



**UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO**  
División Académica de Ciencias Biológicas  
“Estudio en la duda. Acción en la fe”



---

---

**“VERIFICACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LA GESTIÓN INTEGRAL  
DEL AGUA DE LA AUDITORÍA AMBIENTAL DACBIOL-UJAT  
REGISTRO 13682 SOLICITUD 6339”**

**Trabajo recepcional, en la modalidad de:**

Tesis de Maestría

**Para obtener el grado de:**

Maestro en Ingeniería, Tecnología y  
Gestión Ambiental

**Presenta:**

Ing. Néstor Adrián Vázquez de la Cruz

**Directores:**

Dr. Gaspar López Ocaña  
Dr. Raúl German Bautista Margulis



**UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIRECCIÓN**

Villahermosa, Tab., a 29 de Noviembre de 2023


**ASUNTO:** Autorización de Modalidad de Titulación

**C. LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON  
JEFE DEL DEPTO. DE CERTIFICACIÓN Y TITULACION  
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES  
P R E S E N T E**

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado, informo a usted, que en base al reglamento de titulación vigente en esta Universidad, ésta Dirección a mi cargo, autoriza al **C. NÉSTOR ADRIÁN VÁZQUEZ DE LA CRUZ** egresado de la Maestría en **INGENIERÍA, TECNOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL** de la División Académica de **CIENCIAS BIOLÓGICAS** la opción de titularse bajo la modalidad de Tesis de Maestría denominado: **"VERIFICACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA DE LA AUDITORÍA AMBIENTAL DACBio-UJAT REGISTRO 13682 SOLICITUD 6339"**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para saludarle afectuosamente.

A T E N T A M E N T E

  
**DR. ARTURO GARRIDO MORA  
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**U.J.A.T.  
DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



C.c.p. - Expediente Alumno de la División Académica  
C.c.p.- Interesado



UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIRECCIÓN

NOVIEMBRE 29 DE 2023

**C. NÉSTOR ADRIÁN VÁZQUEZ DE LA CRUZ**  
**PAS. DE LA MAESTRIA EN INGENIERÍA, TECNOLOGÍA Y**  
**GESTIÓN AMBIENTAL**  
**P R E S E N T E**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis de Maestría en Ingeniería, Tecnología y Gestión Ambiental titulado: **"VERIFICACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA DE LA AUDITORÍA AMBIENTAL DACBioI-UJAT REGISTRO 13682 SOLICITUD 6339"**, asesorado por Dr. Gaspar López Ocaña y Dr. Raúl German Bautista Margulís, sobre el cual sustentará su Examen de Grado, cuyo jurado integrado por el Dr. Arturo Valdés Manzanilla, Dr. Mario José Romellón Cerino, Dr. Gaspar López Ocaña, Dra. Rocío López Vidal y M. en C. Carlos Alberto Torres Balcázar

Por lo cual puede proceder a concluir con los trámites finales para fijar la fecha de examen.

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE  
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE

**DR. ARTURO GARRIDO MORA**  
**DIRECTOR**

U.J.A.T.  
DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente del Alumno.  
C.c.p.- Archivo

## CARTA AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la modalidad de Tesis de Maestría denominado: **“VERIFICACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA DE LA AUDITORÍA AMBIENTAL DACBioI-UJAT REGISTRO 13682 SOLICITUD 6339”**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco el Trabajo Recepcional antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el día 29 de noviembre del dos mil veintitrés

**AUTORIZO**



---

**NÉSTOR ADRIÁN VÁZQUEZ DE LA CRUZ**



UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



División Académica  
de Ciencias Biológicas.

Jefatura de Posgrado.



Villahermosa, Tabasco a 14 de noviembre de 2023

**C. NÉSTOR ADRIÁN VÁZQUEZ DE LA CRUZ**  
EGRESADO DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA,  
TECNOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL  
PRESENTE

En cumplimiento de los lineamientos de la Universidad, y por instrucciones de la Dirección de Posgrado, se implementó la revisión de los documentos recepcionales (tesis), a través de la plataforma Turnitin iThenticate para evitar el plagio e incrementar la calidad en los procesos académicos y de investigación en esta División Académica. Esta revisión se realizó en correspondencia con el Código de Ética de la Universidad, el Reglamento General de Estudios de Posgrado, el Código Institucional de Ética para la Investigación y con los requerimientos para los posgrados registrados en el SNP-CONAHCyT.

Por este conducto, hago de su conocimiento las observaciones y el reporte de originalidad de su documento de tesis. Con el objetivo de fortalecer y enriquecer el programa de posgrado, el responsable del programa realizó la revisión del documento en la plataforma iThenticate, obteniendo el reporte de originalidad, el índice de similitud y emitió las siguientes sugerencias y recomendaciones para dar seguimiento en el documento de tesis del proyecto de investigación: **"Verificación y Cumplimiento de la Gestión Integral del Agua de la Auditoría Ambiental DACBiol-UJAT Registro 13682 Solicitud 6339"**.

OBSERVACIONES:

1. **El índice de similitud obtenido fue de 11%**, el cual no excede el máximo de 20% establecido en los Lineamientos para el Uso y Manejo del Software Antiplagio de la UJAT (2022).
2. De acuerdo con la revisión, las máximas similitudes fueron halladas en textos citados que, aunque algunas de estas citas no se realizaron correctamente, queda de manifiesto con suficiente claridad la fuente original de esos textos.
3. Se recomienda al autor, revisar las citas y el listado de referencias consultadas empleando de manera apropiada algún estilo específico de citas y referencias bibliográficas (APA, Vancouver, entre otros).

C.c.p. ARCHIVO :

KM. 0.5 CARR. VILLAHERMOSA-CÁRDENAS ENTRONQUE A BOSQUES DE SALOYA

Tel. (993) 358-1500 Ext. 6407. Correo e: [posgrado.dacbiol@ujat.mx](mailto:posgrado.dacbiol@ujat.mx)



UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



División Académica  
de Ciencias Biológicas.

Jefatura de Posgrado.



4. Se adjunta el informe de originalidad de la tesis obtenido a través de la herramienta Turnitin iThenticate.
5. Finalmente, se le solicita al **C. NÉSTOR ADRIÁN VÁZQUEZ DE LA CRUZ**, revisar las observaciones, y atenderlas en su documento de tesis, si corresponde. Posteriormente, integrar en la versión final del documento de tesis, este oficio y el informe de originalidad con el porcentaje de similitud de Turnitin iThenticate.

Sin otro particular al cual referirme, aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE  
"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"

DR. ARTURO GARRIDO MORA  
DIRECTOR DACBIOL

U.J.A.T.  
DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.C.P. Dr. Gaspar López Ocaña. Director de Tesis.

C.c.p. ARCHIVO

# Verificación y Cumplimiento de la Gestión Integral del Agua de la Auditoría Ambiental DACBiol-UJAT Registro 13682 Solicitud 6339

INFORME DE ORIGINALIDAD

# 11%

ÍNDICE DE SIMILITUD

## FUENTES PRIMARIAS

1	dialnet.unirioja.es Internet	123 palabras — 1%
2	docplayer.es Internet	78 palabras — 1%
3	aldeser.org Internet	43 palabras — < 1%
4	hdl.handle.net Internet	42 palabras — < 1%
5	ciba.org.mx Internet	40 palabras — < 1%
6	www.revistas.una.ac.cr Internet	31 palabras — < 1%
7	ambiental.uaslp.mx Internet	29 palabras — < 1%
8	repositorio.urp.edu.pe Internet	29 palabras — < 1%
9	repositorio.unica.edu.pe Internet	28 palabras — < 1%



## Dedicatorias

A mis padres Javier Vázquez Martínez y María del Carmen de la Cruz Hipólito quienes me alentaron a seguir preparándome para afrontar la vida, por darme los valores que hoy en día me identifican como persona de bien, y por los sacrificios para hoy estar donde estoy, a mis hermanos Jesús Antonio Vázquez de la Cruz y Luis Javier Vázquez de la Cruz que sirvieron de ejemplo para mí y para a veces pasar los malos ratos, por sus consejos y por esperar y desear siempre lo mejor para mí.

A mi esposa Nancy Estrada Pérez por ser mi apoyo en todo momento, por levantarme y darme ánimos para continuar por más adverso que se viera el camino, por alentarme a seguir creciendo en lo profesional y en lo personal y sobre todo por nunca dejar de creer en mí y ayudarme a descubrir mi verdadero potencial.

A mis profesores que han sido mis guías y han impartido conocimientos para aplicar en la vida laboral en especial al Dr. Gaspar López Ocaña quien confió en mis capacidades y aptitudes por lo cual me brindó su apoyo y amistad, así como consejos para seguir creciendo personalmente.

## Agradecimientos

A dios por darme las fuerzas para levantarme todos los días, por la salud para que nunca faltara a clases y por la inteligencia para poder llevarme los conocimientos que me brindaron mis profesores y por bendecir el camino que tienes para mí.

Agradezco a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y la división Académica de Ciencias Biológicas por abrir sus instalaciones para desarrollar mi proyecto de investigación durante estos dos años al igual que al laboratorio de tecnología del agua y al encargado por recibirme y poder realizar experimentos y actividades que me concedieron conocimientos en distintas áreas.

A mi comité sinodal, Dr., Gaspar López Ocaña, Dra. Rocío López Vidal, Dr. Mario José Remellón Cerino, M. en C. Carlos Alberto Torres Balcázar, Dr. Arturo Valdez Manzanilla y al Dr. Raúl German Bautista Margulis por las observaciones y comentarios para la mejora del proyecto.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por otorgarme la beca con mi CVU con número 1139481, para poder concluir mis estudios de posgrado.

A mis compañeros y amigos del laboratorio de tecnología del agua, Nancy, Gisell, Yaneth, Erika y Arquímedes, con los cuales compartí risas y anécdotas lo cual me ayudaron a pasar los malos ratos



## INDICE

Dedicatorias.....	ii
Agradecimientos.....	ii
RESUMEN.....	1
CAPITULO I.....	2
1. Generalidades del Proyecto.....	3
1.1 Introducción.....	3
1.2 Justificación.....	5
1.3 Antecedentes.....	7
1.3.1 Antecedentes Internacionales.....	7
1.3.2 Antecedentes Nacionales.....	8
1.3.3 Antecedentes locales.....	10
1.4. Hipótesis.....	15
1.4.1. Hipótesis 1.....	15
1.4.2 Hipótesis 0.....	15
1.5 Objetivos.....	15
1.5.1. Objetivo General.....	15
1.5.2. Objetivos Específicos.....	15
1.6. Área de estudio.....	16
1.7. Materiales y Métodos.....	16
1.8. Referencia Bibliográfica.....	18
CAPITULO II.....	21
2. Diagnóstico de Agua Potable, Drenaje Pluvial y Alcantarillado en DACBiol. ....	22
2.1. Introducción.....	22
2.2. Materiales y método.....	23
2.3. Resultados y discusiones.....	25
2.4 Conclusiones.....	29
2.5. Bibliografía.....	30
Capitulo III.....	31
3. Manejo integral del agua en DACBiol.....	32
3.1 Introducción.....	32
3.2. Materiales y métodos.....	33



3.3. Resultados y discusiones.....	40
3.3.1. Suministro de agua potable.....	40
3.3.2. Situación actual de la planta de tratamiento.....	40
3.3.3. Balance general del Manejo Integral del Agua.....	41
3.3.4. Campañas de ahorro del agua y conciencia ambiental.....	43
3.3.5. Análisis de las aguas tratadas para control interno.....	44
3.4. Conclusiones.....	45
3.5. Referencias.....	46
CAPITULO IV.....	48
4. Armado de expediente de rubro agua y otras consideraciones.....	49
4.1 Introducción.....	49
4.2 Metodología.....	50
4.3 Resultados.....	50
CAPITULO V.....	52
5. Conclusiones finales.....	53
Anexos.....	57
Memoria Fotográfica.....	57
Planos realizados.....	58
Mantener evidencia actualizada del manejo integral del agua en la instalación.....	64
Mantener el registro y/o evidencia documentales y fotográficos de las campañas aplicadas sobre la cultura ambiental a la Instalación.....	65
Implementar paulatinamente y mantener un sistema de tratamiento de aguas más económico, adecuado y suficiente para la cantidad de generación de aguas residuales de la organización.....	66
Mantener un seguimiento constante al estado en que se encuentran los sistemas de tratamiento de agua y llevar una bitácora de esto.....	67
Mantener la capacitación, pláticas constantes al personal encargado del área ambiental de la instalación para que se evite atrasos en cumplimiento de permisos o autorizaciones con aspecto ambiental.....	69



## Índice de figuras.

Figura 1 Ubicación de la DACBiol-UJAT. Fuente: Google Earth. ....	16
Figura 2 Diagrama de actividades. Fuente: Elaboración propia. ....	17
Figura 3 Identificación de registros. Fuente: propia. ....	24
Figura 4 Identificación de registros sanitarios. ....	24
Figura 5 Apertura de registros. Fuente: Propia. ....	24
Figura 6 Válvula de paso de agua potable. Fuente: propia. ....	24
Figura 7 Verificación de registros. Fuente: propia ..... ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 8 Toma de medidas de edificios. Fuente: propia. ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 9 Plano de líneas de agua potable Fuente: propia. ....	26
Figura 10. Plano de escurrimiento pluvial. Fuente: propia. ....	27
Figura 11. Plano de sistema de alcantarillado. Fuente: propia. ....	28
Figura 12. Unidades experimentales para tratamiento de AR. Fuente: FB Laboratorio de tecnología del agua. ....	34
Figura 13. Acondicionamiento de unidades. Fuente: FB Laboratorio de tecnología del agua. ....	34
Figura 14. Suministro de agua residual. Fuente: FB Laboratorio de tecnología del agua. ....	34
Figura 16. Siembra de vegetación PTAR. Fuente: propia. ....	34
Figura 17. Manejo y reposición de vegetación. Fuente: propia. ....	34
Figura 18. Equipo para medición de OD. ....	36
Figura 19. Multiparamétrico de sonda. ....	37
Figura 20. Equipo multiparamétricos de metales. ....	37
Figura 21. Equipo para medición de color y turbiedad. ....	37
Figura 26. Diagrama de suministro de agua potable. Fuente: elaboración propia. ....	40
Figura 27. Diagrama del proceso de la PTAR de la DACBiol. Fuente: Gaspar López, 2018. ....	41
Figura 29. Cartel elaborado por el laboratorio de tecnología del agua. Fuente: FB laboratorio del agua. ....	43
Figura 32. Implementación de Programa de Seguridad e Higiene. Fuente: Propia. .... ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 33. Señalización en materia de Seguridad. Fuente: Propia. ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 34. Aforo de Caudal. Fuente: Propia. .... ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 35. Inspección de las líneas existentes. Fuente: Propia. ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 36. Registros Eléctricos. Fuente: Propia. .... ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 37. Medición de Estructuras. Fuente: Propia. .... ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 38. Proyecto Final para Tratamiento Completo de las Aguas Residuales. Fuente: Propia. ....	58
Figura 39. Humedales Artificiales Planos Hidráulico Funcional. Fuente: Gaspar López 2018. ....	59



Figura 41. Humedal Artificial Detalle Constructivo. Fuente: Gaspar López 2018. .... 61

Figura 42. Lechos de Secado Para la PTAR. Fuente: Gaspar López 2018..... 62

Figura 44. Mantenimiento de reactores. Fuente: FB Laboratorio del agua..... 64

Figura 45. Lavado de medio de soporte. Fuente: FB Laboratorio del agua..... 64

Figura 46. Acondicionamiento de las unidades. Fuente: FB Laboratorio del agua... 64

Figura 47. Lavado de medio de soporte. Fuente: FB Laboratorio del agua..... 64

Figura 48. Exposición de proyectos. Fuente: FB Laboratorio del agua. .... 65

Figura 49. Cursos de cultura del agua. Fuente: FB Laboratorio del agua. .... 65

Figura 50. Visitas a otras instituciones. Fuente: FB Laboratorio del agua..... 65

Figura 51. Entrevista sobre las actividades que se realizan en el laboratorio. Fuente: FB Laboratorio del agua. .... 65

Figura 53. Lavado de medio de soporte. Fuente: propia. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 54. Llenado de reactores. Fuente: propia..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 55. Mantenimiento de humedales. Fuente: propia. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 56. Mantenimiento de reactores. Fuente: propia..... 67

Figura 57. Cambio de medio de soporte. Fuente: propia..... 67

Figura 58. Mantenimiento constante de reactores. Fuente: propia..... 67

Figura 59. Repoblación de vegetación. Fuente: propia. .... 67

Figura 60. Poda de vegetación. Fuente: propia..... 68

Figura 61. Capacitación en la toma de muestras. Fuente: propia. .... 69

Figura 62. Capacitación en el uso de equipos. Fuente: FB Laboratorio del agua. .... 69

Figura 63. Visita a plantas de tratamiento. Fuente: FB Laboratorio de tecnología del agua..... 69

Figura 64. Análisis de muestras. Fuente: FB Laboratorio del agua. .... 69

Figura 65. Foro en materia ambiental. Fuente: FB Laboratorio de tecnología del agua. .... 69

### Índice de tablas.

Tabla 1 Lista de no conformidades emitidas por PROFEPA en 2019. .... 12

Tabla 2. Métodos para la determinación de parámetros de calidad del agua..... 36

Tabla 3. Equipos utilizados para el monitoreo de calidad de agua y parámetros de control..... 36

Tabla 4. Situación del manejo actual del agua en DACBiol periodo 2022. .... 41

Tabla 5. Valores promedio ( $\pm$ DE) de los contaminantes básicos en los efluentes de los tratamientos del periodo Enero-julio de 2022. .... 44

Tabla 6. Valores promedio ( $\pm$ DE) de los contaminantes básicos en los efluentes de los tratamientos del periodo Agosto-diciembre de 2022. .... 44

Tabla 7. Evaluación de alcances obtenidos..... 53

## RESUMEN.

Toda institución, industria, obra o proyecto debe cumplir con las regulaciones ambientales dispuestas a manera de asegurar su propio desarrollo sostenible, con tal de mantener una mejora continua para la conservación, protección y cuidado del ambiente y sus recursos (Barrios, 2016).

La división académica de ciencias biológicas (DACBIOL) adoptó el proceso de auditoría ambiental desde el año 2016 efectuando buenas prácticas, que contribuyeron con mejoras, cuidado y protección de los recursos naturales existentes y mitigando en la mayor parte y en algunas un cien por ciento los efectos adversos de contaminación, generación y tratamiento de sus aguas residuales.

El proceso metodológico que se empleó en este trabajo de tesis fue la recopilación de la información desde sus inicios del proceso de auditoría con la finalidad de ser revisados y evaluar las no conformidades existentes y determinar las acciones correctivas o preventivas para solventarlas. En el presente trabajo de tesis se propone como producto final cumplir con las no conformidades de las últimas listas emitidas por la entidad evaluadora en 2019, y la implementación de nuevas estrategias y/o actividades que mejoraran las deficiencias y prevenir en un futuro algunas deficiencias en los procesos realizados dentro de la institución.

A manera de resultado en este proyecto se cubrió en un cien por ciento en el rubro agua lo cual destaca a la DACBIOL como la única institución a nivel nacional que cuenta con una certificación ambiental, se realizaron los planos de las redes existentes de agua potable, residual y pluvial. Así como la revisión de la situación actual del manejo integral del agua y las tecnologías implementadas para el tratamiento de aguas residuales.



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTONOMÍA DE TABASCO  
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”

---



Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
Mexico

## CAPITULO I



## 1. Generalidades del Proyecto.

### 1.1 Introducción.

La auditoría ambiental se define como un instrumento el cual es propuesto por el Programa Nacional de Auditoría Ambiental donde se evalúan rubros en una empresa o institución donde se revisa los aspectos negativos como la contaminación y riesgo ambiental que se derivan de las actividades que ahí se realicen, con el resultado de esta revisión se debe cumplir con la normatividad aplicable nacional con la implementación de buenas prácticas ambientales para la operación y realización de las actividades. (PROFEPA, 2020).

Los cambios globales proponen concienciar de forma relevante la cultura ambiental global con el objeto de contribuir al logro de un planeta más saludable. El manejo adecuado de los instrumentos de protección ambiental, darán oportunidad a una nueva ética empresarial y responsabilidad social corporativa, dando como resultado el desarrollo sostenible y sustentable del ecosistema, donde las organizaciones buscan contribuir en pro del medio ambiente. (Hidalgo *et al.* 2015). Durante el proceso de concientización se utiliza como recurso la auditoría ambiental, la cual indica la correcta forma de realizar las actividades adecuadas para la contribución al medio ambiente y el normal desarrollo de las actividades empresariales, evaluando el seguimiento y Cumplimiento de las medidas ambientales impartidas por los organismos respectivos, con el fin de evitar una desmesurada contaminación ambiental.

En el caso de que una institución cumpla con los rubros implementados por la auditoría ambiental se les otorga un certificado con vigencia de tres años por la secretaria regidora en este caso la (PROFEPA) a inicios estos certificados se entregaban a las industrias y posteriormente se amplió a otros sectores a lo que amplió el tipo de certificados emitidos los cuales son: a) Certificado de industria limpia, b) Certificado de calidad ambiental turística y c) Certificado de Calidad ambiental. (PROFEPA, 2014).



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTONOMÍA DE TABASCO  
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”

---



En la actualidad la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco es la única institución educativa a nivel nacional en contar con una certificación ambiental y tratando el 100% de sus residuos generados en materia de agua, residuos peligrosos y de manejo especial, conservación y repoblación de especies e implementación de nuevas tecnologías para tratamiento de aguas residuales.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México



## 1.2 Justificación.

El propósito de este trabajo es revisar las áreas donde se encontraron problemas con el proceso o actividades que dañan ambientalmente hablando, en la última evaluación realizada por PROFEPA se formularon soluciones técnicas para remediación, corrección y prevención de las no conformidades. El Programa Nacional de Auditoría Ambiental es voluntario pero el cumplimiento del marco normativo si es de carácter obligatorio, la adopción de este instrumento político ambiental se realiza en acuerdo con la autoridad para el cumplimiento de las políticas ambientales gubernamentales y los datos proporcionado son confidenciales. (PROFEPA, 2020).

Por lo cual toda empresa, industria o actividad que lleve un proceso, debe de cumplir con obligaciones y regulaciones ambientales, con el propósito de asegurar un desarrollo sostenible y buscar la mejora continua para lograr un conservación, protección del medio ambiente que lo rodea, siendo la auditoría y la autorregulación una herramienta para identificar los impactos negativos para buscar una ruta de mitigación, prevención y compensación por medio de verificaciones y correcciones de tal manera lleve a cumplir con la normatividad nacional vigente.(Toledo, 2016).

En ese sentido la DACBiol-UJAT puede llamarse como una institución certificada y cumpliendo los rubros antes mencionados, tomando en cuenta estos puntos es importante cumplir con el seguimiento de este proceso ya que nacionalmente es un reconocimiento distintivo a otras instituciones educativas y ya que al hacerlo conlleva beneficios para la institución ambientalmente hablando para evitar sanciones de muy alto costo.

Por lo antes mencionado, el objetivo de este proyecto es facilitar y solventar las no conformidades que aparecieron en la última revisión, este trabajo se centrara en el seguimiento del rubro de aguas residuales y todo el sistema de agua de la división, partiendo desde la planta de tratamiento vía humedales artificiales como los reactores



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTONOMÍA DE TABASCO  
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”

---



experimentales donde se siguen desarrollando proyectos de investigación científica, también se atenderá la optimización de los sistemas de drenaje y agua potable para su mejor aprovechamiento y uso.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México



### **1.3 Antecedentes**

#### **1.3.1 Antecedentes Internacionales**

Rao *et al.*, (2011), realizaron un proceso de auditoría a una industria azucarera donde se estimó que se consumen alrededor de 4.02 litros de agua con material contaminante y altas concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de hasta 1000 ppm. Antes de adoptar el proceso de la auditoría solo se contaba con un sistema de laguna aireada de mezcla completa logrando reducir la DBO en un 50%. Después de las acciones correctivas emitidas por la auditoría ambiental en la institución se complementó el sistema de tratamiento con un tratamiento de lodos activados bajando la concentración de DBO hasta 50 ppm es decir presentaba eficiencias del 90%, además implemento el uso del bagazo como combustible eléctrico de su proceso de producción bajando el consumo eléctrico en los siguientes años destacándose como empresas sostenible y certificada ambientalmente.

Ochoa *et al.*, (2015), analizaron como la implementación de la auditoría ambiental como herramienta de gestión logra reducir gastos importantes económicamente hablando, así como los beneficios en gestión, económico, administrativo y medioambiental. Siendo así las ISO'S otra herramienta que las empresas emplean en sus procesos y de una manera responsable ambientalmente concluyeron que, todas las actividades de producción sean libres de contaminación ambiental, que las empresas deben despertar el interés ambiental a sus empleados con la finalidad de mitigar los efectos negativos al ambiente. En conclusión, las empresas que cumplan los estándares de gestión de calidad ambiental ISO'S son las que se destacan y las cataloga como empresas competitivas y la implementación de las auditorías ambientales como herramientas de gestión y optimización de efectos negativos al ambiente por sus procesos.

En Italia Boorzei, *et al.*, (2020), concluyeron posterior a la aplicación de una auditoría ambiental en el sector industrial, el desarrollo de una metodología con el cual se lograra reducir el consumo energético en la eficiencia de operación de una planta



de tratamiento, donde su primera metodología consistía en una simulación de varios pasos con las condiciones operativas más estables de una PTAR de lodos activados modificados con clarificadores primarios para al final establecer un vínculo entre el proceso y la demanda energética. Con la implementación y las acciones correctivas derivadas de la auditoría se logró optimizar el consumo en 5000 MW/h y la eficiencia del proceso se aumentó en un 85% solo a través de estos cambios operativos. Los resultados obtenidos muestran que la introducción de una etapa avanzada de espesamiento y el pretratamiento de lodos tendría un impacto positivo en el balance energético y de gases de efecto invernadero de la planta.

En Colombia Royett, *et al.*, (2017), llevaron a cabo un análisis de como una auditoría ambiental fue una atribución de algunos revisores fiscales, ellos utilizaron leyes, normas internacionales de estandarización y calidad como las ISO 9001 y 14001, estrategias de información financiera y aseguramiento y otros aspectos ambientales. Esta idea partió de la evaluación en los costos ambientales que existen en la constitución colombiana, a los cuales se adjuntan costos biológicos, deterioro, plusvalía y desmonte. Tomando en cuenta estas consideraciones se concluyó que el revisor fiscal en su informe debe contener manifestaciones sobre auditoría ambiental y deberá evaluar el riesgo ambiental y financiero los cuales deberá constatar e informar los estados financieros como cualquier práctica contable del rubro.

### 1.3.2 Antecedentes Nacionales

González *et al.*, (2015), evaluaron 8 empresas en México del sector manufacturero de Aguascalientes y evaluaron los alcances obtenidos después de aplicar la auditoría ambiental, las encuestas se dividieron en tres partes empezando por los aspectos generales de las empresas, seguido de preguntas relacionadas a la aplicación de auditorías y por ultimo las cuestiones de beneficios a raíz de la auditoría. Los beneficios obtenidos son el control total de sus descargas de aguas residuales, mejor posicionamiento en el mercado y mayor reconocimiento, beneficio económico



por la reducción de consumo eléctrico y agua, la desventaja es que se desconoce el seguimiento a futuro de estas empresas.

Cruz *et al.*, (2013), analizan los beneficios y problemáticas en la aplicación de auditorías ambientales en México, establece que adoptar las normas internacionales de auditoría como lo son la NIA-200-99, NIA-300-399, NIA-500-599 y NIA-700-799, la aplicación de estas logran contribuir con una estabilidad financiera y minimización de impactos ambientales y ayuda a contrarrestar la globalización, pero esto requiere un diagnóstico más a fondo de la legislación y permitan la implementación de estas normas. Las normas internacionales permiten que las auditorías presenten información más certera y confiable y sobre todo uniforme, esto a la vez conlleva a beneficios de inversiones extranjeras ya que al aplicarse las auditorías y estas normas se consolida una metodología estructurada en las instituciones.

En Hermosillo Sonora, Munguía *et al.*, (2016), valoraron el consumo energético de una industria de carne y reportaron los resultados después de implementar una auditoría ambiental. Este proyecto proporciono un enfoque integral y practico en estrategias para el ahorro energético y los factores que demandan mayor consumo. La auditoría fue desarrollada por AFNOR y se aplicó la norma internacional ISO 50001 y una guía. Se dividió el estudio en dos secciones la primera contiene análisis sobre la caracterización del consumo energético en tres enfoques: económico, social e impacto ambiental. Y en la segunda sección una propuesta de gestión estratégica de energía en las zonas donde se producía mayor consumo. La relación de estos datos permitió desarrollar acciones y técnicas para aumentar la eficiencia en el consumo energético en los procesos de esta industria de carne.

Se desarrolló un análisis de dos programas ambientales en Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro y San Luis Potosí donde Gonzales *et al.*, (2015) desarrollaron una metodología para recabar datos de los procesos innovadores y optimizados después de la aplicación de una norma internacional ISO-14001 y auditoría ambiental. Se usó un método probabilístico biprobit y un universo de 1,663 unidades económicas



en los 4 estados de interés que fueron seleccionadas en las encuestas de Desarrollo de Investigación y Tecnológico del (INEGI, 2014). Los resultados muestran que efectivamente las empresas que adoptan estas metodologías o procesos innovadores ven reflejados cambios positivos y efectivos en materia económica, eficiencia y productividad.

Medina-Ross. (2008), entrevistó a 17 empresas químicas de las cuales, aproximadamente, 59% manifestó que no habían adoptado ninguna auditoría ambiental, dos empresas que representan el (12%) expresaron que estaban en proceso de certificación, y solo 29% cuenta con el certificado de industria limpia. Las industrias que se encontraban verificadas reflejaban un mayor beneficio en el costo y manejo de sus procesos, las empresas de este ramo están clasificadas como una de las más contaminantes por los procesos que ahí se realizan, las industrias que buscaran el certificado y conforme al resultado de la auditoría deberán contar con un proceso eficiente para el tratamiento de sus aguas y permisos para almacenar y disponer los residuos de manejo especial y peligrosos generados en sus distintas áreas.

### 1.3.3 Antecedentes locales

En 2021 PROFEPA registro alrededor de 3,211 empresas participantes en el programa ofertado por esta secretaría en el cual solo 1,698 certificados están vigentes al cierre de este año. En Tabasco en el 2021 fueron expedidos cuatro certificados de industria limpia donde empresas como Geocycle México S.A. de C.V, Bj Services Company Mexicana S.A. de C.V., entre otras. Dichas empresas mantienen este reconocimiento, sometiéndose a lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Autorregulación y Auditorías ambientales, estas empresas han presentado beneficios en ahorro en el consumo de agua y generación de aguas residuales como las bajas emisiones a la atmosfera debido a sus procesos.



La DACBiol-UJAT en el 2013 solicita ante la entidad reguladora CONAGUA el permiso para descargas de aguas residuales de 40 m<sup>3</sup>/día, en sus inicios se contaba con dos plantas fisicoquímicas a base de zeolitas para tratar el agua generada. Posteriormente en el periodo final de 2013 a 2014 se sometió al proceso de auditoría ambiental donde la división se compromete a regular el consumo de este elemento y debido al incremento poblacional de los estudiantes eran deficientes estas plantas y se desarrolló el proyecto de la construcción de humedales artificiales, al día de hoy se tratan alrededor de 43 m<sup>3</sup>/día siendo el 100% de sus aguas generadas y presentando eficiencias de remoción de parámetros de control de calidad del agua como turbiedad, color, SDT, de hasta un 95% siendo un agua que cumple con la normatividad ambiental en materia de descargas de aguas residuales.



En 2019 se detectaron las siguientes no conformidades por causa de la auditoria efectuada en 2018 se enlistan a continuación.

Tabla 1 Lista de no conformidades emitidas por PROFEPA en 2019.

Actividad	Tipo de medida	Fecha de Inicio	Fecha de Terminación
<b>Rubro Agua</b>			
Realizar y presentar un balance general del manejo integral del agua donde se reflejen las entradas y salidas, áreas donde se utiliza el recurso, y servicios y/o procesos de los últimos dos años.	Correctiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Tomar lecturas diarias del suministro y descarga de aguas residuales y mantener una bitácora.	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Mantener evidencia actualizada del manejo integral del agua en la instalación.	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Tener la documentación disponible para cuando sea requerida.	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Obtener permiso de ampliación de permiso de descarga de aguas a la autoridad correspondiente.	Correctiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Implementar en la instalación una campaña de ahorro de agua y difundir entre el alumnado y personal docente.	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Mantener registros y/o evidencias documentales y fotográficos de las campañas aplicadas sobre cultura ambiental en la instalación.	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Observar los términos y condicionantes del permiso de descarga de aguas residuales actualizados.	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Implementar campañas de cultura ambiental sobre el ahorro y contaminación del agua para disminuir el uso de este vital líquido.	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Implementar paulatinamente y mantener un sistema mantener un sistema de tratamiento de aguas más económico y adecuado y suficiente para la cantidad de generación de aguas residuales de la institución.	Correctiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Mantener un seguimiento constante al estado en el que se encuentren los sistemas de tratamiento de agua y llevar una bitácora.	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Presentar los análisis de descargas de aguas vigentes y avalados por una entidad acreditada.	Correctiva	20-jun-2018	20-jun-2019



**UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTONOMÍA DE TABASCO**  
**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”**



<b>Actividad</b>	<b>Tipo de medida</b>	<b>Fecha de Inicio</b>	<b>Fecha de Terminación</b>
Mantener el seguimiento constante de las condicionantes generales y particulares del permiso de descargas de aguas, así como resguardar para disponibilidad inmediata archivos y evidencia de su cumplimiento.	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Mantener capacitaciones y platicas constantes al personal encargado del área ambiental legal de la instalación para que se eviten atrasos en el cumplimiento de permisos o autorizaciones con aspecto ambiental.	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019
<b>Rubro Residuos de Manejo Especial</b>			
Presentar ante la autoridad correspondiente la solicitud para el registro del plan de manejo de residuos de manejo especial.	Correctiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Mantener un seguimiento constante al cumplimiento de la normatividad aplicable en materia de residuos de manejo especial.	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Mantener evidencias actualizadas de los registros correspondientes en materia de residuos de manejo especial.	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019
<b>Rubro Energía</b>			
Presentar evidencia documental de los pagos realizados en los últimos dos años del servicio de energía eléctrica.	Correctiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Mantener un archivo permanente con las evidencias documentales de los pagos por el servicio de energía eléctrica y tenerlos a disponibilidad para evidenciar.	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Mantener una persona en la instalación encargada del área ambiental que se encargue de llevar los registros (bitácoras).	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Diseñar e implementar un programa de actividades de autorregulación que contenga acciones permanentes periódicas para el ahorro y disminución de energía, así como la difusión y concientización de la cultura ambiental.	Correctiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Mantener evidencias documentales de las actividades de autorregulación con las que cuenta la empresa y que estas evidencias sean actualizadas periódicamente.	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Mantener una persona en la instalación encargada del área ambiental que se encargue de llevar todo lo relacionado con el aspecto ambiental.	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019
<b>Rubro Gestión Ambiental</b>			



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO  
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”



Actividad	Tipo de medida	Fecha de Inicio	Fecha de Terminación
Implementar un procedimiento para el control y monitoreo de indicadores ambientales con el fin de identificar el desempeño ambiental de la instalación.	Correctiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Llevar un solo control y registro de los datos de generación y consumo de la instalación por lo menos mensualmente en materia de aguas residuales, residuos y energía con el objetivo de comparar cantidades año con año.	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019
Mantener capacitaciones y pláticas constates al personal encargado del programa de mantenimiento para la concientización acerca de la contaminación ambiental.	Preventiva	20-jun-2018	20-jun-2019

Fuente: Elaboración propia en base de resultados de PROFEPA 2019.

Se realizará el seguimiento en el rubro de agua y mantener actualizadas las evidencias y actividades correctivas mencionar que los rubros restantes están a cargo de otros investigadores que trabajan en conjunto.



## 1.4. Hipótesis

### 1.4.1. Hipótesis 1.

Se espera que al término del año 2022 la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco obtenga el 100% de todos los rubros obteniendo nuevamente la certificación ambiental.

### 1.4.2 Hipótesis 0.

La División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco no podrá cumplir con el 100% de la lista de no conformidades por lo cual no se podrá obtener la certificación ambiental.

## 1.5 Objetivos.

### 1.5.1. Objetivo General.

Dar seguimiento y cumplimiento (operativo) al proceso de Certificación Ambiental ante la PROFEPA en el sistema integral de Gestión del Agua, mediante la auditoría ambiental que la DACBiol-UJAT tiene mediante el registro con número 13682.

### 1.5.2. Objetivos Específicos.

- Desarrollar y actualizar el sistema de alcantarillado, sanitario, pluvial y agua potable en la DACBiol-UJAT.
- Realizar los balances de materia del agua dentro del campus (potable y residual).
- Solventar las observaciones de no conformidad evaluadas en el último proceso de auditoría.
- Recopilar y administrar la documentación en el sistema de gestión integral del agua para la verificación y renovación del certificado ambiental de la PROFEPA para su consulta y auditoría en cualquier momento.



## 1.6. Área de estudio

El área de estudio será el perímetro de la Universidad Autónoma Juárez de Tabasco en la división Académica de Ciencias Biológicas, para un barrido y detectar las líneas de aguas y emitir las correcciones y mejoras, de igual forma se delimitará a trabajar como antes mencionaba en la planta de tratamiento de aguas residuales vía HA. (Figura 1).



Figura 1 Ubicación de la DACBiol-UJAT. Fuente: Google Earth.

## 1.7. Materiales y Métodos.

A continuación, se describirá la metodología a emplear para cumplir y solventar las hipótesis y los objetivos establecidos en este proyecto.

- Revisión y solventación de los resultados emitidos por la instancia reguladora en el rubro de agua de manera documental.
- Realizar actividades de campo como es la identificación de sanitarios, tanques de almacenamiento, cisternas, pozos de emergencia, registros, áreas donde se consume el recurso y se generen aguas residuales.



- Actividades de laboratorio constaran en el muestreo y caracterización de muestras de agua para evaluar eficiencia y para el control interno de la planta de tratamiento de aguas residuales de la división.
- Realizar el balance de agua de la división del consumo de agua potable y generación de aguas residuales por el alumnado y profesorado, además de realizar propuestas en materia de gestión integral del agua.
- Elaboración de planos de líneas existentes de agua potable, sanitario y pluvial.
- Etapa experimental, Incluye análisis de calidad del agua para el control de los humedales artificiales para generación de reportes semestrales para cotejo y armado de expedientes para consulta y entrega.
- Armado de expediente para consulta interna y por parte de la autoridad como parte de la auditoría ambiental.

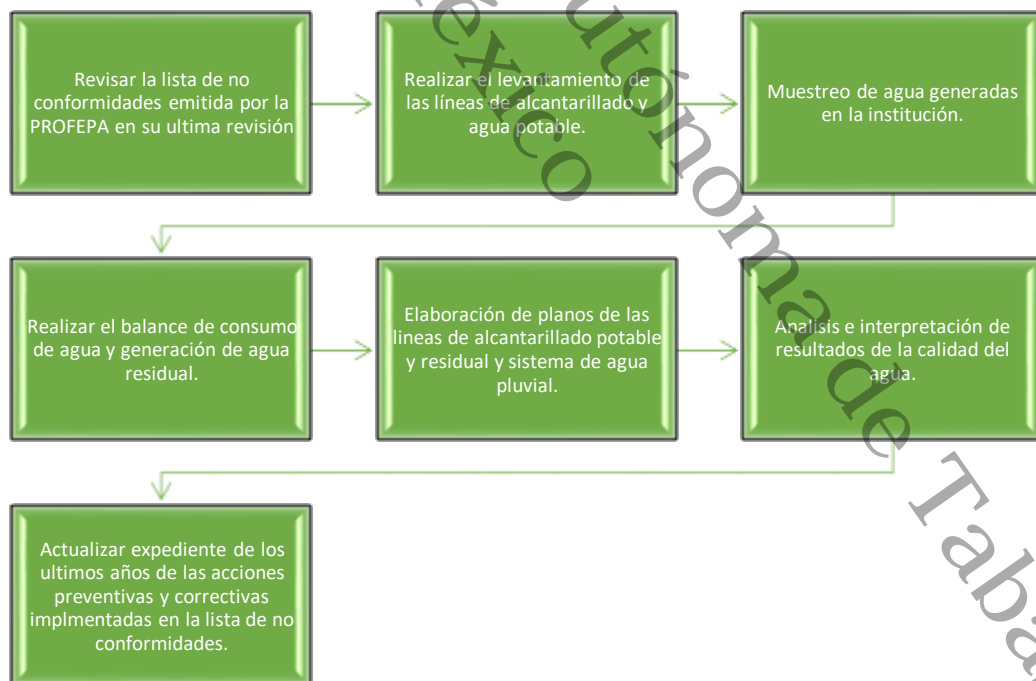


Figura 2 Diagrama de actividades. Fuente: Elaboración propia.



## 1.8. Referencia Bibliográfica

Barrios O. (2016). “Manual de procedimientos de auditorías ambientales de cumplimiento”. Magister scientiae, en diseño, planificación y manejo ambiental, universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de arquitectura.

Borzooei S., Campo G., Cerutti A., Meucci L., Panepinto D., Ravina M., Riggio V., Ruffino B., Scibila G., Zanetti M. (2019). Optimization of the wastewater treatment plant: from energy saving to environmental impact mitigation. Science of the total environment.No. 691: P. (1182-1189).

Cruz D., Pérez S., Moreno P. (2013). Beneficios y problemáticas en la aplicación de normas internacionales de auditoría en México. No. 40. Vol. 21. Pp. 95-99.

Fracking boom spurs environmental Audit. (31 de mayo 2012). Macmillan publishers. Vol 485. P. 556-557.

González A. R., Macías A. R., Herrera-Díaz L. L. (2021). Medio ambiente e innovación en empresas de Aguascalientes, Guanajuato, Queretaro y San Luis Potosí, México. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, 29(82) pp. 42-49.

González R., Díaz M., Salvador J. (2016). Certificados Ambientales por Estrato de Empresas en las Regiones de México. Investigación y Ciencia. Vol. 24, No. 67. P. 46-53.

González R.A., Salvador Leal F.J., Díaz F. M., García M. B. (2015). Consideraciones de las Empresas en Aguascalientes sobre los Beneficios Ambientales, Económicos y Sociales de la Adopción de Auditorías Ambientales. IX Congreso Internacional Rulescoop.



- Hidalgo O. V., Mero C. L., Parrales K. O. (2015). Auditoría ambiental: Responsabilidad de todos. Revista científica CUMBRES Vol. 1 No. 2 (44-48).
- Medina V. (2008). La gestión ambiental voluntaria en el sector químico en México, Ambiente e industria en México: tendencias, regulación y comportamiento empresarial. México. (197-246).
- Munguía N., Velázquez L., Bustamante T.P., Perez R., Winter J., Will M., Delakowitz B. (2016). Energy Audit in the meat procesing industry-A case study in Hermosillo, Sonora México. Journal of enviromental protection. Vol. 7. Pp.14-26.
- Norma Internacional de Auditoría 200, (2009). Objetivos generales del auditor independiente y conducción de una auditoria, de acuerdo con las normas internacionales de auditoría.
- Norma Internacional de Auditoría 300, (2013). Planificación de la auditoria de estados financieros.
- Norma Internacional de Auditoría 500, (2013). Evidencia de auditoría.
- Norma Internacional de Auditoria 700, (2009). Formación de una opinión y dictamen sobre los estados financieros.
- Ochoa V., Loor C., y Ortega K. (2015) Auditoría ambiental: responsabilidad de todos. Cumbres, Revista Científica. Vol. 1(2) p. 44 – 48.
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. (2020). Programa Nacional de Auditoría Ambiental. Recuperado de <https://www.gob.mx/profepa/acciones-y-programas/auditoria-ambiental-56904>.



Rao T. B., Chonde S. G., Boshale P. R., Jadhav A. S. & Raut P. D. (2011). Environmental Audit of a sugar factory: a case study of Kumbhi Kasari sugar factory, kuditre and Kolapur. Universal Journal of environmental research and technology. PRECEDIA ENVIRONMENTAL SCIENCES No.34 (605-617).

Toledo B. O. (2016). Manual de Auditorías Ambientales de Cumplimiento. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de arquitectura.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTONOMÍA DE TABASCO  
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”

---



## CAPITULO II

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México



## **2. Diagnóstico de Agua Potable, Drenaje Pluvial y Alcantarillado en DACBIol.**

### **2.1. Introducción**

Para el desarrollo de algunas localidades urbanas a veces es limitado ya que el consumo y abastecimiento es limitado y algunas veces no es suficiente para satisfacer las necesidades de la población. Un sistema de alcantarillado sanitario debe estar integrado o contiene al menos algunos elementos como pueden ser: atarjeas, colectores, interceptores, emisores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, descarga final. (CONAGUA, 2019).

Los sistemas de alcantarillado son infraestructura que existen en las grandes ciudades o pequeñas localidades, ya que constituyen el medio del cual se desalojan las aguas residuales producidas. (Pérez, 2013). Por lo tanto, los sistemas de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento deben seguir consideraciones de diseño adecuados y considerarse todos los aspectos como la densidad poblacional, las características del sitio, del suelo climatología y zonas donde se construirán estas instalaciones. (Espadas, García, Castillo, 2007). El destino final de estas aguas dependerá del tipo de tratamiento al que fue sometido, estos cuerpos receptores pueden ser cuerpos de agua, o bien puede ser utilizada para riego, recarga de mantos acuíferos entre otros. (Montejo, Montejo, Arroyo, Honorato, Zamora, 2018).

Para el diseño del sistema existente en la división se realizará el levantamiento topográfico de la infraestructura existente, se cumplirán con las especificaciones que expide la dependencia donde se especificarán las descargas existentes de estas aguas, la conducción de las aguas a través de la tubería y especificaciones de estas líneas existentes. Se utilizará el software AUTOCAD 2020 para el dibujo técnico y trazo de planos de los sistemas de agua potable, pluvial y el alcantarillado ya que son observaciones que deben ser solventadas para la próxima visita de la dependencia.



## 2.2. Materiales y método

### *Levantamiento y diseño del proyecto hídrico.*

Una red de distribución de agua es el conjunto de accesorios y estructuras que conducen el efluente desde la toma de servicio que pueden ser desde hidrantes públicos hasta tomas domiciliarias o líneas procedentes de plantas potabilizadoras según lo indica el manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. (CONAGUA 2015). Se realizó la revisión de los registros existentes de sistema de agua pluvial, el sistema de agua potable y la red de alcantarillado y drenaje con la finalidad de elaborar los planos funcionales de la división como se muestra en las figuras 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

### *Diseño de las líneas de abastecimiento de agua potable de la división.*

Se realizó un recorrido acompañado del encargado de mantenimiento de la división donde se explicó la ruta y ramales existentes, se desconocen algunas secciones y capacidades de ciertas unidades se les solicito estas especificaciones ya que es información que debió obtenerse previo a la construcción de las edificaciones, se adjunta el plano isométrico sobre la línea y como se distribuye a las edificaciones.

### *Diseño de las líneas de agua residual generada en la división*

Se hizo un recorrido acompañado del encargado de mantenimiento de la división donde se explicó la ruta y ramales existentes, se desconocen algunas secciones y capacidades de ciertas unidades se les solicito estas especificaciones ya que es información que debió obtenerse previo a la construcción de las edificaciones, se adjunta el plano isométrico sobre la línea y como se distribuye a las edificaciones.

### *Diseño de las líneas de agua pluvial y drenaje sanitario.*

Se hizo un recorrido dentro de la división con el apoyo del encargado de mantenimiento de la división y se hizo el levantamiento y se realizó el plano de las líneas con especificaciones y direcciones del flujo no se conocen las características del sistema ya que al ser documentos que debió haberse previo a la construcción de las edificaciones y no se cuenta con esta información se supuso las medidas y especificaciones convencionales y recomendadas por los manuales de CONAGUA.



Figura 3 Identificación de registros. Fuente: propia.



Figura 4 Identificación de registros sanitarios.



Figura 5 Apertura de registros. Fuente: Propia.



Figura 7 Válvula de paso de agua potable. Fuente: propia.



Figura 6 Verificación de registros. Fuente: propia



Figura 8 Toma de medidas de edificios. Fuente: propia.



### 2.3. Resultados y discusiones

Como objetivo de este proyecto se tenían que cumplir con las no conformidades emitidas por la PROFEPA y una de estas observaciones era que no existían planos de la división ni de ninguna de sus líneas de abastecimiento y generación. Se realizaron los siguientes planos (ver figura 9, 10 y 11), siguiendo la normatividad como la nch 13-ISO 5457, nch14-ISO 7200 e ISO 838.

Para el plano de línea de abastecimiento de agua potable (ver figura 9), se hizo un recorrido de la infraestructura existente ya existía un plano de la división donde se especifican los niveles del suelo, el recorrido estuvo a cargo del jefe de mantenimiento de la división y nos especificó las adecuaciones que se han hecho en el sistema, la alimentación de agua potable de la división proviene de la toma municipal en acuerdo con el contrato con SAS y CONAGUA, pasan por tuberías de cobre de  $\frac{3}{4}$ " y algunas partes con tuberías de 1" y para los subientes y bajantes se cuenta con tuberías de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, estas líneas reparten a tinacos de 500 litros en las diferentes edificaciones y se almacena agua en las 7 cisternas existentes pero una clausurada por el tema de ahorro de agua ya que los sanitarios funcionaban de manera automática pero se arregló esto por el tema de ahorro de agua.

El diseño de la red de alcantarillado (ver figura 11), se pudo determinar que se recuperan las aguas generadas por una red de atarjeas de 4", mediante el recorrido se detectaron también que existían varios sanitarios con fugas de agua se reportaron estas deficiencias para la adecuación y así reducir la generación de aguas residuales ya que para el tratamiento de estas aún faltan unidades para el proceso completo y eficiente.

El sistema pluvial de la institución se constituye de rendijas repartidas por toda la división y apoyo de coladeras para el escurrimiento de estas aguas hacia un dren que escurre hacia el área del Tintal y permee el suelo, también se cumplió con esta no conformidad al elaborar este plano cumpliendo la normatividad para la elaboración (figura 10).



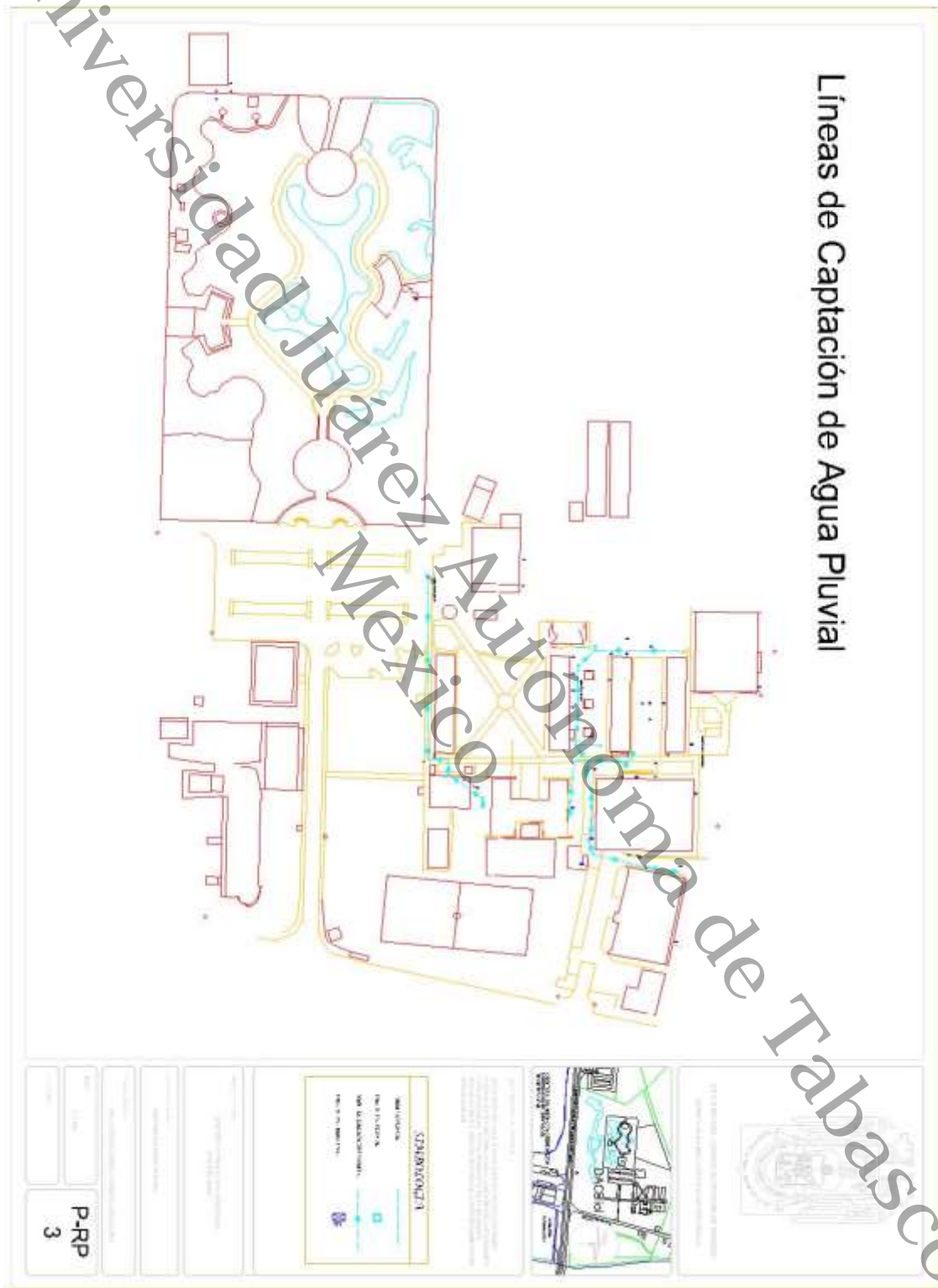


Figura 10. Plano de escurrimiento pluvial. Fuente: propia.





## 2.4 Conclusiones

Con la elaboración de estos planos se resuelven varios aspectos que hacían falta ya que no existían ninguno de estos planos técnicos, que son recursos que la autoridad solicita en el proceso de auditoría, se recomienda dar seguimiento al proceso y que si existen adecuaciones al sistema informar y hacer las correcciones en los planos de manera que coincide al igual si se actualiza el volumen permitido de descarga indicarlos en el plano.

Actualmente se está considerando a manera de conciencia ambiental, la implementación de un sistema de recolección de agua pluvial en algunas edificaciones dentro de la división y pasar por un proceso de filtrado a base de arene sílice, carbón activado y zeolita para cumplir con los estándares para la reutilización de agua pluvial con los criterios que establece la NOM-015-CONAGUA-2007, ya que en la temporada de estiaje la UMA que se encuentra dentro de la división se queda sin agua y es ahí donde entra este proyecto para abastecer agua para las especies que ahí habitan sin dañar su hábitat.



## 2.5. Bibliografía

Comisión Nacional del Agua (2019). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Alcantarillado Sanitario. CNA.

Espadas S. A., García S. J. y Castillo B. E. (2007). Redes de alcantarillado sin arrastre de sólidos: una alternativa para la ciudad de Mérida, Yucatán, México. Ingeniería. Vol. 11. No. 1. Pp. 61-69.

ISO 838. Paper - holes for general filling purposes – especificatios.

Montejo A., Montejo D., Arroyo.M., Honorato A., Zamora S.A. (2018). Comparison of methodologies for the design of sanitary sewer networks. Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable. Vol. 3. No.2. pp.23-40.

NCH 13 ISO5457 (2013). Dibujos técnicos, formatos y elementos gráficos de las hojas de dibujo.

NCH 14 ISO 7200 (2014). Dibujos técnicos, cuadro de rotulación.



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTONOMÍA DE TABASCO  
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”

---



Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
Mexico

### Capítulo III



### **3. Manejo integral del agua en DACBiol.**

#### **3.1 Introducción**

La gestión integral de los recursos hídricos en América y el Caribe es de suma importancia para que se efectuó un correcto desarrollo social y económico en la región. Donde ya existen instalaciones que ofrecen los servicios de agua potable y alcantarillado no todas las zonas tienen acceso a este. En zonas rurales o pequeñas siguen presentando este percance ya que a una minoría tiene el acceso, pero es de una muy mala calidad y la mayoría ni siquiera tiene el acceso esto provocando y arriesgando la salud humana. (Peña, 2016). En la evaluación de los recursos hídricos se determinaron como sistemas complejos y dinámicos donde perseveran las actividades humanas y donde se deben integrar aspectos naturales y sociales, se deben evaluar e investigar con contribuciones científicas sociales. (Krueger, Maynard, Carr, Bruns, Mueller & Lane, 2016).

La gestión Integral del agua es de suma importancia y un proceso que ayuda a los países para que manejen el recurso de manera sustentable y económico. Para el manejo sustentable de los recursos hídricos, se debe buscar una buena gestión de información para conciliar las necesidades de solución a problemas de aguas con las herramientas, asistencia y recursos disponibles. Esta gestión se debe basar en tres bases la eficiencia económica, la equidad y la sostenibilidad ambiental, además se requieren instrumentos de gestión para evaluarla, también se necesita de implementación de políticas y legislación y considerar el marco institucional a diferentes niveles, con esto se tendrá a disposición para actividades humanas como para el medio ambiente. (Rojas, Carrera, 2017).

Estas problemáticas da pauta a desarrollar esta parte del proyecto ya que en la institución existen dos cafeterías en las cuales se consume el recurso hídrico se cuentan con varios edificios con laboratorios donde se hacen lavado de materiales así mismo como sanitarios en varios edificios donde se encontraron algunos fuera de servicio y fugas donde hay pérdida de agua y sobre todo generación de aguas



residuales, que en promedio se generan 60 m<sup>3</sup>/día que son redirigidos al cárcamo cisterna que almacena el agua para después ser tratada en los trenes de tratamiento con la tecnología de humedales artificiales.

### **3.2. Materiales y métodos.**

#### *Mantener Evidencia del manejo integral del Agua*

Se lleva una bitácora digital de evidencias sobre el mantenimiento y seguimiento de la correcta operación de las unidades de tratamiento de la división como se muestran en las figuras 12, 13, 14, 15, 16 y 17. Se actualiza conforme se van realizando las distintas actividades durante el periodo de monitoreo y operación.



Figura 12. Unidades experimentales para tratamiento de AR. Fuente: FB Laboratorio de tecnología del agua.



Figura 13. Acondicionamiento de unidades. Fuente: FB Laboratorio de tecnología del agua.



Figura 14. Suministro de agua residual. Fuente: FB Laboratorio de tecnología del agua.



Figura 15. Siembra de vegetación. Fuente: propia.



Figura 15. Siembra de vegetación PTAR. Fuente: propia.



Figura 16. Manejo y reposición de vegetación. Fuente: propia.



*Presentar Análisis de Descargas por una Entidad Acreditada.*

Los análisis son realizados por Laboratorios ABC Química Investigación y Análisis S.A. de C.V. Para la toma de muestra y la realización de los análisis de todos los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-2021. Los últimos análisis realizados fueron en el año del 2019, en los años posteriores no se realizaron ya que no había generación de agua residual por el cierre de la división a causa de la pandemia por el virus SARS-Cov-2. En los dos periodos semestrales del 2021 no hubo una generación de aguas residuales constante ya que solo se permitía cierto aforo de personas en las instalaciones, sin embargo se realizaron los análisis de control interno por el laboratorio de tecnología del agua y se evaluara por cuatro semestres y se presentan a continuación.

*Seguimiento y toma de evidencia para manejo de información.*

Se armará el expediente en materia de aguas, para consulta en cualquier momento, se tomará evidencias fotográficas del seguimiento de la operación y mantenimiento de los reactores y los humedales artificiales.

Las campañas de muestreo realizadas, se vaciarán en una bitácora física y digital para su fácil accesibilidad para las dependencias gubernamentales evaluadoras, se hará inventario de todo el equipo, herramienta que se utilicen en el correcto manejo de la planta de tratamiento. Se verificaron y corrigieron las zonas o áreas donde existían riesgo o condiciones de riesgo en materia de seguridad e higiene, así como colocar los señalamientos adecuados en nuestra área de trabajo.

*Métodos para la determinación de parámetros de calidad del agua*

La determinación de los parámetros de calidad de agua establecidos en esta investigación se realizará en base a lo establecido en las normas de referencia mexicana y los métodos estándar (Tabla 2).



Tabla 2. Métodos para la determinación de parámetros de calidad del agua.

Parámetro a evaluar	Método	Parámetro a evaluar	Método
DBO <sub>5</sub>	SM 5210 A	Ph	SM 4500 B
DQO	SM 5220 D	Temperatura	SM 2550 B
SST	SM 2540 A	CE	SM 2510 B
Turbiedad	SM 2130 B	SDT	SM 2540 C
Color	SM 2120 B		

Fuente: Elaboración Propia.

*Análisis de parámetros de control de proceso.*

Para este se realizó la caracterización de los parámetros control que se establecieron en la investigación en todas las unidades de proceso y se realizó por procedimientos analíticos señalados en el standar methods y EPA. Para reducir los errores experimentales y aplicar las pruebas estadísticas, los experimentos se realizaron por triplicado. Los métodos usados para la medición de los parámetros fueron: SDT (SM 2540) y pH (SM 9040 B) fueron medidos con el equipo Hanna HI98129, la turbiedad se determinó por el método SM 2130 B, utilizando el equipo Hanna® HI 98703 con precisión de 0.01 UNT. El color se determinó mediante el método APHA 2120, con el equipo Lamotte® con una precisión de 0.1 UC modelo LTC.

Tabla 3. Equipos utilizados para el monitoreo de calidad de agua y parámetros de control.

Nombre del Equipo	Equipo
HANNA modelo HI98193. Medidor de Oxígeno Disuelto.	

Figura 17. Equipo para medición de OD.



<p>HANNA, modelo HI98192. Medidor de CE, SDT, NaCl, Resistividad.</p>	 <p>Figura 18. Multiparamétrico de sonda.</p>
<p>Multiparamétrico, espectrofotómetro HANNA modelo HI83099.</p>	 <p>Figura 19. Equipo multiparamétricos de metales.</p>
<p>COLORIMETRO modelo TC3000we</p>	 <p>Figura 20. Equipo para medición de color y turbiedad.</p>



<p>Reactor COD 839800</p>	 <p>Figura 22. Digestor de muestras.</p>
<p>TURBIDIMETRO HI98703</p>	 <p>Figura 23. Equipo para determinación de turbidez.</p>
<p>Multiparamétrico HANNA ORP &amp; pH.</p>	 <p>Figura 24. Multiparamétrico para ORP.</p>



<p>Multiparamétrico HANNA pH, CE, SDT, T.</p>	 <p>Figura 25. Multiparamétrico para pH, temperatura, SDT y CE.</p>
---	---

Fuente: Elaboración Propia.

Para el año 2021 se tiene registros de consumo de agua potable y generación de agua residual mínimos ya que se suspendieron las labores académicas y administrativas dentro de la división a raíz del virus SARS-CoV-2 y se realizó un aforo directo para conocer el caudal de operación de la planta de tratamiento y el comportamiento promedio se muestra en la figura 4.



### 3.3. Resultados y discusiones.

#### 3.3.1. Suministro de agua potable.

El suministro de agua potable se toma de la red municipal por una línea de  $\frac{3}{4}$ " de cobre las cuales se almacenan en siete cisternas repartidas por toda la división todas con diferentes volúmenes dependiendo de su uso, ya sea para sanitarios, laboratorios y actividades de aseo y riego de áreas verdes. En las demás edificaciones el agua se almacena en tinacos de 600 y algunos de 1000 litros esto depende si los edificios cuentan con sanitarios el consumo diario de agua se estima que es alrededor de 50 a 45 m<sup>3</sup>/día (ver figura 26).

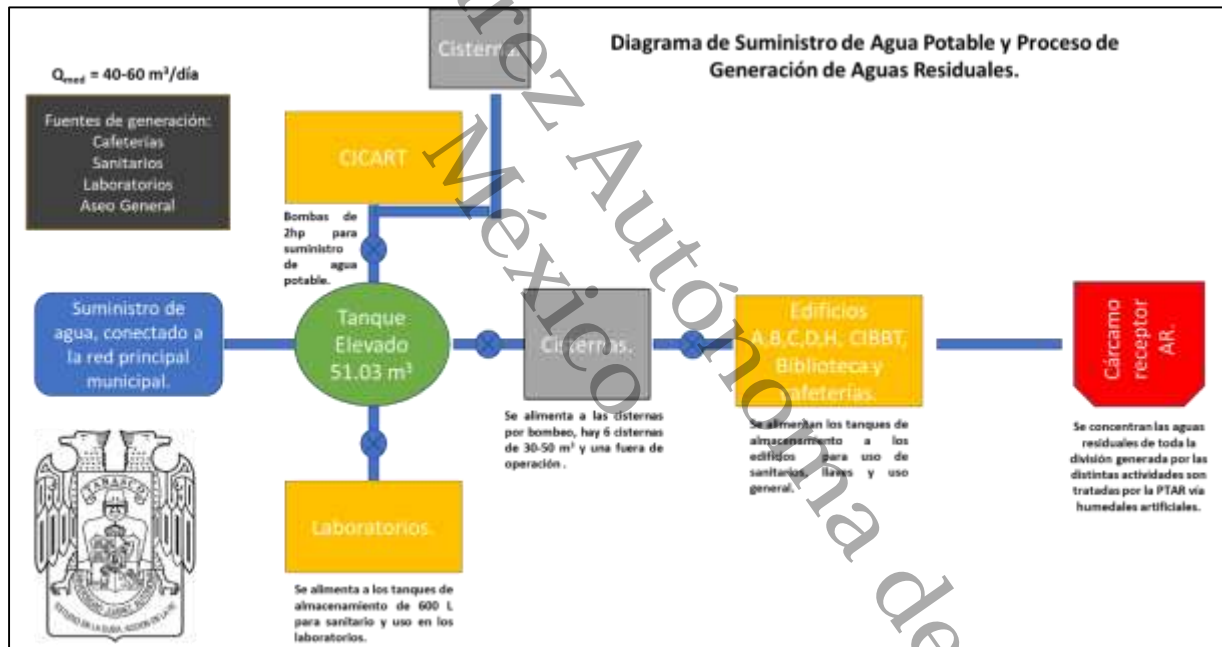


Figura 216. Diagrama de suministro de agua potable. Fuente: elaboración propia.

#### 3.3.2. Situación actual de la planta de tratamiento.

Actualmente la planta de tratamiento está conformada por 12 unidades experimentales alimentadas por una línea de pvc de 2" proveniente del cárcamo concentrador donde efectúa un pretratamiento y cumple con un tiempo de retención hidráulico de 45 minutos las unidades experimentales están conectadas a unos tanques de almacenamiento de 200 L, debido a una baja en el alumnado solo se



encuentran habilitadas 6 unidades experimentales. La otra parte de la planta de tratamiento son dos trenes gemelos de humedales artificiales con especies como *pontederia saggitata*, *cyperus articulatus*, *thalia geniculata* y *sagitaria lancifolia* estos son alimentados por gravedad por una tubería de 4” de diámetro y tratan un caudal promedio de 30 m<sup>3</sup>/día para cada tren.

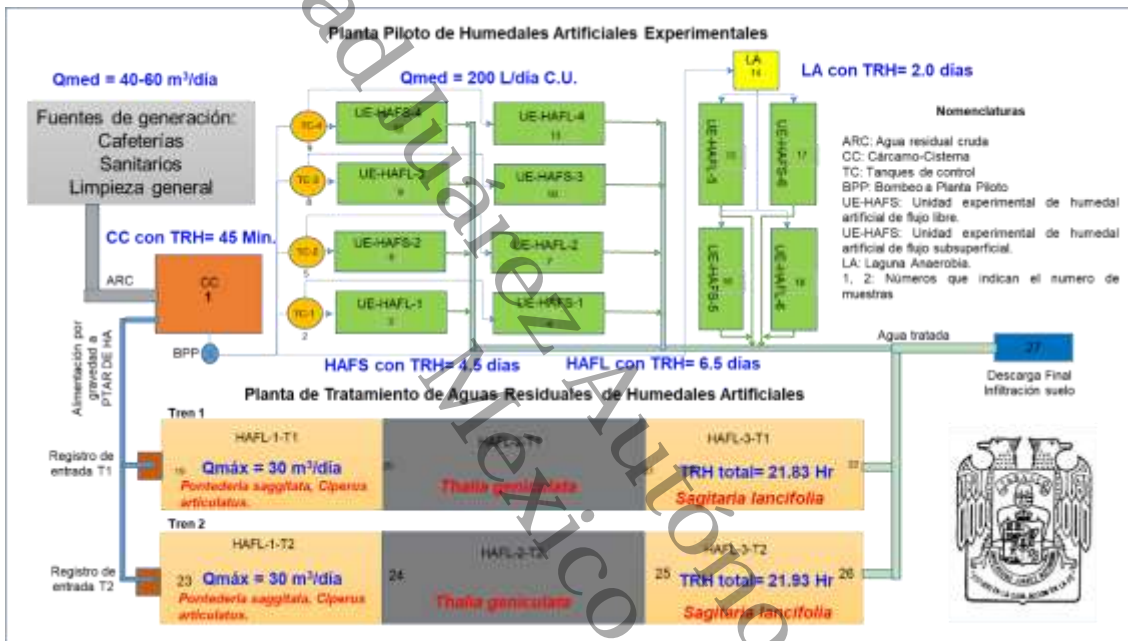


Figura 227. Diagrama del proceso de la PTAR de la DACBiol. Fuente: Gaspar López, 2018.

### 3.3.3. Balance general del Manejo Integral del Agua.

Hasta inicio del curso 2022-A se reanudaron labores presenciales con un aforo de personal del 70% dentro de la institución y donde se tomarán datos reales de aforo volumétrico y el balance de agua generada en la división que se presenta en la tabla.

Tabla 4. Situación del manejo actual del agua en DACBiol periodo 2022.

Datos del Proyecto			Consumo Agua Potable			Consumo de agua potable DACBiol			
Año	2022		Qmed=	50	m <sup>3</sup> /día	Áreas	m <sup>3</sup> /día	(%)	
Población=	900	Hab.	Qmin=	45	m <sup>3</sup> /día	Cafeterías	8.5	20	
Dotación=	50	l/hab/día	Generación Agua Residual			Sanitarios	25.5	45	
Aportación=	40	l/hab/día	Qmed=	60	m <sup>3</sup> /día	Laboratorios	3	5	
			Qmin=	45	m <sup>3</sup> /día	Aseo General	17	30	
							<b>Total=</b>	<b>49</b>	<b>100</b>



Características del agua de entrada y condiciones del efluente								
Parámetros	C. Unitaria g/hab/día	F. masico (kg/día)	C. Teórica (mg/l)	LMP NOM-001	Eficiencia requerida (%)	Gen. De Agua Residual DACBiol		
						Áreas	m <sup>3</sup> /día	(%)
DBO <sub>5</sub>	25.0	31	625	150	76	Cafeterías	13.3	27
DQO	55.0	68	1375			sanitarios	19.7	40
SST	30.0	37	750	150	80	Laboratorios	2.5	5
N <sub>TOTAL</sub>	4.5	6	113	40	64	Aseo general	13.8	28
P <sub>TOTAL</sub>	1.4	2	34	20	41	Total	49.2	100
GYA	5.0	6	125	15	88			
Agua tratada y sin tratar								
Volumen de Agua tratada			Volumen de agua sin tratar					
HAFL-HAFS-HAFL	35	m <sup>3</sup> /día	Desc. libre	5.5	m <sup>3</sup> /día			
HAFL-HAFS-HAFL	34	m <sup>3</sup> /día						
VT AT	49	m <sup>3</sup> /día						

Fuente: Manejo integral del Agua DACBiol. Fuente: Elaboración Propia.

Actualmente existe un volumen excedente de generación de aguas residuales por lo que se recomendó y se presentó el proyecto estructural para la implementación de un tercer tren de tratamiento para abarcar el volumen real generado y se pueda cumplir con los tiempos de retención hidráulicos adecuados y aumentar las eficiencias del proceso.



### 3.3.4. Campañas de ahorro del agua y conciencia ambiental

Se realizaron carteles que han sido distribuidos en puntos estratégicos dentro de la división, con motivo de concientizar al alumnado y profesorado a darle un buen uso y debido cuidado de este elemento vital los carteles se muestran en las figuras 11 a 14, también se explicaron en campañas dentro de la misma institución explicando el motivo y la importancia de seguir las recomendaciones.



Figura 28. Cartel elaborado por el laboratorio de tecnología del agua. Fuente: FB Laboratorio del agua.



Figura 239. Cartel elaborado por el laboratorio de tecnología del agua. Fuente: FB laboratorio del agua.



Figura 30. Cartel elaborado por el laboratorio del agua. Fuente: FB laboratorio del agua.



Figura 31. Cartel elaborado por el laboratorio del agua. Fuente: FB laboratorio del agua.



### 3.3.5. Análisis de las aguas tratadas para control interno.

En las siguientes tablas se muestran los resultados semestrales promedios de los trenes de tratamiento vía humedales artificiales, los cuales se encuentran en una bitácora física y digital para control de nuestro proceso.

Tabla 5. Valores promedio ( $\pm$ DE) de los contaminantes básicos en los efluentes de los tratamientos del periodo Agosto-diciembre de 2021.

Parámetro	Unidad	Cárcamo		HAFL-T1R2		HAFL-T1R3		HAFL-T2-R2		HAFL-T2-R3	
		X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
pH	UpH	8.43	0.2	8.25	0.07	8.36	0.1	8.69	0.19	8.41	0.04
T. Agua	° C	25.5	0.06	27.2	0.35	27.7	0.4	27.8	0.4	27.3	0.87
CE	$\mu$ S/ cm	1440	4.5	645.3	1.52	728	6.24	660.33	2.64	763.6	2.08
SDT	mg/L	720	2.29	322.2	0.76	364	3.12	363.5	1.32	763.6	1.04
Color	UC	1661.6	8.14	438.7	11.55	527.3	9.29	574.0	5	573.3	2.5
Turbiedad	UTN	35.6	2.08	12.5	0.25	15.3	0.10	18.57	0.35	17.7	0.20
OD	mg/L	0.88	0.10	1.04	0.02	0.86	0.03	1.34	0.03	0.6	0.02
POR	mV	-16.8	0.26	-10.1	0.76	-1.67	0.5	-87.3	1.53	-59.3	5.8
DQO	mg/L	1661.6	4.8	438.6	0.31	527.3	0.42	574.0	1.53	573.3	0.33

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5. Valores promedio ( $\pm$ DE) de los contaminantes básicos en los efluentes de los tratamientos del periodo Enero-julio de 2022.

Parámetro	Unidad	Cárcamo		HAFL-T1R2		HAFL-T1R3		HAFL-T2-R2		HAFL-T2-R3	
		X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
pH	UpH	8.65	0.02	8.27	0.2	8.3	0.01	8.6	0.02	8.6	0.01
T. Agua	° C	28.55	0.15	27.93	0.15	29.0	0.11	26.7	0.3	27.9	0.2
CE	$\mu$ S/cm	1437	2.08	653.0	1	707.3	2.08	701.3	2	750.3	10.39
SDT	mg/L	718.5	1.04	326.5	0.5	353.7	1.04	350.7	1	375.2	5.19
Color	UC	1341.5	10.8	452.0	2.51	495.7	2	566.3	7.93	607.7	1.52
Turbiedad	UTN	42.5	2.08	14.10	0.20	15.3	0.35	13.9	0.32	14.7	0.2
OD	mg/L	1.05	0.06	0.96	0.03	1.0	0.01	1.1	0.02	0.9	0.01
POR	mV	34.5	1.52	-51.0	1.52	-39.0	2.64	-84.7	2	-68.7	3.60
DQO	mg/L	233.27	2.8	98.94	0.32	76.0	0.34	94.5	0.16	71.2	0.26

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6. Valores promedio ( $\pm$ DE) de los contaminantes básicos en los efluentes de los tratamientos del periodo Agosto-diciembre de 2022.

Parámetro	Unidad	Cárcamo		HAFL-T1R2		HAFL-T1R3		HAFL-T2-R2		HAFL-T2-R3	
		X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
pH	UpH	9.05	0.01	7.7	0.2	8.16	0.01	8.22	0.01	8.17	0.03
T. Agua	° C	25.10	0.10	25.7	1.2	27.17	0.06	27.13	0.06	27.77	0.06
CE	$\mu$ S/ cm	1444.00	1.00	1298.0	121.2	833.33	2.89	886.67	1.53	763.33	0.58
SDT	mg/L	689.67	36.23	646.8	57.6	422.00	1.73	444.67	1.15	380.33	1.53
Color	UC	1825.33	65.62	998.0	75.7	626.67	0.58	432.33	0.58	469.33	0.58
Turbiedad	UTN	15.43	0.51	72.6	10.8	13.40	0.00	9.87	0.40	10.93	0.06
OD	mg/L	0.83	0.06	2.0	0.2	0.52	0.02	1.05	0.03	0.11	0.01
POR	mV	-16.40	0.53	-262.8	20.4	-12.33	0.58	-8.33	0.58	-1.67	0.58
SST	mg/L	9.05	0.01	178.0	26.3	91.5	0.01	76.1	16.4	55.3	4.8
DQO	mg/L	234.8	43.3	212.8	31.5	109.4	20.0	91.0	19.6	66.1	5.8

Fuente: Elaboración Propia.



### 3.4. Conclusiones

La situación actual del agua en la DACBIol es un tema que se está abordando constantemente y actualmente se siguen desarrollando investigaciones de diferentes tipos de vegetación para el tratamiento de las aguas residuales producidas en la división, se siguen haciendo campañas de concientización para el ahorro del agua entre el alumnado y profesorado de la división, así como las constantes campañas de monitoreo para conocer el estado y las eficiencias de los procesos de tratamiento y evaluar cuando debe hacerse adecuaciones cuando el proceso sea deficiente.

El consumo de agua potable en la división se estima alrededor de 40 a 45 m<sup>3</sup>/día contado las cafeterías donde se consume un 20% y en los sanitarios un 45% las cuales son tratados en un 100% alcanzando eficiencias de hasta 95% en la remoción de contaminantes básicos y algunos metales pesados, se recomienda un seguimiento al mantenimiento de las distintas unidades experimentales para seguir ampliando la investigación científica.



### 3.5. Referencias

Brix, H. 1994, Functions of macrophytes in constructed wetlands. *Wat. Sci. Tech.* 29(4). 45-53.

Comisión Nacional del Agua (2016), Manual de Agua Potable, alcantarillado y saneamiento. Diseño de redes de distribución de agua potable. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>.

Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2019). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Humedales Artificiales. (2019). Recuperado de <http://mapasconagua.net/libros/SGAPDS-1-15-Libro30.pdf>

Crites, R.W. and G. Tchobanoglous, 2000, Small and Decentralized Wastewater Management Systems, McGraw Hill Co. New York, NY.

USEPA. Office of Research and Development Cincinnati, Ohio, EPA/625/R-99/010, Design Manual: Constructed Wetlands treatment of municipal wastewater, Sept. 2000. [https://cfpub.epa.gov/si/si\\_public\\_record\\_report.cfm?dirEntryId=64144&Lab=NRMRL](https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?dirEntryId=64144&Lab=NRMRL)

Hidalgo O. V., Mero C. L., Parrales K. O. (2015). Auditoría ambiental: Responsabilidad de todos. *Revista científica CUMBRES* Vol. 1 No. 2 (44-48).

Krueger, T., Maynard, C., Carr, G., Bruns, A., Mueller, E. N. & Lane, S. (2016). A transdisciplinary account of water research. *WIREs Water*, 3, 369-389. <https://doi.org/10.1002/wat2.1132>

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.



Peña, H. (2016). Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Servicio de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Tabasco (SAPAET). (2010). Inventario de plantas en el Estado de Tabasco.

Ocaña G. L., Balcázar T. C., Margulis B. R., Barajas H. R., Vidal G. J., Luna C. E., Sánchez F. M. (2013). Diseño de Sistemas Experimentales de Humedales Artificiales de Flujo Libre y Subsuperficial. Semana de Divulgación Científica vol 2. 160-173.

Quevedo Q. A. (2021). Artificial Wetland and Design and Construction for Wastewater Recovery in the Town of Alcalá. Revista Ciencia, Tecnología e Innovación. (19), 133-148.

Rojas R. M., Carrera C. B. (2017). Integrated water managment from a social approach to an ecological economics. Vol. 24.No. 47.

Rowan C. A., Irala Z. C., Zamora Q. C., (2018). Humedales Artificiales, una alternativa para la depuración de Aguas Residuales en el Municipio de Mizque, Bolivia. Diseño y Tecnología para el Desarrollo. (5), 88-108.



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTONOMÍA DE TABASCO  
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”

---



Universidad Juárez Autónoma de Tabasco  
México

## CAPITULO IV



#### **4. Armado de expediente de rubro agua y otras consideraciones**

##### **4.1 Introducción**

En los años 80 en México no existían políticas que abarcaran el ámbito ambiental pero ya existían problemas con la revolución industrial, a raíz de este en 1988 se empieza a reformar la constitución y se crea la ley general del equilibrio ecológico (LGEEPA), y se tomó hasta el día de hoy como la base de la política ambiental en el país.

Para entrar en materia se reformo un apoyo para toda institución, empresa, fabrica que desee participar en el programa nacional de auditoría ambiental, con la finalidad de fortalecer el cuidado al medio ambiente y evolucionar una economía sustentable con una huella baja de carbono, otro objetivo es que las instituciones hagan un uso racional del agua y un beneficio en costos por el uso de este recurso esto al final para lograr una certificación ambiental (PNAA, 2018).

Este trabajo se enfocara en armar un expediente en el rubro agua a manera de requisitos para una certificación ambiental así como la aplicación de buenas prácticas ambientales como es la gestión de residuos de manejo especial y peligrosos, tratamiento de aguas residuales que se producen dentro de la división, campañas de uso racional del agua, separación de residuos en el origen, ahorro energético en desconectar equipos que no están en uso, reutilización de material, conservación y propagación de especies animales y vegetación endémica entre otras.



## 4.2 Metodología

### *Autogestión*

Se realizaron varios procesos de autogestión en materia de seguridad e Higiene dentro y fuera del laboratorio de Tecnología del agua, como la implementación de un programa de autogestión mediante un asistente ofertado por las STPS para adoptar políticas de seguridad en el centro de estudio. Se presenta a continuación las evidencias de las cosas que se han implementado y corregido. Siguiendo lo que estipula la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEEGPA, 2021) En su título primero, sección VII Autorregulación y Auditorías ambientales en su artículo 38 donde indica que todo centro productor tiene derecho a desarrollar sus procesos de manera voluntaria con la finalidad de mejorar el desempeño ambiental, siguiendo la legislación y normatividad vigente en la materia que vaya a aplicar.

*Mantener Capacitaciones y platicas constantes al personal encargada del Área.*

Uno de los factores más determinantes que se presenta es la rotación constante del personal ya que al ser una institución educativa los estudiantes pueden desarrollar sus proyectos en periodos de seis meses hasta dos años, por lo cual las capacitaciones son impartidas periódicamente por personal que va de salida y especialistas invitados, así como cursos de veranos y prácticas de laboratorio, se mantiene un anexo fotográfico de estos cursos de capacitaciones como evidencia para la secretaría reguladora. Se presenta evidencia en el expediente y como anexo de este trabajo.

## 4.3 Resultados

Se elaboró un expediente con documentos oficiales de la institución para cotejo y solicitud de la entidad reguladora. Se recomienda el seguimiento de los diferentes rubros a evaluar por la PROFEPA como son el uso de suelo, agua, aire, residuos, energía entre otras a manera de mantener la certificación y solo cada dos años sea el trámite de renovación y de auditoría.



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTONOMÍA DE TABASCO  
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”

---



Se deberá notificar si a futuro existen cambios dentro de la institución si se da algún equipo de baja que este reportado, si se hacen modificaciones en el servicio de recolección de residuos o se valoriza otro residuos generado y se puede reutilizar como materia prima, si hay alguna ampliación en alguna de las cisternas de agua potable en la división así como modificaciones en la planta de tratamiento existente si se agregan nuevas unidades todo deberá documentarse con evidencias fotográficas en físico y digital para una consulta más práctica y sobre todo mantenerla actualizada.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTONOMÍA DE TABASCO  
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”

---



## CAPITULO V

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México



### 5. Conclusiones finales

Al inicio del proyecto se establecieron como objetivos específicos el cumplir con las no conformidades presentadas en la evaluación de 2019 por PROFEPA, se resumirá en una tabla (ver tabla 7), los alcances obtenidos al finalizar este trabajo solventando al cien por ciento de manera académica y practica en algunas actividades, pero esto no asegura la obtención de la certificación ambiental ya que este trabajo compete al rubro de agua.

Tabla 7. Evaluación de alcances obtenidos.

Actividad	Se concluyo	No se concluyo	Evidencia
<b>Rubro Agua</b>			
Realizar y presentar un balance general del manejo integral del agua donde se reflejen las entradas y salidas, áreas donde se utiliza el recurso, y servicios y/o procesos de los últimos dos años.	Sí		Tabla 4. Situación del manejo actual del agua en DACBiol periodo 2022.
Tomar lecturas diarias del suministro y descarga de aguas residuales y mantener una bitácora.	Sí		Se lleva registro semanal en bitácora física y digital en el laboratorio de tecnología del agua.
Mantener evidencia actualizada del manejo integral del agua en la instalación.	Si		Ver Mantener evidencia actualizada del manejo integral del agua en la instalación.
Tener la documentación disponible para cuando sea requerida.	Sí		Se generaron expedientes digitales para su consulta.
Obtener permiso de ampliación de permiso de descarga de aguas a la autoridad correspondiente.	N/A	N/A	No se rebasa el volumen autorizado, falta actualización del pago por parte de la administración.



Actividad	Se concluyo	No se concluyo	Evidencia
Implementar en la instalación una campaña de ahorro de agua y difundir entre el alumnado y personal docente.	Sí		Ver Figura 239. Cartel elaborado por el laboratorio de tecnología del agua. Fuente: FB laboratorio del agua.
Mantener registros y/o evidencias documentales y fotográficos de las campañas aplicadas sobre cultura ambiental en la instalación.	Sí		Ver Mantener el registro y/o evidencia documentales y fotográficos de las campañas aplicadas sobre la cultura ambiental a la Instalación.
Observar los términos y condicionantes del permiso de descarga de aguas residuales actualizados.		No	El permiso esta vencido, se informó a la administración el pago pendiente de este documento.
Implementar campañas de cultura ambiental sobre el ahorro y contaminación del agua para disminuir el uso de este vital líquido.	Sí		Ver Implementar paulatinamente y mantener un sistema de tratamiento de aguas más económico, adecuado y suficiente para la cantidad de generación de aguas residuales de la organización.
Implementar paulatinamente y mantener un sistema de tratamiento de aguas más económico y adecuado y suficiente para la cantidad de generación de aguas residuales de la institución.	Sí		Ver Implementar paulatinamente y mantener un sistema de tratamiento de



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTONOMÍA DE TABASCO  
 DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
 “ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”



Actividad	Se concluyo	No se concluyo	Evidencia
			aguas más económico, adecuado y suficiente para la cantidad de generación de aguas residuales de la organización.
Mantener un seguimiento constante al estado en el que se encuentren los sistemas de tratamiento de agua y llevar una bitácora.	Sí		Ver Mantener un seguimiento constante al estado en que se encuentran los sistemas de tratamiento de agua y llevar una bitácora de esto.
Presentar los análisis de descargas de aguas vigentes y avalados por una entidad acreditada.		No	Los últimos análisis acreditados se presentaron en 2018 por laboratorio ABC analytics, actualmente no se contó con el apoyo económico de parte de la administración.
Mantener el seguimiento constante de las condicionantes generales y particulares del permiso de descargas de aguas, así como resguardar para disponibilidad inmediata archivos y evidencia de su cumplimiento.	Sí		Ver Mantener la capacitación, pláticas constantes al personal encargado del área ambiental de la instalación para que se evite atrasos en cumplimiento de permisos o autorizaciones con aspecto ambiental.



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTONOMÍA DE TABASCO  
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”



Actividad	Se concluyo	No se concluyo	Evidencia
Mantener capacitaciones y platicas constantes al personal encargado del área ambiental legal de la instalación para que se eviten atrasos en el cumplimiento de permisos o autorizaciones con aspecto ambiental.	Sí		Ver Mantener la capacitación, pláticas constantes al personal encargado del área ambiental de la instalación para que se evite atrasos en cumplimiento de permisos o autorizaciones con aspecto ambiental.

Fuente: Elaboración propia.



## Anexos

### Memoria Fotográfica



Figura 3226. Implementación de Programa de Seguridad e Higiene. Fuente: Propia.



Figura 273. Señalización en materia de Seguridad. Fuente: Propia.



Figura 284. Aforo de Caudal. Fuente: Propia.



Figura 295. Inspección de las líneas existentes. Fuente: Propia.



Figura 256. Registros Eléctricos. Fuente: Propia.



Figura 247 Medición de Estructuras. Fuente: Propia



Planos realizados.

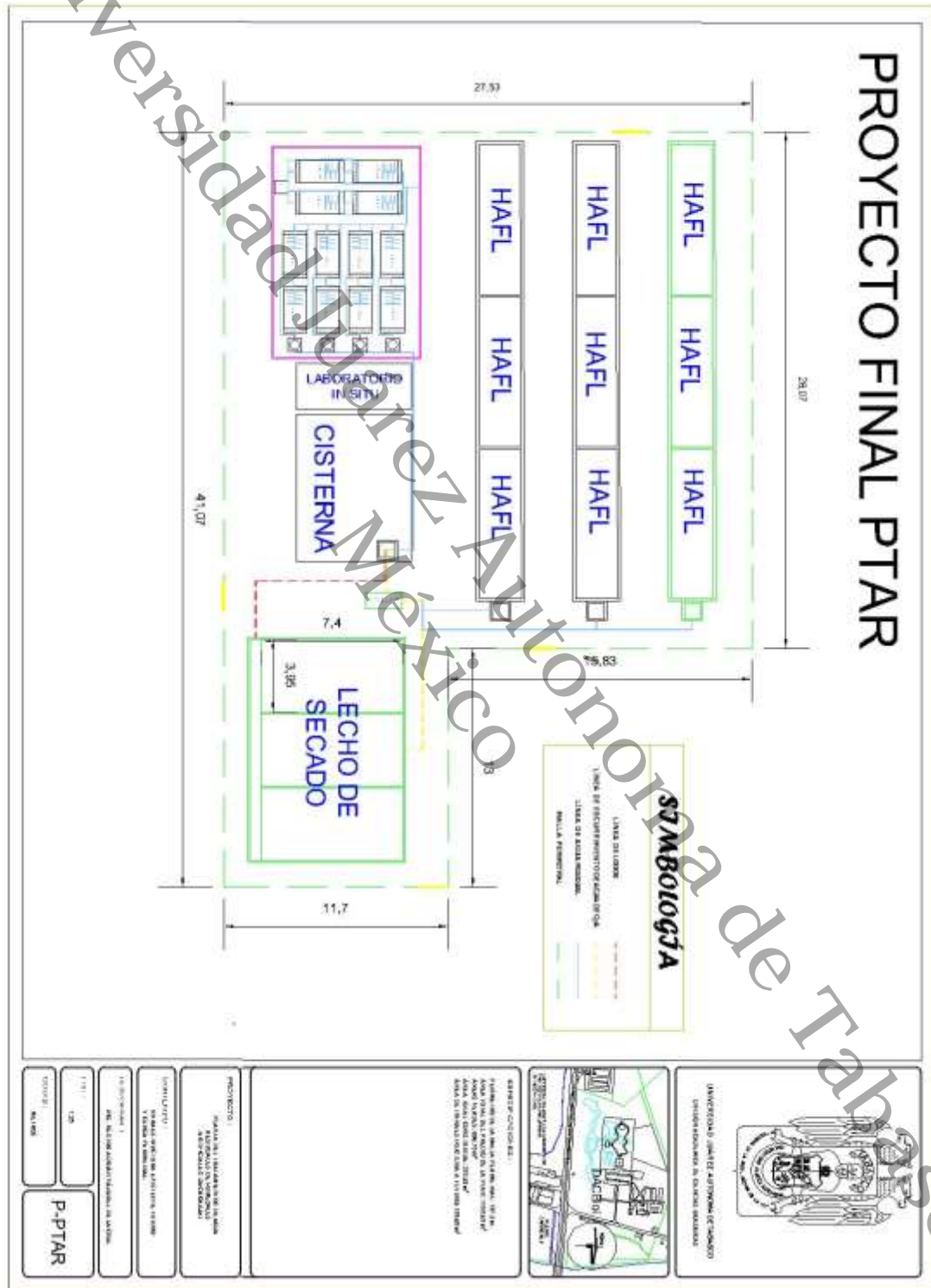


Figura 268. Proyecto Final para Tratamiento Completo de las Aguas Residuales. Fuente: Propia.

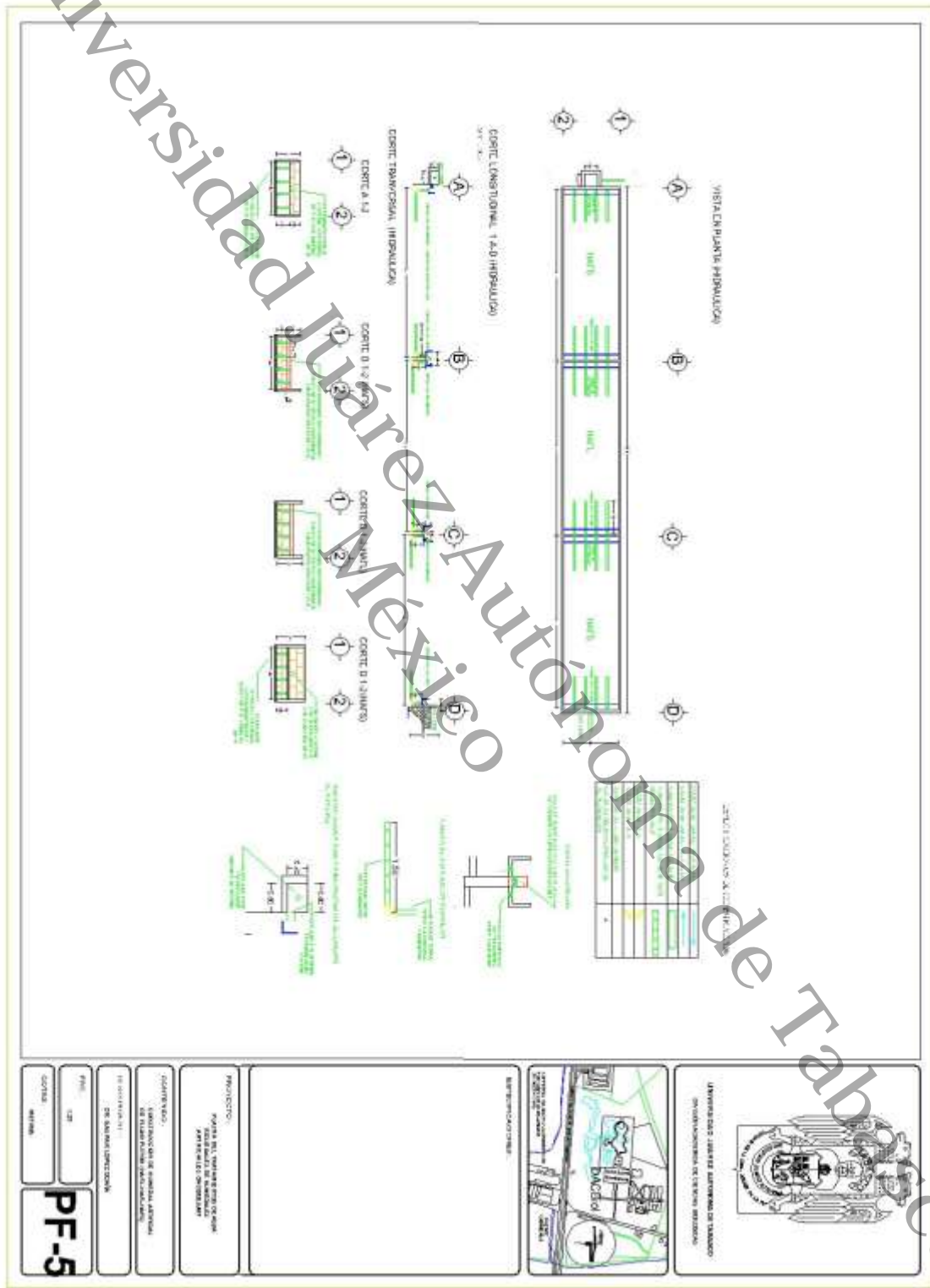


Figura 279. Humedales Artificiales Planos Hidráulico Funcional. Fuente: Gaspar López 2018.

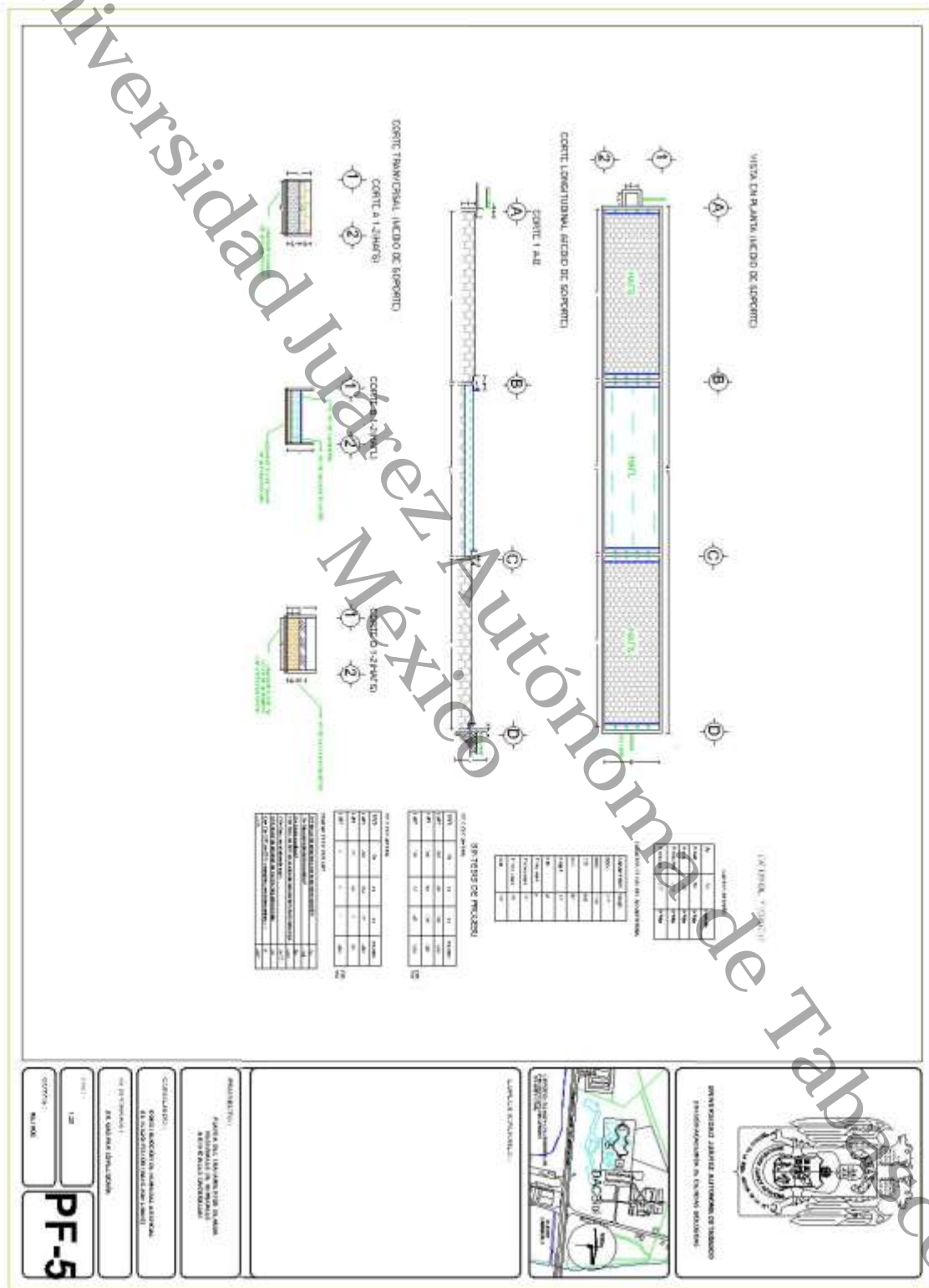


Figura 40. Humedales Artificiales Configuración del Tren de Tratamiento. Fuente: Gaspar López 2018.

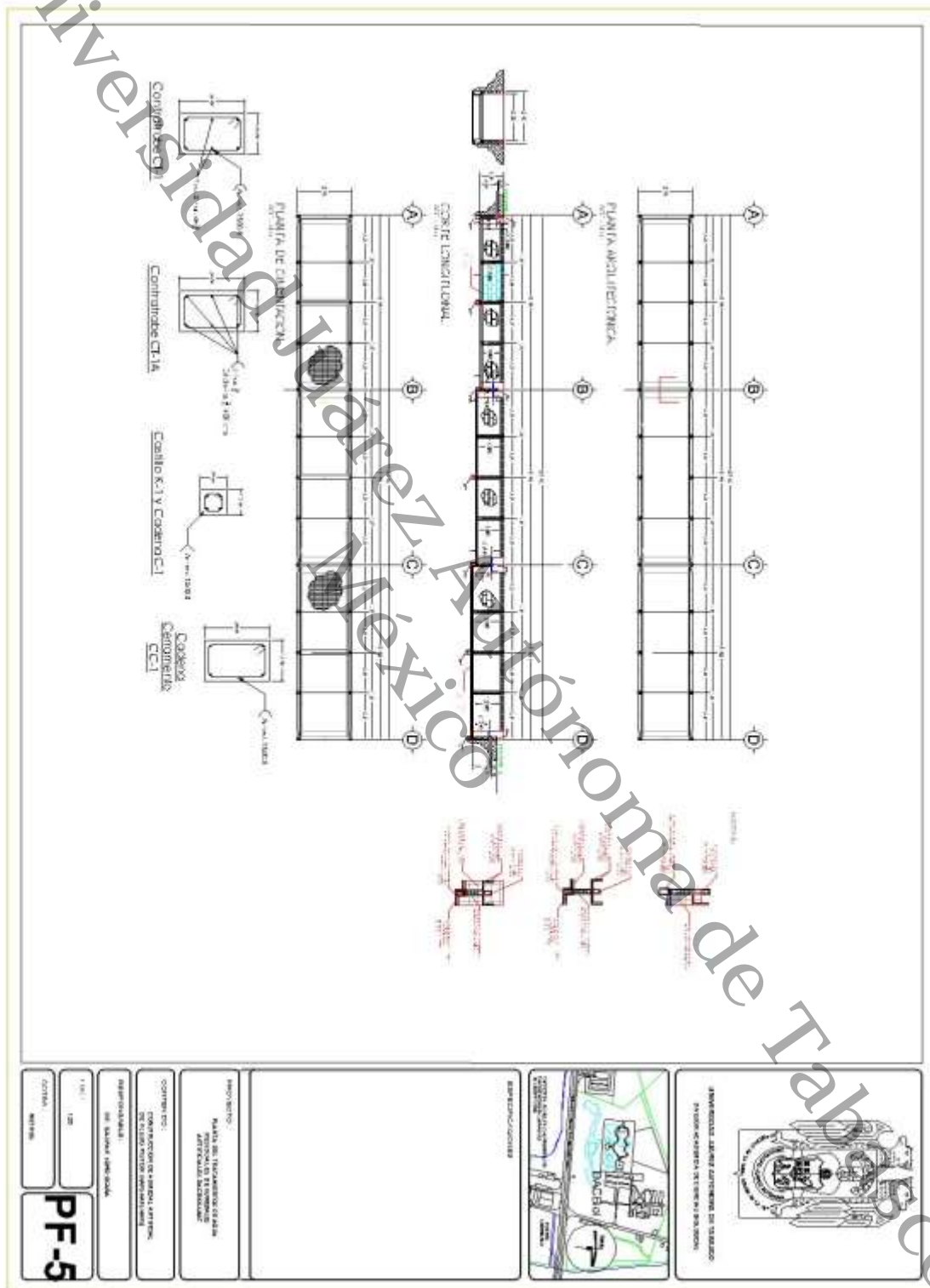


Figura 4128. Humedal Artificial Detalle Constructivo. Fuente: Gaspar López 2018.

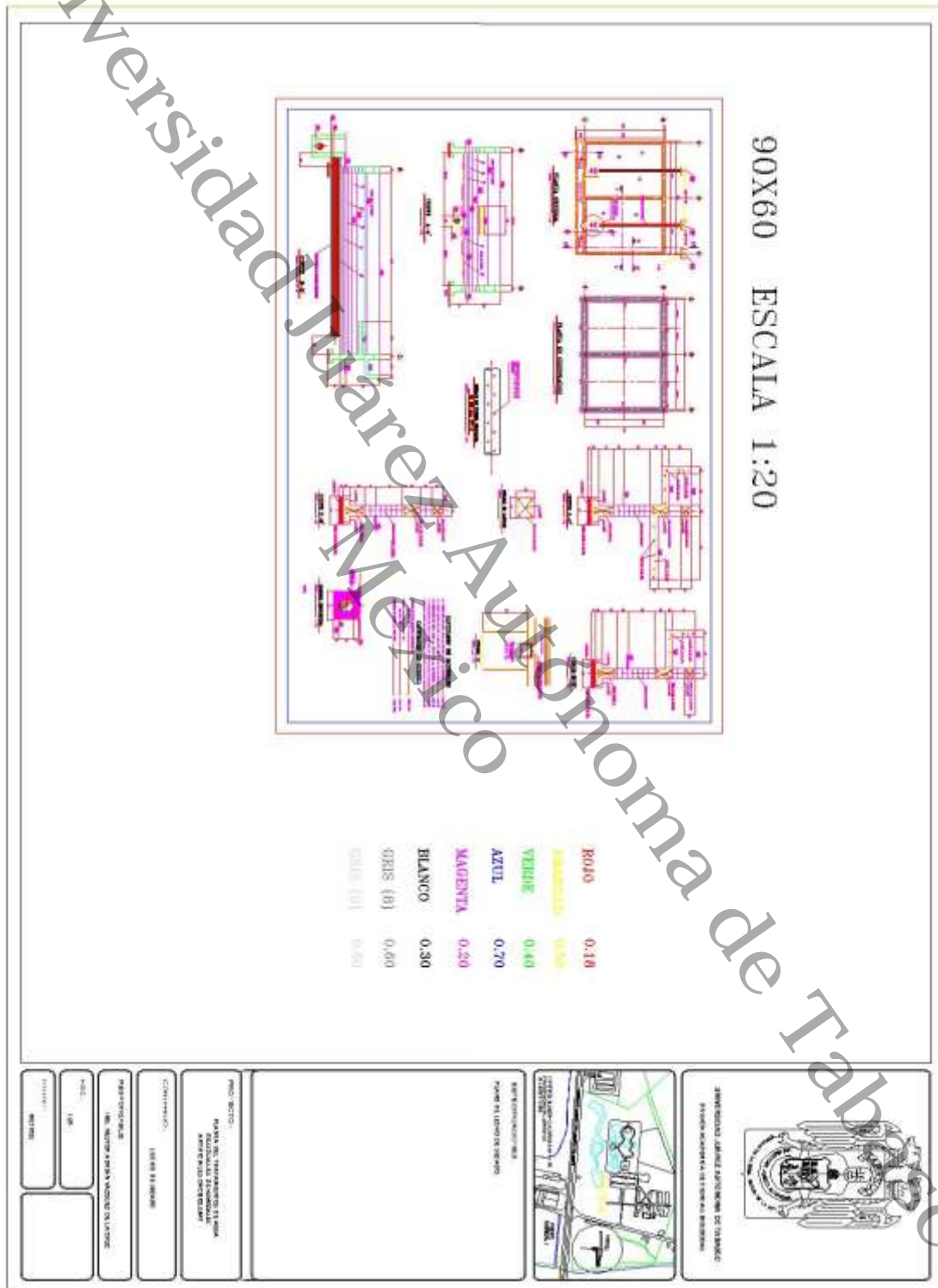


Figura 4229. Lechos de Secado Para la PTAR. Fuente: Gaspar López 2018.

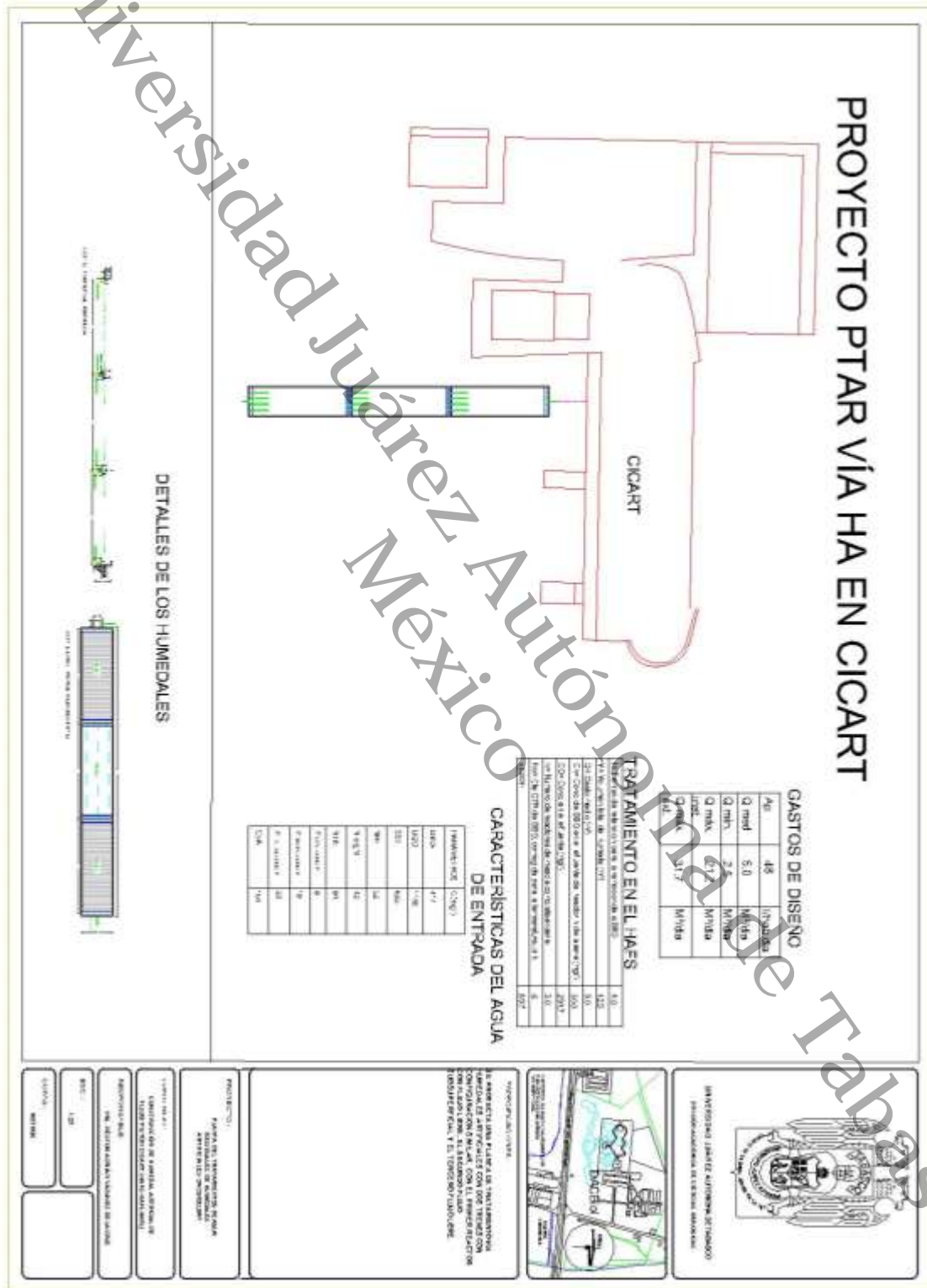


Figura 43. Proyecto PTAR HA en edificio CICART. Fuente: Elaboración Propia.



**Mantener evidencia actualizada del manejo integral del agua en la instalación.**



Figura 304. Mantenimiento de reactores.  
Fuente: FB Laboratorio del agua.



Figura 315. Lavado de medio de soporte. Fuente:  
FB Laboratorio del agua.



Figura 326. Acondicionamiento de las unidades. Fuente: FB Laboratorio del agua.



Figura 337. Lavado de medio de soporte. Fuente:  
FB Laboratorio del agua.



**Mantener el registro y/o evidencia documentales y fotográficos de las campañas aplicadas sobre la cultura ambiental a la Instalación.**



Figura 348. Exposición de proyectos. Fuente: FB Laboratorio del agua.



Figura 359. Cursos de cultura del agua. Fuente: FB Laboratorio del agua.



Figura 5036. Visitas a otras instituciones. Fuente: FB Laboratorio del agua.



Figura 5137. Entrevista sobre las actividades que se realizan en el laboratorio. Fuente: FB Laboratorio del agua.



**Implementar paulatinamente y mantener un sistema de tratamiento de aguas más económico, adecuado y suficiente para la cantidad de generación de aguas residuales de la organización.**

Actualmente, las aguas residuales generadas en la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL), son tratadas por un sistema de tratamiento biológico, el cual es de tecnología “Humedales Artificiales”. Este tipo de tecnología no necesita consumo eléctrico o reactivos químicos, es totalmente amigable con el medio ambiente y fue diseñado para tratar la totalidad de los caudales generados por dicha institución.

El sistema de tratamiento de Humedales Artificiales consta de dos trenes de tratamiento, divididos en 3 secciones cada uno. Todas las secciones están en la actualidad con configuración de flujo libre. Con este tipo de tecnología, las aguas residuales son tratadas por mecanismos físicos, químicos y biológicos, gracias a que en los humedales artificiales se establecen altas densidades microbiológicas y comunidades vegetales (macrófitas), que en conjunto se logra la depuración del agua residual.



**Mantener un seguimiento constante al estado en que se encuentran los sistemas de tratamiento de agua y llevar una bitácora de esto.**



Figura 386. Mantenimiento de reactores.  
Fuente: propia.



Figura 397. Cambio de medio de soporte.  
Fuente: propia.



Figura 408. Mantenimiento constante de reactores. Fuente: propia.



Figura 419. Repoblación de vegetación.  
Fuente: propia.



Figura 6042. Poda de vegetación. Fuente: propia.





**Mantener la capacitación, pláticas constantes al personal encargado del área ambiental de la instalación para que se evite atrasos en cumplimiento de permisos o autorizaciones con aspecto ambiental.**



Figura 6143. Capacitación en la toma de muestras. Fuente: propia.



Figura 6244. Capacitación en el uso de equipos. Fuente: FB Laboratorio del agua.



Figura 453. Visita a plantas de tratamiento. Fuente: FB Laboratorio de tecnología del agua.



Figura 464. Análisis de muestras. Fuente: FB Laboratorio del agua.



Figura 475. Foro en materia ambiental. Fuente: FB Laboratorio de tecnología del agua.