuentren en éstas serán puestos a disposición del CERFIS y/o responsable de laboratorio.
19. Todas las actividades realizadas en los laboratorios, deberán estar estrictamente apegadas a este reglamento.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	165/147

Responsable de los laboratorios

1. Programará en el intersemestre y con el apoyo de los coordinadores, las actividades experimentales a desarrollar en los laboratorios de docencia.
2. Al inicio de cada semestre realizará la asignación de gavetas.
3. Contará con un ejemplar impreso de cada uno de los manuales de laboratorio aprobados por el Comité Académico de Carrera y dará a conocer a los usuarios la localización de la versión electrónica en la página de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.
4. Es responsable de colaborar con la actualización de los manuales de Laboratorio de acuerdo a los lineamientos del Sistema de Gestión de la Calidad de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.
5. Supervisará el área de pesado y de trabajo experimental de los laboratorios para asegurarse de que todo se encuentre en orden.
6. Realizará las bitácoras de equipos e instrumentos correspondientes con sus instructivos de uso rápido, así como la supervisión el llenado correcto de las mismas.
7. Deberá contar con los manuales de operación de cada equipo e instrumento de laboratorio, estos pueden ser de proveedor o de elaboración propia.
8. Debe conocer el funcionamiento de los equipos e instrumentos, así como el mantenimiento preventivo básico para los mismos.
9. Asesorará los usuarios de los laboratorios de docencia en el uso correcto de acuerdo a los instructivos de cualquier equipo o instrumento que se encuentre en el laboratorio.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	166/147

10. Deberá realizar la programación y supervisión de los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos e instrumentos.
11. Es responsable del programa de mantenimiento preventivo y correctivo del equipo de seguridad, así como de supervisar que estén funcionando correctamente durante todo el semestre.
12. Realizará inventarios de equipo, material y reactivos.
13. Es responsable de realizar las actividades marcadas en el Sistema de Gestión de la Calidad, así como de apoyar a las coordinaciones en los procesos de auditorías para la certificación de los Laboratorios de la Carrera de Ingeniería Química.
14. Deberá programar fechas y horarios para el uso de los laboratorios solicitados por pasantes u otros usuarios.

Pasantes

1. Solicitar fechas y horarios de uso de los laboratorios con el Responsable de Laboratorios y también la autorización del coordinador correspondiente.
2. Hacer usos del laboratorio en el horario asignado por el Responsable de Laboratorio.
3. Cumplir con el reglamento de Laboratorio.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA

MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	167/147

CAPITULO II

Del cumplimiento y vigilancia del reglamento

1. El presente Reglamento debe ser aprobado por el Comité Académico de la Carrera de Ingeniería Química de la F.E.S. Zaragoza.
2. Entrará en vigor a partir de la aprobación del Comité Académico de la Carrera de Ingeniería Química de la F.E.S. Zaragoza.
3. Este Reglamento será revisado por lo menos cada 4 años y en caso de modificarlo, deberá ser sometido nuevamente a consideración del Comité Académico de la Carrera de Ingeniería Química de la F.E.S. Zaragoza.
4. Ante situaciones extraordinarias no previstas en el presente Reglamento se deberá informar Coordinaciones según corresponda, Secretaria Técnica o a la Jefatura de Carrera



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	168/147

CAPÍTULO III

Sanciones

1. Los docentes, alumnos, pasantes, coordinadores que falten al presente Reglamento serán sancionados conforme a lo que establece la Legislación Universitaria en el Estatuto General, Título Sexto (De las responsabilidades y sanciones), Artículo 90, 95 (Fracciones I, II, III, IV, V y VI), 97 (Fracciones I, II, III, IV) y 98 (Fracciones I y II).
2. Se suspenderá la práctica/experimento programado(a), cuando el alumno sin causa justificada, no efectúe la solicitud de material y equipo con la anticipación señalada, y será notificado por escrito a la coordinación correspondiente.
3. El docente que sin causa justificada no acuda a la práctica/experimento programado(a), será responsable de realizar la gestión y trámite correspondiente para la cancelación y reprogramación.
4. El alumno o pasante que no porte el uniforme reglamentario, no tendrá acceso a los laboratorios de docencia.
5. Será motivo de suspensión de la práctica/experimento cuando alguno de los usuarios sea sorprendido haciendo mal uso de las instalaciones o del mobiliario y equipo de los laboratorios de docencia.
6. Las (os) pasantes que incurran en faltas al presente Reglamento serán objeto en una primera instancia de una llamada de atención verbal, y en un segundo momento de manera escrita y en su caso se le prohibirá el uso de los laboratorios.
7. Cuando el equipo de laboratorio o seguridad sufra daños, por descuido en su uso, el solicitante deberá reponer el mismo, cubriendo las características que tenía el que se prestó, en un plazo no mayor a 5 días hábiles o levantar un acta de hechos de manera inmediata en caso de ser necesario.



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
LABORATORIOS DE DOCENCIA
MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DE
PROYECTOS DE 8º SEMESTRE



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	169/147

8. El desconocimiento de este Reglamento no exime de cualquier sanción.

Bibliografía

Manual de Laboratorio de Enfermería Médico Quirúrgico II de la Licenciatura en Enfermería de la FES Zaragoza. (Aprobado por el Comité Académico de Carrera el 28 de septiembre de 2016)

Manual de Laboratorio y Taller de Proyectos de 6º y 7º semestre de la carrera de Ingeniería Química de la FES Zaragoza. (Aprobado por el Comité Académico de Carrera el 5 de diciembre de 2018)

Manuales de Laboratorio de Ciencia Básica I versiones: 1983, 1989, 1995 y 2008

Manuales de Laboratorio de Ciencia Básica II versiones: 1985, 2008 y 2013

Manuales de Laboratorio de Ciencia Básica III versiones: 1983, 1998 y 2010

Estatuto General de UNAM

Ley Federal del trabajo, artículo 474.

Norma Oficial Mexicana NOM-030-STPS-2009

Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-2014

Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008

Norma Oficial Mexicana NOM-031-STPS-2011

Norma Oficial Mexicana NOM-031-STPS-2011



Código	Fecha de emisión	Versión	Página
SGC-FESZ-IQ-003	15//03/2021	0	170/147

Manejo de residuos

Al inicio del semestre, el estudiante debe conocer “Procedimiento de Manejo de Residuos Generados en los Laboratorios de Docencia SGC-FESZ-PO06.” que forma parte del Sistema de Gestión de Calidad.

Previo al inicio de cada práctica experimental, el Estudiante deberá contar y revisar la información correspondiente de los reactivos que empleará en la misma, particularmente las Hojas de Seguridad, y le proporcione las medidas de seguridad que debe realizar en caso de algún accidente.

El manejo adecuado de los reactivos y materiales durante la práctica experimental, empleando las cantidades establecidas en la misma, evitará generar desperdicios, lo que reducirá la generación de residuos. Se debe procurar valorizar – optimizar el empleo de las soluciones que se preparan para cada práctica, para que sean reutilizadas, en su caso, por los siguientes grupos que realicen la misma práctica experimental. El profesor responsable del grupo y de la práctica experimental asesorará al Estudiante en la reutilización de soluciones preparadas.

Concluida la práctica experimental, el manejo de residuos es responsabilidad de los Estudiantes, el Profesor asesorará y verificará que el Estudiante haya clasificado, envasado, identificado y colocado en el área correspondiente los desechos químicos, de forma que se cuide la incompatibilidad de los mismos.

La clasificación de los residuos para su almacenamiento debe realizarse en los contenedores ubicados en las áreas destinadas para ello, registrando en la bitácora correspondiente el tipo y cantidad que se está incorporando. Queda determinadamente prohibido almacenar los residuos en recipientes no adecuados para ello, como botellas de PET o contenedores de alimentos.

Todos los contenedores que contengan residuos químicos deberán contar con etiqueta de identificación por tipo de residuo, como lo indica el procedimiento del Sistema de Gestión de Calidad SGC-FESZ-PO06 “Procedimiento de Manejo de Residuos Generados en los Laboratorios de Docencia” (ver anexo 1), y una bitácora para registrar la información de los residuos que se van incorporando.

Conclusiones finales del trabajo.

En la investigación realizada se logró ver que la Licenciatura de Ingeniería Química en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, a lo largo de la historia siempre ha ido a la vanguardia cumpliendo con las exigencias que se van presentando, al estar involucrada en diversas actividades en la industria y su capacidad multidisciplinaria se puede notar la necesidad del Ingeniero Químico en distintas áreas, una muy importante es el desarrollo sostenible.

Debido a esto y con ayuda de las diferentes comparaciones que se realizaron en este documento, basadas en Planes de estudio de Licenciaturas de otras universidades con gran prestigio tanto nacionales como internacionales, es bastante visible la necesidad de una actualización al Plan de estudios, ya que esta comparación resalta la importancia de un Ingeniero Químico con la formación para poder resolver problemas relacionados con el medio ambiente, capaz de comprender los fenómenos y mecanismos en la generación y uso eficiente de la energía, el manejo de emisiones, los posibles tratamientos de agua y residuos, con esta formación el profesionista tendría un aporte extraordinario y significativo para integrarse al campo laboral.

En este trabajo se ve la importancia de la implementación de un enfoque sostenible, por lo que se realizó una propuesta de un Manual de prácticas de laboratorio con el fin de apoyar el trabajo experimental, esta vez con un enfoque sostenible para los estudiantes y que, a su vez, sea válido en su elaboración y siga los procedimientos establecidos de un Sistema de Gestión de la Calidad, en este caso, el SGC de la Fes Zaragoza.

La propuesta de este Manual de prácticas se realizó tomando en cuenta los lineamientos del Sistema de Gestión de la Calidad, centrándose en el procedimiento SGC-FESZ-PO02 "Elaboración y actualización de un Manual de laboratorio", que habla sobre los requisitos generales para la elaboración, revisión y actualización de los manuales de laboratorio. Para la realización de este Manual, se tomaron como base normas mexicanas vigentes que aplican y se acoplan al desarrollo del experimento según corresponde, y siguiendo el procedimiento del SGC para la elaboración completa del manual, se logró implementar y acoplar los lineamientos que establece para el formato y contenido del manual, para así aprobarse y posteriormente implementarse con procedimientos que se realizan en laboratorio aportando un enfoque sostenible

Por último, cabe mencionar que el Manual que se realizó cumple con los lineamientos mencionados en el Sistema de Gestión de la Calidad, asimismo, también cumple con los actuales requisitos que demanda el área laboral a un

egresado de esta Licenciatura, por si fuera poco, esta actualización colocaría a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza como una universidad con un Plan de Estudios totalmente competente en comparación con otras universidades que también ofrecen un excelente nivel académico.

Bibliografía.

Bucay, B. (2003). Apuntes de historia de la Química Industrial en México. Obtenido de Apuntes de historia de la Química Industrial en México: <file:///C:/Users/argue/Downloads/Apuntes%20de%20historia%20Ingenier%C3%ADa%20Qu%C3%ADmica.pdf>

Castillo, J. J. (05 de agosto de 2019). Sistema de Gestión de la Calidad en FES Zaragoza para laboratorios de docencia de 6° y 7° semestre de la carrera de Ingeniería Química. Ciudad de México, México.

EcuRed. (junio de 2008). Contaminación Química. Obtenido de https://www.ecured.cu/Contaminaci%C3%B3n_qu%C3%ADmica#Contaminantes_qu.C3.ADmicos

EcuRed. (2016). Obtenido de EcuRed: https://www.ecured.cu/Contaminante_biol%C3%B3gico

FES Cuautitlán. (11 de septiembre de 2020). Ingeniería Química. Obtenido de <https://ingenieria-quimica9.webnode.es/products/impactos-y-efectos-ambientales-/%20%2008/09/20/>

FES Zaragoza. (2013). Proyecto de Modificación del Plan de Estudios de la Licenciatura de Ingeniería Química. Obtenido de Proyecto de Modificación del Plan de Estudios de la Licenciatura de Ingeniería Química: <https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/portalfesz2019/Licenciaturas/iq/IngenieriaQuimicaFESZaragozaPlanEstudios.pdf>

FES Zaragoza. (septiembre de 2015). Reglamento Interno. Obtenido de https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/CuerposColegiados/comite_gestion_calidad/ReglamentoInternoSGC18.pdf

FES Zaragoza. (septiembre de 2020). Información General de Ingeniería Química. Obtenido de <https://www.zaragoza.unam.mx/informacion-general-ingenieria-quimica-2/>

FES Zaragoza. (septiembre de 2020). Proyecto de Modificación de Plan de Estudios de la Licenciatura de Ingeniería Química. Obtenido de <https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/portalfesz2019/Licenciaturas/iq/IngenieriaQuimicaFESZaragozaPlanEstudios.pdf>

FES Zaragoza. (septiembre de 2019). Comité de Sistema de Gestión de Calidad. Obtenido de <https://www.zaragoza.unam.mx/comite-del-sistema-de-gestion-de-calidad/>

Gaceta Zaragoza. (16 de agosto de 2018). Gaceta Zaragoza, agosto 2018, Año 6, Numero 83. Obtenido de Gaceta Zaragoza, agosto 2018, Año 6, Numero 83.

Ingeniería Química NET. (septiembre de 2020). El papel de la Ingeniería Ambiental en la Ingeniería Química. Obtenido de <https://www.ingenieriaquimica.net/articulos/421-el-papel-de-la-ingenieria-ambiental-en-la-ingenieria-quimica>

ISOTOOLS. (2020). isotools.org. Obtenido de <https://www.isotools.org/normas/calidad/>

Malagón, M. D. (2011). Medio Ambiente Y contaminación. Principios Básicos.

Norma Mexicana. (1997). NOM-003-ECOL-1997. Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. Ciudad de México, México.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS. (1994). NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano - Límites permisibles para calidad y tratamientos a que deben someterse el agua para su potabilización. Ciudad de México, México.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (2000). NMX-AA-008-SCFI-2000. ANÁLISIS DE AGUA - DETERMINACIÓN DEL pH - MÉTODO DE PRUEBA. Ciudad de México, México.

Secretaría de Economía. (2014). NMX-AA-074-SCFI-2014. Análisis de agua – Medición del ion sulfato en aguas naturales, residuales y residuales tratadas, Método de prueba. Ciudad de México, México.

Secretaría de Economía. (2018). Norma Mexicana NMX-AA-093-SCFI--2018. Análisis de agua- Medición de la conductividad eléctrica en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba. Ciudad de México, México.

SENATI. (septiembre de 2020). Contaminación Ambiental. Obtenido de <http://virtual.senati.edu.pe/pub/GA/GARU2.pdf>

Sevilla, M. F. (31 de octubre de 2012). slideshare.net. Obtenido de slideshare.net: <https://es.slideshare.net/mafercachonsevilla/contaminacion-quimica-fisica-y-biologica>

UNAM. (agosto de 2020). Oferta académica UNAM. Obtenido de <http://oferta.unam.mx/planestudios/ingquimicaplanestudioszaragoza16.pdf>

UNAM. (2014). Oferta Académica. Obtenido de <http://oferta.unam.mx/ingenieria-quimica.html>

Universidad Guanajuato. (2011). Acta Universitaria. Obtenido de La Química, la Ingeniería Química y su relación con otras disciplinas: <http://www.acuedi.org/ddata/1660.pdf>

Ramallo, R. (1991). Tratamiento de aguas residuales (1st ed., p. 705). Barcelona: Reverte S.A.

NMX-AA-030/2-SCFI-2011 Análisis de agua - Determinación de la Demanda Química de Oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba - parte 2 - Determinación del índice de la demanda química de oxígeno – Método de tubo sellado a pequeña escala

Norma Mexicana. NMX-AA-074-SCFI-2014. Esta norma mexicana es de aplicación nacional y establece el método turbidimétrico para la medición del ion sulfato en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas.

Hernández Boiso Liliana Rosales Chamú Rebeca Massiel. (2020). Evaluación de la eficiencia de un sistema de electrocoagulación para la remoción de contaminantes en el tratamiento de aguas grises. Ciudad de México.

NMX-AA-030/2-SCFI-2011 Análisis de agua - Determinación de la demanda química de oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba - parte 2 - Determinación del índice de la demanda química de oxígeno – Método de tubo sellado a pequeña escala.

Smith, J.M, (2003). Introducción a la termodinámica en la ingeniería química. MÉXICO, DF: McGraw-Hill.

Determinación de poder calorífico en residuos. ASTM-D-5468-02 Standard Test Method for Gross Calorific and Ash Value of Waste Materials.

Nmx-aa-033-1985 protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-determinación de poder calorífico superior

NOM-052-SEMARNAT-2005 características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Arellano, J. & Guzmán, J. (2017). Ingeniería Ambiental. México: Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V.

NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental.

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5356801&fecha=19/08/2014

Pamela Walker Elaine Wood. (1958). Environmental Science Experiments . New York: Library of CongressCataloging-in-Publication Data.

A., C. M. (2009). Fundamentos de Química Analítica, Teoría y ejercicios. UNAM: Facultad de Química.

CEDRÓN, J. C. (2020). Química General. Material de enseñanza. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Dirección General de Normas. (2018). NMX-AA-093-SCFI-2018-Analisis de agua- Medición de la conductividad electrica en aguas naturales, residuales y residuales tratadas- método de prueba.

INFOAGRO. (2020). Obtenido de Catalogo instrumental: https://www.infoagro.com/instrumentos_medida/doc_conductividad_electrica.asp?k=53

R.H. Petrucci, W. H. (2011). Química General Décima Edición. Madrid: Pearson.

Benavides, J. A. (2011). Diseño de planta de tratamiento de agua de osmosis inversa para la empresa dober osmotech de Colombia Ltda. Santiago de cali: Universidad Autónoma de Occidente, Facultad de Ingenierías.

Enriquez Ulises, o. J. (2020). Puesta en marcha y acondicionamiento del sistema de captación de agua pluvial instalado en el laboratorio de Ingeniería Química en el campus ii de la facultad de estudios superiores Zaragoza. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de estudios Superiores Zaragoza.

FAO, (. d. (2000). *Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia. Serie: Zonas Áridas y semiáridas No. 13*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.

NORMA Oficial Mexicana 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. (s.f.).

Ramos. E., S. O. (2020). *Reporte Servicio Social Energía Renovables*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Sánchez Dirzo Rafael, A. Z. (s.f.). Captación y potabilización de agua de lluvia en FES-Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México, FES Zaragoza.