INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

SUSTENTABILIDAD ACUÍFERA, AMBIENTAL Y ENERGÉTICA

COORDINADORES

MARÍA DEL REFUGIO CASTAÑEDA CHÁVEZ
FABIOLA LANGO REYNOSO

ISBN: 978-607-8617-39-5

RED IBAI

RED IBEROAMERICANA
DE ACADEMIAS DE
INVESTIGACIÓN

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

SUSTENTABILIDAD ACUÍFERA, AMBIENTAL Y ENERGÉTICA

MARÍA DEL REFUGIO CASTAÑEDA CHÁVEZ
FABIOLA LANGO REYNOSO
COORDINADORES

2019

Xalapa, Veracruz. México a 28 de noviembre de 2019

DICTAMEN EDITORIAL

La presente obra fue arbitrada y dictaminada en dos procesos; en el primero, se sometió a los capítulos incluidos en la obra a un proceso de dictaminación a doble ciego para constatar de forma exhaustiva la temática, pertinencia y calidad de los textos en relación a los fines y criterios académicos de la RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C., cumpliendo así con la primera etapa del proceso editorial. En el segundo proceso de dictaminación se seleccionaron expertos en el tema para la evaluación de los capítulos de la obra y se procedió con el sistema de dictaminación a doble ciego. Cabe señalar que previo al envío a los dictaminadores, todo trabajo fue sometido a una prueba de detección de plagio. Una vez concluido el arbitraje de forma ética y responsable del Comité Editorial y Científico de la Red Iberoamericana de Academias de Investigación A.C. (REDIBAI), se dictamina que la obra ***"INNOVACIÓN TECNOLÓGICA. SUSTENTABILIDAD ACUÍFERA, AMBIENTAL Y ENERGÉTICA"*** cumple con la relevancia y originalidad temática, la contribución teórica y aportación científica, rigurosidad y calidad metodológica, rigurosidad y actualidad de las fuentes que emplea, redacción, ortografía y calidad expositiva.

Mtro. Daniel Armando Olivera Gómez
Director Editorial
Sello Editorial: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C. (607-8617)
Dublín 34, Residencial Monte Magno
C.P. 91190. Xalapa, Veracruz, México.
Cel 2282386072

Mtro. Daniel Armando Olivera Gómez

ISBN: 978-607-8617-39-5

Xalapa, Veracruz. México a 02 de diciembre de 2019

CERTIFICACIÓN EDITORIAL

RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. (REDIBAI) con sello editorial Nº 607-8617 otorgado por la Agencia Mexicana de ISBN, hace constar que el libro "*INNOVACIÓN TECNOLÓGICA. SUSTENTABILIDAD ACUÍFERA, AMBIENTAL Y ENERGÉTICA*" registrado con el ISBN 978-607-8617-39-5 fue publicado por nuestro sello editorial con fecha de aparición del 02 de diciembre de 2019 cumpliendo con todos los requisitos de calidad científica y normalización que exige nuestra politica editorial.

Fue evaluado por pares académicos externos y aprobado por nuestro Comité Editorial y Científico y pre-dictaminado por el Comité Editorial de la Red Iberoamericana de Académias de Investigación A.C. (REDIBAI)

Todos los soportes concernientes a los procesos editoriales y de evaluación se encuentran bajo el poder y disponibles en Editorial RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. (REDIBAI), los cuales están a disposición de la comunidad académica interna y externa en el momento que se requieran. La normativa editorial y repositorio se encuentran disponibles en la página http://www.redibai-myd.org

Doy fe.

Mtro. Daniel Armando Olivera Gómez
Director Editorial
Sello Editorial: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C. (607-8617)
Dublín 34, Residencial Monte Magno
C.P. 91190. Xalapa, Veracruz, México.
Cel 2282386072

Mtro. Daniel Armando Olivera Gómez

ISBN: 978-607-8617-39-5

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

SUSTENTABILIDAD ACUÍFERA, AMBIENTAL Y ENERGÉTICA

COORDINADORES:

MARÍA DEL REFUGIO CASTAÑEDA CHÁVEZ

FABIOLA LANGO REYNOSO

AUTORES:

ABRAHAM MORALES TAMANIS, ALDO TIBURCIO RUIZ, ANDRES CASTRO SIERRA, ANGÉLICA DEL CARMEN LÓPEZ TOTO, ARACELI VIVALDO VICUÑA, ARTURO SANTOS OSORIO, ARTURO VELASCO BERNAL, CARLOS ARTURO CERÓN ÁLVAREZ, CARLOS ROJAS JIMÉNEZ, CHRISTIAN REYES VELÁZQUEZ, CIPRIANO SÁNCHEZ LÓPEZ, DAFNA YURIDIA MENDOZA LÓPEZ, DANIEL HERNÁNDEZ PITALÚA, DIEGO CAYETANO MENDOZA, EDUARDO MORALES CANO, EDWIN DANIEL MÉNDEZ CRUZ, ELENA RUSTRIÁN PORTILLA, ERIKA AGUILAR ACOSTA, ERIKSSEN AQUINO DÍAZ, FABIOLA LANGO REYNOSO, FERNANDO ARTURO DE LA CRUZ SÁNCHEZ, FERNANDO RODRÍGUEZ GARCÍA, FRANCISCO ENRIQUE CAB JIMENEZ, FRANCISCO JAVIER TRÁPAGA PÉREZ, FRANCISCO LÓPEZ HUERTA, GUADALUPE SANTILLÁN FERREIRA, HECTOR DOMÍNGUEZ MARTÍNEZ, HUGO AMÍLCAR LEÓN BONILLA, IRENE LUNA GARCÍA, ISABEL ALEMÁN CHÁVEZ, ISABEL LAGUNES GÓMEZ, ISRAEL ROBLES HERNÁNDEZ, IVONNE MALDONADO HERNÁNDEZ, JAIME CONTRERAS ROMERO, JORGE BEDOLLA HERNÁNDEZ, JORGE LUIS CASTAÑEDA GUTIÉRREZ, JOSÉ ALEXYS MENDOZA AVILES, JOSÉ LUIS RUIZ CONTRERAS, JUAN CARLOS MARTÍNEZ CRUZ, JUAN MANUEL CHÁVEZ MENDOZA, LETICIA MATEOS MARTÍNEZ, MANUEL ALBERTO SUSUNAGA MIRANDA, MARCOS BEDOLLA HERNÁNDEZ, MARGARITA FUENTES OLIVARES, MARÍA DEL CARMEN DE JESÚS GONZÁLEZ MARTÍNEZ, MARÍA DEL REFUGIO CASTAÑEDA CHÁVEZ, MARIO RAFAEL AGUILAR RODRÍGUEZ, MICHEL DE LA CRUZ CANUL CHAN, MICHELLE GUADALUPE MARTÍNEZ CASTRO, MIGUEL ÁNGEL LÓPEZ RAMÍREZ, MIRIAM DE JESÚS JOSÉ, OSCAR CASTRO URRUTIA, OSCAR LUIS PEÑA VALERIO, RAFAEL ANCELMO REYES, RAFAEL GARRIDO ROSADO, RAYMUNDO SÁNCHEZ OROZCO, ROBERTO ANTONIO VILIS VALDÉS, ROGELIO MENDOZA PEREZ, ROMÁN CONTRERAS JIMÉNEZ, ROSAURA RASGADO CHANONA, SERGIO HERNÁNDEZ CORONA, TAMARA CARVAJAL GÓMEZ, VERÓNICA GARCÍA VALENZUELA, VICENTE FLORES LARA, VÍCTOR VILLA BARRERA, YAMILET SALOMÓN RUIZ, YASMIN SOTO LEYVA, YOLANDA RAMÍREZ VÁZQUEZ

EDITOR LITERARIO Y DE DISEÑO

DANIEL ARMANDO OLIVERA GÓMEZ

EDITORIAL

©RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. 2019

EDITA: RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C
DUBLÍN 34, FRACCIONAMIENTO MONTE MAGNO
C.P. 91190. XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.
TEL (228)6880202
PONCIANO ARRIAGA 15, DESPACHO 101.
COLONIA TABACALERA
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC
C.P. 06030. MÉXICO, D.F. TEL. (55) 55660965
www.redibai.org
redibai@redibai.org

Derechos Reservados © Prohibida la reproducción total o parcial de este libro en cualquier forma o medio sin permiso escrito de la editorial.

Fecha de aparición 02/12/2019.

Sello editorial: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C. (607-8617)
Primera Edición
Ciudad de edición: Xalapa, Veracruz, México.
No. de ejemplares: 200
Presentación en medio electrónico digital: Cd-Rom formato PDF 20 MB
ISBN 978-607-8617-39-5

INDICE

EVALUACIÓN DE LA MORINGA OLEÍFERA COMOTRATAMIENTO ALTERNATIVO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS EN MARTÍNEZ DE LA TORRE, VERACRUZ.
MIGUEL ÁNGEL LÓPEZ RAMÍREZ, MARIO RAFAEL AGUILAR RODRÍGUEZ, EDWIN DANIEL MÉNDEZ CRUZ
1

REACTOR DE LECHO FIJO DE ARENA SÍLICA PARA LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PARA AGUAS DE DESCARGA.
ALDO TIBURCIO RUIZ, MARÍA DEL REFUGIO CASTAÑEDA CHÁVEZ, MANUEL ALBERTO SUSUNAGA MIRANDA
12

IMPACTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO FILOBOBOS EN MARTÍNEZ DE LA TORRE, VERACRUZ
MARIO RAFAEL AGUILAR RODRÍGUEZ,MIGUEL ÁNGEL LÓPEZ RAMÍREZ, EDWIN DANIEL MÉNDEZ CRUZ
26

RADIACIÓN ULTRAVIOLETA PARA LA DESINFECCIÓN Y PURIFICACIÓN DEL AGUA EN ENTIDADES RURALES
VICTOR VILLA BARRERA, ARTURO SANTOS OSORIO, YASMIN SOTO LEYVA
43

SISTEMA ESTADÍSTICO Y GESTIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN LOS CENTROS DE ACOPIO EN LA ZONA CONURBADA VERACRUZ, BOCA DEL RÍO.
EDUARDO MORALES CANO, FRANCISCO LÓPEZ HUERTA, CARLOS ARTURO CERÓN ÁLVAREZ, VERÓNICA GARCÍA VALENZUELA
54

DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE UN MATERIAL POLIMÉRICO REFORZADO CON NANOPARTÍCULAS DE AG PARA APLICACIONES EN EMPAQUES MICROBICIDAS.
RAFAEL ANCELMO REYES
75

VIBRIO CHOLERAE Y V. PARAHAEMOLYTICUS EN EL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO.
TAMARA CARVAJAL GÓMEZ, CHRISTIAN REYES VELÁZQUEZ, MARÍA DEL REFUGIO CASTAÑEDA CHÁVEZ
90

IMPACTO SOCIAL DE LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN EL ITSSNP.
RAFAEL GARRIDO ROSADO, SERGIO HERNÁNDEZ CORONA, ABRAHAM MORALES TAMANIS
99

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE A PARTIR DE MICROALGAS.
MIRIAM DE JESÚS JOSÉ, DIEGO CAYETANO MENDOZA, JUAN CARLOS MARTÍNEZ CRUZ
127

ENERGÍAS RENOVABLES Y/O ALTERNATIVAS.
IRENE LUNA GARCÍA, YOLANDA RAMÍREZ VÁZQUEZ
134

MODIFICACIÓN DE UN AUTO CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A MOTOR ELÉCTRICO.
JUAN MANUEL CHÁVEZ MENDOZA
149

ANÁLISIS AMBIENTAL DEL MUNICIPIO ÁLAMO TEMAPACHE, VERACRUZ, MEDIANTE HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS SIG.
ROBERTO ANTONIO VILIS VALDÉS, MARGARITA FUENTES OLIVARES
168

INDICE

ESTUDIO DE USO DE BIOMASA DE DESECHO Y COMBUSTIBLE FÓSIL CON ENFOQUE EN MICROGENERACIÓN
JORGE BEDOLLA HERNÁNDEZ, VICENTE FLORES LARA, MARCOS BEDOLLA HERNÁNDEZ
183

LA GENERACIÓN DE ENERGÍA TERMOSOLAR EN MÉXICO, ALCANCES, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS.
ERIKSSEN AQUINO DÍAZ, FERNANDO RODRÍGUEZ GARCÍA, CIPRIANO SÁNCHEZ LÓPEZ
200

DISEÑO Y ANÁLISIS DE UN COLECTOR SOLAR TIPO CANAL PARABÓLICO CON SEGUIMIENTO SOLAR MEDIANTE UN CONTROLADOR DISCRETO.
ERIKSSEN AQUINO DÍAZ, FERNANDO RODRÍGUEZ GARCÍA, ARACELI VIVALDO VICUÑA
212

DESEMPEÑO DEL TELURO DE ZINC Y SU APLICACIÓN EN CELDAS SOLARES DE PELÍCULA DELGADA.
ROGELIO MENDOZA PEREZ, DANIEL HERNÁNDEZ PITALÚA, HUGO AMÍLCAR LEÓN BONILLA
222

ANÁLISIS EXERGÉTICO DE UN GENERADOR DE VAPOR.
HUGO AMÍLCAR LEÓN BONILLA, DANIEL HERNÁNDEZ PITALÚA, ERIKA AGUILAR ACOSTA
231

CAMBIO CLIMÁTICO DE CARA AL RETO DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL EN EL PUERTO DE VERACRUZ
JOSÉ LUIS RUIZ CONTRERAS, ISABEL ALEMÁN CHÁVEZ
248

TRANSFORMACIÓN DE DESECHOS PLÁSTICOS EN MÉXICO.
DAFNA YURIDIA MENDOZA LÓPEZ, CARLOS ROJAS JIMÉNEZ, JOSÉ ALEXYS MENDOZA AVILES
254

ANÁLISIS DE LA HOJA DE MAZORCA DE MAÍZ PARA LA ELABORACIÓN DE UN BIOPOLÍMERO
ROMÁN CONTRERAS JIMÉNEZ, MICHELLE GUADALUPE MARTÍNEZ CASTRO, LETICIA MATEOS MARTÍNEZ
265

DISEÑO MECÁNICO DE UNA MAQUINA PORTÁTIL PARA MOLER ENVASES PET POST CONSUMO.
ISRAEL ROBLES HERNÁNDEZ, ISABEL LAGUNES GÓMEZ, FRANCISCO ENRIQUE CAB JIMENEZ
275

ELABORACIÓN DE PAPEL A PARTIR DE RESIDUOS DE PASTO Y FOLLAJES.
JUAN MANUEL CHÁVEZ MENDOZA
288

APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA LIGNOCELULÓSICA PARA LA FABRICACIÓN DE ENVASES BIODEGRADABLES.
ARTURO VELASCO BERNAL,RAYMUNDO SÁNCHEZ OROZCO
297

POTENCIAL ECONOMICO DEL RECICLAJE DE ENVASES MULTICAPA EN LA ZONA CENTRO DE MÉXICO
IVONNE MALDONADO HERNÁNDEZ, HÉCTOR DOMÍNGUEZ MARTINEZ, JORGE LUIS CASTAÑEDA GUTIÉRREZ
306

INDICE

PRODUCCIÓN DE BIOSURFACTANTES CON UN CULTIVO BACTERIANO MIXTO
ANDRES CASTRO SIERRA, ELENA RUSTRIÁN PORTILLA, MICHEL DE LA CRUZ CANUL CHAN
320

AUTOMATIZACIÓN DE LA ESTACION METEOROLÓGICA DEL ITSTB
FRANCISCO JAVIER TRÁPAGA PÉREZ, YAMILET SALOMÓN RUIZ, ROSAURA RASGADO CHANONA, OSCAR CASTRO URRUTIA
333

IMPACTO EN EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN MIPYMES A TRAVÉS DE UN ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA FINANCIERA
MARÍA DEL CARMEN DE JESÚS GONZÁLEZ MARTÍNEZ, GUADALUPE SANTILLÁN FERREIRA, JAIME CONTRERAS ROMERO, ANGÉLICA DEL CARMEN LÓPEZ TOTO, OSCAR LUIS PEÑA VALERIO
352

ANÁLISIS DE LA IRRADIANCIA SOBRE LA ZONA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SAN MARTÍN PARA EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES
FERNANDO RODRÍGUEZ GARCÍA, ERIKSSEN AQUINO DÍAZ, ARACELI VIVALDO VICUÑA
364

EVALUACIÓN DE LA MORINGA OLEÍFERA COMOTRATAMIENTO ALTERNATIVO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS EN MARTÍNEZ DE LA TORRE, VERACRUZ

MIGUEL ÁNGEL LÓPEZ RAMÍREZ[1] MARIO RAFAEL AGUILAR RODRÍGUEZ[2] EDWIN DANIEL MÉNDEZ CRUZ[3]

RESUMEN

El crecimiento demográfico y la generación de un volumen respecto de aguas residuales, particularmente en las zonas urbanas además de los malos manejos en el tratamiento de aguas residuales, están provocando serias alteraciones ambientales. En este trabajo se evaluó la factibilidad del uso de coagulantes naturales como Moringa en el tratamiento de aguas residuales urbanas. Se realizaron pruebas experimentales en concentraciones de 300, 600 y 900 mg L-1 de Moringa oleífera y sulfato de aluminio en agua residual urbana a 120 rpm durante 5 min e inmediatamente se redujo a 60 rpm durante 10 minutos, utilizando un tiempo de reposo de una hora. Se analizaron los resultados y se obtuvieron reducciones de turbidez cercanos al 70% de eficiencia utilizando una concentración de 300 mg L-1 de Moringa oleífera superiores al 25% alcanzado con 600 mg L-1 de sulfato de aluminio. Respecto al pH el tratamiento con Moringa oleífera no necesita amortiguamiento previo debido a su potencial de ionización, además de que no presenta cambios en la conductividad del agua debido a no contener iones metálicos como los coagulantes químicos.

Palabras claves: Moringa oleífera, tratamiento de aguas residuales, turbidez.

1 Tecnológico Nacional De México/Instituto Tecnológico Superior De Martínez De La Torre. malopez@tecmatínez.edu.mx

2 Tecnológico Nacional De México/Instituto Tecnológico Superior De Martínez De La Torre. maguilar@tecmartinez.edu.mx

3 Tecnológico Nacional De México/Instituto Tecnológico Superior De Martínez De La Torre. emendez@tecmartinez.edu.mx

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos naturales que forma parte del desarrollo de cualquier país; es el compuesto químico más abundante del planeta y resulta indispensable para el desarrollo de la vida. Su disponibilidad es paulatinamente menor debido a su contaminación por diversos medios, incluyendo a los mantos acuíferos, lo cual representa un desequilibrio ambiental, económico y social (Esponda, 2001).

Se considera que el agua está contaminada cuando se ven alteradas sus características químicas, físicas, biológicas o su composición, por lo que pierde su potabilidad para consumo diario o para su utilización en actividades domésticas, industriales o agrícolas. Las aguas residuales se definen como aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general, de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas (Rodríguez–Monroy y Duran de Bazúa, 2006), además del crecimiento demográfico, el desarrollo de las ciudades y la falta de medidas y programas para dar respuesta a dichos cambios, genera un ambiente que favorece al avance de la contaminación. Debido a esto las medidas que se deben tomar para descontaminar los efluentes debe ser cada vez más urgente, siendo necesario la búsqueda de nuevas alternativas basadas en investigaciones sobre diferentes sistemas de tratamiento de aguas que faciliten una mejor calidad y una protección adecuada de los recursos hídricos (Sánchez et al, 2011). Como se puede observar en el cuadro 1 se muestran los contaminantes típicos en las aguas residuales.

Cuadro I: Contaminantes del agua.

Clase	Ejemplos
Sólidos suspendidos	Materiales coloidales, polvo, óxidos de metales insolubles, e hidróxidos.
Orgánicos disueltos	Químicos orgánicos sintéticos, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos.
Iónicos disueltos (sales)	Metales pesados, sílice, arsénico, nitrato, cloruros, carbonatos.
Microorganismos	Bacterias, virus, quistes protozoarios, hongos, algas, células de levadura.
Gases	Sulfuro de hidrógeno, metano, radón, bióxido de carbono.

Fuente: Cartwright, 2009.

Las ventajas de usar métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales domésticas son: la implementación de tecnología relativamente sencilla, costos de operación y de inversión bajos, poco consumo de energía, el proceso de tratamiento puede adecuarse rápidamente, así como alcanzar una buena calidad de desempeño después de iniciadas las operaciones y la alta remoción de nutrientes (Rozkosný et al., 2014).

Como alternativa, los países en vías de desarrollo, han adaptado una serie de tecnologías tradicionales para eliminar la turbidez del agua en el ámbito doméstico. De ellas la más estudiada es la utilización de extractos naturales de plantas para la clarificación del agua cruda mediante procesos de coagulación (Dorea, 2006; Ramírez-Arcila, H. y Jaramillo-Peralta, J., 2015).

La coagulación es una etapa crítica del proceso de potabilización del agua, y solo puede conseguirse mediante la adición de un agente coagulante, capaz de neutralizar las cargas electroestáticas de los coloidales suspendidos en el agua, permitiendo su aglomeración hasta formar macropartículas de fácil sedimentación. En la actualidad, los coagulantes más usados son las sales minerales de hierro y aluminio; no obstante, estos compuestos químicos son arrastrados durante la sedimentación de los lodos, lo cual se convierte en un problema ambiental, ya que en altas dosis pueden llegar a ser tóxicos. Además, al ser productos especializados y de alta demanda comercial poseen un precio considerable (Villanoba-Ortiz, et al., 2013).

Yin et al. (2009) menciona que los floculantes son los materiales que son utilizados en las rápidas separaciones sólido-líquido por un proceso de agregación de partículas coloidales, el proceso es denominado floculación. Los floculantes usados en tratamiento de aguas pueden ser clasificados en tres grupos: floculantes inorgánicos tales como el aluminio, floculantes férricos o policloruro de aluminio; y floculantes orgánicos sintéticos, tales como derivados de poliacrilamida

Como alternativa a estos agentes químicos, al inicio de los años setenta, en varios países latinoamericanos se propuso utilizar coagulantes naturales extraídos de especies vegetales o animales nativos (Antov et al., 2010; Beltrán-Heredia et al., 2010; Díaz et al., 1999; Patel y Vashi, 2012; Šciban et al., 2009). Los polímeros

naturales se producen de manera espontánea, debido a reacciones bioquímicas que ocurren en animales y plantas. Poseen una compleja estructura química, por lo general están constituidos por varios tipos de polisacáridos y proteínas. Algunos de ellos tienen propiedades coagulantes o floculantes y en muchos lugares son utilizados en forma empírica por los nativos para aclarar el agua turbia con muy buenos resultados (Vásquez, 1994). Entre el grupo de sustancias conocidas que poseen estas propiedades aglomerantes se encuentran algunos compuestos orgánicos de origen vegetal, los cuales pueden obtenerse del tallo o las semillas de una enorme variedad plantas como la Moringa Oleífera, el frijol, el maíz entre otros. Varios factores que influyen en la estabilidad coloidal fueron delineados por unión polimérica, estabilización estérica, fenómenos de hidratación, y efectos temporales. En términos de estabilidad termodinámica, la coagulación depende de varios factores, tales como el pH, temperatura, velocidad de corte y concentraciones relativas de coagulante, ayuda de coagulante, y floculante (Norde, 2011)

Investigaciones realizadas para agua cruda de los ríos Kadahokwa y Rwamamba, localizados en el sector Tumba, distrito de Huye, provincia del sur de Ruanda, reportaron reducciones del 95 %, 99 %, y 99,8 % para turbidez de 50, 250 y 450 NTU, respectivamente. También se encontraron reducciones de color por encima del 90 % para las muestras tomadas (Nkurunziza et al., 2009). Resultados similares fueron hallados para agua cruda de un arroyo turbio, en Malasia, en una planta a escala piloto, utilizando la Moringa Oleífera como coagulante, y se lograron reducciones de turbiedades entre 21 y 202 NTU a valores entre 1,9 y 4,3 UNT (Muyibi y Alfugara, 2003)

Debido a lo anterior, en esta investigación se pretende evaluar la disminución de parámetros contaminantes ocupando la Moringa Oleífera como coagulante natural para el tratamiento de aguas residuales, respecto al uso de coagulantes de sal férrea.

METODOLOGÍA.

Lugar de estudio.

Martínez de la Torre Veracruz, ubicado entre los paralelos 19° 58’ y 20° 17’ de latitud norte; los meridianos 96° 56’ y 97° 10’ de longitud oeste; altitud entre 10 y 400 m, limitando al norte con los municipios de Papantla, Tecolutla y San Rafael; al este con los municipios de San Rafael y Misantla; al sur con los municipios de Misantla, Atzalan y Tlapacoyan; al oeste con el municipio de Tlapacoyan, el estado de Puebla (INEGI, 2016).

Se realizó un muestreo (ver figura 1) que abarcó desde febrero 2019 hasta mayo 2019 contemplando la época de secas de la región en río Filobobos ubicado a un costado de Martínez de la Torre para la caracterización de las aguas residuales.

Figura 1. Punto de descarga del agua residual urbana en el río Filobobos

Fuente: Propia

Experimentación.

Se realizaron las experimentaciones a nivel laboratorio en el Laboratorio de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre.

Se realizó la prueba de jarras por triplicado con el equipo marca Griffin probando distintas proporciones (30%, 60% y 90% m/v) de los coagulantes Moringa Oleífera y Sulfato de Aluminio en un tiempo de 15 minutos, distribuidos en 5 minutos a una velocidad de 120 rpm y el resto a 60 rpm, para el crecimiento de flóculos en muestras a 1 L.

Posteriormente a partir de los resultados obtenidos se procedió a realizar la medición de parámetros como pH y conductividad con un multiparámetro marca Conductronic y medición de turbidez con el equipo Hatch 2100AN.

Obtención del coagulante natural.

Se obtuvieron las semillas de Moringa Oleífera las cuales fueron secadas mediante un horno de secado de convección forzada marca OVEN durante 48 horas a peso constante, se retiró la cáscara y posteriormente se trituro de manera manual usando un mortero de porcelana y tamizado a 1 mm.

Para la determinación de los análisis estadísticos se realizaron pruebas de medias con un 95% grado de confianza mediante el método de Fisher.

RESULTADOS

De acuerdo a los muestreos realizados durante los meses de febrero 2019 a mayo 2019 las pruebas realizadas para la caracterización de las aguas residuales arrojaron los siguientes resultados:

pH: Valor Mínimo: 7.6; Valor máximo: 7.9; Promedio: 7.7

Conductividad (ms/cm): Valor Mínimo: 551; Valor máximo: 736; Promedio: 661.16

Turbidez (NTU): Valor Mínimo: 5; Valor máximo: 14; Promedio: 7.83

Posteriormente se procedió a realizar los tratamientos de coagulación-floculación con el sulfato de aluminio a distintas proporciones (30%, 60% y 90% m/v) amortiguando el pH a 3, debido a que las sales férricas tienen mayor eficiencia en medios ácidos. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados del tratamiento de las aguas residuales urbanas con sulfato de aluminio

Tratamiento	Concentración (mg L^{-1})	pH antes	pH después	Conductividad antes (mS cm^{-1})	Conductividad después (mS cm^{-1})	Remoción Turbidez (%)
Sulfato de Aluminio	300	3	3	665	1419	-24.74
	300	3	3.5	659	1082	-20.54
	300	3	3.6	657	1174	-75.41
	600	3	2.9	704	1517	25.82
	600	3	3	706	1408	27.52
	600	3	2.9	697	1563	17.03
	900	3	3.20	689	1670	2.56
	900	3	3.30	697	1485	20.25
	900	3	2.90	697	1693	-8.77

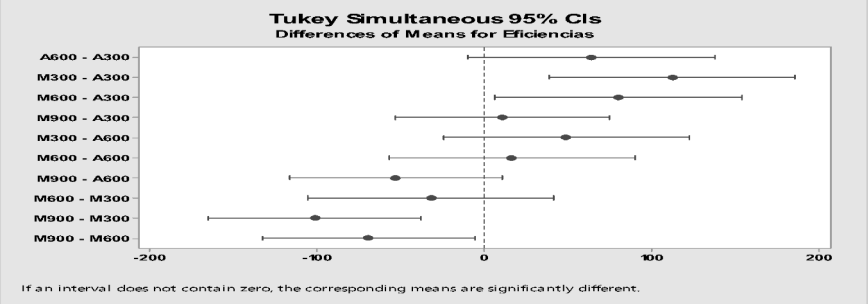
Consecutivamente se realizaron las experimentaciones con Moringa Oleífera conservando el pH característico del agua residual, alcanzando los siguientes valores mostrados en el cuadro 3:

Cuadro 3. Resultados del tratamiento de las aguas residuales urbanas con Moringa Oleífera.

Tratamiento	Concentración (mg L^{-1})	pH antes	pH después	Conductividad antes (mS cm^{-1})	Conductividad después (mS cm^{-1})	Remoción Turbidez (%)
Moringa Oleífera	300	7.6	7.3	642	651	69.23
	300	7.6	7.6	642	642	69.61
	300	7.6	7.5	648	659	76.68
	600	7.7	7.7	702	731	28.79
	600	7.7	7.3	697	702	58.70
	600	7.7	7.1	700	704	31.44
	900	7.7	7.1	691	714	-45.80
	900	7.7	7.3	693	708	-74.79
	900	7.6	7.4	693	714	-73.30

De acuerdo al análisis estadístico de prueba de medias por método de Fisher al 95% de confiabilidad (figura 2) se observa que la eficiencia máxima de los coagulantes (Moringa a 300 ppm “M300” y Sulfato de Aluminio a 600 ppm “A600”) no presentan diferencias significativas, aun así, el uso de Moringa Oleífera obtuvo una remoción promedio de 71.84%.

Figura 2. Tabla comparativa de medias por método de Fisher de acuerdo a los tratamientos.



DISCUSIONES.

Patricia et al., (2009) estudiaron la efectividad coagulante de la como una alternativa de biorremediación en la purificación de aguas superficiales de su región y encontraron que, para el sulfato de aluminio, el mecanismo de adsorción-neutralización de cargas, predomina a pH bajo, en cambia el coagulante a base de Moringa Oleífera presenta con un pH 7.0 la mayor eficiencia.

Sandoval y Laines, (2013) compararon en su investigación la eficiencia de coagulación entre tres tipos de soluciones obtenidas de las semillas de Moringa Oleífera y el sulfato de aluminio, obteniendo que los tratamientos con Moringa no cambiaron las propiedades químicas del agua tratada, lo cual en dicho trabajo se confirma, ya que dicho soluto no cambió las propiedades de conductividad y pH durante la experimentación.

CONCLUSIÓN

Algunas ventajas del uso de la Moringa Oleífera en comparación con el Sulfato de Aluminio son:

La eficiencia del uso de Moringa Oleífera reportada en este trabajo es superior a la sal anhidra (Sulfato de Aluminio) además de una menor dosificación para él tratamiento.

La Moringa Oleífera no afecta los parámetros como son pH y conductividad por lo que no se necesita un tratamiento posterior que los modifique.

La utilización de Moringa como tratamiento fisicoquímico del tipo coagulación-floculación se puede utilizar con éxito en la remoción de materia.

El proceso de coagulación-floculación con Moringa Oleífera se puede mejorar si se añaden procesos de filtración/adsorción

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antov, M., Šciban, M. y Petrovic, N. 2010. Proteins from common bean (Phaseolus vulgaris) seed as a natural coagulant for potential application in water turbidity removal. Bioresource Technology, 101:2167-2172.

Arcila-Ramírez, H. y Jaramillo-Peralta, J. Agentes naturales como alternativa para el tratamiento del agua. Facultad de Ciencias Biológicas, 11 (2):136-153.

Beltrán-Heredia, J., Sánchez-Martín, J., Gómez-Muñoz, M. C. 2010. New coagulant agents from tannin extracts: Preliminary optimization studies. Chemical Engineering Journal, 162:1019-1025.

Cartwrigt, P. 2009. Tratamiento y Reuso del Agua en Aplicaciones Comerciales /Industriales. Agua Latioámerica, 9(1):20-24.

Díaz, A., Rincón, N., Escorihuela, A., Fernández, N., Chacín, E., Forster, y C. F. 1999. A preliminary evaluation of turbidity removal by natural coagulants indigenous to Venezuela. Process Biochemistry, 35: 391-395.

Dorea, C. 2006. Use of Moringa spp.seeds for coagulation: a review of a sustainable option.Water Science, 6(1): 219-227.

Esponda A. 2001. Arranque de un sistema experimental de flujo vertical a escala piloto de tipo humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

INEGI. 2016. Cuadernillos municipales, Martínez de la Torre, Veracruz.

Ledo, P. G. S., Lima, R. F. S., Paulo, J. B. A. y Duarte, M. A. C. 2009. Estudio Comparativo de Sulfato de Aluminio y Semillas de Moringa oleifera para la Depuración de Aguas con Baja Turbiedad. Inf. tecnol. 20(5):3-12.

Muyibi, S. A. & Alfugara, A. (2003). Treatment of surface water with Moringa Oleifera seed extract and alum-a comparative study using a pilot scale water treatment plant. International. Journal of Environmental Studies, 60(6):617-626.

Nkurunziza, T.; Nduwayezu, J. B.; Banadda, E. N. & Nhapi, I. 2009. The effect of turbidity levels and Moringa oleifera concentration on the effectiveness of coagulation in water treatment. Water Science and Technology, 59:1551-1558.

Norde, W. 2011 Colloids and Interfaces in Life Sciences and Bionanotechnology, 2nd Edition, CRC Press, Boca Raton, FL.

Patel, H; Vashi, R. T. 2012. Removal of Congo Red dye from its aqueous solution using natural coagulants. Journal of Saudi Chemical Society, 16:131-136.

Rodríguez–Monroy J. y Durán de Bazúa C. 2006. Remoción de nitrógeno en un sistema de tratamiento de aguas residuales usando humedales artificiales de flujo vertical a escala de banco. Tecnol. Ciencia 21:25–33.

Rozkosný, M., Kriska, M., Sálek, J., Bodík, I., y Istenic, D. 2014. Natural technologies of wastewater treatment. Global Water Partnership.

Sánchez, J., Beltran, J., Carmona, C. y Gibello, P. 2011. Absorbentes naturales a partir de taninos. Una propuesta de reutilización de residuos forestales para la purificación de aguas. Cuides, Universidad de Extremadura, 7:125-139.

Sandoval M, y Laines J. 2013. Moringa oleífera una alternativa para sustituir coagulantes metálicos en el tratamiento de aguas superficiales. Ingeniería, Rev. Académica de la FI-UADY, 17(2): 93-101.

Šciban, M., Klašnja, M., Antov, M. y Škrbic, B. 2009. Removal of water turbidity by natural coagulants obtained from chestnut and acorn. Bioresource Technology, 100: 6639 - 6643.

UNICEF. 2014. Agua, saneamiento e higiene. http://www.unicef.org/spanish/wash/index_43106.html. [Consultado el 10 de julio de 2019]

Vásquez, O. 1994. Extracción de coagulantes naturales del nopal y aplicación en la clarificación de aguas superficiales Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México. 28-57.

Villabona, A., Paz, I., y Martínez. 2013. Caracterización de la Opuntia ficus-indica para su uso como coagulante natural. Rev. Colomb. Biotecnol, 15:137-144.

Yin, Y., You, L., Lu, F., Li, D., y Qiao, Z. 2009. Preparation and flocculation properties of cationic starch/chitosan crosslinking-copolymer. Journal of Hazardous Materials, 172:38-45.

REACTOR DE LECHO FIJO DE ARENA SÍLICA PARA LA REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PARA AGUAS DE DESCARGA.

ALDO TIBURCIO RUIZ[1] MARÍA DEL REFUGIO CASTAÑEDA CHÁVEZ[2] MANUEL ALBERTO SUSUNAGA MIRANDA[3]

RESUMEN.

En este trabajo se muestran los resultados obtenidos en la fase experimental, de un reactor de lecho fijo de flujo descendente que utiliza como medio de soporte arena sílica, para la remoción de materia orgánica. Se preparó agua residual sintética (ARS) con niveles altos de materia orgánica, que están fuera de los límites de la normatividad para aguas residuales, ésta decisión se tomó, para evitar variación en las lecturas, que se pueden presentar si se utilizan muestras de aguas residuales crudas. La arena sílica es un agente oxidante de manera natural, que se activa con la adición de sulfato ferroso (FeSO4), para ayudar a la oxidación de la materia orgánica, de manera tal que ésta se da con mayor facilidad. La proporción de adición de este componente es de 10 g por cada 50 kg de arena sílica. El agua residual sintética, alcanzó valores de DQO= 374 mg/L y de ODfinal= 7.4 mg/L. Se determinó la altura de lecho de 20 cm y 30 cm en un reactor cilíndrico de acrílico. El tiempo de residencia para la altura de 20 cm fue de 170 s con un 70% de remoción y para una altura de 30 cm, un tiempo de residencia fue de 220 s y 80% de remoción.

Palabras clave: Arena sílica, oxidación, materia orgánica, aguas residuales.

INTRODUCCIÓN.

La actividad antropogénica genera residuos que propician la contaminación de acuíferos subterráneos y acuíferos de superficie. La contaminación del agua se puede definir como cualquier cambio químico, físico o biológico en la calidad del

1 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Río. aldotr93@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Río. mariacastaneda@bdelrio.tecnm.mx

3 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Río. manuel.sm@veracruz.tecnm.mx.

agua, que tenga un efecto perjudicial para algunos usos. Estos residuos pueden ser de tipo industrial, fosas sépticas, agropecuario y ocasionar la contaminación con diferentes compuestos, entre ellos la materia orgánica. Esto se debe principalmente a la mala disposición de los residuos y efluentes, los cuales no son tratados para dar cumplimiento antes de su liberación, con las Normas Oficiales (SEMARNAT, 1997). Esta normas son las que rigen los "niveles máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales" y niveles máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano y municipal", respectivamente. La descarga de aguas residuales de origen urbano proviene de viviendas, edificios públicos y la escorrentía urbana que se colecta en el drenaje (Tredoux, Cavé, & Engelbrecht, 2004). Los principales contaminantes son el nitrógeno, fosforo, compuestos orgánicos, bacterias coliformes fecales, materia orgánica, entre otros. Los centros urbanos generan 230.2 m3 /S de aguas residuales (CONAGUA, 2015). En promedio, los países de altos ingresos económicos, tratan alrededor del 70% de las aguas residuales municipales e industriales que generan. Esa proporción se reduce al 38% en los países de ingresos medios altos y al 28% en los países de ingresos medios bajos. En los países de bajos ingresos, solo el 8% recibe tratamiento de cualquier tipo. Con base en estas estimaciones se dice a menudo que, a nivel mundial, más del 80% de todas las aguas residuales se vierten sin tratamiento. En los países de altos ingresos, se lleva a cabo el tratamiento avanzado de aguas residuales; esto con la finalidad de mantener la calidad ambiental o proporcionar una fuente de agua alternativa cuando se enfrenta a la escasez de agua. Sin embargo, la liberación de aguas residuales no tratadas sigue siendo una práctica común, especialmente en los países en desarrollo, debido a la falta de infraestructura, capacidad técnica e institucional y financiamiento. En Europa, el 71% de las aguas residuales municipales e industriales que se generan reciben tratamiento, mientras que, en América Latina, solo el 20% es trata. En el Medio Oriente y África del Norte, se estima que el 51% de las aguas residuales municipales e industriales son tratadas (Sato, Qadir, Yamamoto, Endo, & Zahoor, 2013); (ONU, 2018).

La descarga de aguas residuales de origen urbano proviene de viviendas, edificios públicos y la escorrentía urbana que se colecta en el drenaje. Los principales contaminantes son el nitrógeno, fosforo, compuestos orgánicos, bacterias coliformes fecales, materia orgánica, entre otros (Tabla 1). Los centros urbanos generan 230.2 m3 /s de aguas residuales (CONAGUA, 2015).

Tabla 1. Concentraciones típicas de aguas residuales. Elaboración propia a partir de Metcalf y Eddy, 1995.

Parámetro (mg/L)	Rango mínimo	Rango máximo	Rango promedio
DBO_5	110	400	210
DQO	250	1000	500
SST	100	350	210
NTK	20	85	35

Se calcula que en la actualidad 6000 millones de personas, que en 2050 serán un total de 9000 millones, carecen de una infraestructura de saneamiento adecuada. De acuerdo a estudios científicos se estima que en el año 2016 más de 8, 000,000 de muertes alrededor del mundo, fueron la causa de enfermedades relacionadas al agua contaminada (ONU, Waste Water, The Untapped Resource, 2017). En los países en desarrollo, como México, las enfermedades relacionadas con la higiene, cuestan 5000 millones de horas de trabajo. Este estudio tiene el propósito de reducir la materia orgánica a través de un Reactor de lecho fijo de arena sílica en aguas de descarga.

METODOLOGÍA.

El tratamiento de aguas residuales consiste en una combinación de procesos físicos, químicos y biológicos para eliminar los componentes de las aguas residuales. Existen dos tipos de sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales:

Sistemas externos, donde los residuos se transportan a través de una red de alcantarillado a una planta de tratamiento o punto de eliminación. La desventaja de este proceso se representa en la utilización de maquinaria para el traslado de las aguas residuales; donde se necesitan: bombas, tuberías, codos y sobre todo, energía eléctrica. El uso de la energía eléctrica incrementa considerablemente el

costo total del proceso de remediación, el cual, está sujeto a la existencia de los factores anteriormente mencionados.

Sistemas in-situ, donde los desechos se acumulan en un pozo o tanque séptico. Este tanque se puede vaciar periódicamente o se puede abrir un nuevo tanque. Ciertos sistemas in-situ tienen lechos de lixiviación o de reacción, donde el agua residual al entrar en contacto con ellos, recibe un tratamiento de eliminación de material contaminante. En el caso del vaciado, los residuos se transportan para su tratamiento y / o eliminación. Los sistemas in-situ, también pueden incluir sistemas de alcantarillado a pequeña escala que transportan las aguas residuales a las plantas de tratamiento ubicadas en las cercanías. El tratamiento de aguas residuales puede seguir un enfoque centralizado o descentralizado. En los sistemas centralizados, las aguas residuales se recolectan de un gran número de usuarios, como un área urbana, y se tratan en uno o más sitios. Los costos de recolección representan más del 60% del presupuesto total para la gestión de aguas residuales en un sistema centralizado, particularmente en comunidades con baja densidad de población (Massoud, Tarhini, & Nasr, 2009).

Los procesos físicos permiten la eliminación de sustancias mediante el uso de fuerzas naturales (es decir, la gravedad), así como barreras físicas, como filtros y membranas o ultravioleta (UV), que se utilizan principalmente para la desinfección. El uso de membranas está aumentando debido a la alta calidad del efluente después del tratamiento y para la eliminación efectiva de microcontaminantes orgánicos, desde pesticidas hasta productos farmacéuticos y de cuidado personal (Liu, Roddick, & Fan, 2012). Los sistemas de membrana se caracterizan por un alto consumo de energía y altos niveles de operación y mantenimiento (Visvanathan, Ben Aim, & Parameshwaran, 2010).

Los procesos químicos se utilizan a menudo para la desinfección y para la eliminación de metales pesados. El tratamiento primario asistido químicamente, por ejemplo con sales férricas o polielectrolito, puede eliminar la DBO y los sólidos, pero el lodo generado es a menudo difícil de tratar y eliminar. Se ha demostrado que la oxidación químicamente avanzada elimina los compuestos químicos, ajena al

cuerpo humano o a la especie animal a la que afecta, que es capaz de alterar el equilibrio fisiológico de los organismos de una especie.

Los procesos biológicos en el tratamiento de aguas residuales reproducen la degradación que ocurre naturalmente en los ríos, lagos y arroyos. Estos procesos se utilizan en plantas de tratamiento de aguas residuales donde los reactores biológicos están diseñados para estimular la degradación bioquímica en condiciones cuidadosamente controladas, lo que mejora la eliminación de contaminantes y la estabilización de los lodos. Los tratamientos biológicos de aguas residuales tienen en común el uso de microorganismos, para llevar a cabo la eliminación de compuestos contaminantes, ya sean orgánicos e inorgánicos. La función de estos procesos es, aprovechar la capacidad de los microorganismos de asimilar la materia orgánica y los nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, que están disueltos en el agua residual. El proposito al tratar agua de descarga es producir agua limpia o reutilizable y un fango o lodo. Los tratamientos secundarios en su totalidad son procesos biológicos. Las principales aplicaciones de estos procesos son para eliminar materia orgánica, entre los procesos biológicos se destacan cuatro grupos: procesos aerobios donde lo básico de este tratamiento es la aireación; procesos anaerobios el tratamiento se efectúa en ausencia de oxígeno;procesos anóxicos con ausencia de oxígeno y procesos aerobios, anaerobios y anóxicos combinados.

Arena sílica, origen y uso como reactante.

La arena sílica es una molécula estable resultante de la combinación de un átomo de Silicio y dos de Oxígeno (SiO_2). Los usos industriales de la arena sílica derivan de sus importantes propiedades físicas y químicas, se destaca su dureza, resistencia química, alto punto de fusión, piezoelectricidad y piroelectricidad. Tiene un alto índice de intercambio iónico, reduciendo los nitritos presentes en aguas residuales a nitratos y los sulfitos a sulfatos. La arena sílica es un material altamente oxidativo y permite un intercambio iónico con aquello que tiene contacto, funcionando como un catalizador (Parmaliana, Sokolovskii, Miceli, Arena, & Giordano, 1994). Se sabe que éste material, propicia la degradación de diferentes compuestos orgánicos y si se utiliza en reactores, éste material propicia la formación

de una biopelícula en la superficie de los granos de arena. Esto se da, debido a que la arena sílica, permite la acumulación de algunos microrganismos por su facilidad de contribuir en las reacciones aerobias como anaerobias. El aumento y disminución de dicha biopelicula se encuentra en función de la velocidad con la que fluye el líquido en la superficie de la arena (Tavares, Sant'anna, & Capdeville, 1995).

El propósito del tratamiento de aguas residuales es remover los contaminantes que pueden dañar los ecosistemas acuáticos si estas son descargadas en ellos. Las bajas concentraciones de oxígeno disuelto, pueden ser perjudiciales en el ambiente marino. Por lo tanto, se debe enfocar a la remoción de contaminantes que agoten el oxígeno disuelto en las aguas receptoras de descargas. Estos contaminantes se convierten en una fuente de alimento para microorganismos acuáticos los cuales consumen el oxígeno disuelto en el agua para su metabolismo y pueden sobrevivir a niveles más bajos de oxígeno disuelto que formas de vida superiores. Los principales contaminantes demandantes de oxígeno, son los compuestos orgánicos, sin embargo, el nitrógeno amoniacal es otro contaminante inorgánico de este tipo (C.P., Daigger, Love, & Filipe, 2011). El presente trabajo pretende aprovechar las propiedades oxidantes y físicas de la arena sílica teniendo como base los procesos físicos, además de los biológicos, para el tratamiento de las aguas residuales. Esto, para generar un reactor de lecho fijo y determinar la eficiencia del mismo en la remoción de materia orgánica presente en el agua residual

MATERIALES Y MÉTODOS.

AREA DE ESTUDIO: Los análisis y las pruebas de remoción se realizaron en las instalaciones del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Veracruz.

Se identificó y caracterizó la composición típica de las aguas residuales domésticas (DQO y DBO).

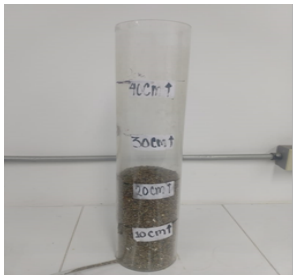
Se elaboró un agua residual sintética, de acuerdo con (Rodríguez Sánchez & Lozano-Rivas, 2012) (Tabla 2.). Para el agua residual sintética (ARS), se requirió visitar una planta de tratamiento de aguas residuales para obtener el inoculo de microorganismos necesarios. Se visitó la PTAR de Residencial, el Sendero.

Tabla 2. Materiales para elaboración de ARS

Material	Cantidad
Leche en polvo	100 mg/L
Gelatina sin sabor	35 mg/L
Almidón	170 mg/L
Sal común	7 mg/L
Azúcar	28 mg/L
Úrea	3 mg/L
Fosfato Bicalcico	40 mg/L
Sulfato de magnesio	2.5 mg/L
Inoculo de microorganismos	70 mL/L
Aceite de soya	15 gotas
Jabón de tocador	3 gotas

Se elaboraron lechos de arena sílica de 20 cm y 30 cm, en tubos de acrílico ya existentes en el laboratorio (Figura 1.), para pruebas de efectividad de reducción de materia orgánica (Figura 2.). La arena sílica fue adquirida por una comercializadora de dicho producto, que se encuentra en el municipio de Alvarado, Ver y tiene una porosidad del 3%, así como una densidad de 1.60 g/cm3. Además, se activó la arena sílica con la adición de FeSO4 en una relación de 10 g por cada 50 kg de arena sílica.

Fig. 1. Tubos de acrílico con lecho de arena. Elaboración propia.



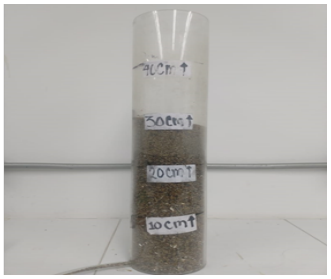
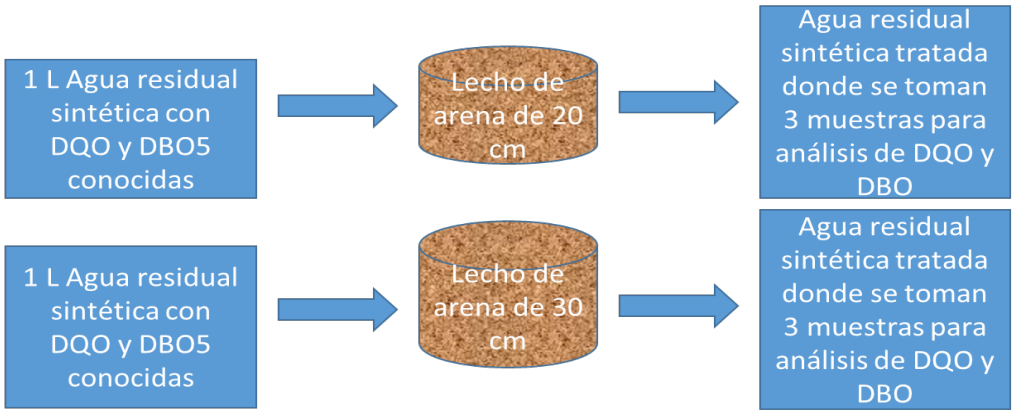


Fig. 2. Metodología para pruebas de efectividad. Elaboración propia.



Por triplicado, se midió la DQO, mediante el método de reactor de digestión (prueba rápida aprobada por la EPA para reportar análisis de aguas residuales), así como la DBO5 utilizando el método Winckler. Estos análisis se hicieron en el afluente y efluente del reactor. Se obtuvieron un total de 27 muestras por lecho, dando un total de 54 muestras para su análisis.

Para medición de DQO:

Se tomaron 2 mL de muestra, los cuales se adicionaron a los viales de digestión rango bajo: 3-150 mg/L, previamente elaborados por el fabricante del marca Hach (Figura 3.). Posteriormente, se calentaron a 150°C durante 2 horas en una estufa, esto para que se llevara a cabo la digestión. Al concluir las 2 horas, se dejaron enfriar a temperatura ambiente por 20 minutos para poder realizar las lecturas en el equipo marca Hach (Figura 4.).

Fig. 3. Viales marca Hach para DQO rango bajo. Elaboración propia.

Fig. 4. Equipo marca Hach DR 890. Elaboración propia

Para cálculo de DBO5:

Se utilizó el método Winkler (Oxígeno Disuelto). El análisis es una adaptación del método Winkler con modificación de Azida de Standard Methods for examination of waste water. Este método consiste en incubar una muestra de agua residual, tanto del efluente como del afluente del reactor, en botellas Winkler durante 5 días, a 20 °C en obscuridad total. La finalidad de este proceso es medir la cantidad de oxígeno disuelto presente en la muestra al inicio de la incubación, como al final de la misma. La diferencia que existe entre estos valores, se le considera como DBO5.

Se tomaron 60 mL de agua destilada, como blanco, y 60 mL de muestra proveniente de los efluentes y afluentes del reactor (Figura 5.). A ambas alícuotas se les adicionaron los reactivos A, B y C, del fabricante Hanna (Figura 6.).

Fig. 5. Botella para alícuota de 60 mL. Elaboración propia.

Fig. 6. Reactivos A, B y C para oxígeno disuelto. Elaboración propia.

Posteriormente, se tomó una alícuota de 10 mL del blanco, se vació a una cubeta del equipo Hanna (Fig. 7.) para calibrar. Una vez calibrado, se tomó una alícuota de 10 mL de la muestra y se virtió a una de las cubetas para su lectura en el equipo Hanna (Fig. 8.)

Fig. 7. Cubetas y equipo Hanna. Elaboración propia.

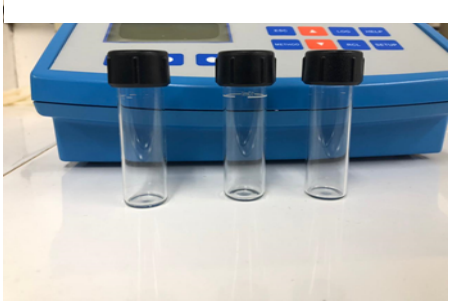
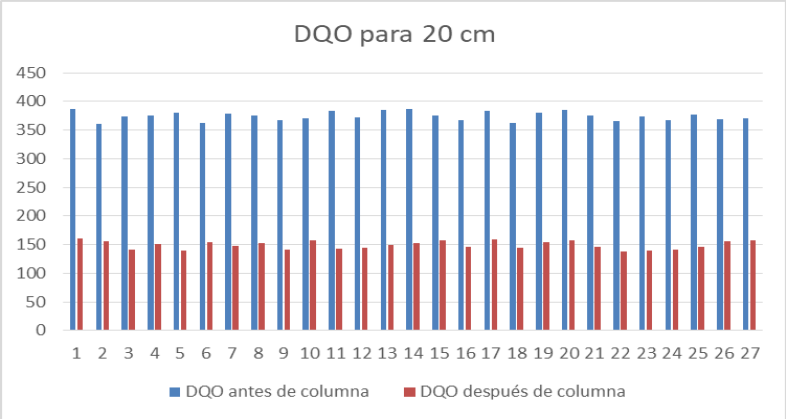


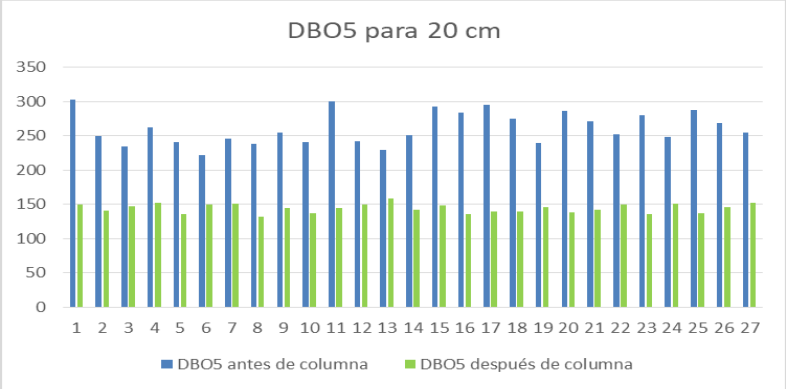
Fig. 8. Toma de alícuota de 10 mL de muestra. Elaboración propia.

RESULTADOS.

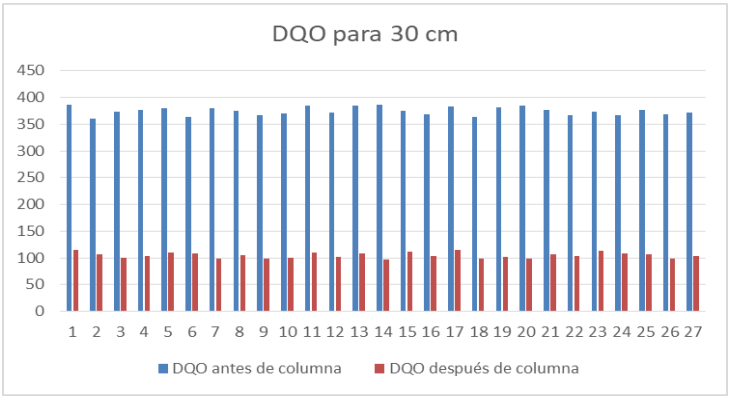
En las tablas presentadas a continuación, se puede observar el comportamiento de la concentración inicial (expresada en mg/L) representada por las barras de mayor tamaño, tanto de DQO como de DBO_5, contra la concentración después del reactor, presentadas por las barras de menor tamaño. El desempeño del biorreactor fue evaluado con base en las diferencias de cargas orgánicas entre el afluente y el efluente del reactor, utilizando las medidas de DQO y BDO_5.

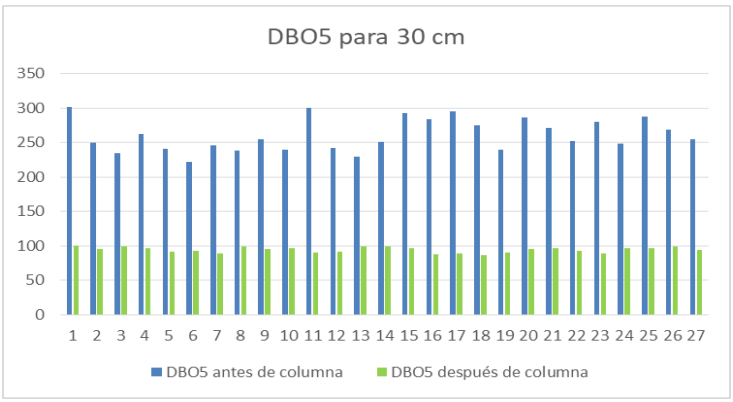
Se realizaron un total de 27 corridas para las pruebas de efectividad, en el lecho de 20 cm de altura, donde se alcanzó un 70 % de remoción.





Se realizaron un total de 27 corridas para las pruebas de efectividad, en el lecho de 30 cm de altura, donde se alcanzó un a 80 % de remoción.





DISCUSIÓN.

Con los resultados obtenidos, se puede interpretar que la arena sílica es un material que oxida la materia orgánica cuando ésta entra en contacto con el lecho, el lecho de 30 cm de alto, es el que presenta mayor porcentaje de remoción entre los dos que fueron puestos a prueba; sin embargo, se pueden realizar diferentes adecuaciones para obtener un mayor porcentaje de reducción de materia orgánica. Una de las consideraciones que se pueden tomar para las adecuaciones, es el aumento del tiempo de residencia hidráulica, esto con la finalidad brindar mayor tiempo de estadía al agua dentro del reactor y que los microorganismos degradadores de materia orgánica puedan proliferar a mayor velocidad. Además, la inoculación de la arena antes de ser dispuesta dentro del reactor se puede realizar. Otra de las consideraciones, es aumentar la altura del lecho; esto a que a mayor altura de lecho supone una mayor remoción de materia orgánica.

Si bien, con el reactor de lecho fijo anteriormente presentado, no se alcanzaron los límites máximos permisibles para la demanda bioquímica de oxigeno establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, esto debido a la alta concentración inicial del

ARS, que era superior a la de un agua residual doméstica. Sin embargo, de acuerdo con los datos obtenidos de la reducción en la concentración de DBO y DQO en ambas columnas, se puede interpretar, que este proceso puede ser aplicable como un tratamiento para aguas residuales domésticas, sin necesidad de que el efluente se traslade hasta una planta de tratamiento de aguas residuales y reciba algún tratamiento, ya sea biológico, fisicoquímico, de reactores de flujo ascendente o de reactores de lecho fluidizado, donde la eficiencia de remoción es cercana al 80% (Chacón, Andrade, Cárdenas, Araujo, & Morales, 2004); (Rodríguez, Sosa, & Garza, 2002). Por otra parte, (Rivas Lucero, Nevárez Moorillón, Bautista, Pérez Hernández, & Sucedo Teran, 2003), desarrollaron biorreactores de lecho fijo para el tratamiento de aguas residuales de uso agrícola, con una altura de lecho de 60 cm alcanzando un porcentaje de remoción cercano al 92%, sin embargo, se vieron involucrados diferentes sistemas incluyendo aereación y operación de equipo mecánico (bomba centrífuga).

CONCLUSIONES.

La arena sílica es necesario que no contenga materia orgánica desde su origen no contenga materia orgánica desde su origen, ya que esto puede generar confusión al momento de realizar las lecturas e incrementar los valores de los parámetros a medir. Se determinó que el reactor con lecho de 30 cm de altura, es el que presenta mayor eficiencia de remoción, entre las dos alturas de lecho que fueron propuestas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

C.P., L. G., Daigger, G. T., Love, N. G., & Filipe, C. D. (2011). Biological Wastewater Treatment, Third Edition. Londres: IWA.

Chacón, C., Andrade, C., Cárdenas, C., Araujo, I., & Morales, E. (2004). Uso de Chlorella sp. y scenedesmus sp. en la remoción de nitrógeno, fósforo y DQO de aguas residuales urbanas de Maracaibo, Venezuela. Maracaibo: Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

CONAGUA. (Diciembre de 2015). Estadísticas del agua en México. Obtenido de CONAGUA: http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2015.pdf

Liu, K., Roddick, F. A., & Fan, L. (2012). Impact of salinity and pH on the UVC/H2O2 treatment of reverse osmosis concentrate produced from municipal wastewater reclamation. Water Research, 3229-3239.

Massoud, M. A., Tarhini, A., & Nasr, J. A. (2009). Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries. Journal of Environmental Management., 652-659.

ONU. (2017). Waste Water, The Untapped Resource. Francia: UNESCO CLD.

ONU. (2018). UN WATER. Obtenido de https://www.unwater.org/

Parmaliana, A., Sokolovskii, V., Miceli, D., Arena, F., & Giordano, N. (1994). On the nature of the catalytic activity of silica-based oxide catalysts in the partial oxidation of methane to fromaldehyde with O2. Journal of catalysis, 514-523.

Rivas Lucero, B. A., Nevárez Moorillón, G. V., Bautista, M. R., Pérez Hernández, A., & Sucedo Teran, R. (2003). Tratamiento de aguas residuales de uso agrícola en un biorreactor de lecho fijo. Agrociencia., 157-166.

Rodríguez Sánchez, I. M., & Lozano-Rivas, W. A. (2012). Preparación, composición y suo de agua residual sintética para alimentación de reactores prototipo y de laboratorio. Resvista de Didáctica Ambiental., 10-16.

Rodríguez, J., Sosa, G. J., & Garza, Y. (2002). Bioconversión anaerobia como una alternativa para la remoción de DQO contenido en aguas residuales del restro municipal de la Ciudad de Saltillo, Coahuila, México. Revista de la Sociedad Química de México., 185-188.

Sato, T., Qadir, M., Yamamoto, S., Endo, T., & Zahoor, A. (2013). Global, regional, and country level need for data on wastewater generation, treatment, and use. Agricultural Water Management, 1-13.

SEMARNAT. (1997). Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996, NOM-003-SEMARNAT-1997. México, D.F.: Comisión Nacional del Agua.

Tavares, C., Sant'anna, J., & Capdeville, B. (1995). HE EFFECT OF AIR SUPERFICIAL VELOCITY ON BIOFILM ACCUMULATION IN A THREE-PHASE FLUIDIZED-BED REACTOR. Wat. Res., 2293-2298.

Tredoux, G., Cavé, L., & Engelbrecht, P. (2004). Groundwater pollution: Are we monitoring appropriate paremeters? Water SA, 114-119.

Visvanathan, C., Ben Aim, R., & Parameshwaran, K. (2010). Membrane Separation Bioreactors for Wastewater. Critical Reviews in Environmental Science and Technology., 1-48.

IMPACTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO FILOBOBOS EN MARTÍNEZ DE LA TORRE, VERACRUZ.

MARIO RAFAEL AGUILAR RODRÍGUEZ1 MIGUEL ÁNGEL LÓPEZ RAMÍREZ2 EDWIN DANIEL MÉNDEZ CRUZ3

RESUMEN

Uno de los problemas hídricos en las ciudades es la calidad del agua debido al aumento de las aguas residuales y el crecimiento demográfico. Por lo tanto, se estudió al rio Filobobos, por ser una de las principales cuencas hidrológicas del Estado, que abastece los municipios de Atzalan, Nautla, Tlapacoyan y Martínez de la Torre, suministrando a más de 300, 000 personas, por lo que es de vital importancia conocer el estado de este recurso. Para ello, se realizó el análisis del impacto, empleando el Índice de Calidad del Agua (ICA) del rio Filobobos, considerando parámetros como Temperatura, Potencial de Hidrogeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Nitratos, Fosfatos, Sólidos Totales, Oxígeno Disuelto, Turbidez y Coliformes Totales. Se ubicaron tres puntos representativos realizándose veinticuatro muestreos durante todo el año en dos semestres. La metodología fue con base a las Normas Mexicanas aplicables vigentes; se utilizó el ICA de Brown como base de los parámetros mencionados anteriormente para la evaluación del recurso, evaluando el impacto desde “muy mala” hasta “excelente”. Los resultados obtenidos fueron de 80.74 y 71.94 respectivamente. Considerando los datos obtenidos, se puede concluir que la calidad del agua es buena con un ICA promedio de 76.35.

Palabras claves: Calidad del Agua, agua residual, parámetros.

1 Tecnológico Nacional De México/Instituto Tecnológico Superior De Martínez De La Torre. maguilar@tecmartinez.edu. mx

2 Tecnológico Nacional De México/Instituto Tecnológico Superior De Martínez De La Torre. malopez@tecmatínez.edu.mx

3 Tecnológico Nacional De México/Instituto Tecnológico Superior De Martínez De La Torre. emendez@tecmartinez.edu.mx

INTRODUCCIÓN

El agua cubre más del 70 % de la superficie del planeta; se la encuentra en océanos, lagos, ríos; en el aire, en el suelo. Es la fuente y el sustento de la vida, contribuye a regular el clima del mundo y posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida, entre las cuales destacan las fuentes de agua superficial, ya que son eje de desarrollo de los seres humanos que permiten el abastecimiento para las diferentes actividades socioeconómicas llevadas a cabo en los asentamientos poblacionales; no obstante, de forma paradójica muchas de estas actividades causan alteración y deterioro de las mismas. En general, las aguas superficiales están sometidas a contaminación natural (arrastre de material particulado y disuelto y presencia de materia orgánica) y de origen antrópico como son descargas de aguas residuales domésticas, escorrentía agrícola, efluentes de procesos industriales, entre otros (Torres, 2009).

Debido a lo anterior mencionado en el cuadro 1 se muestran los contaminantes típicos contenidos en las aguas residuales.

Cuadro I: Contaminantes del agua.

Clase	Ejemplos
Sólidos suspendidos	Materiales coloidales, polvo, óxidos de metales insolubles, e hidróxidos.
Orgánicos disueltos	Químicos orgánicos sintéticos, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos.
Iónicos disueltos (sales)	Metales pesados, sílice, arsénico, nitrato, cloruros, carbonatos.
Microorganismos	Bacterias, virus, quistes protozoarios, hongos, algas, células de levadura.
Gases	Sulfuro de hidrógeno, metano, radón, bióxido de carbono.

Fuente: Cartwright, 2009.

Como se observa en el cuadro 1 la alta variedad de contaminantes ha despertado el creciente interés por conocer, proteger los ecosistemas fluviales y estudiar sus cambios en el tiempo, ha estimulado en las últimas décadas el desarrollo de criterios biológicos y físicos que permitan estimar el efecto de las intervenciones humanas en ellos (Norris y Hawkins, 2000).

La preservación de las fuentes de agua queda entendida como el mantenimiento de su estructura y función, implica conservar el balance natural de sus condiciones químicas, físicas y biológicas como un todo. Aunque determinar el estado ambiental de los ríos y quebradas es difícil, para protegerlos o restaurarlos es fundamental

conocer su estado actual, particularmente cuando la condición de referencia de las corrientes se desconoce y éstas han estado sujetas por largo tiempo a perturbaciones antropogénica (Arango et al., 2008)

La contaminación, que en la mayoría de los casos es un subproducto del desarrollo y del crecimiento económico, trae consigo problemas de salud a la sociedad al inducir todo tipo de enfermedades causadas, ya sea por un agente agresor o como enfermedades del tipo crónico degenerativo, donde lamentablemente el sector marginado es el que menos medios tiene para defenderse de tales circunstancias. Toledo menciona que actualmente para atender los problemas de contaminación del agua las medidas de solución se orientan al estudio de la química de las aguas de desecho, en vez de considerar los procesos y tecnologías de producción que generan la contaminación desconociendo el funcionamiento y la hidrodinámica de los ecosistemas receptores. También menciona que las estrategias propuestas son para beneficiar a los países desarrollados, mas no por un legítimo interés por la equidad y la conservación ambiental (Toledo, 2002).

Debido a esto se propone el uso de Índice de Calidad del Agua (ICA) el cual consiste básicamente en una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros que caracterizan la calidad del agua. Su ventaja radica en que puedes ser más fácilmente interpretado que una lista de valores numéricos. Los usuarios de esta información pueden estar estrechamente relacionados, como: biólogos, ingenieros sanitarios y ambientales, administradores de recursos hídricos; o en su defecto personas apenas familiarizados con la misma, como el caso de usuarios, abogados y público en general; sin embargo, unos y otros podrán rápidamente tener una idea clara de la situación que expresa el índice contaminación excesiva, media o inexistente, entre otras (Valcarcel-Rojas et al., 2010).

Los cuales se basan en la selección de parámetros (usualmente entre 2 y 73 variables), determinación de los valores para cada parámetro llamados subíndices, y por último la determinación del Índice por la agregación de los subíndices (Idem). Siendo interpretados los resultados de acuerdo con la siguiente escala de clasificación, en la que el fondo representa el color correspondiente a cada rango;

Excelente: 91-100, Buena: 71-90, Media: 51 -70, Mala: 26-50 y Muy Mala: 0- 25 (Fernández y Solano, 2005)

Las aguas clasificadas como excelentes y buenas pueden soportar una alta diversidad de vida acuática y son apropiadas para todo tipo de recreación y para la toma de agua para potabilización. Las de características medias o promedio generalmente poseen menos diversidad de organismos acuáticos y frecuentemente manifiestan un crecimiento anormal de algas. Aquellas aguas que caen dentro de la clasificación de regular pueden soportar una baja diversidad de vida acuática y probablemente experimenten problemas de contaminación. Las aguas dentro de la categoría de pobre solo pueden soportar un número limitado de organismos acuáticos, pudiendo esperarse que tengan grandes problemas de calidad. Normalmente no se consideran aceptables para actividades que involucren el contacto directo con el agua (Valcarcel-Rojas et al., 2009).

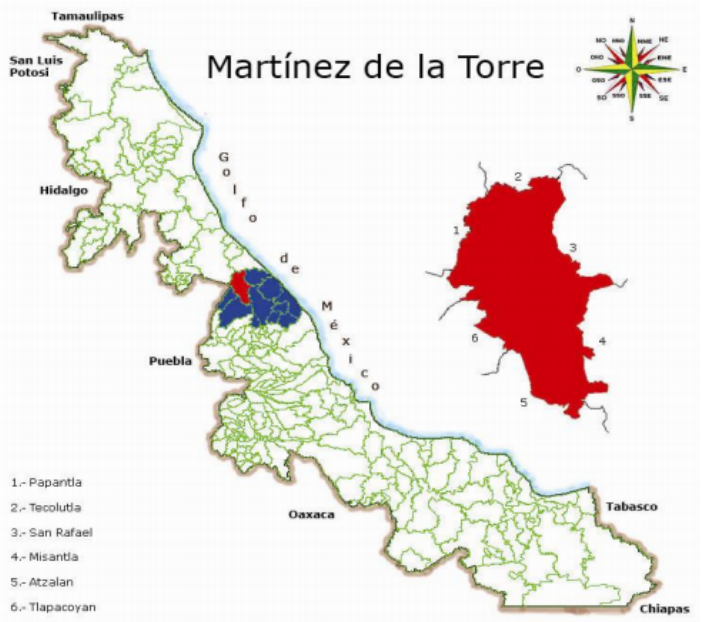
METODOLOGÍA

El proyecto se realizó con el método analítico de Brown; Se analizaron los parámetros de interés en cuestión de calidad del agua como son Temperatura, Potencial de hidrogeno (pH), Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO5), Nitratos y Turbidez.

Descripción del sitio de estudio.

El Río Filobobos, es un cuerpo de agua que forma parte de la cuenca hidrográfica Filobobos, abarcando los municipios de San Rafael, Nautla, Martínez de la Torre, Atzalán, Jalacingo, Altotonga, Las minas, Tatatila, Tenochtitlan, Villa Aldama, Las Vigas.

Figura 1: Zona Urbana de Martínez de la Torre.



Fuente: INEGI, 2016.

El municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, se ubica en la cuenca hidrográfica del Río Filobobos. Martínez de la Torre es un municipio del estado de Veracruz, se localiza en la zona norte del estado, en las coordenadas 20° 04’ 00” latitud norte y 97° 03’ 00” longitud oeste, a una altura de 87 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Papantla y al sur con Atzalán, al este con San Rafael, ver figura 1 (INEGI, 2016)

MUESTREO.

El muestreo se realizó a lo largo de un año con una frecuencia mensual abarcando Febrero de 2018 a Noviembre de 2018 los puntos de muestreo se definieron con base en la norma NMX-AA-003-1980.

El primer punto de muestreo es antes de iniciar la ciudad, con las coordenadas latitud: 20° 02’ 45.868” N y longitud: 97°05’ 22.574” O, con Altitud: 78 metros, esto con la finalidad de saber con qué calidad entra el agua del Río entra a la ciudad.

El segundo punto es en la zona más cercana al centro de la ciudad, con las coordenadas latitud: 20° 03’ 28.319” N y longitud: 97° 03’48.294” O, con una altitud

de 69 metros. Ya que en este punto cierto número de casas a vertido sus aguas utilizadas sin tratar al río.

El tercer punto se encuentra al finalizar la ciudad, con las coordenadas geográficas de latitud: 20° 03' 46.51" N y Longitud: 97° 01' 52.152", y una altitud: 59 metros. Este punto se tomó considerando que es de fácil acceso y de igual manera que el primer punto de muestreo presenta muy poca turbulencia y un flujo de agua constate.

Las muestras fueron tomadas la primera semana del mes a las 8 de la mañana, la segunda semana a medio día, y la tercera semana a las 5 de la tarde con la finalidad de poder monitorear la calidad del agua cuando las actividades humanas están en su punto más activo.

Método de Brown

El Índice de Brown modificado por la National Foundation Sanitation (NFS), a pesar de haber sido desarrollado en Estados Unidos, es ampliamente utilizado en el mundo y ha sido validado y/o adaptado en diferentes estudios. Dicho índice es el utilizado en la determinación de la calidad del agua. (Debels, 2005).

El índice de calidad del agua de Brown tiene la siguiente fórmula:

$$ICAa = \sum_{i=1}^{9} (Sub_i * w_i)$$

$$ICAm = \prod_{i=1}^{9} (Sub_i^{w_i})$$

Dónde:

ICA: índice de Calidad de Agua.

Subi: Subíndice del Parámetro i.

wi: Factor de Ponderación para el Subíndice i.

El Subi se toma de las curvas de función para cada parámetro, estas curvas arrojan valores entre 0 y 100 que indican la calidad del agua respecto a cada parámetro.

Figura 2. Clasificación del ICA propuesto por Brown.

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Excelente		91 a 100
Buena		71 a 90
Regular		51 a 70
Mala		26 a 50
Pésima		0 a 25

Fuente: Lobos, 2002.

Una vez teniendo el valor de Subi, éste se multiplica por wi, que es la importancia del parámetro, la cual fue establecida desde el diseño de este índice de calidad en 1970 y se establecieron los siguientes valores:

Cuadro II. Pesos relativos para cada parámetro del "ICA"

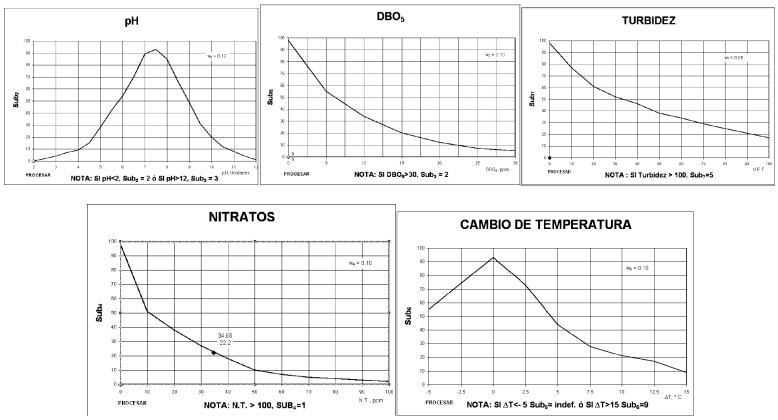
i	Subi	wi
1	Coliformes Fecales	0.15
2	pH	0.12
3	DBO5	0.10
4	Nitratos	0.10
5	Fosfatos	0.10
6	Temperatura	0.10
7	Turbidez	0.08
8	Sólidos disueltos totales	0.08
9	Oxigeno Disuelto	0.17

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales,

Los pasos a seguir para calcular los (Subi) del Índice de Calidad General son:
Buscar el valor en el eje de (X) en la Figura y se procede a interpolar al valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (Subi) de Coliformes fecales, se procede a elevarlo al peso wi.

A continuación, se muestran los diagramas que representan la valoración de la calidad del agua en función de, pH, DBO5, Nitratos, Cambio de Temperatura y Turbidez respectivamente (Figura 3).

Figura 3. Valoración de la calidad del agua en función de pH, DBO_5, Nitratos, Cambio de Temperatura y Turbidez.



Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales.

Para la utilización del índice de Brown se propusieron medir cinco parámetros, los cuales fueron determinados de acuerdo a las normas mexicanas vigentes.

Cuadro III. Normas para determinación de parámetros ICA

Parámetro	Norma oficial
Temperatura	NMX-AA-007-SCFI-2000
pH	NMX-AA-008-SCFI-2000
DBO_5	NMX-AA-028-SCFI-2001
Nitratos	NMX-AA-079-SCFI-2001
Turbidez	NMX-AA-038-SCFI-2001

Fuente: Propia

RESULTADOS.

De acuerdo a los muestreos realizados durante los meses de febrero a noviembre en los 3 puntos en 2 periodos del río se obtuvieron los siguientes resultados:

Febrero – Junio (Primer periodo):

Cuadro IV: Resultados de la caracterización del periodo Febrero-Junio

Punto	Dif. Temp. (°C)			Turbidez (NTU)			pH (-)			DBO5 (mg L-1)			Nitratos (mg L-1)		
1	7.45	7.30	7.30	1.60	1.65	1.68	8.20	8.20	8.20	71.0	72.0	70.0	0.70	0.71	0.72
2	7.5	7.50	7.80	1.54	1.54	1.54	8.20	8.10	8.20	71.0	72.0	72.0	0.71	0.73	0.70
3	7.32	7.10	7.40	1.54	1.57	1.56	8.40	8.40	8.30	67.0	67.0	67.0	0.69	0.70	0.69

Fuente: Propia

Dif. De Temperatura (°C): Valor Mínimo: 7.10; Valor máximo: 7.80; Promedio: 7.40

Turbidez (NTU): Valor Mínimo: 1.54; Valor máximo: 1.68; Promedio: 1.58

pH: Valor Mínimo: 8.10; Valor máximo: 8.40; Promedio: 8.22

DBO5 (mg L-1): Valor Mínimo: 67; Valor máximo: 72; Promedio: 69.90

Nitratos (mg L-1): Valor Mínimo: 0.69; Valor máximo: 0.73; Promedio: 0.71

Julio – Noviembre (Segundo periodo):

Cuadro V: Resultados de la caracterización del periodo Julio-Noviembre

Punto	Dif. Temp. (°C)			Turbidez (NTU)			pH (-)			DBO5 (mg L-1)			Nitratos (mg L-1)		
1	3.50	3.60	3.57	2.68	2.68	2.70	8.20	8.20	8.20	9.38	9.32	9.32	0.70	0.71	0.72
2	3.65	3.61	3.68	2.60	2.68	2.65	8.20	8.10	8.20	9.35	9.50	9.31	0.71	0.73	0.70
3	3.65	3.65	3.65	2.22	2.28	2.26	8.30	8.30	8.30	9.36	9.30	9.34	0.69	0.70	0.69

Fuente: Propia

Dif. de Temperatura (°C): Valor Mínimo: 3.50; Valor máximo: 3.68; Promedio: 3.62

Turbidez (NTU): Valor Mínimo: 2.22; Valor máximo: 2.70; Promedio: 2.53

pH (Unidades de pH): Valor Mínimo: 8.05; Valor máximo: 8.12; Promedio: 8.10

DBO5 (mg L-1): Valor Mínimo: 9.30; Valor máximo: 9.50; Promedio: 9.35

Nitratos (mg L-1): Valor Mínimo: 1.09; Valor máximo: 1.12; Promedio: 1.13

Posteriormente se procedió a calcular los valores de los pesos relativos de los parámetros propuestos y debido a que el índice de calidad se realizó con 5 dicha suma de parámetros no es igual a 1, por lo tanto, se procede a recalcular la suma de estos.

Cuadro VI. Cálculo de los pesos relativos.

Índice	Valor los pesos relativos por método de Brown	Valor de los pesos relativos propuestos
Temperatura	0.10	0.20
Turbidez	0.08	0.16
pH	0.12	0.24
DBO5	0.10	0.20
Nitratos	0.10	0.20
Sumatoria	0.50	1.0

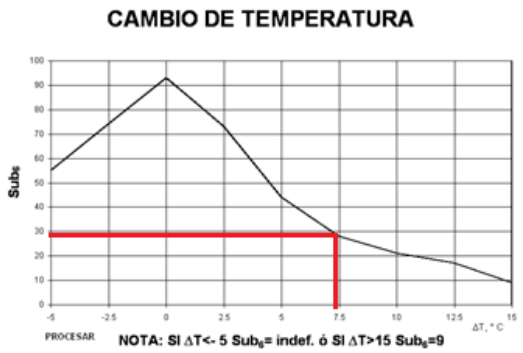
Fuente: Propia

Una vez calculados los valores de los subíndices se procedió calcular de manera gráfica los pesos relativos asignados a cada parámetro utilizando los valores promedio del cambio de temperatura en los 2 periodos en los que se realizó el proyecto.

Temperatura.

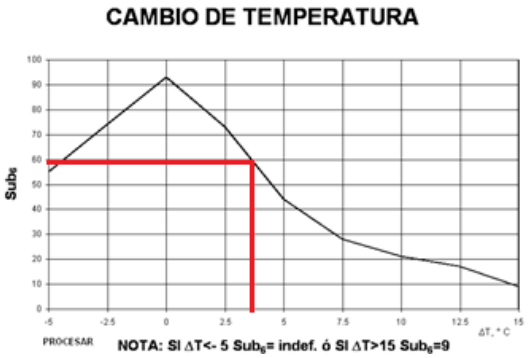
En la figura 4 se intercepta el valor promedio de 7.40 °C en diferencia de la temperatura resultando un valor de 29 en el periodo Febrero-Junio.

Figura 4. Cálculo de peso relativo por cambio de temperatura Febrero-Junio



En la figura 5 se intercepta el valor promedio de 3.62 °C en diferencia de la temperatura resultando un valor de 59 en el periodo Febrero-Junio.

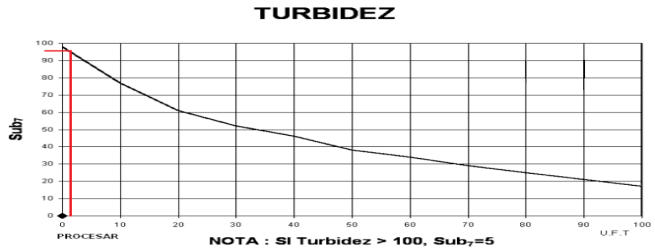
Figura 5. Cálculo de peso relativo por cambio de temperatura Julio-Noviembre.



Turbidez

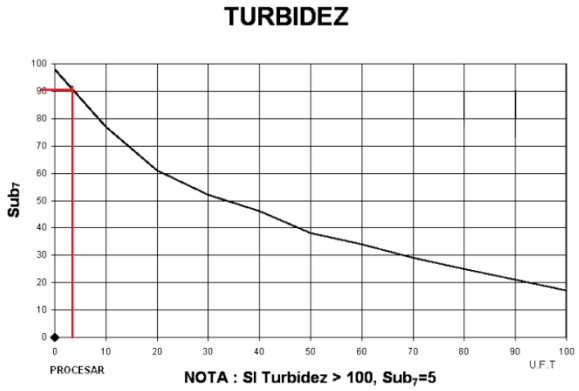
En la figura 6 se intercepta el valor promedio de 1.58 NTU de acuerdo a la turbidez resultando un valor de 95 en el periodo Febrero-Junio.

Figura. 6. Cálculo de peso relativo de turbidez Febrero-Junio.



En la figura 7 se intercepta el valor promedio de 2.53 NTU de acuerdo a la turbidez resultando un valor de 91 en el periodo Febrero-Junio.

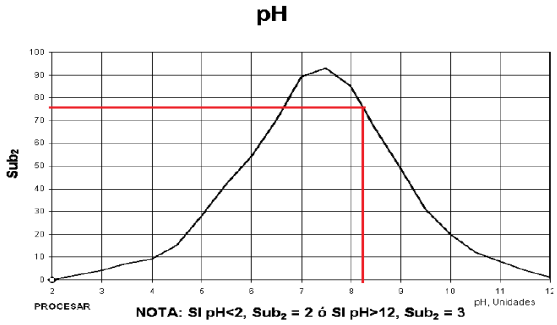
Figura 7. Cálculo de peso relativo de turbidez Julio-Noviembre.



Potencial de Hidrógeno (pH).

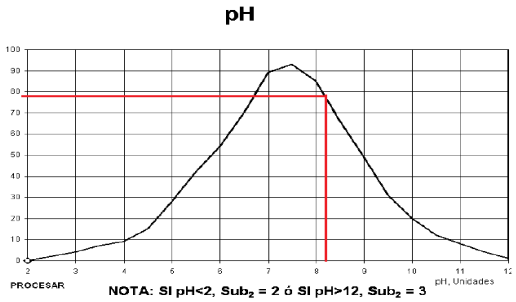
En la figura 8 se intercepta el valor promedio de 8.22 de pH resultando un valor de 75 en el periodo Febrero-Junio.

Figura 8. Cálculo de peso relativo por pH en Febrero-Junio.



En la figura 9 se intercepta el valor promedio de 8.10 de pH resultando un valor de 78 en el periodo Julio-Noviembre.

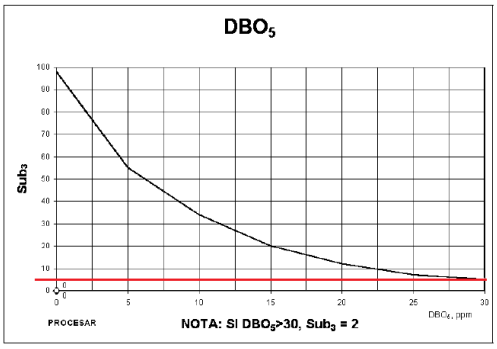
Figura 9. Cálculo de peso relativo por pH en Julio-Noviembre.



Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5).

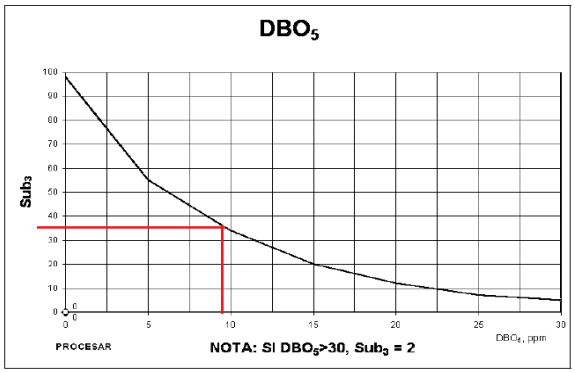
En la figura 10 se intercepta el valor promedio de 69.90 de la Demanda Química de Oxígeno resultando un valor de 2 en el periodo Febrero-Junio, debido a que una concentración mayor de 30 mg L-1 el subíndice es constante y con valor de 5.

Figura 10. Cálculo de peso relativo por Demanda Bioquímica de Oxígeno Febrero-Junio.



En la figura 11 se intercepta el valor promedio de 9.35 mg L-1 de la Demanda Química de Oxígeno resultando un valor de 35 en el periodo Julio-noviembre.

Figura 11. Cálculo de peso relativo por Demanda Bioquímica de Oxígeno Junio-noviembre.



Nitratos.

Como se puede observar el intervalo 0.70 y 1.13 mg L-1 es muy cerrado, por lo tanto, se propone para ambos valores un valor de 95 (figura 12).

Figura 12. Cálculo de peso relativo por Nitratos en el periodo Febrero-Junio.

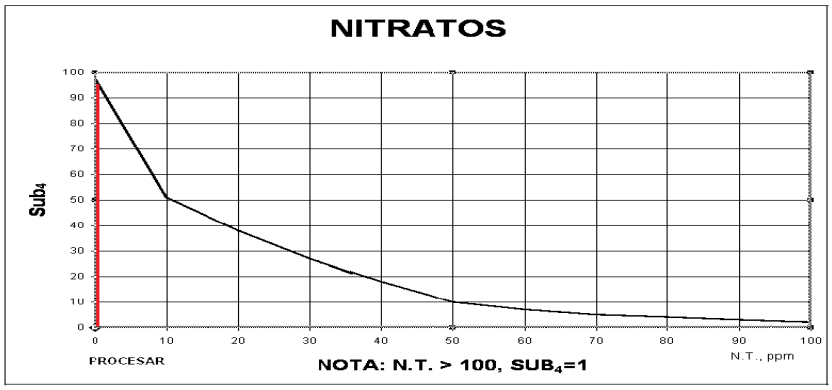
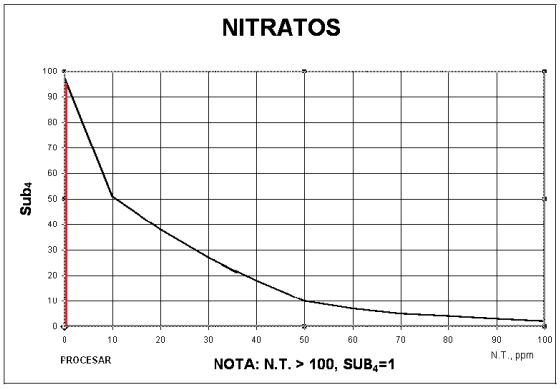


Figura 13. Cálculo de peso relativo por Nitratos en el periodo Julio-Noviembre



Una vez encontrado los valores de los pesos relativos se procede a multiplicar los subíndices y realizar la suma para la determinación del índice como se observa.

Periodo Febrero-Junio

Cuadro VII. Cálculo de los pesos relativos por subíndices en el periodo Febrero-Junio.

Índice	Valor de los pesos relativos propuestos	Valores de los subíndices	Resultados de pesos relativos por subíndices
Temperatura	0.20	29	05.80
Turbidez	0.16	95	15.20
pH	0.24	75	18.00
DBO5	0.20	2	00.40
Nitratos	0.20	95	19.0
		Sumatoria	58.40

Fuente: Propia

Periodo Febrero-Junio

Cuadro VIII. Cálculo de los pesos relativos por subíndices en el periodo Julio-Noviembre

Índice	Valor de los pesos relativos propuestos	Valores de los subíndices	Resultados de pesos relativos por subíndices
Temperatura	0.20	59	11.80
Turbidez	0.16	91	14.56
pH	0.24	78	18.72
DBO5	0.20	35	07.00
Nitratos	0.20	95	19.00
		Sumatoria	71.08

Fuente: Propia

De acuerdo a los resultados obtenidos el resultado obtenido en los periodos Febrero-Junio y Julio-Noviembre son 58.40 y 71.08 respectivamente, siendo la calidad Regular y Buena; siendo la calidad promedio Regular (64.74).

Discusión.

El pH se relaciona a la naturaleza de la geología de los terrenos, temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y es un factor importante en la vida de los peces ya que para la mayoría de especies debe encontrarse entre 6 y 7,2 (Rodier, 1998), en la investigación se encontró en 8.2.

La NOM-001-SEMARNAT-1996, maneja la Demanda Bioquímica de Oxígeno de 65 mg L-1 durante el muestro se detecto un valor de 69.9 mg L-1 en el primer periodo, lo cual es un indicador de que las aguas residuales urbanas se depositan directo al río.

Durante la experimentación se encontraron valores de 2.53, resultados similares a Rodier en 1998 lo cual impide que no exista difusión completa de la luz que tiene como consecuencia limitar el desarrollo de la biodiversidad, adicionalmente del impacto en el ser humano.

Conforme a Stoker & Seager (1981), el nitrógeno y el fosforo elementos identificados a menudo como causantes de problemas de eutrofización, están presentes en las aguas naturales pero sus concentraciones han aumentado por las actividades humanas, en nuestro caso este incremento no es considerable.

CONCLUSIÓN

El comportamiento de los parámetros depende directamente de la variación de factores ambientales, como la precipitación y la temperatura. Estos factores afectan de manera directa la calidad del agua como ocurrió en época de lluvias (segundo periodo), ya que al encontrase una mayor cantidad de agua, esto propicia a disminuir ciertos parámetros que afectan directamente en concentración.

El río Filobobos cuenta con un "ICA" de categoría "Regular" esto significa que generalmente cuenta con menos diversidad de organismos acuáticos, lo cual ha aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas; además de que dicho recurso es apto para fines de uso agropecuarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arango, M. C., Álvarez, L. F., Arango, G. A., Torres, O. E. y Monsalve, A. J. 2008. Calidad del agua de las quebradas La cristalina y la Risaralda, San Luis, Antioquia. Revista EIA, 9:121-141.

Cartwrigt, P. 2009. Tratamiento y Reuso del Agua en Aplicaciones Comerciales /Industriales. Agua Latioámerica, 9(1):20-24.

Diario Oficial de la Federación. 1980. Norma Mexicana NMX-AA-003-1980 Aguas Residuales-Muestro.

Diario Oficial de la Federación. 2000. Norma Mexicana NMX-AA-007-2000 Análisis de agua - determinación de la temperatura en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba.

Diario Oficial de la Federación. 2000. Norma Mexicana NMX-AA-008-SCFI-2000 Análisis de agua - Determinación del pH – Método de prueba.

Diario Oficial de la Federación de México. 2001. Norma Mexicana NMX-AA-028-

SCFI-2001 Análisis de Agua - Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en Aguas Naturales, Residuales (DBO_5) y Residuales Tratadas - Método de prueba.

Diario Oficial de la Federación. 2001. Norma Mexicana NMX-AA-038-SCFI-2001 Análisis de agua - determinación de turbiedad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba.

Diario Oficial de la Federación. 2001. Norma Mexicana NMX-AA-079-SCFI-2001 Análisis de aguas - determinación de nitratos en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas - Método de prueba.

Fernández, N. y Solano, F. 2005. Indices de Calidad de Agua e Indices de Contaminación. Universidad de Pamplona, Colombia, 310 p.

INEGI. 2016. Sistema de Información Municipal. Cuadernillo Municipal.

Lobos, J. 2002. Evaluación de los Contaminantes del embalse del Cerrón Grande. s.l.:PAES.

Norris, R. H y Hawkins, C.P. 2000. Monitoring river health. Hydrobiologia 435: 5-17.

Rodier, J. 1998. Análisis de las aguas naturales, residuales y aguas de mar. Tercera ed. Barcelona: Omega S.A.

Servicio Nacional de Estudios Profesionales. s.f. Índice de calidad del agua general “ICA”.

Stoker, S. H. y Seager, S. L. 1981. Química ambiental: Contaminación del aire y agua. Primera ed. Barcelona: Blume

Toledo, A. 2002. El agua en México y el Mundo. Gaceta Ecológica-Instituto Nacional de Ecología (México), 64:9-18

Torres, P., Hernán-Cruz, C. y Patiño, P. J. 2009. Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. Ingenierías, 79-94.

Valcarcel-Rojas, L., Alberro-Macías, N. y Frías-Fonseca, D. 2009. El Índice de Calidad de Agua como herramienta para la gestión de los recursos hídricos. Medio Ambiente y Desarrollo; Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente. Año 9, No.16. ISSN-1683-8904.

Valcarcel-Rojas, L., Alberro-Macías, N. y Frías-Fonseca, D. 2010. El Índice de Calidad de Agua como herramienta para la gestión de los recursos hídricos. Agencia de Medio Ambiente, 10 (18):1-5.

RADIACIÓN ULTRAVIOLETA PARA LA DESINFECCIÓN Y PURIFICACIÓN DEL AGUA EN ENTIDADES RURALES

VICTOR VILLA BARRERA[1] ARTURO SANTOS OSORIO[2] YASMIN SOTO LEYVA[3]

RESUMEN.

Actualmente en nuestro país existen comunidades que pese a los avances tecnológicos e infraestructurales, no cuentan con agua potable ni medios para su tratamiento, ocasionando que la población ingiera agua de ríos, manantiales, lagunas y estancamientos que están acompañados de microorganismos infecciosos debido a los largos periodos de tiempo que se encuentran expuestos al medio ambiente ; causantes de enfermedades como diarrea, hepatitis, rotavirus, salmonelosis etc., que si no son tratadas a tiempo ocasionan daños severos en el organismo e incluso la muerte para los consumidores .

En zonas rurales, la poca disponibilidad y potabilización del agua es un problema comunitario, esta investigación presenta un método de purificación y desinfección de agua a través de los rayos UV que consiste en la captación y utilización de estos de una manera eficaz segura y confiable eliminando bacterias, virus y protozoos dispersos en el agua almacenada o estancada, sin recurrir a mecanismos que utilicen energía eléctrica , para que las personas de comunidades que no cuentan con el suficiente capital económico para adquirir infraestructura sofisticada obtengan un paquete practico y sencillo con materiales de fácil obtención y de bajo costo para la purificación de agua destinada al consumo diario.

Palabras clave: Rayos UV, Comunidades rurales

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior Huachinango. iivilla@hotmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango.a_santos1994@hotmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango.ni_m_say88@hotmail.com

ABSTRACT.

At present communities exist at our country than in spite of the technological and infra-structural advances, do not have drinkable water neither means for their treatment, causing that the population take in rivers water, springs, lagoons and stagnations that are accompanied of infectious microorganisms due to the long periods of time that they find exposed to the ambient midway; Causes of diseases like diarrhea, hepatitis, rotavirus, salmonelosis etc., What if not they are processed on time severe damages at the organism and enclosure cause the death for the consumers.

At rural zones, the not much availability and potabilization of water it is a communal problem, this investigation presents a method of purification and disinfection of water through the rays UV that consists in comprehension and utilization of these of an efficacious safe and reliable way eliminating bacteria, virus and dispersed protozoans in the water stored or held back, without resorting to mechanisms that utilize electric power, in order that communities' people that do not count on the enough cost-reducing capital to acquire sophisticated infrastructure get a practical parcel and small change with materials from easy obtaining and it was expensive for the purification of predestined water of bassTo the daily consumption.

Keywords: Rays UV, Comunidades rural

INTRODUCCIÓN.

En nuestro país existen comunidades que pese a los avances tecnológicos y de infraestructura en los últimos años, aun no cuentan con agua potable para subsistir, ni mucho menos de medios para tratar el agua y poder ingerirla, lo que los ha obligado a consumir agua de ríos, manantiales, lagunas, agua estancada y otros medios que pueden ir acompañados de microorganismos infecciosos; causantes de enfermedades desde diarrea hasta hepatitis, rotavirus, salmonelosis entre otras, que si no son tratadas a tiempo pueden ocasionar daños severos en el organismo e incluso causar la muerte.

Está presente investigación busca la manera de divulgar un método de purificación y desinfección de agua a través de los rayos UV, eliminando bacterias, virus y

protozoos que se encuentran dispersos en el agua almacenada por largo tiempo, para que las personas de comunidades marginadas que carecen de recursos en infraestructura, puedan obtener un paquete practico y sencillo, que utiliza materiales de fácil obtención y de bajo costo para la purificación de agua destinada al consumo humano.

En todo el país principalmente en zonas rurales, la poca disponibilidad y potabilización del agua es uno de los grandes problemas comunitarios. La desinfección y purificación del agua mediante los rayos UV, es un método desarrollado principalmente para aquellas personas a las que no les es posible el acceso de agua potable. Los rayos ultravioleta tienen una gama muy amplia de aplicaciones, entre ellas la capacidad de desinfectar el agua mediante sus rayos de una manera eficaz, segura y confiable, pues elimina virus y bacterias, que causan enfermedades de tipo infeccioso. El hecho de captar y utilizar los rayos UV de una manera natural sin recurrir a mecanismos que utilicen energía eléctrica, es un método óptimo para aquellas personas con bajos recursos, que no cuentan con el suficiente capital para adquirir infraestructura sofisticada para el agua o bien que el servicio del sector publico aún no está a su disposición.

El agua es vital para los seres humanos, la mayoría de los consumidores esperan que el agua potable sea incolora, inodora y libre de químicos dañinos y microorganismos patógenos. Estas características las llega a tener el agua que consumimos diariamente la mayoría de las personas; sin embargo es una realidad de personas que no tienen acceso a estos beneficios que consuman agua sin tratamientos de desinfección y purificación; ya que puede desencadenar diversas afectaciones al organismo, entre ellos enfermedades como la tifoidea, diarrea, hepatitis, entre otras; y que pueden transmitirse de persona a persona.

El agua no apta para el consumo es aquella que tiene materia orgánica disuelta la cual se deriva de la vegetación en descomposición, puede dar un color amarillento o café. El medio terrestre circundante puede provocar que pequeñas o coloidales partículas de arcilla se suspendan en el agua, lo cual puede hacer que se vea turbia o nubosa. Los microorganismos naturalmente ocurrentes como las bacterias, los virus y los protozoos pueden encontrar su camino hacia las aguas naturales y

provocar problemas de salud. En consecuencia las características físicas, químicas y microbiológicas del agua necesitan ser consideradas en el diseño y la operación de un sistema de provisión y tratamiento.

El logro de esta propuesta se compone de las demandas de energía para obtener, almacenar y producir una fuente de agua segura, desde bombear el agua hasta el proceso a utilizar. La desinfección y purificación del agua por medio de los rayos UV, tiende a reducir los riesgos de enfermedades por consumir agua no purificada, la importancia de no utilizar otro medio de energía como la electricidad es uno de los factores más importantes a considerar ya que dicho método está enfocado para comunidades con bajos recursos en la que algunas personas pueden llegar a consumir agua contaminada y causarles enfermedades intestinales.

Se pretende implantar este método de desinfección en zonas rurales que cuentan con las siguientes características: Falta de agua potable, recursos económicos limitados, uso de sistemas de recolección de agua de lluvia

Siendo así el propósito de este método proporcionar agua potable con sus características propias de este elemento. Diversos constituyentes inorgánicos menores son algunas veces una preocupación de salud o disminuyen la calidad del agua. El agua potable se refiere al agua que es saludable para el consumo humano y que está libre de microorganismos dañinos y de compuestos orgánicos e inorgánicos que causen afectos fisiológicos adversos o que no saben bien.

Purificar y desinfectar el agua proveniente de medios adversos mediante la luz ultravioleta para poder ingerirla sin riesgo de enfermar, usarla en los quehaceres domésticos y necesidades cotidianas del ser humano.

METODOLOGÍA.

Se realizó un análisis mediante los experimentos puros de diseño de preprueba-posprueba y grupo de control, donde nuestras variables a observar, medir y manipular fueron las siguientes:

Intensidad de radiación emitida por el sol (Variable dependiente).

Grado de desinfección y purificación del agua (Variable independiente).

Se llevó a cabo un análisis microbiológico para la detección de microorganismos de coliformes fecales, bacterias aerobias y enterocos fecales. Las muestras que se tomaron para el análisis debieron ser representativas para poder determinar una calidad microbiológica, de la cual se incluyeron muestras de agua estancada, agua de rio, agua de lluvia, tomando en consideración la problemática por la cual surgió esta investigación. Para la recopilación de estas muestras se utilizaron frascos estériles, y se recolectaron en cantidades de 500 ml, pero la incubación se hizo en muestras de 100 ml de cada una.

Los frascos se llenaron por completo para excluir el aire. Considerando también que se neutralizo el efecto bactericida para el muestreo. El análisis se comenzó antes desde que hayan transcurrido 6 h desde el momento de la toma de muestras. Posteriormente a esto se inició haciendo una observación cada hora para llevar la recopilación de datos en cuanto a la formación de colonias y poder hacer las estimaciones necesarias. (Ver tabla No. 1).

Tabla No. 1. Numero de colonias coliformes registradas por hora

Hora de la observación	**Formación de colonias de Coliformes Fecales**	**Formación de colonias de Bacterias Aerobias**	**Formación de colonias de Enterocos Fecales**
10:00 am	40	45	40
11:00 am	50	47	40
12:00 pm	65	50	48
13:00 pm	75	53	57
14:00 pm	81	72	62
15:00 pm	83	79	65

Una vez obtenidos estas datos se realizó un análisis varianza, para detectar una diferencia en un conjunto de más de dos medias poblacionales, realizando un diseño de factor para la comparación de más de dos medias, haciendo una elección de datos aleatorios de muestras independientes. (Ver tabla No. 2).

Tabla No. 2. Calculo de media, Varianza y Desviación estándar

Observación	Colonias de Coliformes Fecales	Colonias de Bacterias Aerobias	Colonias de Enterocos Fecales
1	40	45	40
2	50	47	40
3	65	50	48
4	75	53	57
5	81	72	62
6	83	79	65
Media de la muestra	65.6	57.6	52
Varianza de la muestra	305.47	203.06	119.6
Desviación estándar de la muestra	17.47	14.25	10.93

En base a los resultados obtenidos en la tabla No. 2 se realizaron los siguientes cálculos:

Media

$$\bar{\bar{X}} = \frac{65.6+57.6+52}{3} = \frac{172.2}{3} = 58.4\ colonias\ coliformes\ promedio$$

Suma de cuadrados debido a tratamientos

$$SSTR = \sum_{j=1}^{k} nj(\bar{x}j - \bar{\bar{x}})^2$$

$$SSTR = 6(65.6 - 58.4)^2 + 6(57.6 - 58.4)^2 + 6(52 - 58.4)^2 = 560.64$$

Varianza entre tratamientos (Cuadrado medio)

$$MSTR = \frac{\sum_{j=1}^{k} nj(\bar{x}j - \bar{\bar{x}})^2}{K - 1}$$

$$MSTR = \frac{SSTR}{K - 1} = \frac{560.64}{3 - 1} = 280.32$$

Cuadrado medio del error

$$MSE = \frac{\sum_{j=1}^{k}(nj - 1)s^2 j}{n_T - k}$$

$$MSE = \frac{SSE}{n_T - k} = \frac{3140.65}{18 - 3} = 209.37$$

Suma de cuadrados debido al error

$$SSE = \sum_{J=1}^{k}(nj - 1)s^2 j$$

$$SSE = 5(305.47) + 5(203.06) + 5(119.6) = 3140.65$$

Prueba Fisher

$V_1 = k - 1 = 3 - 1 = 2$

$V_1 = n - k = 18 - 3 = 15$

$F = \frac{MSTR}{MSE} = \frac{280.32}{209.37} = 1.33$

$f_{\alpha,V1,V2} = f0.05, 2{,}15 = 3.68$

Después de hacer los cálculos correspondientes se vaciaron los datos en una tabla ANOVA (Ver tabla No. 3).

Tabla No. 3. Análisis de varianza ANOVA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	f
Tratamientos	$SSTR = 560.64$	$k - 1 = 3 - 1 = 2$	$MSTR = 280.32$	$\frac{MSTR}{MSE} = 1.33$	6.36
Error	$SSE = 3140.65$	$nt - k = 18 - 3 = 15$	$MSE = 209.37$		
Total	$SST = 3701.29$				

$F_0 > F_T = se\ rechaza\ la\ H_0$

$F_0 < F_T = se\ acepta\ la\ H_0$

El nivel de significancia[4] alcanzado está determinado por el valor p que es la probabilidad p ($F > 1.33$). Si empleamos la tabla de Fisher[5], con 2 grados de libertad en el numerador y 15 grados de libertad en el denominador, vemos que tenemos 6.36, para un nivel de significancia 0.01, como el valor de F es menor que el valor crítico, se acepta la hipótesis nula y llegamos a l conclusión de que las medias de población son igual, pero un grado de variación pequeño.

Esto es aplicable para la metodología del análisis microbiológico de bacterias coliformes, coliformes fecales y enterocos fecales, en los diferentes tipos de agua mencionadas anteriormente. Se presenta de esta manera el proceso en cómo se analiza la efectividad del experimento. Como es un recurso consumible y debe de

[4] Se define como la probabilidad de tomar la decisión de rechazar la hipótesis nula cuando ésta es verdadera. Tomado de: Significación estadística. 2015. Es.wikipedia.org. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Significaci%C3%B3n_estad%C3%ADstica.

[5] Se denomina prueba F de Snedecor a cualquier prueba en la que el estadístico utilizado sigue una distribución F si la hipótesis nula no puede ser rechazada. Tomado de: Prueba F de Fisher. 2015. Es.wikipedia.org. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Prueba_F_de_Fisher.

ser apto para el consumo humano, es necesario que el análisis sea preciso, por eso se tomó un nivel de significancia de 0.01, y obteniendo como nuestra media un resultado de colonias, para las cuales tomaremos en consideración al adaptar el prototipo.

CONCLUSIONES.

En las comunidades rurales es muy común utilizar el agua subterránea obtenida a través de pozos, aunque esta no es totalmente pura debido a que usualmente se construyen letrinas a no más de 20 metros de distancia. Esto provoca que el agua sea contaminada con coliformes fecales y otras bacterias que inducen enfermedades gastrointestinales en quienes la consumen. Cabe aclarar de algunos conceptos para poder entender la función que tendrá que realizar el dispositivo, entre ellos que el esterilizar es cuando se produce la eliminación total de patógenos por debajo de un nivel de medición especificado y desinfectar significa la reducción de la concentración de patógenos a niveles no infecciosos. Esta es una de las razones por la cual se pretende desarrollar un dispositivo que sea eficiente, simple, y de bajo costo y que reduzca enfermedades de carácter gastrointestinal provocadas por el consumo de agua no potable. Uno de los procesos para potabilizar el agua y que cumple con las características mencionadas, es el purificador solar, el cual es acompañado cuando las condiciones lo permiten, de un sistema por radiación ultravioleta (UV).

En base a lo investigado, se considera que la aplicación de toda la teoría podrá dar resultados positivos a las hipótesis, así como también resolviendo todas las preguntas que formulan la problemática, y abriendo una visión más clara a lo que se pretende llegar. De acuerdo a los resultados arrojados en el tratamiento estadístico se obtiene una media de 58.4 colonias u organismos coliformes fecales que aparecen en el gua que no está irradiada, basándonos en la norma oficial mexicana de la salud, sabemos que el agua irradiada debe de contener menos de 2 UFC/100 ml, es decir, menos de dos organismos coliformes fecales en cien mililitros de agua, para lo cual se tomara en consideración que el prototipo que

desinfectara y purificara con luz ultravioleta, deberá estar establecido para la eliminación de estas colonias.

El prototipo que desinfectara y purificara, se conformara de los siguientes elementos:

Depósito de agua: este será una charola de lámina galvanizada que absorberá la radiación solar y calentara el agua hasta su punto de ebullición.

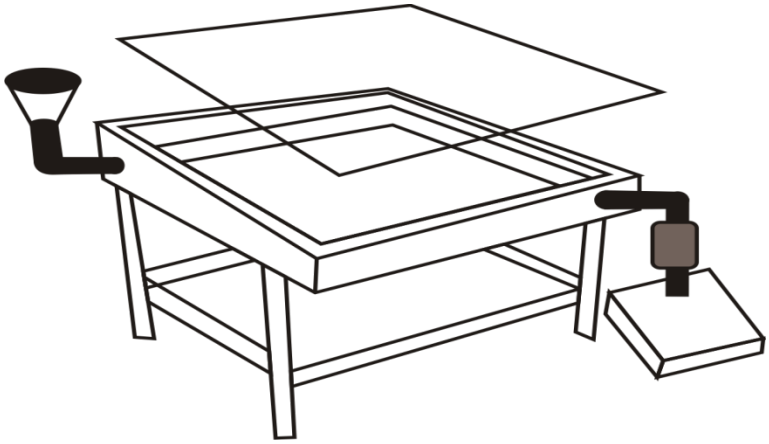
Tapa de condensación: este será de un vidrio polarizado.

Colector de agua: que se encargara de dirigir el agua que escurre por la superficie de condensación hacia fuera del depósito de agua por medio de una manguera.

Base de destilador: este es la estructura de base de todo el sistema. Que será de madera y soportes.

Todos estos elementos se muestran en la siguiente figura 1.

Ilustración 1. Purificador Solar



Funcionamiento

Se deberá colocar el purificador solar en un lugar donde no haya nada de sombra, ya que depende directamente del calentamiento del agua por irradiación solar y para iniciar la evaporación.

Se deberá llenar la charola a través del embudo con aproximadamente 5 litros de agua, que es la capacidad que tiene esta. Una vez llena la charola habrá de esperar el proceso de evaporación y condensación del agua, para que a su vez sea captada por el vidrio. Este proceso elimina del agua metales pesados y sales. Este proceso dura de 30 a 40 min esperando el punto de ebullición del agua.

Este prototipo para la potabilización de agua, tiene como ventaja que no modifica el sabor ni el olor del líquido.

Requisitos que debe cumplir el purificador solar

De acuerdo a la investigación:

La máxima absorción de la luz ultravioleta por el ácido nucleico, ADN, ocurre con una longitud de onda de 260 nm, la cual el purificador debe alcanzar para que pueda destruir la información genética de los microorganismos coliformes fecales, que en este caso la media es de 58.4 UFC, las cuales se pretende destruir, como sabemos estas longitudes de onda de encuentran en los rayos UV-C con una longitud de onda de 254 nm, que es muy cercana a la mejor condición de absorción de la luz por el ácido nucleico en la célula. Una célula que no puede ser reproducida es considerada muerta o inactivada, porque ya no se multiplicará.

La temperatura que debe alcanzar para calentar el agua con rayos UV, también es un factor importante, siendo cerca de 40°C la óptima.

Entre las 10 de la mañana y las 2 de la tarde se recibe el 60% de la radiación UV diaria, en este horario tendrá que ser expuesta el agua.

Se considera que el clima debe de ser favorable para el purificador, siendo de esta manera que cuando se presenten lluvias no podrá ser funcional, a excepción de cuando solo haya nubosidad, ya que puede ser más alta cuando hay nubes. La dispersión puede producir el mismo efecto que la reflexión por diferentes superficies, aumentando la intensidad total de la radiación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Organización Mundial de la Salud. 2003. Índice UV solar mundial. Guía práctica.

Ramón Sans Fonfria/ Joan de Pablo Ribas. Ingeniería ambiental, Contaminación y tratamientos. Alfa omega/MARCOMBO. 1999.

James R. Mihercic/ Julie Beth Zimmerman.Ingeniería ambiental, Fundamentos, Sustentabilidad, Diseño. Alfa omega. 2012.

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".

Roberto H. Sampieri, Carlos Fernández C., Pilar Baptista L.Metodología de la investigación. Quinta edición. McGraw-Hill.

Groocock, N.H. “Disinfection of Drinking Water by Ultraviolet Light,” J. Inst. Water Engineers and Scientists, 38(2), 1984.

SISTEMA ESTADÍSTICO Y GESTIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN LOS CENTROS DE ACOPIO EN LA ZONA CONURBADA VERACRUZ, BOCA DEL RÍO.

EDUARDO MORALES CANO1 FRANCISCO LÓPEZ HUERTA2 CARLOS ARTURO CERÓN ÁLVAREZ3 VERÓNICA GARCÍA VALENZUELA4

RESUMEN

La documentación presente, permite comprender y analizar la situación por la que está pasando nuestro país con los residuos electrónicos o e-waste y los centros de acopio. El proyecto es llevado a cabo con la finalidad de aportar a la sociedad información con datos estadísticos actualizados y reales sobre los residuos electrónicos (RE); partiendo de la desinformación que existe en la ciudadanía sobre los centros de acopio (CA), sus actividades y localización.

Para el desarrollo del proyecto se emplearon entrevistas, las cuales permiten comprender las actividades que realizan los CA, su opinión de la ciudadanía respecto a la donación de los residuos electrónicos, cantidades aproximadas acopiadas, etc. También fue indispensable conocer la forma de trabajo en una recicladora de RE, ya que nos permite conocer mucho más a fondo lo que ocurre con los desechos, su tipo de clasificación, el proceso completo de su reciclado, las instituciones de gobierno con las que trabajan, entre otras cosas.

En cuanto a la elaboración del sistema es indispensable tener conocimientos de desarrollo web (programación en backend y frontend), ya que la implementación de graficas con diferentes tipos de estadísticas requieren de una previa experiencia para su uso, lo que permite mostrar información interesante como: cantidades de kilogramos (kg.) o toneladas (t.), cantidad de clasificación acopiada por CA, los

1 Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica Región Veracruz. eduardomorales.c01@hotmail.com

2 Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica Región Veracruz .andlopez@uv.mx

3 Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica Región Veracruz ceron.carlos@gmail.com

4 Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica Región Veracruz vegarcia@uv.mx

centros más tipo de recaudación, los tipos de materiales con los que cuenta un RE, etc.

INTRODUCCIÓN

En la zona conurbada Veracruz, Boca del Río, se encuentran puntos verdes o denominados establecimientos que se dedican a la actividad del acopio. En el mes de marzo se llevó acabo un evento en las instalaciones de la universidad veracruzana campus Mocambo denominado RECICLATÓN UV (Evento en función de centro de acopio para la recolección de RE) 2019 donde participaron asociaciones para la difusión del evento: CoSustentaVer(Comisión Regional para la Sustentabilidad de la Región Veracruz) Programa de salud, 'Reciclemos y Ayudemos', Responsabilidad Social Universitaria y SEDEMA; además, empresas dedicadas a la recolección de dichos materiales electrónicos (computadoras, celulares, impresoras, cámaras, etc.) como lo fue ECOLAI México (Empresa se dedica a la recolección, reutilización y reciclaje de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).) y ECORECREA (Empresa especializada en el diseño y construcción de mobiliario). En el evento se permitía realizar entrevistas a estas organizaciones para comentar o resolver dudas, por lo que se llevaron a cabo dos: a un trabajador y el director general de la empresa ECOLAI México, respecto a sus conocimientos sobre los centros de acopio en la zona, ya que esta empresa cuenta con convenios como el Tecnológico Nacional de México, Ilustre Instituto Veracruzano, Universidad Veracruzana, etc., lo que permite conocer más del tema de residuos electrónicos.

Se resalta que en ambas entrevistas la cultura del reciclaje en la sociedad es lo que hace falta, también confirman que los centros de acopio con los que trabajan no realizan otras actividades más que acumulación por volumen y otorgan un documento que permite verificar lo recibido de los desechos a las personas que donan sus componentes u empresas de forma posterior. También se hizo un breve resumen del proyecto que se pretende llevar a cabo con el fin de obtener una opinión de él y el posible impacto que tendría en la sociedad; comentaron que apoyan la innovación de proyectos que traten de mejorar la situación respecto a los desechos

electrónicos, por lo que el medio ambiente y la salud son los principales beneficiados el que se traten de forma adecuada estos desechos que se encuentran en aumento.

Ilustración 1.1 Evento reciclatón 2019.

Ilustración 1.2 ECOLAI México S.A. de C. V. recibiendo RE.

METODOLOGÍA

Los CA son sitios que tienen el objetivo de acumular “objetos”, dependiendo de la actividad a realizar: entregar víveres a lugares específicos, reciclar materiales, disminuir desechos, etc. Estos tienden a cambiar de ubicación y sólo en ciertas ocasiones pueden llegar a establecerse en lugares concretos de forma permanente. La situación de estudio se enfoca en los residuos electrónicos, ya que en la república mexicana se generan 1,032 millones de t. anualmente, ubicándola como uno de los mayores generadores de basura electrónica en Latinoamérica. Además, ocho de cada nueve equipos electrónicos que no son recolectados, arriban en zonas como barrancas, tiraderos clandestinos y rellenos sanitarios locales (EFE, 2018)

Un estudio publicado por la ONU (Acrónimo de la Organización de las Naciones Unidas) “El monitor global de la basura electrónica 2017”, dicta que México y Brasil están a la cabeza de este fenómeno contaminante, además se puntualiza que se generó 11.6 kilos de residuos electrónicos por habitante en 2016 y solo se recicla el 17% (EFE, 2018).

En un nivel estatal como Veracruz, Ver., los RE representan para la sociedad un problema que la SEMARNAT (La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales es una de las secretarías de Estado que integran el denominado gabinete legal del presidente de México.) en funciones del año 2012 a través de un evento denominado “Reciclón de residuos electrónicos”; se recolectaron 17 t. en el 2009, el 2010 debido a los problemas meteorológicos que afectaron a la entidad se

alcanzó una cantidad de 98 t. para los 2 años siguientes 2011 fue de 93 t. y 2012 con 98 t., es decir 1,345 m2 (Ceballos, 2012).

Del 2014 al 2017 se cuenta con un aproximado de 43 t. anuales de RE, culminando con aproximadamente 170 t. en toda una administración del estado (Veracruz Informa, 2017).

En el 2018 a través del evento reciclón en conjunto con la empresa The Ewaste Group (Empresa verde enfocada a recolectar, acopiar y reciclar toda clase de desechos electrónicos (México).) la cual se encuentra avalada con la certificación de la SEMARNAT y la SEDEMA(Secretaria de Medio Ambiente del Estado de Veracruz.) recolectaron más de 30t. (Zavaleta & Tapia Carranza, 2018).

Un dato más específico es que cada mexicano genera entre 7 y 10 kg. de desechos al año, lo que nos da aproximadamente alrededor de 1 millón de t. de RE (de acuerdo con estimaciones de la United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna) (Maguey & Paz, 2019).

Los datos presentados provienen de notas periodísticas, documentos oficiales como la ONU, organizaciones de gobierno: SEMARNAT y SEDEMA, por lo que se encuentra a disposición de la ciudadanía en todo momento, sin embargo, no existe una cultura de participación en actividades de donación de RE y no se tiene conocimiento de los efectos a corto y largo plazo.

Estos inconvenientes que se presentan representan más actividades de difusión realizados por las mismas organizaciones días antes de sus eventos de recolección, pero aun así existe un sector de la población y empresas que no se percatan de los eventos.

Por otra parte, los mismos centros no realizan una gestión de dichos componentes, ya que solo contemplan actividades de clasificación y tipo, llevando a cabo únicamente el acopio en volumen hasta que otra empresa llegue para su recolección, otorgándoles un certificado de dicha actividad como comprobante, sin embargo algunos no logran trascender como un sitio o actividad que beneficie al medio ambiente, ocasionando en algunas ocasiones indiferencia en la sociedad en general.

JUSTIFICACIÓN

La basura electrónica es un tema que ha tomado fuerza negativamente en nuestro día a día, por lo cual es indispensable la necesidad de ayudar al medio ambiente lo antes posible. En la ciudad de Xalapa, capital del estado de Veracruz, a finales de noviembre del 2018 el delegado de la SEMARNAT José Antonio Gonzales destaco durante el RECICLÓN número 19, que entre los municipios más activos se encuentran Xalapa, Banderilla, Emiliano Zapata, Coacoatzintla, Jilotepec, Tlalnelhuayocan y Acajete, de los 212 municipios (Arellano, 2018).

Al no existir una coordinación entre los diferentes CA que otorgue información de forma simple a la población de lo recolectado, es difícil determinar la veracidad de los datos. Razón por la cual, es importante evidenciar de forma pública y sencilla lo que el ciudadano aporta como donación de RE a través de un análisis estadístico, permitiendo a las personas informarse constantemente de cómo esas actividades ayudan al medio ambiente, generando interés y participación en la población. Lo cual nos lleva a proponer una solución a través de un sistema web donde a los ciudadanos se les permita visualizar fácilmente: localización de los CA, estadísticas de los componentes recabados, analizando sus compuestos y las repercusiones en el medio ambiente. También los establecimientos dedicados al acopio tendrían una mejor gestión, logrando ser más relevantes en todo momento para la sociedad, lo que reflejaría profesionalismo en la administración de los RE.

OBJETIVO GENERAL

Realizar un sistema que permita visualizar la ubicación actualizada de los centros de acopio, gestión y estadísticas de los residuos electrónicos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Mostrar información de RE en general, actualizada y verificable del interés en la población.

Integrar un mapa que permita visualizar centros de acopio existentes.

Realizar actualización y monitoreo de los residuos a través de diferentes tipos de estados (clasificación, desensamble manual, almacenamiento, etc.).

Realizar estadísticas sin intermediarios: cantidades recaudadas, tiempo de recolección, promedios, equivalencias en ayuda del medio ambiente, etc.

Permitir un manejo intuitivo del sistema tanto para los usuarios encargados en los centros de acopio como ciudadanos comunes.

ALCANCES O METAS

Reflejar actividades de los CA formalizando las etapas que los RE deben de seguir para una mejor gestión en su reciclado.

Informar de las actividades de donación en los CA más cercanos a su residencia dentro de la zona conurbada Veracruz, Boca del Rio.

Informar correctamente a la ciudadanía con estadísticas de los RE.

Fomentar en la innovación de nuevos proyectos que permitan concientizar a la ciudadanía una cultura más congruente hacia el daño que los residuos electrónicos causan sino se reciclan de forma correcta en los lugares pertinentes.

Recursos materiales para el proyecto

Los recursos que se plantean para la elaboración del proyecto son los siguientes:

Equipo de cómputo: El manejo de diferentes tipos de software para trabajar en el proyecto.

Microsoft Office: Word y Power Point en su versión 2013 o la más reciente.

Plataforma AZURE: Servicio en la nube para posicionar el sistema web online con un gestor de base de datos, entre otras herramientas adicionales.

Visual Studio 2017: Permite la programación del sistema web con lenguajes de programación html5, angular, Bootstrap, css (Frotend) y c# (Backend).

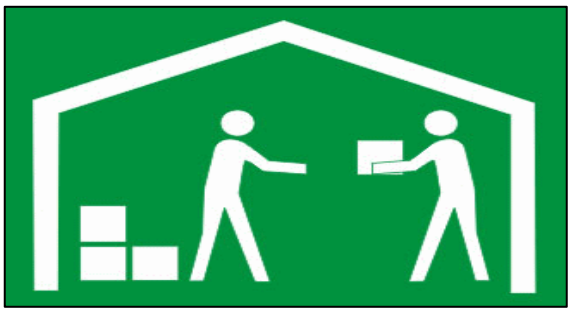
Entrevistas: En los centros de acopio seleccionados y empresas dedicadas al medio de recolección en residuos electrónicos se realizarán entrevistas para determinar el impacto que lograría tener el sistema web.

Centros de acopio

La definición de acopio en la real academia española (RAE), dicta que es la acción de juntar, reunir algo en gran cantidad de materiales. Esto se debe a que no se trata de una acción casual, sino voluntaria, con un objetivo bien definido (RAE, 2018).

Estos centros se encuentran ya sea en zonas rurales y urbanas, sin embargo, las zonas con población más abundante tienden a definir: El acopio alude al efecto de verbo acopiar que alude a juntar o acaparar ideas, sentimientos o cosas, de modo abundante. A veces el acopio se deriva de una necesidad, que puede ser instintiva.

Ilustración 2.1 Simbología de copio de “materiales”.



Residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos

La palabra o abreviación e-waste significa desecho, basura o chatarra electrónica, también son conocidos por sus siglas RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos). Los dispositivos electrónicos al no ser capaces de cumplir con la tarea para la cual fueron creados se determinan en un estado de deterioro u obsolescencia (Es la condición o estado en que se encuentra un producto que ya ha cumplido con una vigencia o tiempo programado para que siga funcionando.). Un factor que contribuye al incremento desmesurado de e-waste en el mundo es el constante desarrollo tecnológico que impone la industria, cuya consecuencia más inmediata es una continua producción de aparatos que desplazan a sus predecesores.

Ilustración 2.2 Desechos en un centro de acopio

Esto ocurre, sobre todo, en las sociedades hiperconsumistas de los países más desarrollados, principales productores de la chatarra tecnológica del mundo. El e-waste se compone de toda clase de desechos tecnológicos, compuesta principalmente por dispositivos electrónicos alimentados por energía eléctrica, como computadoras, teléfonos celulares, televisores, refrigeradores, cámaras, etc. No obstante, debido a los materiales con que han sido elaborados, altamente tóxicos y contaminantes, este tipo de desechos requiere un tipo de tratamiento especial, pues de lo contrario pueden ser perjudiciales para el medio ambiente y riesgosos para la salud humana. En los residuos electrónicos encontramos sustancias como el mercurio, dañino para el cerebro y el sistema nervioso; el plomo, nocivo para el sistema circulatorio y el cerebro; el cadmio, que afecta la fertilidad; y el cromo, que provoca problemas en los riñones y los huesos. Al ser descartados de manera inadecuada, este tipo de residuos representan un serio peligro para el medio ambiente y para la salud humana, pues corren el riego de romperse o reaccionar con otras sustancias que propicien la liberación de agentes tóxicos que pueden resultar, incluso, mortales. De este modo, pueden ser dañinos para tanto las personas que los manipulen de manera incorrecta y desprotegida, como para aquellos que se vean afectados indirectamente como consecuencia de la contaminación ambiental que causan.

Los metales presentes en los aparatos eléctricos y electrónicos se dividen en dos grupos Tabla 2.1 (Menchaca, 2017).

Tabla 2.1 Materiales presentes en un RE.

Metales básicos	Metales preciosos
Cobre 20% - 50%. Hierro 8% - 20%. Níquel 2% - 5%. Estaño 4% - 5%. Plomo aprox. 2%. Aluminio 2% - 5%.	Oro de 170 g a 850 g aprox. el 0.1%. Plata de 198 g a 1698 g aprox. el 0.2%. Paladio de 3 g a 17 g aprox. el 0.005%.

Clasificación simplificada de los residuos electrónicos

Equipos de intercambio de temperatura: Refrigerador, congelador, aire acondicionado, bomba de calor y otros.

Pantallas, monitores y aparatos que contengan pantallas: Televisión, computadora portátil, tableta y otros.

Lámparas: Distintos tipos, incluidas las de LED.

Grandes equipos: Lavadora, placa eléctrica, lavavajilla y otros.

Pequeños aparatos: Aspiradoras, horno de microondas, grabadora de vídeo, aparato de radio y otros.

Pequeños artefactos de telecomunicaciones y TI: Teléfono celular, dispositivo GPS, computadora de escritorio y otros.

Impacto en la salud y el medio ambiente de los materiales en los residuos electrónicos

Los residuos o basura electrónica se encuentran llenos de algunos tóxicos, por ello cuando se tiran directamente en zonas tan expuestas, reaccionan de una forma contaminante a la naturaleza ejemplo: aire, suelo o ríos, etc., por lo que sus repercusiones son de gran impacto y en consecuencia también en la salud se vuelve un problema, ya que nosotros como seres vivos obtenemos muchos beneficios de los recursos naturales (Mohar, 2018).

Tabla 2.2 Impacto de los elementos en la salud y otros.

Material	Elemento	Causante
Monitores y acumuladores.	Plomo	Daña los riñones, el cerebro y todo el sistema nervioso, disminuye las habilidades de aprendizaje.
Los tableros de circuitos y ciertas baterías recargables.	Cadmio	Metal pesado que puede provocar cáncer, debilidad en los huesos, daño a hígado y riñones, daño al sistema inmunitario, diarrea y hasta desórdenes psicológicos.
Interruptores, cubiertas, monitores y tubos fluorescentes.	Mercurio	Afecta el sistema nervioso, irrita los ojos y provoca erupciones en la piel.
Aplicaciones eléctricas y electrónicas.	Selenio	Puede ocasionar pelo quebradizo, hinchazón de la piel, dolores agudos y uñas deformadas.
Algunos conductores y semiconductores.	Arsénico	Una sustancia cancerígena.
Baterías de litio	Litio	El riñón, daña el sistema nervioso y genera problemas respiratorios.

La situación actual de los residuos electrónicos en México

En América latina, México (2015) tomaría el segundo lugar en RE a través de una investigación, con predicciones de 1200 Kilotones (Kt.) aproximadamente a nivel internacional solo por debajo de Brasil con 1600+ Kt., la información fue otorgada a través de un informe que se publicó en el sitio web GSMA Latino América llamando la atención en las redes sociales y algunas páginas de internet. En nuestro país, los programas de recolección y reciclaje de REE (Residuos Eléctricos y Electrónicos) están a cargo de gobiernos municipales o estatales, así como de empresas privadas de reciclaje. Las empresas dedicadas a la recuperación y valorización de materiales realizan su acopio a través de programas públicos. Las compañías pequeñas solo recuperan algunos componentes para su venta. En el sector informal este proceso corre a cargo del recuperador primario y acopiadores de residuos (Nuñez-Acosta, 2018). Algunos datos relevantes informados de forma periodística entre el 2018 y 2019 (Ilustración 2.3).

Ilustración 2.3 Impacto de los residuos electrónicos a futuro: el Informador.mx y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU).

Ahora México es la tercera nación que más basura electrónica produce en América, sólo después de Estados Unidos y Brasil. Con un promedio de entre 7 y 10 kg. de desechos por habitante, nuestro país contribuye con, aproximadamente, un millón de t. al año, como lo dicta un experto del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES) unidad Morelia de la UNAM. Además de la poca conciencia entre los usuarios, el problema en nuestro territorio es que no hay regulación suficiente. La iniciativa Step (un esfuerzo internacional) censó las leyes que regulan el reciclaje y desecho de basura electrónica, y encontró que, en diferentes países, como Argentina, hay hasta 20 o 30 leyes, mientras que en México sólo hay una, que no está actualizada (Ferreira, 2019).

Centros de acopio en Veracruz, Boca del Río

En la zona conurbada Veracruz, Boca del Río, actualmente existen centros de acopio encargados de dichas actividades, la mayoría se llevan a cabo en diferentes tipos de eventos donde la ciudadanía puede ir a dejar sus REE. Por ello la información adquirida fue a través de entrevistas sobre los conocimientos en general del tema, cantidades, registros, etc. En la tabla 2.3 se muestran los CE con la ubicación donde se establecen de forma permanente.

Tabla 2.3 Centros de acopio entrevistados.

Nombre	Ubicación de acopio
Reciclón	Av. Salvador Díaz Mirón 3094, Moderno, 91918 Veracruz, Ver.
Reciclemos y Ayudemos juntos S.A. de C.V.	Calle de los Reyes Católicos Boca del Río
Recolectrón	Costa Dorada 103, Costa Verde, 94294 Veracruz, Ver.

Hay que mencionar que el CA llevado a cabo por la organización Reciclemos y Ayudemos juntos S.A. de C.V. también realiza acopio de PET, Cartón, Plásticos, etc. (Ilustración 2.4)

Ilustración 2.4 Evento de acopio con la Organización Reciclemos y Ayudemos juntos.

De igual forma sucede con el Reciclón (Ilustración 2.5) ya que realizan diferentes tipos de eventos bajo subtítulos diferentes (Reciclón de Plástico, Llantatón, Reciclón de medicamentos, etc.), pero el lugar y las actividades siguen siendo las mismas. En lo que

Ilustración 2.5 Actividades de acopio y ubicación del Reciclón.

respecta al recolectrón (Ilustración 2.6), se concentran solo con actividades de recolección de RE, desarmado, clasificación personal y entre otras actividades. La comunidad estudiantil que buscan componentes en los RE como lo son motores DC, capacitores, resistencias, entre otros; permitiendo al “centro” donarlos y también a los mismos docentes que requieren componentes para sus proyectos académicos o de investigación, cabe mencionar que este no lleva una recolección formal, ya que no cuentan con espacio suficiente y carecen de una estructura adecuada como otros centro entrevistados, sin embargo siguen cumpliendo actividades de acopio y se han apoyado con recicladores independientes que pueden tratar estos tipos de residuos.

Ilustración 2.6 Algunos residuos electrónicos recibidos por el Recolectrón en la FIEE.

Tabla 2.4 Tabla de preguntas a los CA entrevistados.

Pregunta	Respuestas
a) ¿Llevan algún registro, administración o contabilidad (kg. o t.) de los residuos electrónicos?	Ilustración 2.7
b) ¿Qué cantidad en t. aproximadamente es la que se percibe de forma mensual o anual de residuos electrónicos?	Ilustración 2.8
c) ¿Cree que los centros de acopio deberían ser tomados a un nivel más profesional?	Ilustración 2.9
d) ¿Distribuyen información hacia la ciudadanía para que realicen donaciones?	Ilustración 2.10
e) ¿Cree que la ciudadanía esta adecuadamente informada de la cantidad de residuos electrónicos recabados por los centros y no existe confusión?	Ilustración 2.11
¿Cree que la implementación de un sistema gratuito en línea de fácil acceso (SEyGRE) (**Acrónimo de Sistema Estadístico y Gestión de Residuos Electrónicos.**) ayudaría a empleados y ciudadanos en información de los residuos para su reciclado?	Ilustración 2.12

Ilustración 2.7.

Ilustración 2.8.

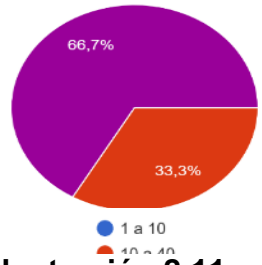


Ilustración 2.9.

Ilustración 2.10

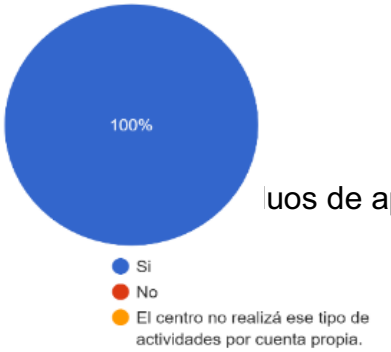


Ilustración 2.11.

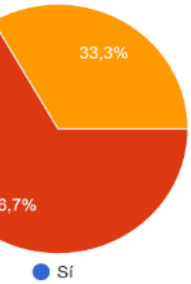
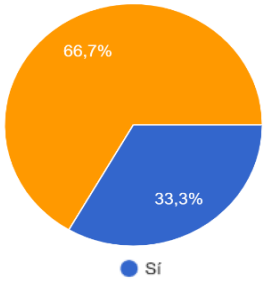


Ilustración 2.12.



R uos de a lectrónicos

La definición de reciclador en la RAE, dicha que es una persona encargada de recoger la basura depositada delante de las viviendas para clasificarla y revender lo aprovechable (RAE, 2018). Es muy importante conocer que ocurre con los RE una vez trasladados a una recicladora y por ello se llevó a cabo una segunda entrevista con la empresa ECOLAI México S. A. de C. V. (Ilustración 2.13)

Ilustración 2.13 Empresa recicladora ECOLAI México (frente).

De forma presencial ubicada en Tinajitas, ubicado dentro del municipio de Actopan, Ver., la entrevista ayuda a comprender como una recicladora trabaja con los RE que residen en sus instalaciones. En la tabla 2.5 se presentan las preguntas y respuestas de las entrevistas.

Tabla 2.5 Preguntas y respuestas a la empresa ECOLAI México S.A. de C.V.

Preguntas	Respuestas
¿Cada cuánto realizan actividades de recolección y reciclado?	El reciclado es continuo, ya que se debe tener antes de los 6 meses como máximo por reglamento de una recicladora y la recolección (eventos) es variable, no existen días establecidos.
¿Qué cantidades se recolectadas y recicladas son las que registran?	Recolectadas más te 100t. y recicladas de 30t. a 40t. lo que sí se encuentre para reciclar, lo demás es otorgado a SEDEMA.
¿Cuál es el proceso de reciclado en un residuo electrónico?	1. Clasificación 2. Desensamble manual 3. Almacenamiento de materias primas 4. Lo que no, (materiales peligrosos) son entregados a SEDEMA. 5. Lo aprovechado se comercializa (sustento de la empresa). 6. La empresa reditúa a la “institución o empresa” que participo en el evento: ejemplo pinturas, materiales de limpieza, entre otros.
¿Cuántos centros de acopio se encuentran a su disposición?	1. Tecnológico Nacional de México (TecNM Veracruz). 2. Ilustre Instituto Veracruzano. 3. Bachilleres. 4. Etc.
¿Han recibido apoyo de las autoridades adecuadas en el cuidado del medio ambiente?	1. SEDEMA. 2. ECOSB (aceites y orgánicos). 3. Caminando con Veracruz A. C. (PET, Cartón y Vidrios).
¿Características necesarias y permisos para las autoridades para tener un centro de reciclaje?	1. Encontrase regulada por una institución como la SEDEMA o SEMARNAT (máxima reguladora del medio ambiente) 2. Identificarse como pequeño o grande establecimiento. 3. Generar reportes bimestrales antes las autoridades.

Marco legal en el manejo de los residuos electrónicos en México

Los instrumentos para regular el manejo de los residuos electrónicos en México se describen en:

Ley General para el Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación, con 7 capítulos y 204 artículos, es la ley de derecho ambiental más importante del país.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Junto a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la cual fue publicada el 8 de octubre de 2003 en el Diario Oficial de la Federación.)así como en los Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas.

La primera divide los residuos en tres tipos: Sólidos Urbanos, Peligrosos y de Manejo Especial. Los REE son parte de los residuos de manejo especial (artículo 19 sección VIII de esta ley) y se describen como residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática que al transcurrir su vida útil requieren de un manejo específico.

El manejo de residuos de manejo especial es responsabilidad de las fuentes que las generan. Asimismo, las autoridades ambientales de entidades federativas y municipios son responsables de controlar a las grandes generadoras de estos residuos.

Los sitios contaminados por sustancias tóxicas de los residuos eléctricos pueden ser tratados por la SEMARNAT para su restablecimiento. Asimismo, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios y la Secretaria de Salud están a cargo del aire contaminado. Sin embargo, los sitios y el aire contaminados están regulados a nivel federal, lo que dificulta su manejo, evaluación y restauración a nivel estatal (Nuñez-Acosta, 2018).

Ilustración 2.14 Imagen representativa del medio ambiente con leyes.

En la elaboración del proyecto se utilizó Trello (Software de administración de proyectos con interfaz web.) para mantener las actividades bajo supervisión, esta metodología es basada en el sistema de trabajo “Kanban”, el cual incorpora tableros y tarjetas de trabajo para la elaboración de proyectos en espacios de trabajo físico, permitiendo coordinar las actividades.

Su funcionamiento se debe a la distribución de los pendientes que se llevaran a cabo en base a un tablero principal, donde se generaran diversas listas cada una con etapas o fases (dependiendo del título que se le proponga) en el proyecto (Parra, 2016).

Puntos que destacar:

En cada una de las listas, separadas por temática, se pueden agregar varias tarjetas (asociadas a las tareas que contiene cada uno de los ítems del proyecto).

Las tarjetas, que contienen actividades por realizar, pueden ser editadas y reordenadas, arrastrándolas y soltándolas con el cursor.

En las tarjetas es posible incorporar imágenes, plazos de entrega, listas de tareas, etiquetas separadas por color y comentarios asociados a cada tarea.

En conclusión, el tablero es la página que contiene todas las listas asociadas a un proyecto en específico, que pueden ser añadidas o archivadas.

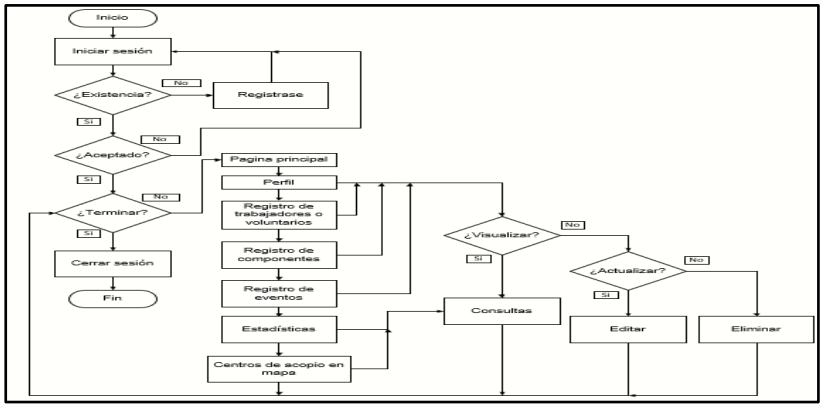
Diagramas de flujo

Un diagrama de flujo es un diagrama que describe un proceso, sistema o algoritmo informático. Se usan ampliamente en numerosos campos para documentar, estudiar, planificar, mejorar y comunicar procesos que suelen ser complejos en diagramas claros y fáciles de comprender. Los diagramas de flujo emplean rectángulos, óvalos, diamantes y otras numerosas figuras para definir el tipo de

paso, junto con flechas conectoras que establecen el flujo y la secuencia (Lucidchart, 2018).

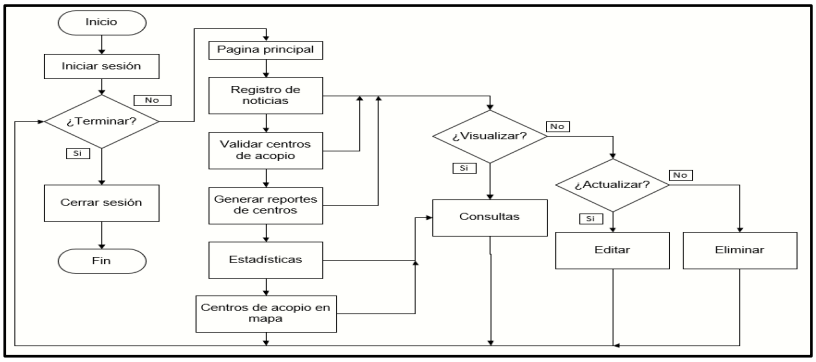
En la Ilustración 3.1 se describen los procesos por el cual el CA tiene que recurrir para realizar actividades u operaciones en el sistema, desde el iniciar sesión, visualizar información sobre estadísticas/ubicaciones en mapa, consultar, editar o eliminar, etc.

Ilustración 3.1 Diagrama de flujo CA.



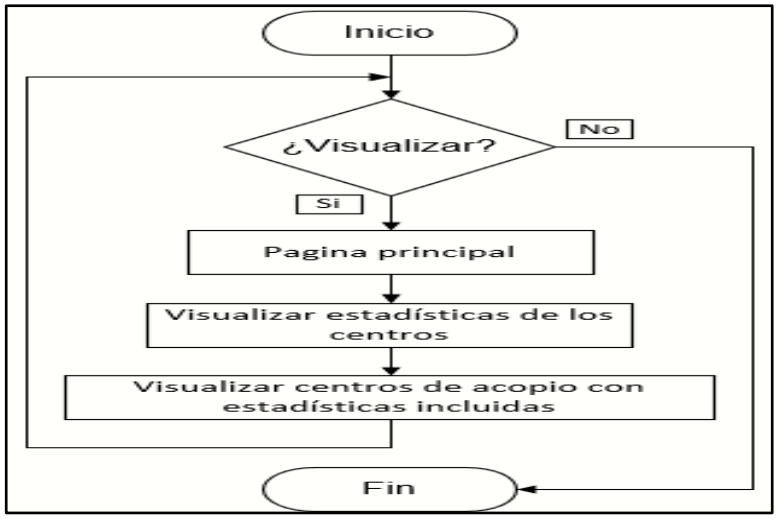
En la Ilustración 3.2 la institución tiene las siguientes actividades a su disposición: acceso al sistema, vista de información general (noticias compartidas), estadísticas del centro, actualizar eventos, etc.

Ilustración 3.2 Diagrama de flujo Institución



Y en la Ilustración 3.3 se determinan las posibles actividades del usuario ciudadano como: visualizar información principal (noticias), CA en el mapa y estadísticas.

Ilustración 3.3 Diagrama de fujo ciudadano.



CONCLUSIÓN

El ser humano actualmente consume grandes cantidades de tecnología y no pretende disminuir el gran consumo que existe de los RE a nivel mundial, esto conlleva a seguir implementando actividades en donación de los componentes en su estado de basura electrónica, por ello los CA siguen trabajando de forma justificada. La integración del sistema se volvió una prioridad en el momento que las opiniones recabadas a través de las entrevistas sobre el transcurso de la investigación han sido favorables con un nivel de aceptación del 33.3% y 67.7% de un posible registro para formar parte del proyecto, ya que no se obtuvo una negativa al planteamiento del sitio con sus características expuestas.

El taller o CA Recolectrón ubicado dentro de las instalaciones en la Facultad de Ingenieria Eléctrica y Electrónica Región Veracruz ha sido dado de alta como el primer centro que realiza actividades de registro en pesado de RE, asistencia en eventos, trabajadores o voluntarios, etc.

Durante 2019 se obtuvieron los siguientes datos:

Total de RE acopiados: 322.984 kg. o 0.322984 t.

Clasificación de RE:

Equipos de informática y telecomunicaciones: 22.

Aparatos electrónicos de bajo consumo: 2.

Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre: 0.

Asistencia en eventos: 4.

Cantidad total de elementos químicos en los RE que no llegaron al medio ambiente: 0.1905767 kg. (Con fecha de actualización del 25/10/2019).

También cabe recalcar que se obtuvo un nivel aceptación favorable de parte de la comunidad universitaria, ya que el trabajo fue presentado en el evento ExpoSustenta 2019, donde se pudo corroborar que las personas no tienen un conocimiento exacto de los CA vigentes en la zona y no saben qué hacer con los RE que residen en sus hogares, por lo que esperan a estos tipos de eventos para donarlos

Referencias Bibliográficas

Arellano, A. (24 de 11 de 2018). enContacto. Recuperado el 26 de 03 de 2019, de http://encontacto.mx/organizan-reciclon-19-semarnat/

Ceballos, A. G. (17 de 11 de 2012). Alcalorpolitico. Recuperado el 20 de 03 de 2019, de https://www.alcalorpolitico.com/informacion/acopia-reciclon-en-veracruz-306-toneladas-de-basura-electronica-104262.html#.XKD5zphKjDf

EFE. (17 de 01 de 2018). Recuperado el 18 de 03 de 2019, de Agencia EFE: https://www.efe.com/efe/america/mexico/mexico-uno-de-los-mayores-generadores-basura-electronica-en-latinoamerica/50000545-3494904

Ferreira, H. (25 de 02 de 2019). www.dgcs.unam.mx. Recuperado el 15 de 07 de 2019, de https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2019_133.html

Lucidchart. (2018). lucidchart.com. Recuperado el 10 de 09 de 2019, de lucidchart.com: https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-flujo

Maguey, H., & Paz, R. (18 de 02 de 2019). Gaceta unam. Recuperado el 20 de 09 de 2019, de Gaceta unam: http://www.gaceta.unam.mx/mexico-tercer-productor-de-basura-electronica-en-america/

Menchaca, P. (28 de 04 de 2017). Universidad Autonoma de Nuevo Leon (UANL). Recuperado el 10 de 04 de 2019, de Universidad Autonoma de Nuevo Leon (UANL): http://sds.uanl.mx/los-residuos-electricos-y-electronicos/

Manuel, C. (2017). Manuel cillero.es. Recuperado el 20 de 09 de 2019, de Manuel cillero.es: https://manuel.cillero.es/doc/metrica-3/tecnicas/diagrama-de-clases/

Mohar, E. (31 de 05 de 2018). Muy interesante. Recuperado el 10 de 04 de 2019, de Muy Interesante: https://www.muyinteresante.com.mx/ciencia-y-tecnologia/dano-basura-electronica/

Nuñez-Acosta, D. E. (02 de 2018). Foroconsultivo. Recuperado el 20 de 07 de 2019, de https://www.foroconsultivo.org.mx/INCyTU/documentos/Completa/INCYTU_18-008.pdf

Parra, M. (24 de 11 de 2016). postedin. Recuperado el 2019 de 9 de 2, de postedin: https://www.postedin.com/blog/que-es-y-como-funciona-trello/

Pérez Porto, J., & Ana, G. (2015). Definición.de. Recuperado el 23 de 06 de 2019, de Definición.de: https://definicion.de/acopio/

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2017). Definicion.DE. Recuperado el 10 de 08 de 2019, de Definicion.DE: https://definicion.de/diagrama-de-bloques/

RAE. (2018). Real Academia Española. Recuperado el 20 de 09 de 2019, de Real Academia Española: https://dle.rae.es/?id=0YpOulv

Rumbaugh, J., Jacobson, I., & Booch, G. (2000). El Lenguaje Unificado de Modelado. Manual de referencia. Madrid, España: Addison Wesley. Recuperado el 18 de 09 de 2019, de https://ingenieriasoftware2011.files.wordpress.com/2011/07/el-lenguaje-unificado-de-modelado-manual-de-referencia.pdf

Veracruz Informa. (08 de 04 de 2017). Veracruz informa. Recuperado el 22 de 03 de 2019, de https://www.veracruzinforma.com.mx/index.php/local/item/6431-gobierno-municipal-de-veracruz-realiza-septimo-reciclon

Zavaleta, L., & Tapia Carranza, I. (03 de 09 de 2018). El dictamen. Recuperado el 28 de 03 de 2019, de https://www.eldictamen.mx/2018/08/boca-ver/reciclon-2018-recauda-mas-de-30-toneladas/

DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE UN MATERIAL POLIMÉRICO REFORZADO CON NANOPARTÍCULAS DE AG PARA APLICACIONES EN EMPAQUES MICROBICIDAS.

RAFAEL ANCELMO REYES1

RESUMEN

Este proyecto forma parte del continuo avance hacia la industrialización de la nanotecnología mediante el escalado del proceso de síntesis de Nanopartículas de Plata (AgNPs). La importancia de sintetizar AgNPs está relacionada con sus propiedades, de manera particular, en este caso se busca aplicar las propiedades microbicidas de las AgNPs mediante la fabricación de un material compuesto base polímero y AgNPs, mediante un proceso de extrusión para aplicarlo en empaques activos. El método de síntesis de este proyecto es reducción química en dos vertientes; asistido por microondas y conducción. El control de la morfología y tamaño de las AgNPs, así como la rapidez del proceso de síntesis son las ventajas que representa el desarrollo de este proyecto. Cabe mencionar que este proyecto busca afrontar los elevados costos, así como las limitaciones de los equipos comerciales para la síntesis de NPs. Por otra parte, disponer de AgNPs es fundamental en su aplicación en diversas áreas tecnológicas.

Palabras claves: Nanopartículas, Síntesis, Empaques Activos.

INTRODUCCION.

La nanotecnología es una de las ramas del conocimiento que implica la explotación de materiales con una o más dimensiones menores a 100 nm. Los nanomateriales convencionales pueden ser de tres clases principales: partículas, plaquetas y fibras (Thostenson, Li, & Chou, 2005) (Schmidt, Shah, & Giannelis, 2002). Se define a los

1 Tecnológico Nacional De México/Tecnológico De Estudios Superiores De Jocotitlán. rafaancelmo@gmail.com

nanomateriales (NMs) como un material natural, secundario o fabricado que contenga partículas, sueltas o formando un agregado o aglomerado y en el que el 50% o más de las partículas en la granulometría numérica presente una o más dimensiones externas en el intervalo de tamaños comprendido entre 1 nm y 100 nm (Sánchez Moreno, 2017). Los nanomateriales se clasifican en función del número de dimensiones que en su estructura considerada tengan carácter nanométrico (Farrás, Grácia, & Senovilla, 2008). La fabricación de nanopartículas (NPs) data del siglo IV durante el Imperio Romano con la Copa de Licurgo, los vitrales de las catedrales de Chartres de la época medieval, los nanotubos de carbón en las hojas de los sables de Damasco durante los siglos XIII a XVIII. La plata es un elemento químico, del grupo de los metales de transición, su símbolo químico es Ag, el cual proviene de la abreviación de su nombre en latín, Argentum, que significa blanco y brillante (Ramírez, 2010). La Plata en escala nanométrica presenta diferente coloración a la conocida comúnmente en escala macroscópica, este cambio es un efecto de la resonancia del plasmón de superficie en NPs metálicas (Martínez, Zuñiga, & Sánchez, 2013). La síntesis, en general, se lleva a cabo utilizando los siguientes componentes: precursor metálico, agente reductor y agente estabilizante (Sánchez Moreno, 2017). La cantidad de plata liberada depende de los cambios en factores como el pH del medio, la temperatura y el tiempo de exposición (Ricra Mendez, 2018). Las AgNPs poseen un gran potencial en aplicaciones biomédicas como agente bactericida, fungicida, antibacterial o cicatrizante (Pérez & Oliver, 2015). Las propiedades inherentes de las (AgNPs), tienen implicaciones en la salud de las poblaciones (Vergara Gómez & Toledo Trejo, 2017). Estudios han mostrado que la toxicidad intrínseca de las AgNPs depende de una serie de factores como son el tamaño, la forma, el área superficial, la carga superficial, la solubilidad y el estado de aglomeración (Coutiño, Ávila Lagunes, & Arroyo Helguera, 2017). Para los seres humanos, la toxicidad del Ag, incluidas las NPs, es por lo general baja. Una de las principales formas en que las personas se exponen a las nanopartículas de Ag es el contacto de la piel con tejidos que contienen este elemento. Por lo general, los productos de consumo desprenden solo pequeñas cantidades de Ag, sin consecuencias importantes para la salud. Se estima que, de todos los

nanomateriales utilizados en productos para el consumo, las nanopartículas de plata (AgNPs) son las que tienen un mayor grado de comercialización (Ávalos, Haza, Mateo, & Morales, 2013). Las singulares propiedades de las AgNPs, principalmente aquellas asociadas con el aumento del área superficial, del número de átomos expuestos en la superficie y la liberación de iones Ag constituyen su potencial de acción biológico. Favoreciendo en estas su actividad antimicrobiana contra diversos gérmenes, incluyendo bacterias, hongos y virus (Arencibia Hernández, Torres Alemán, & Barrios Castellanos). Un empaque activo es aquel que lleva a cabo alguna otra función además de proporcionar una barrera inerte frente a las condiciones ambientales. El envase nanoalimetario con propiedades antimicrobianas representa una nueva generación de envases activos basados en nanocompuestos de metal (Rodríguez Sauceda, y otros, 2014). En la industria agroalimentaria, la nanotecnología brinda grandes oportunidades para la obtención de productos y aplicaciones innovadoras para la agricultura y la ganadería, el tratamiento de las aguas y la producción, elaboración, conservación y envasado de los alimentos (Fúñez, Duaso, & Gómez, 2016). En la industria de alimentos existen un sin número de microorganismos patógenos que pueden llegar al consumidor y ocasionar daños a nivel de salud pública (Villamizar & Parra, 2015). Los alimentos son una fuente rica en nutrientes que proporcionan un entorno adecuado para la proliferación de diversos microorganismos como el E. Coli, Salmonella y Listeria monocytogenes (Heredia, Aviña, Soto, & García, 2014). Uno de los principales retos de la industria alimentaria es garantizar la sanidad, inocuidad y conservación. Las innovaciones tecnologías se centran en el uso de inoculantes que detectan o protegen los alimentos contra agentes patógenos. Las nanopartículas incorporadas a los empaques actúan como antimicrobianos y antioxidantes, representando una nueva generación en los envasados (Cruz Monterrosa, Reséndiz Cruz, Landa Salgado, & Jiménez Guzmán, 2017). La seguridad e higiene en los alimentos no sólo se centra en el organismo de la persona, también procura el bienestar de la persona, desde, la salud física mental y social, por lo cual es también un estado de equilibrio entre el individuo y el alimento que este consuma. (Sequeira, Sandigo, & Ernesto, 2015). Las tendencias muestran que son especialmente los países

industrializados los que han destinado mayor esfuerzo en el fomento de la nanotecnología, y las patentes concedidas. Sin embargo, para países caracterizados por su rezago pueden representar una oportunidad para incorporarse a esta revolución tecnológica, para mejorar el crecimiento económico y el desarrollo tecnológico en la industria alimentaria (Méndez Naranjo, y otros, 2014).

METODOLOGÍA.

Aspectos generales de las AgNPs

Nanociencia y Nanotecnología

Se entiende la nanociencia como la comprensión y manipulación de materiales a nivel atómico, molecular y escalas macromoleculares. La Nanotecnología se puede definir en términos generales como la creación, procesamiento, caracterización y utilización de materiales, dispositivos y sistemas con dimensiones en orden de 0.1–100 nm (Thostenson, Li, & Chou, 2005) (Chau, Shiuan Huei, & Gow Chin, 2007).

Características

La nanociencia y nanotecnología ofrecen un gran potencial para el desarrollo de nuestros conocimientos de una manera sustentable. La nanotecnología tiene hoy en día un impacto en toda una gama de áreas como la medicina, la industria, el sector alimenticio, entre otros. Diferentes tipos de nanomateriales como la Plata han demostrado tener un efecto antimicrobiano contra bacterias, virus y otros microorganismos eucariontes. Investigaciones apoyan el uso de nanopartículas de plata para explotarse en las áreas antes mencionadas al poseer baja toxicidad para las células humanas, alta estabilidad térmica y baja volatilidad (Rai, Yadav, & Gade, 2009).

Nanomateriales

Se define a los nanomateriales (NMs) como un material natural, secundario o fabricado que contenga partículas, sueltas o formando un agregado o aglomerado y en el que el 50% o más de las partículas en la granulometría numérica presente una o más dimensiones externas en el intervalo de tamaños comprendido entre 1

nm y 100 nm. Estas a su vez pueden ser subdivididos en nanopartículas, nanocapas y nanocompuestos (Sánchez Moreno, 2017).

Clasificación de los Nanomateriales

Los nanomateriales se clasifican en función del número de dimensiones que en su estructura considerada tengan carácter nanométrico, y se clasifican en:

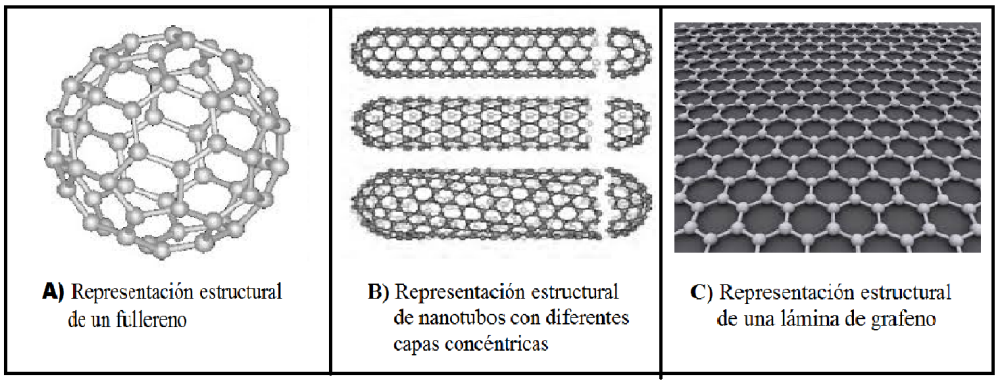
• Tres dimensiones a escala nanométrica: nanocristales y fullerenos

• Dos dimensiones a escala nanométrica: nanotubos y los nanohilos

• Una dimensión a escala nanométrica: estructuras que se utilizan en los recubrimientos de superficies o películas finas en los que solo su grosor es de orden nanométrico (Farrás, Grácia, & Senovilla, 2008).

Figura 1 Muestra la clasificación de los nanomateriales en función del número de dimensiones.

Figura 1 Clasificación de los Nanomateriales



Clasificación de la nanotecnología

La nanotecnología se divide en dos tipificaciones, según la técnica de aplicación: técnicas de arriba hacia abajo (Top-down) y técnicas de abajo hacia arriba (Bottom up). En el caso de la nanotecnología Top-down, se trata de diseñar y miniaturizar el tamaño de estructuras para obtener a nanoescala sistemas funcionales. Y en el caso de la nanotecnología tipo Bottom-up, se centra en la construcción de estructuras y objetos más grandes a partir de sus componentes atómicos y moleculares o sea este tipo de nanotecnología es acogida como el enfoque principal de la nanotecnología ya que permite que la materia pueda controlarse de manera extremadamente precisa (Quintili, 2012).

Nanopartículas de Plata como agente antimicrobiano.

Usos de la Plata.

Durante siglos, la plata se ha utilizado para tratamiento de algunas enfermedades, quemadura, heridas crónicas y como agente antimicrobiano, entre otras muchas aplicaciones. Recientemente, debido a la aparición de bacterias resistentes a los antibióticos y a las limitaciones del uso de antibióticos, se ha optado por el uso de la Plata en distintos niveles de concentraciones. La propiedad antimicrobiana de la Plata está relacionada con la cantidad y la tasa de Plata lanzada. En su estado metálico es inerte, pero reacciona con la humedad en la piel y el fluido de la herida y se ioniza La plata ionizada es altamente reactiva, ya que se une a proteínas tisulares y trae cambios estructurales en la pared celular bacteriana, la membrana nuclear conduce a la distorsión celular y la muerte. También se une al ADN y ARN bacteriano al desnaturalizar e inhibe bacterias (Rai, Yadav, & Gade, 2009).

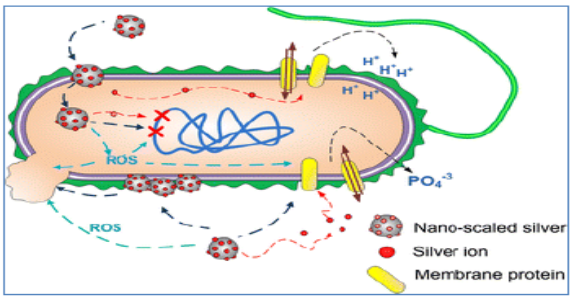
Nanopartículas de Ag

Las nanopartículas (Nps) se definen como las partículas coloidales sólidas con un rango de tamaño de 1 a 1,000 nm (Gómez Leyva, 2013).

Características

El interés creciente por los materiales a nanoescala está convirtiendo a las nanopartículas de plata (AgNPs) en el nanomaterial más utilizado actualmente, debido a sus propiedades antimicrobianas. La actividad bactericida de las nanopartículas depende del tamaño y de la forma, siendo las partículas con un tamaño menor a 100 nm las que muestran una actividad antibacteriana óptima, aumentando al disminuir el tamaño de partícula. Estudios demuestran que las nanopartículas de plata pueden dañar directamente las membranas de las células, interaccionando con ellas y penetrando en el interior de la célula. El proceso es el siguiente: Las AgNPs pueden liberar iones plata; interaccionar con proteínas de la membrana afectando a su función correcta; acumularse en la membrana celular afectando a la permeabilidad de la membrana; y entrar en la célula donde liberan iones plata, y afectar al DNA. Los iones plata liberados afectarán probablemente al DNA y a las proteínas de membrana (Álvaro Abad, 2013).

Figura 2 Interacción denanopartículas de plata con células bacterianas



Las características de las nanopartículas son diferentes de las del estado a granel. Especialmente, las nanopartículas metálicas tienen propiedades catalíticas, electrónicas, optoelectrónicas y magnéticas únicas que son muy diferentes de su estado en masa debido a los efectos de su gran relación superficie a volumen o su pequeño número de átomos (Nagasawa, Mayurama, Komatsu, Isoda, & Kobayashi, 2002). Otra de las características de las nanopartículas son las propiedades ópticas a través de la resonancia de la superficie de los plasmones con luz visible y con frecuencia bien definidas. La frecuencia específica de resonancia depende de cientos de parámetros, tales como la composición de las nanopartículas, su morfología, concentración, índice de

refracción del solvente, la carga superficial y la temperatura (Guerrero Dib, Ortíz Méndez, Sepúlveda Guzmán, Ferrer Luppi, & Yacamán, 2009).

Métodos de caracterización de nanopartículas metálicas

Las técnicas más comunes para la caracterización de tamaños incluyen técnicas como la espectroscopía de correlación de fotones (PCS), técnicas basadas en la microscopía y la absorción UV-Vis

Microscopía electrónica

Las técnicas de microscopía electrónica (EM), basadas en la aplicación de un haz de electrones, tienen una alta resolución, lo que les convierte en una opción muy frecuente en la visualización y caracterización de nanomateriales. Las técnicas más destacadas son la microscopía electrónica de transmisión (TEM) y la microscopía electrónica de barrido (SEM).

Las imágenes TEM no sólo proporcionan el tamaño y la forma de las partículas, sino también la morfología y el estado de agregación. Sin embargo, se requiere que las

muestras TEM estén secas y sean de un espesor de unos cientos de nanómetros, por lo que la principal dificultad está en preparar una muestra correcta. En disoluciones, la evaporación del disolvente puede llevar a una coagulación indeseada de las partículas y cambios en las propiedades de la superficie. Para tejidos biológicos y otras muestras complejas, a menudo se necesita fijación química y un proceso de presión.

En SEM, el haz de electrones interacciona con la superficie de la muestra, y se detectan los electrones secundarios. Aunque las muestras SEM no necesitan ser tan delgadas como las de TEM, para evitar la acumulación de carga electrostática en la muestra durante la irradiación, la muestra, o al menos la superficie de ésta, debe ser conductora, por lo que muchas veces hay que recubrir la muestra con una capa de material conductor, con el riesgo de que se pierda parte de la información de la superficie.

Espectroscopía de energía dispersiva de rayos-X (EDS)

La espectroscopía de energía dispersiva de rayos-X (EDS) es un método analítico de gran importancia para la determinación elemental. Normalmente, se combina con TEM o SEM para dar una distribución elemental de las nanopartículas. Para muestras complejas, es una herramienta muy útil para identificar la existencia de nanopartículas de un elemento determinado.

Absorción UV-Vis

Las propiedades ópticas de las nanopartículas difieren de las del metal, por lo que el UV-Vis ofrece la posibilidad de caracterizar NPs. Normalmente, la longitud de onda del máximo de absorción en un espectro de UV-Vis se asocia al tamaño promedio de partícula. Se sabe que las AgNPs tienen un pico de resonancia de plasmón de superficie localizado en la región del UV-Vis.

La banda de plasmones de superficie surge de la existencia de electrones libres en la banda de conducción debido al pequeño tamaño de partícula. Esta banda de absorción se sitúa cerca de los 400 nm en el caso de las AgNPs libres. El desplazamiento de la banda depende del tamaño de la partícula y del entorno químico. Una característica única de estas partículas metálicas sintetizadas es que un cambio en la absorbancia o en la longitud de onda, da una medida del tamaño y

forma de la partícula. Para AgNPs libres la disminución en la absorbancia se puede utilizar como una medida de disolución. Por su parte, un desplazamiento a longitudes de onda mayores es indicativo de la aglomeración de partículas. Cuando la aglomeración está teniendo lugar, la absorbancia del pico de las AgNPs disminuye (Álvaro Abad, 2013).

La presencia de electrones libres en la banda de conducción de la superficie de las nanopartículas metálicas que reciben un haz de luz incidente, induce una excitación colectiva de estos electrones libres, como consecuencia de la fuerte interacción con la luz incidente; se produce una oscilación coherente deslocalizada de los electrones confinados en la superficie de las nanopartículas metálicas, en la interfaz metal-dieléctrico o metal-semiconductor; la excitación electromagnética se llama polaritón del plasmón de superficie; el polaritón es una casi-partícula híbrida resultante del fuerte acoplamiento entre la luz y los electrones libres en la superficie de una NP. Para determinadas frecuencias de la energía incidente, se produce un acoplamiento entre las frecuencias de la onda incidente y de la oscilación del polaritón; este fenómeno se llama resonancia del plasmón de superficie y tiene la capacidad de absorber determinadas frecuencias de la luz incidente y de transmitir las frecuencias no absorbidas que se asocian a un determinado color (ver figura 5) (Sánchez Moreno, 2017).

Figura 3 Clasificación de diferentes morfologías típicas de las AgNPs y su localización en el espectro UV-Vis según la absorción provocada

Aplicación de las AgNPs en la Industria Alimentaria.

La nanotecnología ofrece grandes oportunidades para la obtención de productos y aplicaciones innovadoras en el sector agroalimentario. Estas aplicaciones se están estudiando y desarrollando e incluso utilizando en las diferentes etapas de la cadena

de producción de alimentos, el procesamiento y embalaje de alimentos. El avance en los últimos años se hace palpable en numerosas aplicaciones como:

- El envasado (envases activos y envases inteligentes)
- El desarrollo de nuevos productos (nanoalimentos funcionales, microcápsulas)
- La calidad y la seguridad alimentaria (biosensores).
- La mejora de los procesos de los alimentos (gelatinización, espumas y emulsiones).

Actualmente ya se emplea el término “nanofood”, el cual hace referencia a todo producto alimenticio en donde la nanotecnología ha intervenido en cualquiera de las etapas de su producción, procesamiento, transporte y almacenamiento. Además, se puede destacar su utilización en la fabricación de materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos, ya que sus propiedades biocidas permiten prevenir hasta en un 90% el crecimiento de microorganismos en los alimentos. Los usos más recientes de las AgNPs en este sector, están relacionados con el desarrollo de empaques con recubrimientos antimicrobianos debido al potencial que poseen con funciones en la calidad y seguridad alimentaria. Los recubrimientos con NMs incorporados son útiles para evitar que la comida conservada en estos recipientes se contamine, con el fin de retrasar su maduración y alargar su vida útil. Esto es debido a la liberación lenta de AgNPs de la superficie revestida. Con ello se consiguen envases alimentarios dotados de propiedades antimicrobianas con menor riesgo de migraciones tóxicas al alimento. Es por ello, que estas medidas pueden reducir en gran medida la incorporación de aditivos en el propio alimento (Sánchez Moreno, 2017).

Toxicidad de las nanopartículas de plata.

La exposición del cuerpo humano a las nanopartículas de plata relativamente no tóxica. El empleo de nanopartículas de plata en aplicaciones cotidianas puede producir un efecto de aumento de concentración de nanopartículas en aguas residuales. Esta situación choca frontalmente con el empleo de bacterias nitrificantes en la depuración de aguas residuales ya que el aumento de la

concentración de nanopartículas de plata produciría un efecto bactericida sobre estas nanopartículas beneficiosas disminuyendo su capacidad (Oroz Monge, 2009)

Parte Experimental.

Síntesis de Nanopartículas de Plata

En este trabajo se presenta la preparación de AgNPs sintetizadas a partir de la reducción

química en dos vertientes; asistido por microondas y conducción térmica. Utilizando AgNO3 (Nitrato de Plata) como precursor metálico, Etanol como agente reductos y Polivinilpirrolidona (PVP) como agente pasivante de superficie, con el objeto de que las NPs queden encapsuladas y puedan ser controlados sus tamaños a partir de generar una suspensión coloidal estable. El PVP actúa también como modificadores superficiales de las NPs y permiten su manipulación posterior ya que evitan la aglomeración de las mismas.

El método consiste en preparar cuidadosamente las disoluciones indicadas y combinarlas en viales de vidrio en el siguiente orden: A 100 ml de agua destilada se le agrega 0.5 g de AgNO3 agitando continuamente dentro de un recipiente. El PVP se disuelve en Etanol a una razón de 4 a 1 (10ml de Etanol en 40ml de PVP), luego se dispersa 10ml de la solución PVP-Etanol en 40ml de la solución de agua destilada con AgNO3 y con agitación suave o moderada se promueve la formación de nanopartículas de plata por reducción de los iones Ag. Si se utilizan cantidades mayores de PVP se provoca un aumento en la viscosidad del sistema y con ello la aglomeración y precipitación de las nanopartículas.

Posteriormente, se efectúa un proceso de irradiación con microondas la cual se basa en la aplicación de radiación de microondas como fuente de energía para llevar a cabo las reacciones químicas, así como por conducción de calor.

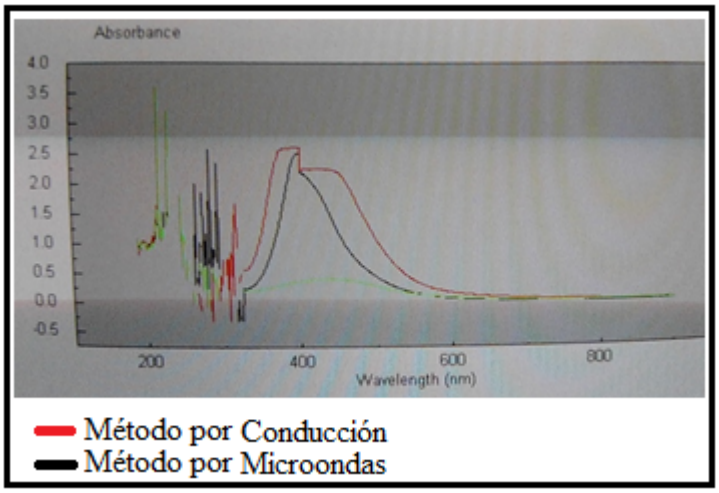
Caracterización de las AgNPs

Identificación de la banda de la resonancia del plasmón.

Con el fin de observar la absorción en la región ultravioleta-visible (UV-Vis) del espectro electromagnético de las muestras de AgNPs, se realizó un barrido desde 190nm hasta 1000nm con un espectrofotómetro Thermo Scientific GENESYS 60S con un solo haz, generado por una lámpara Xe de alta intensidad en un rango de

190 a 1100 nm de laboratorio del Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. Se utiliza celdas de cuarzo con una trayectoria óptica de 10mm.

Figura 4 Comparación del nivel de absorbancia



Determinación del tamaño y la distribución de tamaño de partícula

La evaluación del tamaño y la distribución de las nanopartículas se realizó por microscopía electrónica de barrido de bajo vacío JEOL-TI-100LV, el cual, cuenta con detector de electrones secundario y detector de electrones retrodispersados. Para la toma de las fotografías a escala nanométrica. Adicionalmente, un análisis semicuantitativo de la composición química de la muestra se realizó por espectrometría de dispersión de energías de rayos X (EDX) mediante el sistema acoplado al equipo.

Generalmente, la longitud de onda máximo de absorción varía con el tamaño y la forma de las partículas. La banda de plasmón superficial es sensible a los cambios en la composición de la partícula y a la presencia de moléculas absorbidas. En este sentido, la caracterización óptica de las AgNPs, así como del material compuesto base polimérica y AgNPs, se realizará mediante espectroscopia UV-vis. La cual es una técnica que se basa principalmente, en la absorción de luz visible y ultravioleta de un material a una longitud de onda específica o en un intervalo de longitudes de onda que se pueden relacionar en forma cuantitativa o cualitativa con un espécimen.

Fabricación del empaque de polietileno

El proceso de la elaboración de bolsas plásticas da inicio con la mezcla de 30% de HDPE, 50% de LDPE, 20% DE LLDPE. Antes de introducir la mezcla a la extrusora se realiza la mezcla del material polimérico con las AgNPs, saber las cantidades que debe mezclar de cada material (resina, nanopartículas, etc.) Ya hecha la mezcla del material se procede a vaciar el mismo dentro de la extrusora, esta máquina se encarga de triturar el material por medio de un tornillo sinfín a cierta temperatura. Ya triturado el material, éste sale de la extrusora con la ayuda de una corriente de aire inyectada al proceso, la cual hace que se eleve una burbuja de plástico, esta burbuja es estirada y forma un tubo, este tubo es pasado por un rodillo el cual a la vez va enrollando la tela plástica hasta formar una bobina de cierto peso. En esta parte del proceso se revisan el espesor de la película, velocidad del aire, temperatura y que la salida de la burbuja sea en una forma concéntrica. Terminada la bobina pasa a un espacio determinado para esperar ser cortada según las especificaciones del empaque a elaborarse

Referencias Bibliográficas

Álvaro Abad, I. (2013). Detección, caracterización y cuantificación de nanoparticulas de plata en muestras medioambientales y biológicas.

Arencibia Hernández, M., Torres Alemán, M. A., & Barrios Castellanos, R. (s.f.). Un acercamiento a las nanopartículas de plata y su dosificación en estudios toxicológicos orales.

Ávalos, A., Haza, A., Mateo, D., & Morales, P. (2013). Aplicaciones y riesgos tóxicos por exposición a nanopartículas de plata. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 7(2), 1-23.

Chau, C. F., Shiuan Huei, W., & Gow Chin, Y. (2007). The development of regulations for food nanotechnology. Trends in Food Science & Technology, 18(5), 269-280.

Coutiño, E. M., Ávila Lagunes, L., & Arroyo Helguera, O. (2017). Las nanopartículas de plata: mecanismos de entrada, toxicidad y estrés oxidativo. Revista de Educación Bioquímica, 36(2), 39-54.

Cruz Monterrosa, R., Reséndiz Cruz, V., Landa Salgado, P., & Jiménez Guzmán, J. (2017). Nanotecnología en la industria alimentaria. nanopartículas usadas en la conservación de la carne. AGRO-Productividad, 10(10).

Farrás, M., Grácia, R., & Senovilla, L. P. (2008). Riesgos asociados a la nanotecnología. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 797.

Fúñez, A. A., Duaso, A. I., & Gómez, P. M. (2016). Nanotecnología en la industria alimentaria. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 10(2), 1.

Gómez Leyva, G. (2013). Nanopartículas de plata: tecnología para su obtención, caracterización y actividad biológica. Investigación en Discapacidad, 1(2), 18-22.

Guerrero Dib, X. E., Ortíz Méndez, U., Sepúlveda Guzmán, S., Ferrer Luppi, D., & Yacamán, J. M. (2009). Guerrero Dib, X. E., Ortiz Méndez, U., SepúlvedSíntesis y propiedades de nanopartículas monometálicas y bimetálicas oro-plata. Ingenierías, 12(45), 72.

Heredia, N., Aviña, J. E., Soto, L. S., & García, S. (2014). Productos cárnicos: principales patógenos y estrategias no térmicas de control. Nacameh, 8(1), 20-42.

Martínez, F. M., Zuñiga, E., & Sánchez, A. K. (2013). Método de síntesis de nanopartículas de plata adaptable a laboratorios de docencia relacionado con la nanotecnología. Revista Interdiciplinaria en Nanociencia y Nanotecnología, 6(10).

Méndez Naranjo, K. C., Zuluaga Gallego, R., Giraldo Ramírez, D. P., Bedoya Correa, M. L., Caicedo Palacios, M. L., & Rios Mesa, A. (2014). Tendencias investigativas de la nanotecnología en empaques y envases para alimentos.

Nagasawa, H., Mayurama, M., Komatsu, M., Isoda, S., & Kobayashi, T. (2002). Physical characteristics of stabilized silver nanoparticles formed using a new thermal-decomposition method. physica status solidi, 1(191), 67-76.

Oroz Monge, M. (2009). Nanopartículas de plata: métodos de síntesis en disolución y propiedades bactericidas. Anales de la Real Sociedad Española de Química(1).

Pérez, A. F., & Oliver, A. C. (2015). Nanopartículas de plata en envases de uso alimentario. Revista de Salud Ambiental, 15(2), 80-87.

Quintili, M. (2012). Nanociencia y Nanotecnología... un mundo pequeño. Cuadernos del Centros de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos(42), 125-155.

Rai, M., Yadav, A., & Gade, A. (2009). Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. Biotechnology advances, 1(27), 76-83.

Ramírez, R. M. (2010). Historia de la plata: Su impacto en las antiguas civilizaciones y la sociedad moderna. Revista Digital Universitaria, 11(7), 1-9.

Ricra Mendez, W. I. (2018). Nanopartículas metálicas.

Rodríguez Sauceda, R., Rojo Martínez, G. E., Martínez Ruiz, R., Piña Ruiz, H. H., Ramírez, V. B., Vaquera Huerta, H., & Cong Hermida, M. (2014). Envases inteligentes para la conservación de alimentos. Ra Ximhai, 10(6), 151-173.

Sánchez Moreno, M. (2017). Nanopartículas de plata: preparación, caracterización y propiedades con aplicación en inocuidad de los alimentos.

Schmidt, D., Shah, D., & Giannelis, E. P. (2002). New advances in polymer/layered silicate nanocomposites. Current Opinion in Solid State and Materials Science, 6(3), 205-212.

Sequeira, I. d., Sandigo, V., & Ernesto, F. (2015). Higiene de los alimentos en defensa de la salud. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

Thostenson, E. T., Li, C., & Chou, T. W. (2005). Nanocomposites in context. Composites, science and technology, 65(3-4), 491-516.

Vergara Gómez, A., & Toledo Trejo, E. (2017). Acción bactericida de nanopartículas de plata utilizando extractos de aloe vera. Revista de Simulación y Laboratorio, 4(11), 53-58.

Villamizar, R., & Parra, M. L. (2015). Uso de nanopartículas de plata en el control de microorganismos patógenos presentes en alimentos. Alimentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria, 13(1).

VIBRIO CHOLERAE Y V. PARAHAEMOLYTICUS EN EL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO.

TAMARA CARVAJAL GÓMEZ1 CHRISTIAN REYES VELÁZQUEZ2 MARÍA DEL REFUGIO CASTAÑEDA CHÁVEZ3

RESUMEN.

Los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado han crecido en la última década debido a la ampliación del puerto y al aumento de las actividades industriales que generan un impacto negativo en el ambiente, lo que afecta directamente a los ecosistemas costeros, como es el caso de los arrecifes de coral; estos impactos pueden favorecer la presencia de bacterias de importancia clínica y ambiental, entre ellas las del género Vibrio. Por lo tanto, en el presente trabajo se determinó la concentración de Vibrio spp. y presencia Vibrio cholerae y V. parahaemolyticus en dos temporadas (nortes y secas) en los arrecifes de arrecifes la Gallega, Chopas y En medio del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV). Las concentraciones más altas de Vibrio spp. se encontraron en la temporada de nortes en la Gallega (>1100 NMP/100 ml), mientras que concentraciones menores se presentaron en secas en el arrecife Chopas (569 NMP/100 ml) durante la época de secas. Por otra parte, Vibrio parahaemolyticus tuvo mayor presencia durante la temporada de nortes, mientras que Vibrio cholerae se presentó durante los dos periodos.

Palabras clave: Contaminación antropogénica, Sistema Arrecifal Veracruzano, Vibrio spp.

1 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Río. carvajalgomezt@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Río. christianreyes@bdelrio.tecnm.mx

3 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Río. castanedaitboca@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN.

Las actividades antropogénicas han generado cambios en los ecosistemas de todo el mundo, sobre todo en las regiones costeras como es el caso Veracruz, donde la ampliación del recinto portuario, la llegada de nuevas industrias y el crecimiento demográfico, han contribuido en gran medida con el cambio de uso del suelo y aumento de contaminantes presentes en manglares, lagunas costeras, ríos, playas y arrecifes; lo que genera una mayor presión sobre dichos ecosistemas.

Esta presión generada en los ecosistemas acuáticos, se ve reflejada en la acumulación de contaminantes, los cuales, a través de las corrientes, mareas, y tránsito de embarcaciones, suelen dispersarse en los sistemas acuáticos hasta 100 m a la redonda de la fuente de emisión, según lo reportado por González-Fernández (2010), Goh (2017) demostró que los contaminantes se dispersan hasta zonas con poco flujo donde se acumulan, y que en estos sitios suele haber altas concentraciones bacterianas; mismas que pueden utilizarse como indicadores del grado de contaminación.

Entre los grupos bacterianos más estudiados para determinar la contaminación de origen antropogénico en agua, se encuentran los coliformes y enterococos, cuyos límites máximos de concentraciones y técnicas de detección se pueden encontrar en las Normas Mexicanas para diferentes usos y disposiciones, siendo la de descargas a bienes nacionales y la calidad de las playas para uso recreativo las más empleadas.

Sin embargo, algunos autores como Ishii y Sadowsky; han discutido el uso de estos grupos bacterianos para medir la calidad del agua en climas tropicales con una alta carga de nutrientes, porque podrían no reflejar de forma precisa el origen y magnitud de la contaminación; principalmente porque estos grupos bacterianos pueden encontrarse de forma natural en el medio o tener su origen de una fuente distinta a la antropogénica.

Razón por la cual es necesario recurrir a la búsqueda y evaluación de grupos bacterianos o especies que cumplan con la función de bioindicadoras, como la han hecho Robertson y Tobin en 1983, quienes utilizaron a Vibrio parahaemolyticus como complemento de los coliformes para determinar la contaminación ambiental

aguas de las costas de Nueva Escocia y Osores-Plenge en el 2009 quien los usos para determinar la calidad del agua de uso recreativo, encontrando a Vibrio spp. en todos sus sitios de muestreo incluido el de la desembocadura del río Surco, Perú. Sin embargo, se requiere complementar y corroborar la información existente para la región costero central de Veracruz. Por lo que el objetivo del presente trabajo es determinar la influencia del componente espacio-temporal sobre las concentraciones de las bacterias Vibrio spp. para probar su eficacia biológica como bioindicador de contaminación antropogénica en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV).

METODOLOGÍA.

Área de estudio

El sistema arrecifal Veracruzano se encuentra ubicado en los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado (19º 10’ 48.35” N, 96º 7’ 25.91” O) presenta tres tipos de corrientes litorales durante el año, en invierno (“Nortes”) se generan corrientes superficiales de 15.4 km/h, en el verano (“Suradas”) las corrientes superficiales tienen una velocidad de 8.8 km/h, entre estas dos estaciones existe un corriente transicional con dirección del viento de este a oeste. (Ortiz-Lozano et al., 2010).

Selección y caracterización de los sitios de muestreo

Se seleccionaron tres arrecifes del PNSAV por la distancia que tiene al continente y el posible impacto generado sobre ellos: La Gallega, Chopas y Enmedio; el arrecife La Gallega se encuentra (19°13'11.64"N, 96° 7'38.18"O) dentro del recinto portuario cerca del antiguo fuerte y prisión de San Juan de Ulúa; en él se desarrollan actividades turísticas, pesqueras y actividades típicas del puerto (embarque y desembarque de carga, limpieza de cascos, mantenimiento, entre otras); otra presión importante son las descargas de aguas pluviales y fluviales, por lo que se ve altamente impactado por las actividades antropogénicas. Por otra parte, en los arrecifes de Antón Lizardo: Chopas y En medio, se desarrollan actividades pesqueras y turísticas, sin embargo, Chopas (19° 5'16.42"N, 95°57'56.77"O) es más impactado debido a su cercanía con la costa y las descargas del río Jamapa;

mientras que Enmedio se localiza (19º06´N, 95º56´O) a 7 km de la comunidad de Antón Lizardo por lo que podría presentar un impacto menor respecto a los anteriores.

Muestreo.

Se realizó un muestreo durante la temporada de nortes (abril) y uno en la temporada de secas (junio), en los arrecifes antes mencionados, en La Gallega se tomó en dos puntos de la columna del agua a 0.15 m (superficie) y 1.30 m (fondo); tanto para el arrecife Chopas y de Enmedio las muestras se tomaron a 0.15 m (superficie) y 4 m (fondo). Las muestras fueron colectadas con bolsas estériles marca Whirl-pack (250 ml).

Toma de parámetros

De manera in situ se tomaron la temperatura (°C), salinidad (ppm) y pH, con la sonda multiparamétrica Hanna (HI9829-00042).

Transporte de muestras

Las muestras fueron transportadas al laboratorio de investigación de recursos acuáticos (LIRA), ubicado en el Instituto Tecnológico de Boca del Río; en hieleras de plástico y se mantuvieron a una temperatura de 4°C hasta ser procesadas.

Detección y cuantificación de Vibrio spp.

Para determinar la presencia y concentración de Vibrio spp. se utilizó la metodología modificada de Portillo-López de 1997. Para ello se filtró con una membrana (whatman de 0.45 µm) 100 ml de la muestra de agua.El filtro se colocó en 100 ml de agua peptonada alcalina (APA) y se incubó durante 24 horas a 35 °C, posterior a la incubación se transfirió 1 ml de la disolución primaria a un tubo con 9 ml APA (1:10) el cual se agitó con el fin de mezclar la muestra y de dicho tubo se realizaron cinco disoluciones seriadas (10-5), dichos tubos se incubaron a 35 °C durante 25 horas.

Cada tubo se sembró en una caja Petri con Agar Tiosulfato, Citrato, Sales Biliares y Sacarosa (TCBS) y se incubara por 24 horas a 37 °C, por último, se contaron el número de cajas positivas (colonias típicas de Vibrios) y los resultados se obtuvieron de las tablas obtenidas en BAM de la FDA del 2004.

Determinación de Vibrio cholerae y V. parahemolyticus.

Para la determinación de la especie de Vibrio cholerae y V. parehemolyticus, se analizó el crecimiento de las colonias típicas Vibrio cholera en agar TCBS, la cuales son colonias convexas redondas de 2 a 3 mm, amarillas en el centro y transparente en la orilla. Para V. parahemolyticus consistió en observar colonias redondas verde-azuladas con bordes traslucidos.

RESULTADOS.

Concentración de *Vibrio* spp.

Los resultados de las concentraciones de Vibrio spp. superó el límite de detección para la temporada de nortes en los tres arrecifes (>1100 NMP/100 ml), mientras que en la temporada de secas los resultados tuvieron variación entre 877 y >1100 NMP/100 ml. Esto podría deberse a como lo indica Nobel a la remoción del sedimento originado por algún evento ambiental donde incrementa hasta un 90% las concentraciones bacterianas. (Figura 1)

Figura 1. Valores medios de la concentración de Vibrio spp. (NMP/ 100 ml de agua) de tres arrecifes del PNSAV a dos profundidades, durante las temporadas de nortes y secas.

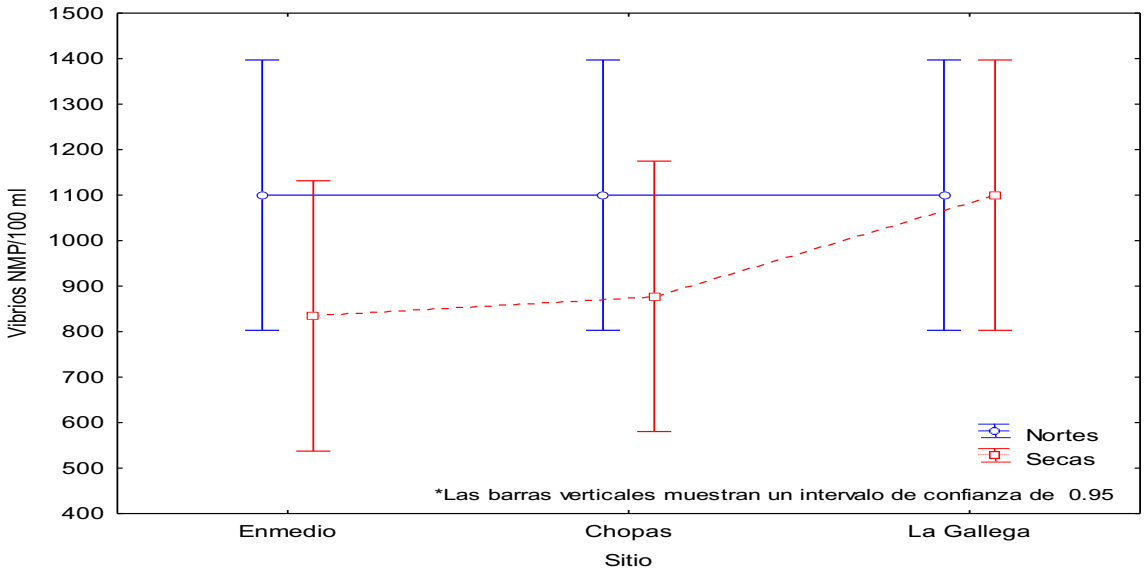
Sitio	Profundidad	Temporada	
		Nortes	Secas
La Gallega	Superficie	>1100 ± 0[a]	>1100 ± 0 [a]
	Fondo	>1100 ± 0 [a]	>1100 ± 0 [a]
Chopas	Superficie	>1100 ± 0 [a]	>1100 ± 0 [a]
	Fondo	>1100 ± 0 [a]	834.5 ± 531 [a]
Enmedio	Superficie	>1100 ± 0 [a]	1100 ± 0 [a]
	Fondo	>1100 ± 0 [a]	877.5 ± 445 [a]

*Valores con literales diferentes indican diferencia significativa con respecto a los valores de P (P≤ 0.05), valores con literales iguales indican que no existe diferencia significativa con respecto a P.

Respecto a las concentraciones de *Vibrio* spp. (NMP/100 ml de agua) para cada uno de los sitios no existió diferencia significativa [KW-H (2,24) = 1.0489, p ≤ 0.005], tampoco existió diferencia significativa con respecto a la temporada [KW-H (1,24) = 2.087, p ≤ 0.005] y la profundidad [KW-H (1,24) = 2.087, p ≤ 0.005].

Sin embargo, se observan una tendencia a mayor concentración con respecto a la temporada de nortes para los tres arrecifes, esto podría deberse a la remoción del sedimento por el efecto de los nortes; según Koh al existir un efecto resuspención de sedimentos las concentraciones aumentan. Con respecto a los sitios, los arrecifes de Chopas y Enmedio se observa que existe menor concentración de Vibrio spp con respecto a la Gallega; lo que coincide con Haller (2019) quien explica que zonas con impacto antropogénico al presentan mayor concentración de Vibrio. (Figura 2)

Figura 2. Variación de la concentración de Vibrio spp. (NMP/100 ml) con respecto al sitio y la temporada.



Presencia de Vibrio cholerae y V. parahemolyticus en los arrecifes del PNSAV.

Todas las profundidades de los tres arrecifes del PNSAV fueron positivos para Vibrio spp. diferenciándose solo la temporada, dado que en la temporada de nortes se observó la presencia de Vibrio parahemolyticus mientras que en la temporada de secas se pudo observar la presencia de V cholera. Esto coincide con lo reportado por Johnson (2010) quien encontró mayor concentración de V. parahemolyticus cuando existía remoción de sedimento aunado a las bajas temperaturas. (Figura 3)

Figura 3. Representación de las presencias y ausencias de Vibrio cholerae y V. parahemolyticus, durante la temporada de secas y nortes, en los tres arrecifes del PNSAV.

Sitio	Temporada	*V. cholerae*	*V.parahemolyticus*
La Gallega	Secas	+	-
	Nortes	+	+
Chopas	Secas	+	-
	Nortes	-	+
Enmedio	Secas	+	-
	Nortes	-	+

CONCLUSIONES

Los resultados nos ayudaron a comprender mejor el comportamiento de Vibrio durante las temporadas, y los sitios, demostrando que su concentración durante la temporada de nortes supera los límites de detección de la prueba, debido a los efectos de remoción en el sedimento, sin embargo, durante la temporada de secas sirvió para demostrar que en áreas con mayor impacto antropogénico suelen tener altas concentraciones de *Vibrio* spp.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Goh, S. G., Bayen, S., Burger, D., Kelly, B. C., Han, P., Babovic, V., & Gin, K. Y.-H. (2017). Occurrence and distribution of bacteria indicators, chemical tracers and pathogenic vibrios in Singapore coastal waters. Marine pollution bulletin, 114(1), 627-634.

González-Fernández, D., Garrido-Pérez, M., Nebot-Sanz, E., & Sales-Márquez, D. (2011). Fecal pollution in coastal marine sediments from a semi-enclosed deep embayment subjected to anthropogenic activities: an issue to be considered in environmental quality management frameworks development. EcoHealth, 7(4), 473-484.

González-Zuarth, C., Vallarino, A., Pérez-Jiménez, J., & Low-Pfeng, A. (2014). Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental. ECOSUR, México.

Haller, L., Amedegnato, E., Poté, J., Wildi, W. J. W., Air,, & Pollution, S. (2009). Influence of freshwater sediment characteristics on persistence of fecal indicator bacteria. 203(1-4), 217-227.

Ishii, S., & Sadowsky, M. J. (2008). Escherichia coli in the environment: implications for water quality and human health. Microbes and Environments, 23(2), 101-108.

Johnson, C. N., Flowers, A. R., Noriea, N. F., Zimmerman, A. M., Bowers, J. C., DePaola, A., & Grimes, D. J. (2010). Relationships between Environmental Factors and Pathogenic Vibrios in the Northern Gulf of Mexico. Applied and Environmental Microbiology, 76(21), 7076-7084. doi: 10.1128/aem.00697-10

Miller, W., Miller, M., Gardner, I., Atwill, E., Byrne, B., Jang, S., & Paradies, D. (2006). Salmonella spp., Vibrio spp., Clostridium perfringens, and Plesiomonas shigelloides in marine and freshwater invertebrates from coastal California ecosystems. Microbial ecology, 52(2), 198-206.

Noble, R. T., Weisberg, S. B., Leecaster, M. K., McGee, C. D., Dorsey, J. H., Vainik, P., & Orozco-Borbón, V. (2003). Storm effects on regional beach water quality along the southern California shoreline. Journal of Water and Health, 1(1), 23-31. doi: 10.2166/wh.2003.0004

Ortiz-Lozano L., Granados-Barba A, Espejel I., Salas-Pérez J., & C., G.-G. (2015). Parque Nacional Sistema: The Veracruz to Antón Lizardo coastal zone: a vulnerability analysis of its environmental services. Revista digital E-BIOS, 2, 151-178.

Osores Plenge, F., Roca Reyes, J. C., Rosas Ramos, W., & Domínguez, N. (2009). Presencia de bacterias patógenas en las aguas de la desembocadura del Río Surco y la Playa La Chira, Lima, Perú, Junio 2009. Acta Médica Peruana, 26(4), 243-246.

Polanía, J. (2010). Indicadores biológicos para el monitoreo de puertos en Colombia. Gestión y Ambiente, 13(3), 75-86.

Portillo-López, A., & Lizarraga-Partida, L. (1997). Detection of vibrio cholerae 01 in different habitats of todos santos bay, baja california, mexico. Ciencias Marinas, 23(4), 435-447.

Robertson, W., & Tobin, R. S. (1983). The relationship between three potential pathogens and pollution indicator organisms in Nova Scotian coastal waters. Canadian journal of microbiology, 29(10), 1261-1269.

IMPACTO SOCIAL DE LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN EL ITSSNP.

RAFAEL GARRIDO ROSADO1 SERGIO HERNÁNDEZ CORONA2 ABRAHAM MORALES TAMANIS3

RESUMEN

Se tiene como objetivo general, evaluar la viabilidad de los SCAP (Sistemas de Captación de Agua Pluvial) en el ITSSNP a través de la medición del grado de impacto social, basados en una metodología de investigación propia, la cual está dividida en 3 etapas; Teórica, Práctica y de Análisis. Se obtienen como resultados de la realización de una encuesta a la sociedad los impactos: Social, dando a conocer a la población los beneficios de la captación de agua, el funcionamiento y construcción de los SCAP, obteniendo un grado de participación muy bueno. Ambiental, basado en disminuir el consumo de agua potable, obtenida de la emanación de mantos acuíferos dañados por una sobre explotación, al implementar los SCAP, se brinda una solución sustentable, que genera una nueva alternativa de suministro de agua en cantidad y calidad para la población. Económico, realizando cálculos financieros, la inversión se recupera en un promedio de año y medio lo cual arroja que los SCAP son rentables. La implementación de un SCAP es una excelente alternativa para abastecer necesidades básicas, gracias a que el agua pluvial es un recurso natural que la población no aprovecha en su totalidad, siendo una opción para tener una mejor calidad de vida en el futuro.

Palabras clave: Agua, Captación, Impacto, Pluvial, Sistemas.

ABSTRACT

We have as a general objective to evaluate the viability of the SCAP (Rainwater Collection Systems) in the ITSSNP through the measurement of the degree of social impact, based on its own research methodology, which is divided into 3 stages;

1 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla. jorge.george.luis@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla. ing.marcossosa@outlook.com

3 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla. rgarrido_80@hotmail.com

Theoretical, Practice and Analysis. The following impacts are obtained as a result of carrying out a social survey: Social, informing the population of the benefits of collecting water, the operation and construction of the SCAP, obtaining a very good degree of participation. Environmental, based on reducing the consumption of drinking water, obtained from the emanation of aquifers damaged by over exploitation, by implementing the SCAP, a sustainable solution is provided, which generates a new water supply alternative in quantity and quality for the population. Economic, making financial calculations, the investment is recovered in an average of a year and a half which shows that the SCAP are profitable. The implementation of a SCAP is an excellent alternative to supply basic needs, thanks to the fact that rainwater is a natural resource that the population does not take advantage of in its entirety, being an option to have a better quality of life in the future.
Keywords: *Catchment, Impact, Rain, Systems, Water.Introducción.*

INTRODUCCIÓN.

La tierra en que nacemos, crecemos y nos desarrollamos es hermosa a nuestros ojos, su clima, vegetación y especies animales que lo habitan le dan colorido y variedad. Todos los seres humanos formamos parte de este lugar y los recursos naturales son nuestra principal fuente de sobrevivencia, por lo tanto, somos responsables de mantener y conservar el sitio donde habitamos.

Para el desarrollo de cualquier especie, incluida la humana, el agua es un recurso básico: sin agua, no habría vida. Cobra mayor importancia cuando hablamos de sociedades desarrolladas, ya que se requiere de ella tanto para su uso doméstico como industrial, sobre todo en grandes ciudades como la Ciudad de México.

Las lluvias, de carácter irregular e impredecible en ocasiones, se aprovecharon y canalizaron mediante sistemas naturales (manantiales, arroyos, ríos) o mediante sistemas artificiales que captaban y retenían el agua de lluvia para desviarla a los campos de cultivo. Gran parte de las obras hidráulicas que pertenecieron al señorío tencha de fines del Siglo XVI fueron incorporadas a la red urbana actual. Los lagos de la cuenca de México fueron aprovechados y manipulados artificialmente para

servir a distintos propósitos, ya fuera separar las aguas dulces de las saladas, crear suelos para uso agrícola o habitacional y para abastecer a la población.

En las viviendas, el agua se almacenaba en recipientes de barro, enterrados o al aire libre, así como en piletas de barro, cal y canto, piedra, excavados en el suelo, recubiertos o no, con piedra o argamasa y estuco. Otros depósitos subterráneos eran los chultunes o cisternas mayas, muchos persisten hasta el presente.

METODOLOGÍA.

En los últimos años, en el Municipio de Zacatlán, no se ha visto que se aprovechen los Sistemas de Captación de Agua Pluvial como una alternativa de obtención de agua potable, siendo que en el mismo ya se está presentando la escasez de agua, esto es porque los mantos acuíferos que abastecen a esta ciudad se han visto dañados debido al deterioro del ecosistema del lugar y de la erosión del suelo, que han sido afectados por diversos factores. Dentro de los aspectos que se consideran determinantes para que se dé este desaprovechamiento se encuentran:

La falta de interés en la implementación de los sistemas de captación por parte de la población y por parte del gobierno.

No hay una buena difusión sobre este tema, no se han brindado conferencias, talleres y demás a la sociedad, y si los hay, es muy poca la gente que se entera y la que está impulsando estos sistemas de captación.

La falta de información de la sociedad sobre la viabilidad, rentabilidad, beneficios y los impactos que generan los sistemas de captación.

La ideología de la población sobre los sistemas de captación al pensar que estos son muy caros, no son rentables o que no son necesarios.

No se ha vuelto una necesidad implementar los sistemas de captación en gran parte de la región debido a que se cuenta con acceso a arroyos, mantos acuíferos, pozos y a que se tiene abastecimiento de agua potable por parte de SOSAPAZ.

La falta de apoyo a los proyectos de implementación de sistemas de captación, por parte del gobierno con el recurso económico, y de los expertos en el tema para llevar a cabo su correcta implementación.

Establecimiento de la (s) Hipótesis.

Ho: Será posible determinar que los SCAP (Sistemas de Captación de Agua Pluvial) tengan un alto grado de impacto social en las instalaciones del ITSSNP.

HI: No es posible determinar que los SCAP (Sistemas de Captación de Agua Pluvial) tengan un alto grado de impacto social en las instalaciones del ITSSNP.

Objetivo General.

Evaluar la viabilidad de los SCAP (Sistemas de Captación de Agua Pluvial) en el ITSSNP a través de la medición del grado de impacto social para darlo a conocer a la sociedad y aprovechar el funcionamiento de los mismos.

Desarrollo de la investigación.

Población y Muestra.

En cualquier investigación que se realice, se debe tomar una muestra de sujetos que serán quienes participen en la misma. En general se habla mucho en estos casos acerca de que la muestra que se tome debe ser representativa. Esto es así, ya que este es uno de los aspectos que serían necesarios para asegurar la validez externa de la investigación. “La validez externa se halla asociada a la generalización y representatividad de los logros de la investigación”, (Arnau Gras, J. 1982, pág. 351).

Si investiga, no es únicamente para enterarse qué pasa con esa muestra de sujetos en particular, sino que el objetivo es poder extender esos resultados a otros sujetos y situaciones, de ahí que resulte de fundamental importancia el tema de la validez externa y uno de sus aspectos que es, si la muestra utilizada es suficientemente representativa de la población de referencia para poder extender los resultados obtenidos en aquella a esta. Cabe aclarar que dentro de la validez externa también se tiene lo que se da en llamar validez ecológica, o sea, “la posibilidad de generalizar a una situación natural los resultados obtenidos en otra artificial”, (Pereda Marín, S. 1987, pág. 261).

Además del elemento principal que es la elección al azar de los sujetos, hay otros procedimientos que se pueden emplear para garantizar de mejor manera la representatividad de la muestra, tal como menciona Pereda Marín, S. (1987); estos son: la estratificación y la proporcionalidad. De esta manera dentro de los muestreos

probabilísticos tenemos, como menciona Cortada de Kohan, N. (1994): muestreo al azar simple, muestreo sistemático, muestreo estatificado al azar, muestreo estratificado proporcional, muestreo estratificado no proporcional y muestreo por conglomerados. En un muestreo al azar simple, se utiliza algún procedimiento al azar para elegir a los sujetos de la población que van a formar parte de la muestra. El estadístico es una estimación del valor del parámetro y como con cualquier estimado, nunca se puede estar totalmente seguros de que nuestro estimado de un parámetro es exacto. Sin embargo, si podemos encontrar un rango de valores que nos dé cierto nivel de confianza de que el parámetro debe caer en él. Tal rango se llama intervalo de confianza, Clark-Carter, D. (2002) (pág. 163).

Hay una relación entre el tamaño de la muestra y la medida en que la misma es representativa. “Tener una muestra que contenga las características de la población no es suficiente. Necesita tener un cierto tamaño para que quede libre de esos errores que pueden ocurrir por azar y anularían la representación de la muestra”, León, O.G. y Montero, I. (2003) (pág. 110). “Ciertamente, la única muestra igual a la población es la población misma. A medida que se aumenta el tamaño de la muestra, se irán incluyendo más y más sujetos con diferentes aspectos que caracterizan a la población” Pereda Marín, S. (1987) (pág. 126). Además, el tamaño de la muestra tiene una directa relación con el intervalo de confianza que se plantea para las estimaciones de la muestra. “Cuanto mayor sea la muestra, tanto menor será el rango del intervalo de confianza para el mismo nivel de confianza; es decir, podemos determinar con mayor exactitud el parámetro de la población”, Clark-Carter, D. (2002) (pág. 165).

Tamaño de la Muestra Poblacional.

El ITSSNP cuenta con 1826 estudiantes y personal que labora dentro del mismo, se trabaja con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

Fórmula:

$$n = \frac{(k^2)(p)(q)(N)}{\left(e^2(N-1)\right) + (k^2)(p)(q)}$$

Dónde:

- N: tamaño de la población o universo (posibles encuestados).
- K: constante que depende del nivel de confianza que se asigne.
- e: error muestral deseado.
- p: proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio.
- q: proporción de individuos que no poseen esa característica, 1 -p.
- n: tamaño de la muestra.
- Los valores k más utilizados y sus niveles de confianza son:

K	**1.15**	**1.28**	**1.44**	**1.65**	**1.96**	**2**
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95.5%

Fuente Propia.

Fórmula sustituida:

$$n = \frac{(1.96^2)(.5)(.5)(1826)}{\left(.05^2(1826-1)\right) + (1.96^2)(.5)(.5)}$$

Resultado: n = 317.53 = 318

Por ello se aplicarán a 318 personas el cuestionario previamente elaborado.

Sujeto de la Investigación.

En la presente investigación participaron 318 estudiantes universitarios de las ocho carreras que integran la institución tales como: Ingeniería Industrial, Ingeniería Informática, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Forestal, Ingeniería en Industrias Alimentarias, Innovación Agrícola Sustentable, Contador Público y Gastronomía. El método de la muestra fue a través de un muestreo al azar simple, se utilizó este procedimiento al azar para elegir a los sujetos de la población que van a formar parte de la muestra (Cortada de Kohan, N, 1994). Por esto se consideran estos alumnos hombres y mujeres de estatus socioeconómicos baja, media y alta y en una edad aproximada de 18 a 22 años.

Encuesta.

La técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz. Se puede definir la encuesta, siguiendo a García Ferrando (1993), como una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características. Para Sierra Bravo (1994), la observación por encuesta, que consiste igualmente en la obtención de datos de interés sociológico mediante la interrogación a los miembros de la sociedad, es el procedimiento sociológico de investigación más importante y el más empleado.

En la planificación de una investigación utilizando la técnica de encuesta se pueden establecer las siguientes etapas de Santesmases (1998):

Identificación del problema.

Determinación del diseño de investigación.

Especificación de las hipótesis.

Definición de las variables.

Selección de la muestra.

Diseño del cuestionario.

Organización del trabajo de campo.

Obtención y tratamiento de los datos.

Análisis de los datos e interpretación de los resultados.

Como ya se ha mencionado, el objetivo fundamental de este trabajo es la elaboración del cuestionario; sin embargo, se considera que, aunque sea brevemente, deben describirse los aspectos básicos que constituyen una investigación utilizando la técnica de encuesta.

Diseño del Cuestionario.

El instrumento básico utilizado en la investigación por encuesta es el cuestionario, que se puede definir como el documento que recoge de forma organizada los indicadores de las variables implicadas en el objetivo de la encuesta. (Padilla,

González, 1998). De esta definición se puede concluir que la palabra encuesta se utiliza para denominar a todo el proceso que se lleva a cabo, mientras la palabra cuestionario quedaría restringida al formulario que contiene las preguntas que son dirigidas a los sujetos objeto de estudio. El objetivo que se persigue con el cuestionario es traducir variables empíricas, sobre las que se desea información, en preguntas concretas capaces de suscitar respuestas fiables, válidas y susceptibles de ser cuantificadas. Como ya se mencionó, el guión orientativo del que se debe partir para diseñar el cuestionario lo constituyen las hipótesis y las variables previamente establecidas.

En esta fase preliminar, antes de la redacción de las preguntas, se debe tener en cuenta también las características de la población y el sistema de aplicación que va a ser empleado, ya que estos aspectos tendrán una importancia decisiva a la hora de determinar el número de preguntas que deben componer el cuestionario, el lenguaje utilizado, el formato de respuesta y otras características que puedan ser relevantes. En este sentido, y como ya se ha mencionado, si no se tiene un buen conocimiento de la población objeto de estudio, puede ser de gran utilidad el uso de técnicas cualitativas, como el grupo de discusión o las entrevistas con informadores clave. (Steiner 1999).

En el caso del cuestionario simple, con estas preguntas de estimación no se pretende obtener una puntuación para cada uno de los sujetos que participan en la investigación, sino simplemente una distribución de frecuencias de las respuestas emitidas. Si se obtuviera una puntuación para cada uno de los sujetos, constituida por la suma de las respuestas escalares dadas a varios ítems, se estaría hablando de una escala, generalmente destinada a medir actitudes o estados subjetivos. Habitualmente, como procedimientos escalares se utilizan los rangos sumativos (Likert), los intervalos aparentemente iguales (Thurstone), el Método de Guttman, etc. La construcción de estos instrumentos de medida presenta peculiaridades respecto al cuestionario simple, objeto de este trabajo, y tienen, en muchos aspectos, un tratamiento estadístico distinto. (Casas, Repullo 2001). A continuación, se presenta el instrumento de medición a utilizar en el proceso de investigación el cual consta de 6 variables con 5 preguntas cada una.

Instrumento de Medición.

Encuesta.

Se pretende realizar una encuesta a una determinada muestra poblacional de alumnos y del personal que labora en el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla, para obtener información acerca del conocimiento sobre los sistemas de captación de agua pluvial, esto en base a la escala de medición Likert para la clasificación y medición de las respuestas de un Cuestionario, y así poder hacer posteriormente un análisis de los resultados obtenidos.

Metodología de la investigación.

La metodología de la investigación que se implementó está dividida en 3 etapas las cuales son:

Etapa Teórica.

Concebir la Idea a Investigar y sus Antecedentes.

Elaborar el Planteamiento del Problema.

Definir los Objetivos General y Específicos.

Elaborar la Justificación.

Elaborar el Marco Teórico y Estado del Arte.

Definir la Investigación y el Alcance.

Formular las Hipótesis.

Seleccionar la Muestra Apropiada para la Investigación.

Determinación del Tipo de Estudio.

Etapa Práctica.

Selección, Diseño y Prueba de los Instrumentos de Medición y Recolección de Datos.

Aplicación del Instrumento de Medición (Encuestas).

Recolección de Datos de Campo.

Etapa de Análisis.

Procesamiento y Análisis de la Información.

Elaboración del Reporte de Resultados y Representación Gráfica.

Elaboración del Presupuesto o Financiamiento.

Comprobación de la Hipótesis.

Síntesis y Conclusiones.

RESULTADOS.

Los resultados que se presentan de un total de 318 estudiantes encuestados bajo un instrumento de medición con 5 variables tales como: consumo de agua, Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCAP), aceptabilidad social externa de los SCAP, aceptabilidad social interna de los SCAP, Sustentabilidad de la captación y los beneficios económicos de la captación de los cuales con cada uno se realizó una comparación con una prueba de hipótesis ya que esta se retiene como un valor aceptable del parámetro, si es consistente con los datos y si no lo es se rechaza. (Wiersma y Jurs, 2008; Gordon, 2010). De las preguntas que tienen las variables se presentan a continuación:

Variable 1

- Existe gran cantidad de consumo de agua en la Sierra Norte de Puebla.

Existe evidencia significativa de que si hay gran consumo de agua en la Sierra Norte de Puebla ya que 130 personas equivalente al 40.9% están de acuerdo y 101 personas equivalente al 31.8 están totalmente de acuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 0.673 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutierrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 0.673 < 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable aceptando la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa, que establece que no existe gran cantidad de consumo de agua en la Sierra Norte de Puebla.

Variable 2

- Es conveniente utilizar o suministrar agua pluvial en la región para las labores del hogar.

Existe evidencia significativa de que es conveniente utilizar o suministrar agua pluvial en la región para las labores del hogar ya que 144 personas equivalente al

45.3 % están totalmente de acuerdo y 124 personas equivalentes al 39% están de acuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 4.151 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 4.151 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, que establece que si es conveniente utilizar o suministrar agua pluvial para realizar algunas de las labores básicas del hogar.

Variable 3

- Es conveniente utilizar o suministrar el agua potable de la red en la región para las labores del hogar.

Existe evidencia significativa de que es conveniente utilizar o suministrar agua pluvial de la red en la región para las labores del hogar ya que 137 personas equivalente al 43.1% están de acuerdo y 97 personas equivalentes al 30.5% están completamente de acuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 6.236 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 4.151 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, que establece que si es conveniente utilizar o suministrar agua potable de la red en la región realizar las labores básicas del hogar.

Variable 4

- Existe desperdicio de agua potable por descargas de baño en la región.

Se encuentra evidencia significativa de que existe desperdicio de agua potable por descargas de baño en la región ya que 153 personas equivalente al 48.1% están completamente de acuerdo y 105 personas equivalentes al 33% están de acuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 4.305 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 4.151 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, que establece que si existe desperdicio de agua potable por descargas de baño en la región.

Variable 5

- Puede servir el agua pluvial como una alternativa para ser utilizada para las descargas de baño.

Se encuentra evidencia significativa de que puede servir el agua pluvial como una alternativa para ser utilizada para las descargas de baño ya que 196 personas equivalente al 61.7% están completamente de acuerdo y 72 personas equivalentes al 22.6% están de acuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 6.026 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 6.026 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, que establece si puede servir el agua pluvial como una alternativa para ser utilizada para las descargas de baño.

Variable 6

- Se puede ahorrar el consumo de agua potable con la implementación de sistemas de captación de agua pluvial en la Sierra Norte de Puebla.

Se encuentra evidencia significativa de se puede ahorrar el consumo de agua potable con la implementación de sistemas de captación de agua pluvial en la Sierra Norte de Puebla ya que 166 personas equivalente al 52.2% están completamente de acuerdo y 119 personas equivalentes al 37.46% están de acuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 7.85 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 7.85 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, que establece sí se puede ahorrar el consumo de agua potable con la implementación de sistemas de captación de agua pluvial en la Sierra Norte de Puebla.

Variable 7

- Crees que un sistema de captación de agua de lluvia es adecuado para disminuir el consumo de agua potable.

Se encuentra evidencia significativa de que un sistema de captación de agua de lluvia es adecuado para disminuir el consumo de agua potable ya que 143 personas equivalente al 45% están completamente de acuerdo y 118 personas equivalentes al 37.1% están de acuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 3.671 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 3.671 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, que establece que los sistemas de captación de agua de lluvia pueden ayudar a disminuir el consumo de agua potable.

Variable 8

- Crees que un sistema de captación de agua de lluvia es necesario en estos tiempos.

Se encuentra evidencia significativa de que un sistema de captación de agua de lluvia es necesario en estos tiempos ya que 180 personas equivalente al 56.7% están completamente de acuerdo y 90 personas equivalentes al 28.3% están de acuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 4.33 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 4.33 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, que establece que los sistemas de captación de agua de lluvia pueden ser necesarios en estos tiempos que se están viviendo.

Variable 9

- Crees que la estructura de un sistema de captación de agua de lluvia es compleja.

Se encuentra evidencia significativa de que la estructura de un sistema de captación de agua de lluvia es compleja ya que 52 personas equivalente al 46.4% están completamente de acuerdo, 130 personas equivalentes al 40.9% están de acuerdo y 96 personas equivalentes al 30.2% están en ni acuerdo ni desacuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 1.24 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 1.24 < 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable aceptando la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa, que establece que no es compleja la estructura de un sistema de captación de agua de lluvia.

Variable 10

- Crees que es viable el instalar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar.

Se encuentra evidencia significativa de que un sistema de captación de agua de lluvia es viable para instalarlo en el hogar ya que 142 personas equivalente al 44.6% están completamente de acuerdo y 121 personas equivalentes al 38.1% están de acuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 3.924 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 3.924 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, que establece que es viable el instalar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar.

Variable 11

- Crees que cuentas con un servicio de agua potable adecuado.

Se encuentra evidencia significativa de que se cuenta con un servicio de agua potable adecuado ya que 46 personas equivalente al 14.4% están completamente de acuerdo y 129 personas equivalentes al 40.6% están de acuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 1.225 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 1.225 < 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable aceptando la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa, que establece no se cuenta con un servicio de agua potable adecuado.

Variable 12

- Si una comunidad no tiene acceso al agua potable, se creería que un sistema de captación de agua de lluvia les resultaría beneficioso.

Se encuentra evidencia significativa de que, si una comunidad no tiene acceso al agua potable, se creería que el sistema de captación de agua pluvial les resultaría beneficioso ya que 169 personas equivalente al 53.1% están completamente de acuerdo y 113 personas equivalentes al 35.5% están de acuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 7.519 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es

representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 7.519 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, que establece que resulta beneficioso un sistema de captación de agua de lluvia para una comunidad que no tiene acceso al agua potable.

Variable 13

- Crees que es difícil instalar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar.

Se encuentra evidencia significativa de que es difícil instalar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar ya que 33 personas equivalente al 10.4% están completamente de acuerdo, 100 personas equivalentes al 31.4% están de acuerdo y 125 personas equivalentes al 39.3% no están en ni acuerdo ni desacuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 4.736 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 4.736 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, estableciendo que es difícil instalar un sistema de captación de agua de lluvia en los hogares.

Variable 14

- Implementarías un sistema de captación de agua de lluvia en tu hogar para resolver necesidades básicas.

Se encuentra evidencia significativa de que es difícil instalar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar ya que 33 personas equivalente al 10.4% están completamente de acuerdo, 100 personas equivalentes al 31.4% están de acuerdo y 125 personas equivalentes al 39.3% no están en ni acuerdo ni desacuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 4.736 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 4.736 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, estableciendo que sí implementarían un sistema de captación de agua de lluvia en sus hogares para resolver necesidades básicas.

Variable 15

- Crees que es viable construir sistemas de captación de agua pluvial en estos tiempos.

Se encuentra evidencia significativa de que es viable construir sistemas de captación de agua pluvial en estos tiempos ya que 147 personas equivalente al 46.2% están completamente de acuerdo, 129 personas equivalentes al 40.6% están de acuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 5.269 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 5.269 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, estableciendo que es viable construir sistemas de captación de agua pluvial en estos tiempos.

Variable 16

- Crees que tienes un servicio de agua potable adecuado en el ITSSNP.

Se encuentra evidencia significativa de que no se tiene un servicio adecuado de agua potable en el instituto ya que 44 personas equivalente al 13.8% están completamente de acuerdo, 128 personas equivalentes al 40.3% están de acuerdo y 102 personas equivalentes al 32.1% están en ni acuerdo ni desacuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 0.294

y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 0.294 < 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable aceptando la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa, que establece que no se tiene un servicio adecuado de agua potable en la institución.

Variable 17

- Crees que los sistemas de captación de agua pluvial resultan beneficiosos para el instituto.

Se encuentra evidencia significativa de que los sistemas de captación resultan beneficios para el instituto ya que 145 personas equivalente al 45.7% están completamente de acuerdo, 127 personas equivalentes al 39.9% están de acuerdo. Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 4.744 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 4.744 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, estableciendo que resulta beneficioso para el instituto los sistemas de captación de agua pluvial.

Variable 18

- Crees que es difícil instalar un sistema de captación de agua de lluvia dentro de la institución.

Se encuentra evidencia significativa de que es difícil instalar un sistema de captación de agua de lluvia dentro de la institución ya que 47 personas equivalente al 14.9% están completamente de acuerdo, 100 personas equivalentes al 31.4% están de acuerdo y 107 personas equivalente al 33.6% están en ni acuerdo ni desacuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 5.6 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada

de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 5.6 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, estableciendo que es difícil instalar un sistema de captación de agua de lluvia dentro de la institución.

Variable 19

- Instalarías un sistema de captación de agua de lluvia en el ITSSNP.

Se encuentra evidencia significativa de que es difícil instalar un sistema de captación de agua de lluvia dentro de la institución ya que 135 personas equivalente al 42.8% están completamente de acuerdo y 121 personas equivalentes al 38.1% están de acuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 2.682 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 2.682 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, estableciendo que los alumnos instalarían un sistema de captación de agua de lluvia en el ITSSNP.

Variable 20

- Crees que la institución te otorgue los permisos necesarios para construir un sistema de captación de agua de lluvia.

Se encuentra evidencia significativa de que la institución otorga los permisos necesarios para construir un sistema de captación de agua de lluvia ya que 75 personas equivalente al 23.6% están completamente de acuerdo, 116 personas equivalentes al 36.5% están de acuerdo y 94 personas equivalentes al 29.6% están en ni acuerdo y ni desacuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 3.1 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t

(Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 3.1 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, estableciendo que la institución otorgue los permisos necesarios para construir un sistema de captación de agua de lluvia.

Variable 21

- Crees que hay un ahorro de la cantidad en litros de agua potable obtenida de la red de distribución al implementar un sistema de captación de agua de lluvia en tu hogar.

Se encuentra evidencia significativa de que existe un ahorro de la cantidad en litros de agua potable obtenida de la red de distribución al implementar un sistema de captación de agua de lluvia en el hogar ya que 94 personas equivalente al 29.6% están completamente de acuerdo y 160 personas equivalentes al 50.3% están de acuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 0.525 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 0.525 < 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable aceptando la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa, que establece que hay un ahorro en la cantidad de litros de agua potable obtenida de la red de distribución al implementar un sistema de captación de agua de lluvia en el hogar.

Variable 22

Crees que es lo mismo para el medio ambiente, el captar agua de lluvia y utilizarla a utilizar el agua potable suministrada de la red pública.

Se encuentra evidencia significativa de que es lo mismo para el medio ambiente, el captar agua de lluvia y utilizarla a utilizar el agua potable suministrada de la red pública ya que 42 personas equivalente al 13.2% están completamente de acuerdo, 111 personas equivalentes al 34.9% están de acuerdo y 84 personas equivalentes al 26.4% están en ni acuerdo y ni desacuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 3.676 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 3.676 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, que es lo mismo para el medio ambiente el captar agua de lluvia y utilizala a utilizar el agua potable suministrada de la red pública.

Variable 23

- Crees que al implementar un sistema de captación de agua de lluvia en tu hogar se esté dañando al medio ambiente.

Se encuentra evidencia significativa de que al implementar un sistema de captación de agua de lluvia en el hogar no está dañando al medio ambiente ya que 108 personas equivalente al 34% están totalmente en desacuerdo y 74 personas equivalentes al 23.3% están en desacuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 0.53 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 0.53 < 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable aceptando la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa, que establece que al implementar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar no se está dañando al medio ambiente.

Variable 24

- Crees que la implementación de un sistema de captación de agua de lluvia ayuda considerablemente al ambiente.

Se encuentra evidencia significativa de que al implementar un sistema de captación de agua de lluvia ayuda considerablemente al medio ambiente ya que 131 personas equivalente al 41.2% están completamente de acuerdo y 123 personas equivalentes al 38.7% están de acuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 2.439 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 2.439 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, que la implementación de un sistema de captación de agua de lluvia ayuda considerablemente al medio ambiente.

Variable 25

- Crees que la captación de agua de lluvia mejore la calidad de vida de las personas.

Se encuentra evidencia significativa que la captación de agua de lluvia no mejora la calidad de vida de las personas ya que 95 personas equivalente al 29.9% están totalmente en desacuerdo y 131 personas equivalentes al 41.2% están en desacuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 0.462 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 0.462 < 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable aceptando la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa, que los sistemas de captación de agua de lluvia no mejoran la calidad de vida de las personas.

Variable 26

- Crees que los sistemas de captación de agua de lluvia son costosos.

Se encuentra evidencia significativa de que los sistemas de captación de agua de lluvia son costosos ya que 36 personas equivalente al 11.3% están completamente de acuerdo, 102 personas equivalentes al 32.1% están de acuerdo y 127 personas equivalente al 39.9% están en ni acuerdo ni desacuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 5.752

y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 5.752 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, que las implementaciones de un sistema de captación de agua de lluvia son costosas.

Variable 27

- Crees que el adaptar un sistema de captación de agua pluvial en tu hogar resulte costoso.

Se encuentra evidencia significativa que la captación de agua de lluvia en el hogar de las personas no resulta costosa ya que 41 personas equivalente al 12.9% están totalmente en desacuerdo, 112 personas equivalentes al 35.2% están en desacuerdo y 117 personas equivalentes al 36.8% no están en ni acuerdo ni desacuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 0.33 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 0.33 < 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable aceptando la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa, demostrando que no resulta costoso adaptar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar.

Variable 28

- Crees que el mantenimiento a un sistema de captación de agua pluvial resulta costoso.

Se encuentra evidencia significativa de que los sistemas de captación de agua de lluvia en su mantenimiento pueden resultar costosos ya que 40 personas equivalente al 12.5% están completamente de acuerdo, 102 personas equivalentes al 32.1% están de acuerdo y 116 personas equivalente al 36.5% están en ni acuerdo ni desacuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 5.615 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 5.615 > 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, que el mantenimiento a un sistema de captación de agua pluvial puede resultar costoso.

Variable 29

- Crees que hay un ahorro económico de agua potable obtenida de la red de distribución al implementar un sistema de captación de agua de lluvia en tu hogar.

Se encuentra evidencia significativa de que hay un ahorro económico de agua potable obtenida de la red de distribución al implementar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar ya que 100 personas equivalente al 31.5% están totalmente en desacuerdo, 140 personas equivalentes al 44% están en desacuerdo y 58 personas equivalentes al 18.2% no están en ni acuerdo ni desacuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 1.262 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 1.262 < 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable aceptando la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa, demostrando que no hay un resultado económico de agua potable obtenida de la red de distribución al implementar un sistema de captación de agua de lluvia en tu hogar.

Variable 30

- Crees que sea rentable el instalar un sistema de captación de agua pluvial en tu hogar.

Se encuentra evidencia significativa que no es rentable el instalar un sistema de captación de agua pluvial en un hogar ya que 103 personas equivalente al 32.4%

están totalmente en desacuerdo, 136 personas equivalentes al 42.8% están en desacuerdo y 67 personas equivalentes al 19.5% no están en ni acuerdo ni desacuerdo.

Esto se presenta con la prueba de hipótesis planteada en esta variable, ya que con nivel de confianza del 95% y un error del 5%, el resultado de la prueba t es de 0 y el valor de tablas es de 1.96, por lo que el criterio de rechazo de H0 es representada de la siguiente manera: t calculada > t α representado por el valor de tabla t (Gutiérrez Pulido, 2008). Lo cual se expresa 0 < 1.96 por lo que el estadístico de prueba (t) calculado es aceptable aceptando la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa, demostrando que no es rentable el instalar un sistema de captación de agua de lluvia en los hogares.

Tabla de resultados de las variables mencionadas con anterioridad.

VARIABLE	FACTOR	PRUEBA (t)	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	μ	PRUEBAS DE HIPOTESIS	CONDICIONES DE LA DISTRIBUCIÓN (t)	HIPOTESIS ACEPTABLE Y DE RECHAZO
1	Consumo de Agua	0.673	3.9371	0.98369	3.9	H0: Existe gran cantidad de consumo de agua en la Sierra Norte de Puebla. H1: No existe gran cantidad de consumo de agua en la Sierra Norte de Puebla.	0.673 < 1.96	Se acepta H0
2	Consumo de Agua	4.151	4.2138	0.91854	4	H0: Es conveniente utilizar o suministrar agua pluvial en la región para las labores del hogar. H1: No es conveniente utilizar o suministrar agua pluvial en la región para las labores del hogar.	4.151 > 1.96	Se rechaza H0
3	Consumo de Agua	6.236	3.8742	1.07005	3.5	H0: Es conveniente utilizar o suministrar el agua potable de la red en la región para las labores del hogar. H1: No es conveniente utilizar o suministrar el agua potable de la red en la región para las labores del hogar.	6.236 > 1.96	Se rechaza H0
4	Consumo de Agua	4.305	4.2233	0.92485	4	H0: Existe desperdicio de agua potable por descargas de baño en la región. H1: No existe desperdicio de agua potable por descargas de baño en la región.	4.305 > 1.96	Se rechaza H0
5	Consumo de Agua	6.026	4.3491	1.03298	4	H0: Sirve el agua pluvial como una alternativa para ser utilizada para las descargas de baño. H1: No sirve el agua pluvial como una alternativa para ser utilizada para las descargas de baño.	6.026 > 1.96	Se rechaza H0
6	Sistema de Captación de Agua de Lluvia	7.85	4.3648	0.82868	4	H0: Se puede abonar el consumo de agua potable con la implementación de sistemas de captación de agua pluvial en la Sierra Norte de Puebla. H1: No se puede abonar el consumo de agua potable con la implementación de sistemas de captación de agua pluvial en la Sierra Norte de Puebla.	7.85 > 1.96	Se rechaza H0
7	Sistema de Captación de Agua de Lluvia	3.671	4.1918	0.93191	4	H0: Son los sistemas de captación de agua de lluvia una opción adecuada para disminuir el consumo de agua potable. H1: No son los sistemas de captación de agua de lluvia una opción adecuada para disminuir el consumo de agua potable.	3.671 > 1.96	Se rechaza H0
8	Sistema de Captación de Agua de Lluvia	6.251	4.3333	0.95095	4	H0: Son necesarios en estos tiempos los sistemas de captación de agua de lluvia. H1: No son necesarios en estos tiempos los sistemas de captación de agua de lluvia.	6.251 > 1.96	Se rechaza H0
9	Sistema de Captación de Agua de Lluvia	1.24	3.5692	0.99522	3.5	H0: Es compleja la estructura de un sistema de captación de agua de lluvia. H1: No es compleja la estructura de un sistema de captación de agua de lluvia.	1.24 < 1.96	Se acepta H0
10	Sistema de Captación de Agua de Lluvia	3.924	4.2013	0.91452	4	H0: Es viable el instalar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar. H1: No es viable el instalar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar.	3.924 > 1.96	Se rechaza H0
11	Aceptabilidad Social Externa de la Captación de Agua Pluvial	1.225	3.4717	1.0436	3.4	H0: Se cuenta con un servicio de agua potable adecuado. H1: No se cuenta con un servicio de agua potable adecuado.	1.225 < 1.96	Se acepta H0
12	Aceptabilidad Social Externa de la Captación de Agua Pluvial	7.519	4.3585	0.85018	4	H0: Resulta beneficioso un sistema de captación de agua de lluvia para una comunidad que no tiene acceso al agua potable. H1: No resulta beneficioso un sistema de captación de agua de lluvia para una comunidad que no tiene acceso al agua potable.	7.519 > 1.96	Se rechaza H0
13	Aceptabilidad Social Externa de la Captación de Agua Pluvial	4.736	3.2704	1.01835	3	H0: Es difícil instalar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar. H1: No Es difícil instalar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar.	4.736 > 1.96	Se rechaza H0
14	Aceptabilidad Social Externa de la Captación de Agua Pluvial	4.473	4.2233	0.89009	4	H0: Es posible resolver las necesidades básicas de un hogar implementando un sistema de captación de agua de lluvia. H1: No es posible resolver las necesidades básicas de un hogar implementando un sistema de captación de agua de lluvia.	4.473 > 1.96	Se rechaza H0
15	Aceptabilidad Social Externa de la Captación de Agua Pluvial	5.269	4.261	0.88331	4	H0: Es viable construir sistemas de captación de agua pluvial en estos tiempos. H1: No es viable construir sistemas de captación de agua pluvial en estos tiempos.	5.269 > 1.96	Se rechaza H0
16	Aceptabilidad Social Interna de la Captación de Agua Pluvial	0.294	3.5157	0.9522	3.5	H0: Se tiene un servicio de agua potable adecuado en el ITSSNP. H1: No se tiene un servicio de agua potable adecuado en el ITSSNP.	0.294 < 1.96	Se acepta H0
17	Aceptabilidad Social Interna de la Captación de Agua Pluvial	4.744	4.239	0.89836	4	H0: Resultan beneficiosos los sistemas de captación de agua pluvial para el instituto. H1: No resultan beneficiosos los sistemas de captación de agua pluvial para el instituto.	4.744 > 1.96	Se rechaza H0

18	Aceptabilidad Social Interna de la Captación de Agua Pluvial	5.6	3.3428	1.09146	3	H0: Es difícil instalar un sistema de captación de agua de lluvia dentro de la institución. H1: No es difícil instalar un sistema de captación de agua de lluvia dentro de la institución.	5.6 > 1.96	Se rechaza H0
19	Aceptabilidad Social Interna de la Captación de Agua Pluvial	2.682	4.1447	0.96197	4	H0: Los estudiantes instalarían un sistema de captación de agua de lluvia en el ITSSNP. H1: Los estudiantes no instalarían un sistema de captación de agua de lluvia en el ITSSNP.	2.682 > 1.96	Se rechaza H0
20	Aceptabilidad Social Interna de la Captación de Agua Pluvial	3.1	3.6824	1.04914	3.5	H0: La institución te otorga los permisos necesarios para construir un sistema de captación de agua de lluvia. H1: La institución no te otorga los permisos necesarios para construir un sistema de captación de agua de lluvia.	3.1 > 1.96	Se rechaza H0
21	Sustentabilidad de la Captación	0.525	4.0252	0.85512	4	H0: Hay un ahorro de la cantidad en litros de agua potable obtenida de la red de distribución al implementar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar. H1: No hay un ahorro de la cantidad en litros de agua potable obtenida de la red de distribución al implementar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar.	0.525 < 1.96	Se acepta H0
22	Sustentabilidad de la Captación	3.676	3.2453	1.18995	3	H0: Es lo mismo para el medio ambiente, el captar agua de lluvia y utilizarla a utilizar el agua potable suministrada de la red pública. H1: No es lo mismo para el medio ambiente, el captar agua de lluvia y utilizarla a utilizar el agua potable suministrada de la red pública.	3.676 > 1.96	Se rechaza H0
23	Sustentabilidad de la Captación	0.53	2.4403	1.35307	2.4	H0: Al implementar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar se está dañando al medio ambiente. H1: Al implementar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar no se está dañando al medio ambiente.	0.53 < 1.96	Se acepta H0
24	Sustentabilidad de la Captación	2.439	4.1289	0.9427	4	H0: La implementación de un sistema de captación de agua de lluvia ayuda considerablemente al ambiente. H1: La implementación de un sistema de captación de agua de lluvia no ayuda considerablemente al ambiente.	2.439 > 1.96	Se rechaza H0
25	Sustentabilidad de la Captación	0.462	3.9245	0.94683	3.9	H0: La captación de agua de lluvia mejora la calidad de vida de las personas. H1: La captación de agua de lluvia no mejora la calidad de vida de las personas.	0.462 < 1.96	Se acepta H0
26	Beneficios Económicos de la Captación	5.752	3.3239	1.00415	3	H0: Son costosos los sistemas de captación de agua de lluvia. H1: No son costosos los sistemas de captación de agua de lluvia.	5.752 > 1.96	Se rechaza H0
27	Beneficios Económicos de la Captación	0.33	3.4182	0.9847	3.4	H0: Resulta costoso el adaptar un sistema de captación de agua pluvial en un hogar. H1: No resulta costoso el adaptar un sistema de captación de agua pluvial en un hogar.	0.33 < 1.96	Se acepta H0
28	Beneficios Económicos de la Captación	5.615	3.327	1.03866	3	H0: Resulta costoso el mantenimiento a un sistema de captación de agua pluvial. H1: No resulta costoso el mantenimiento a un sistema de captación de agua pluvial.	5.615 > 1.96	Se rechaza H0
29	Beneficios Económicos de la Captación	1.262	3.9686	0.96906	3.9	H0: Hay un ahorro económico de agua potable obtenida de la red de distribución al implementar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar. H1: No hay un ahorro económico de agua potable obtenida de la red de distribución al implementar un sistema de captación de agua de lluvia en un hogar.	1.262 < 1.96	Se acepta H0
30	Beneficios Económicos de la Captación	0	4	0.91947	4	H0: Es rentable el instalar un sistema de captación de agua pluvial en un hogar. H1: No es rentable el instalar un sistema de captación de agua pluvial en un hogar.	0 < 1.96	Se acepta H0

CONCLUSIONES

A continuación se muestra un resumen de la comprobación de las preguntas de investigación a través de 7 hipótesis, las cuales se llevaron a cabo a través del estadístico t para una muestra que contiene datos paramétricos, con un intervalo de confianza del 95% (Lind, Wathen,, & Wathen, 2005) (Murray & Larry). Es importante mencionar que esta comprobación se realizó con ayuda de la herramienta SPSS.

En el cual se rechaza la hipótesis para cada una de las preguntas de investigación dándole respuesta de la siguiente manera:

Mencionando que de alguna forma se encuentra vinculado el desperdicio del agua con el consumo, asegurando que al usarse sin un control este vital líquido es susceptible a desperdiciarse.

La sustentabilidad está relacionada con los sistemas de captación de agua de pluvial y del interés real que tienen las personas en implementar estos sistemas para su beneficio y del entorno mismo.

Valorando que se puede tener un beneficio económico al implementar sistemas de captación de agua de lluvia ya que en la región el pago que se genera a la sociedad es relativamente alto.

Se puede aceptar de forma social interna y externa que los sistemas de captación de agua de lluvia en el Instituto están generando un alto impacto ante la sociedad.

Los factores social, sustentable y económico ejercen un impacto muy fuerte en la región de tal forma que se ve demostrado en el consumo del agua potable de la región.

De igual forma queda demostrado que se ejerce un fuerte impacto de tipo económico, social y sustentable en el consumo de agua potable en la región. Y asegurar que si es posible determinar estos impactos tal como se presenta en la hipótesis de la investigación.

Referencias Bibliográficas

Arnau Gras, J. (1982), Psicología experimental, México, Trillas.

Casas J, Repullo JR, Pereira J. Medidas de calidad de vida relacionada con la salud. Conceptos básicos, construcción y adaptación cultural. Med Clin (Barc) 2001;116:789-96.

Clark-Carter, D. (2002), Investigación cuantitativa en psicología. Del diseño experimental al reporte de investigación, México, Oxford University Press.

Creswell, J.W. (2009). Research design: Qualitative, quantitative and mixed approaches (3ª Ed.). Thousand Oaks, CA, EE. UU.: Sage.

Duque, J. Mora, B. (2006) El marco teórico de una investigación. Recuperado de la base de datos de la Universidad Nacional Experimental del Táchira(UNET):http://biblioteca.unet.edu.ve/db/alexandr/db/bcunet/edocs/TEUNET/2006/ regrado/Industrial/DuqueM_JorgeA-MoraS_BeatriA/Capitulo3.pdf

Gardner, R.C. (2003), Estadística para Psicología usando SPSS para Windows, México, Pearson Educación de México.

Glenn, N.D. (1977). Cohortanaíysis. Beverly Huís, CA: Sage Publications Inc. Series:‘Quantitative Applications in the Social Sciences”, número 5.

Grinnell,R.M.(1997). Social work research and evaluation: Quantitative and qualitative approache (5a Ed.). I tasca, IL: F.E. Peacock.

Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C. y Lucio, P.B. (2014), Metodología de la Investigación, México, McGraw-Hill.

Kerlinger, FN. (1979). Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento. México, D.F.: Nueva Editorial Interamericana. Capitulo número 8 (‘Investigación experimental y no experimental”).

Kessler, R.C. y Greenberg, D.F. (1981). Linear panel anaíysis: Models of quantitative change. London, UK: Academic Press, Inc. (LONDON) LTD.

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE A PARTIR DE MICROALGAS.

MIRIAM DE JESÚS JOSÉ[1] DIEGO CAYETANO MENDOZA[2] JUAN CARLOS MARTÍNEZ CRUZ[3]

RESUMEN.

La situación actual debida al agotamiento de los combustibles fósiles, incremento del precio del petróleo y dificultades ambientales, demanda urgentemente fuentes alternas de energía siendo una opción promisoria el biodiesel; biocombustible producido primordialmente a partir de aceites provenientes de plantas oleaginosas, cuya disponibilidad desafortunadamente, es incapaz de sustituir el mercado de petrodiesel en México y el mundo. El uso de microalgas para la producción de biodiesel es una alternativa ventajosa debido al elevado contenido de lípidos y perfil idóneo para la obtención del biocombustible que éstas ofrecen.

Aunado a lo anterior, otros atributos de las microalgas son su elevada eficiencia fotosintética, su capacidad de crecer tanto en aguas marinas, dulces, residuales y salobres, así como su velocidad de crecimiento relativamente alta. No obstante, los sistemas de cultivo de microalgas actualmente presentan ciertas limitantes tales como la escasez de información para su escalamiento, la dificultad para el mantenimiento de monocultivos, los elevados costos de operación para la producción y recolección de la biomasa de microalgas, entre otros. Ante estos inconvenientes, la optimización de los sistemas de cultivo de microalgas es imprescindible. El propósito de esta revisión es el de proporcionar un panorama general y crítico de esta alternativa bioenergética, mediante el análisis de los fundamentos de la misma. [1]

1 Tecnológico Nacional De México /Tecnológico De Estudios Superiores De Jocotitlán. miriamdejesus81@hotmail.com

2 Tecnológico Nacional De México /Tecnológico De Estudios Superiores De Jocotitlán. diegocayet.39@gmail.com

3 Tecnológico Nacional De México /Tecnológico De Estudios Superiores De Jocotitlán. juanchoa885@gmail.com

INTRODUCCIÓN.

Actualmente la humanidad afronta una grave problemática debido al aumento de la demanda energética mundial, el agotamiento de los combustibles fósiles, el incremento en el precio del petróleo y las dificultades ambientales causadas por los gases de efecto invernadero. La sociedad debe ocuparse para que las futuras generaciones no enfrenten el desabasto de energía. Esta situación demanda fuentes alternas de energía basadas en procesos renovables y sustentables. El uso de biomasa derivada de microalgas puede ser una de las alternativas para la generación de energía en forma de biocombustibles. Principalmente, la producción de biodiesel puede ser una tecnología ventajosa debido al elevado contenido de lípidos que algunas especies de microalgas pueden acumular.

Generalmente, la obtención de este biocombustible se ha implementado a partir de plantas oleaginosas (comestibles y no comestibles).

Este tipo de materiales están limitados por varios factores tales como, largos periodos de cultivo, rendimiento lipídico restringido, las condiciones climáticas, la ubicación geográfica, la fertilidad de los suelos, la superficie de cultivo requerida y el volumen de agua necesario para el riego (Endalew, Kiros, & Zanzi, 2011; Schenk et al., 2008).

En el caso de la producción de biodiesel basada en microalgas, los factores mencionados no son limitantes para la generación de la biomasa. Sin embargo, para la implementación de procesos de producción basados en microalgas se requiere afrontar otros retos como la adecuada separación de la biomasa en sus tres principales componentes, lípidos, carbohidratos y proteínas.

Por otro lado, las microalgas pueden emplearse en la remedición de aguas residuales, por lo que el uso de las mismas como medio de cultivo puede contribuir a la solución de dos importantes problemas, la disminución efluentes contaminados y la generación de biomasa.

Debido al interés en el desarrollo de tecnologías basadas en microalgas en el presente trabajo se ha planteado por objetivo demostrar el potencial aprovechamiento de la biomasa derivada de microalgas cultivadas en aguas residuales para la producción biodiesel. Para lograr este fin se ha implementado

una metodología experimental que consta de tres principales etapas, producción de biomasa, extracción de aceite y proceso de transesterificación.

Hoy en la actualidad se ha generado un alto índice de contaminación el cual afecta la vida cotidiana del ser humano en cuanto a sus actividades diarias, como es educación, enfermedades pulmonares, calidad de vida además el incremento de la quema de combustibles fósiles a causa de la producción de gases industriales expulsados al medio ambiente por la empresa y el dióxido de carbono emitido por los automóviles ha traído como consecuencia el calentamiento global.

A partir de esto se está promoviendo la sustitución de combustible en los procesos de la nueva generación como lo es el biodiesel, mediante la elaboración de este nuevo recurso, el cual se está realizando con microalgas, se llevara a cabo la investigación con la finalidad de analizar la producción del biocombustible utilizando las microalgas adecuadas y que cumplan los parámetros para la elaboración del biodiesel

La energía es una de las necesidades básicas en el mundo, el agotamiento de recursos no renovables como el petróleo influyo a incrementar su costo, además de que los procesos de extracción y procesamiento son complejos y su elevado costo de producción ha afectado la suministración energética de manera global.

La generación de gases que provienen de la quema de combustibles fósiles, como el dióxido de carbono, ha ido incrementando, esto ha despertado un gran interés a nivel mundial en el desarrollo y utilización de fuentes de energía renovables.

Avances científicos e investigadores en la actualidad están brindando estudios con un motivo en el desarrollo de fuentes renovables para el empleo de biocombustibles. [2]

El incremento del precio del petróleo, la naturaleza finita de los combustibles fósiles y la preocupación con respecto al impacto ambiental, especialmente sobre la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), han establecido la necesidad de buscar nuevas fuentes energéticas; así como desarrollar tecnologías alternas para motores de combustión. Debido a que aproximadamente el 98% de las emisiones de carbono resultan de la combustión de energéticos fósiles. A partir de la crisis de

petróleo en la década de 1970, surgió gran interés en desarrollar biocombustibles para el uso en medios de transporte.

METODOLOGÍA.

Biodiesel:

El biodiesel es un biocombustible líquido compuesto de alquil-ésteres de alcoholes de cadena corta como etanol y metanol, con ácidos grasos de cadena larga obtenidos a partir de biomasa renovable: aceites vegetales, grasas animales y aceites de microalgas (Robles-Medina et al., 2009)

Microalgas:

Las microalgas son un conjunto heterogéneo de organismos fotosintéticos unicelulares procariontes y eucariontes, que se localizan en diversos hábitats (aguas marinas, dulces, salobres y residuales), bajo un amplio rango de temperaturas y disponibilidad de nutrientes. Se les considera responsables de la producción del 50% del oxígeno y de la fijación del 50% del carbono en el planeta (Garibay, et al., 2009).

Los principales componentes de las microalgas son los lípidos, carbohidratos y proteínas, cada uno de estos compuestos tiene una función dentro del metabolismo de la microalgas y pueden variar según las condiciones ambientales y nutrientes que hayan sido aplicadas en su cultivo (Band & Christine, 1999; Dragone, et al., 2011).

Biomasa

En el contexto energético, la biomasa puede considerarse como la materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía. Estos recursos biomásicos pueden agruparse de forma general en agrícolas y forestales. También se considera biomasa la materia orgánica de las aguas residuales y los lodos de depuradora, así como la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU), y otros residuos derivados de las industrias.

Energía

La energía es una propiedad asociada a los objetos y sustancias y se manifiesta en las transformaciones que ocurren en la naturaleza.

La energía se manifiesta en los cambios físicos, por ejemplo, al elevar un objeto, transportarlo, deformarlo o calentarlo.

Sistemas abiertos

Los sistemas empleados con mayor frecuencia en la producción comercial de biomasa microalgal son los de tipo abierto, que a pesar de sus formas y tamaños diversos, asemejan el entorno natural de las microalgas. Se pueden clasificar en aguas superficiales naturales (estanques, lagunas y lagos) y estanque artificiales o contenedores. Los sistemas abiertos tipo circuito ("raceway ponds") son los más comúnmente utilizados en sistemas artificiales (Chisti, 2007) los cuales son circuitos cerrados, poco profundos (0.2 – 0.5m) donde el cultivo es recirculado y mezclado mediante un rodete con palas evitando la sedimentación Producción de microalgas mediante sistemas abiertos tipo circuito. Las ventajas inherentes a los cultivos abiertos radican en su sencillez y su bajo costo de inversión en contraste con sistemas cerrados, la facilidad que ofrecen para su operación y mantenimiento. Las desventajas son debidas a las pérdidas de agua por evaporación, transferencia limitada de CO2 debido a su baja concentración en el aire, control limitado de condiciones de cultivo, penetración limitada de la luz y altos periodos de producción,

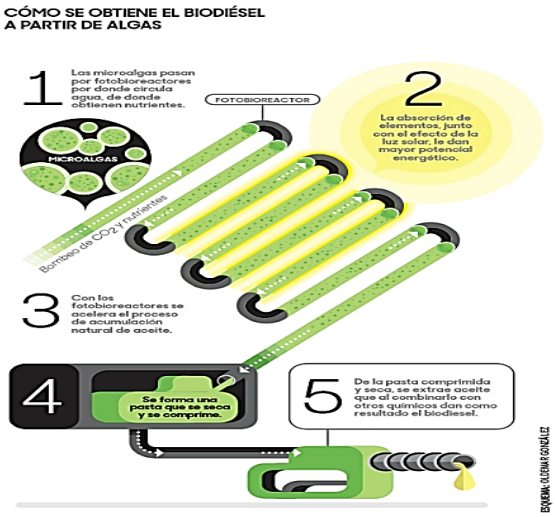
Ilustración 3 . Cultivo en sistema abierto

Sistemas cerrados (Fotobiorreactores)

La producción mediante estanques tiene la gran ventaja de ser un método más barato que los Fotobiorreactores, en inversión, mantenimiento y consumo energético. Sin embargo tiene desventajas, como su facilidad de contaminación, mezclado poco eficiente, la falta potencial de CO2 y la limitación de la luz en las capas inferiores.

Los fotobioreactores son sistemas cerrados transparentes, de plástico o vidrio, con geometrías de diversos tipos (tubulares, cilíndricas o planas). En estos sistemas se obtiene una mayor productividad, fundamentalmente porque mejora la eficiencia de la fotosíntesis y la capacidad de fijación del CO2

La producción de microalgas mediante Fotobiorreactores, son sistemas donde se busca solucionar los problemas asociados a los sistemas abiertos para la obtención del mayor crecimiento microalgal ya que reducen los riesgos de contaminación por otros microorganismos, aumentan la eficiencia en la utilización de luz, permiten controlar las condiciones del cultivo, con una mayor productividad de biomasa. Al contrario de los sistemas abiertos estos tienen un elevado costo de construcción y operación



Aplicaciones de las microalgas

Las microalgas, como organismos fotosintéticos, son imprescindibles en el mantenimiento de la vida en La Tierra ya que proporcionan compuestos orgánicos reducidos y oxígeno para soportar al resto de la vida del planeta. La microalgas son la principal fuente de producción fotosintética del planeta.

Como organismos unicelulares que son, tienen una capacidad de crecimiento y de generación de biomasa mucho mayor que las plantas superiores, ya que no necesitan arraigar o generar estructuras reproductoras, lo que les permite duplicarse en cuestión de horas.

Finalmente, decir que las microalgas son capaces de ajustar su composición bioquímica a las condiciones de cultivo. Bajos niveles de N inducen la acumulación de grasas. Elevados niveles de luz aumentan la acumulación de algunos carotenoides y la adición de amonio incrementa el contenido en ficobiliproteínas. [3]

ENERGÍAS RENOVABLES Y/O ALTERNATIVAS.

IRENE LUNA GARCÍA[1] YOLANDA RAMÍREZ VÁZQUEZ[2]

RESUMEN

Ante la problemática del deterioro ambiental que ha causado la actividad humana a partir del modelo de desarrollo que ha prevalecido en el proceso evolutivo durante las últimas décadas; el uso de las energías renovables se muestra como una opción viable, de entre algunas otras, para la conservación y preservación del ambiente. En el presente estudio, se hace un abordaje de este tipo de energías, ya que representan una alternativa para contribuir al cuidado del entorno, la concientización social y la economía de las familias, en una época en la que el ahorro energético y financiero resulta fundamental. Se presentan los datos preliminares acerca de los servicios que utilizan energías renovables, específicamente la energía solar, y que se encuentran interconectados a las redes de energía eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad, en la ciudad de Xalapa, Ver., los cuales demuestran la efectividad de las mismas, así como la confirmación de la satisfacción que como clientes de dicha institución, se ha obtenido al hacer uso de este tipo de generación energética.

Palabras clave: Energías renovables, ahorro económico, Interconexión, satisfacción del cliente.

ABSTRACT

Given the problem of environmental deterioration caused by human activity based on the development model that has prevailed in the evolutionary process during the last decades; The use of renewable energy is shown as a viable option, among others, for the conservation and preservation of the environment. In the present study, an approach of this type of energies is made, since they represent an alternative to contribute to the care of the environment, the social awareness and

1 Colegio de Estudios Avanzados de Iberoamérica. irenelunagarcia98@gmail.com

2Colegio de Estudios Avanzados de Iberoamérica.yoramirez@uv.mx

the economy of the families, in an era in which the energy and financial saving is fundamental .Preliminary data are presented about services that use renewable energy, specifically solar energy, and that are interconnected to the electric power networks of the Federal Electricity Commission, in the city of Xalapa, Ver., Which demonstrate the Their effectiveness, as well as the confirmation of the satisfaction that as clients of said institution, has been obtained by making use of this type of energy generation.

Keywords: *Renewable energy, economic savings, Interconnection, customer satisfaction.*

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha observado el deterioro al medio ambiente de una forma alarmante, por lo que la utilización de las energías renovables o alternativas, han pasado a ser una de las mejores opciones para la mejora del mismo.

La presente investigación, muestra las características y datos de clientes de la Comisión federal de Electricidad, quienes han realizado instalaciones de sistemas de cogeneración de energía eléctrica, a través de la utilización de energías renovables o alternativas, en especial la generación fotovoltaica la cual es generada con paneles solares.

La ciudad de Xalapa, Veracruz a diciembre de 2018, con un total de 284 servicios interconectados a las redes generales de distribución de la Comisión Federal de Electricidad, ha percibido el beneficio de la utilización de este tipo de energías, a través del ahorro económico y de la satisfacción que como cliente les ha representado el haber hecho una inversión de estas características.

Los datos utilizados fueron proporcionados por la Comisión Federal de Electricidad en su División Oriente en la Zona Xalapa, la cual está integrada por diez agencias, ubicadas en la ciudad de Xalapa y poblaciones cercanas a la misma, y en el transcurso de nueve años a la fecha, ha crecido de una manera significativa en la utilización e instalación de este tipo de energías.

Generalidades de la problemática ambiental actual

Las energías Renovables en contra de lo que muchos conocen, cuentan con una gran historia. Iniciaremos este trabajo, determinando ¿Qué son las energías alternativas o renovables? Según Allan y Gill Bridgewater “Las energías renovables o alternativas son fuentes de energía no conectadas a la red eléctrica” (Bridgewater, 2009, pág. 12) es decir, no dependen de nada para producir energía. Otra definición nos menciona que “Las energías renovables son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana; se renuevan continuamente, a diferencia de los combustibles fósiles” (Schallenberg Rodriguez, y otros, 2008, pág. 46) .

Pero, ¿seremos capaces de tomar una decisión para vivir desconectados de los servicios de los que hemos generado tanta dependencia?

Actualmente el costo económico del servicio de energía eléctrica, se puede considerar como uno de los principales motivos para hacerlo; en los últimos 5 años el costo de la energía eléctrica ha tenido un incremento aproximado de 40% (CFE, 2018), por lo que el planteamiento anterior, podría tomarse como una excelente opción de ahorro.

Otro aspecto importante en esta investigación, es que se tratará de mostrar que no solo se tendrá un ahorro económico, sino que se tratará de contribuir a mejorar el impacto ambiental que han producido los combustibles fósiles (petróleo, gas o carbón) durante décadas. (Tomas Perales, 2012), considerando también un aspecto muy importante, el cual es la satisfacción del cliente.

Detener el constante deterioro de los ecosistemas, no significa que se tienen que dejar de utilizar los recursos naturales, sino encontrar una manera más eficaz en su aprovechamiento. En el año 2007, el estado mexicano, tomó la decisión de establecer en un eje transversal las políticas públicas con la sustentabilidad ambiental, dejando en claro que juegan un papel muy importante en la coordinación de las políticas públicas en el mediano y corto plazo.

Uno de los retos como nación, era integrar al medio ambiente como uno de los elementos que nos permitiera tener un desarrollo sustentable, al lado del desarrollo económico, social y competitivo. Indudablemente se enfrentarán grandes retos, pero el gran paso, se dio al normar las condiciones de este tema.

La utilización de combustibles fósiles, tecnologías industriales atrasadas, el cambio de uso del suelo y la destrucción de millones de hectáreas forestales han provocado un aumento en la concentración de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera. De no tomar las acciones debidas, las predicciones para el año 2100 sobre las concentraciones de CO2 en la atmósfera nos estarían generando una variación de la temperatura de entre 1.1 y 6.4° C. (IPCC, 2019)

El Panel intergubernamental sobre cambio climático (IPCC- The Intergovernmental Panel on Climate Change) organismo de las Naciones Unidas para evaluar la ciencia relacionada con el cambio climático, y el cual fue creado para proporcionar a los encargados de formular políticas, evaluaciones científicas sobre el cambio climático, sus implicaciones y posibles riesgos futuros, así como para presentar opciones de adaptación y mitigación, nos informan en su publicación del 08 de Agosto de 2019, que para mantener el calentamiento global por debajo de los 2 °C, solo se puede lograr reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero de todos los sectores, incluidos la tierra y los alimentos. (IPCC, 2019)

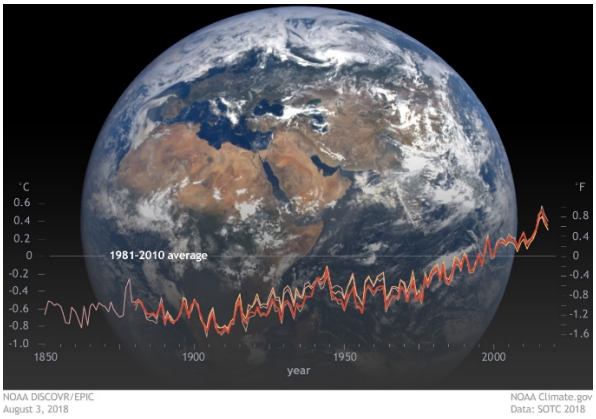
Las consecuencias de este calentamiento global contemplan: la elevación de la temperatura de los océanos, la desaparición de glaciares, la elevación del nivel del mar, el aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos climatológicos extremos, como sequías e inundaciones debido a una mayor evaporación de agua y superficies oceánicas más calientes, entre otros. (Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climatico., 2019)

Este cambio en la temperatura ambiental afectará severamente la disponibilidad de agua, la continuidad de los servicios ambientales que producen los ecosistemas, y tendrá importantes efectos en la salud humana. (Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, 2007)

Hoy en día, México y Brasil son dos de los países en Latinoamérica que más CO2 emiten al medio ambiente, volumen que lo sitúa dentro de los 15 principales países

emisores, con una contribución de alrededor de 1.5% de las emisiones globales. En lo que respecta a las fuentes responsables de emisiones, corresponde 61% al sector energético; 7% a los procesos industriales; 14% al cambio de uso de suelo (deforestación); 8% a la agricultura y 10% a la descomposición de residuos orgánicos, incluyendo las plantas de tratamiento de aguas residuales y los rellenos sanitarios. Dentro del sector energético en particular, la generación de electricidad representa 24% de las emisiones; el uso de combustibles fósiles en el sector manufacturero e industria de la construcción 8%; el transporte 18%; los sectores comercial, residencial y agrícola 5%; y las emisiones fugitivas de metano durante la conducción y distribución del gas natural, otro 5%. La situación expuesta en el párrafo anterior, ha generado un incremento en la temperatura de 1.49 °F, (Nationals Centersfor Enviromental Information, 2018) En la ilustración 1, se observa el comparativo de la temperatura superficial de la tierra entre los años 1850 y 2018, demostrando que el año 2018 ha registrado la temperatura global anual más cálida desde que iniciaron los registros a mediados y fines del siglo XIX.

Ilustración 4 Temperatura superficial anual comparada con el promedio (1850-2018).



Fuente: National Centers for Enviromental Information 2018

A partir de la problemática expuesta en párrafos anteriores, es que se considera que el uso de las energías renovables es una vía adecuada para la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Es por ello que se considera relevante para este trabajo exponer brevemente la tipología existente de este recurso.

Tipos de Energías Renovables

Existen 5 diferentes tipos de generación de energías renovables, que se muestran a continuación, en esta ocasión se mostrará la clasificación por su origen y funcionamiento, considerándose las más importantes dentro del mundo de las energías limpias, no dudando que con el paso del tiempo se agregarán otras clases de generación.

Eólica

En nuestro planeta, existen formas desiguales de que el sol caliente, provocando así el movimiento del aire que rodea a la tierra, provocándose el viento, por lo que éste, es energía en movimiento. Recordemos que los barcos de vela, han navegado durante siglos, y se ha transformado el movimiento de las aspas de un molino en energía, y estudios han demostrado que el potencial eólico es 10 veces mayor que el actual consumo eléctrico en todo el mundo. Una de las formas que más se utilizan en el aprovechamiento a gran escala de la energía eólica es la denominadas Aero turbinas, los cuales pueden transformar la energía eólica en energía eléctrica (aerogeneradores). Hoy en día la potencia eólica establecida en España, supera a la nuclear (7,606 MW) (Schallenberg Rodriguez, y otros, 2008)

Fotovoltaico

Las estrellas son un poderoso trasmisor de energía, pero su lejanía hace que sus efectos de radiación, sean muy tenues en nuestro planeta, más sin embargo no olvidemos que el sol es una estrella que por su cercanía ha dado las condiciones ideales para la vida en general. En 1954 Bell laboratorios produce los primeros paneles solares, los cuales aprovechan lo que se conoce en Física como el efecto fotovoltaico, (La Energia Solar Aplicaciones Prácticas, 2009) el cual consiste en captar la radiación solar para transformar la energía directa en energía alterna, que es la que todos utilizamos en nuestros hogares, una forma limpia, gratuita y

silenciosa de generar electricidad. (La Energia Solar Aplicaciones Prácticas, 2009, pág. 60)

Térmico

Esta forma de energía renovable, consiste en captar la radiación solar, transfiriéndolo a un fluido (agua o aire) utilizando un colector o placa solar. El fluido caliente se puede utilizar directamente, por ejemplo para calentar una piscina o de forma indirecta a través de un intercambiador de calor, por ejemplo la calefacción de una habitación. (Energias Renovables y Eficiencia Energetica, 2008)

Hidráulico

El ciclo del agua es por todo conocido, el agua se evapora, se condensa, llueve o nieva, e inicia de nuevo el ciclo. Las caídas de agua son las que hacen funcionar a los generadores de energía eléctrica, además de que su constancia y previsibilidad la hacen ser una de las más utilizadas hoy en día. La energía hidráulica atiende aproximadamente una quinta parte de la electricidad a nivel mundial, con una potencia instalada de 700 GW, el 95% de la energía eléctrica de Noruega, es producida por este tipo de generación. (Secretaria de Energia)

Geotérmico

Estos sistemas, funcionan con el aprovechamiento del calor derivado de las distintas capas de la tierra, que nos han arrojado estudios sorprendentes de energía aprovechable: 4.2 x 10 ^12 J. (Colectivo, 2009)

Biomasa

Consiste en la transformación de materia orgánica y heterogénea, basada en la transformación de la materia orgánica, utilizando generalmente un proceso de combustión. Los residuos más utilizados son los residuos forestales, residuos agrícolas leñosos, residuos agrícolas herbáceos ganaderos, residuos sólidos urbanos y leña. (Schallenberg Rodriguez, y otros, 2008)

En Europa, el 54 % de la energía primaria de origen renovable, procede de esta fuente, utilizándose prioritariamente a viviendas unifamiliares. (Rico, 2007)

Después de observar las características de las energías renovables señaladas anteriormente, nos enfocaremos en la que se considera la más viable para ser

utilizada en nuestra ciudad de Xalapa, Veracruz México, ahondaremos en sus inicios.

Historia del efecto fotovoltaico.

En el transcurso de la presente investigación, se observó que dentro de las múltiples opciones con las que se cuenta para generar electricidad través de las energías renovables, los clientes de la Comisión Federal de Electricidad en la Zona Xalapa, utilizan en su mayoría, la energía generada por medio del efecto fotovoltaico, y la instalación de paneles solares para lograrlo, por lo que a continuación se da una breve reseña en lo que consiste este efecto.

En 1839 el efecto fotovoltaico fue reconocido por el físico francés Alexandre-Edmond Becquerel, el cual a través de sus estudios sobre la electricidad, óptica, magnetismo y espectro solar, sentaron las bases sobre la energía fotovoltaica. Charles Fritts construye la primera celda solar con una eficiencia del 1%.

El silicio es actualmente el material más comúnmente usado para la fabricación de células fotovoltaicas. Se obtiene por reducción de la sílice, compuesto más abundante en la corteza de la Tierra, en particular en la arena o el cuarzo.

Ventajas

Las ventajas de los sistemas fotovoltaicos son muchos, por lo que mencionaremos algunas de ellas.

- Una de las más importantes, es que este tipo de energía no contamina
- Al estar hablando de la energía solar podemos considerarla como una fuente inagotable de la misma.
- Los sistemas de captación solar que se suelen utilizar son de fácil mantenimiento, lo que facilita su elección
- El ahorro de dinero a medida que la tecnología va avanzando, mientras que el costo de los combustibles fósiles, aumenta con el paso del tiempo debido a su escasez.
- La única inversión es el costo inicial de la infraestructura, pues no requiere de ningún combustible para su funcionamiento, y se pueda amortizar a los 5 años de su implantación.

- La energía solar fotovoltaica no requiere ocupar ningún espacio adicional, pues se instala generalmente en los techos de las viviendas o edificios.

La disponibilidad de energía solar reduce la dependencia de otros países para el abastecimiento de energía de la población.

En nuestro país, en los años setentas, el CINVESTAV (Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional) realizó un proyecto en el cual instalo una planta piloto de obleas fotovoltaicas (paneles) lo que hoy conocemos como celdas fotovoltaicas, con una capacidad de 4 kilovatios pico anual, terminando con un incremento de 20 kilovatios pico. (CINVESTAV, 2019)

Con esta investigación la máxima casa de estudios del país, la Universidad Nacional de México, a través de su Centro de Investigación de Energía ahora Instituto de Energías Renovables (IER), en 2010 puso en marcha Laboratorio Nacional de Infraestructura en Sistemas de Concentración Solar y Química Solar, el cual con recursos del CONACyT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) la UNAM, otros centros e instituciones de investigación superior, como el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, la Universidad de Sonora y capital privado, inician la etapa LACYQS I, el cual persigue el avance en el conocimiento de las tecnologías de la energía solar para su mejor aprovechamiento, mediante pruebas de sistemas de concentración solar con conceptos novedosos.

Este laboratorio también prevé formar recursos especializados para el desarrollo de una industria nacional de tecnologías de concentración solar. (Sistema de Enlace de los Laboratorios Nacionales , Universitarios, Certificado y Unidades de Apoyo de la UNAM, 2015)

El Plan Nacional de Desarrollo del sexenio 2007-2012 del Presidente Lic. Felipe Calderón Hinojosa, establece el compromiso del Gobierno Federal para proporcionar el apoyo necesario en la atención a una problemática mundial, detener el daño que se ha ocasionado al medio ambiente, proporcionando las herramientas para una administración eficiente y racional de los recursos naturales, otorgando un beneficio de ahorro, que incentive a los ciudadanos que realicen una inversión en este tipo de sistemas. (Mexicano, 2007) Las condiciones de nuestro país son excelentes para el aprovechamiento de este tipo de energía, en los registros de la

Comisión Nacional del Agua, se tiene registrado una irradiación solar promedio anual de 5.3 kwh/m2 por día. (CONAGUA, 2018)

En los siguientes párrafos se analizará las nuevas propuestas de apoyos los cuales son establecidos en la Legislación Mexicana, y consisten en permitir a los ciudadanos ser generadores de energía eléctrica a través de la utilización de sistemas interconectados a las Redes Generales de Distribución de la Comisión Federal de Electricidad, siendo éste, quien perciba un beneficio económico además de colaborar en el cuidado al medio ambiente.

Legislación Mexicana con enfoque sustentable

El 07 de Febrero de 2002, la Secretaria de Hacienda y Crédito Público, publica el Acuerdo que autoriza el ajuste, modificación y reestructuración a las tarifas para suministro y venta de energía eléctrica y reduce el subsidio a las tarifas domésticas, (DOF02) ¿Cuál es la finalidad de este acuerdo? Anteriormente la Comisión Federal de Electricidad otorgaba subsidio del consumo de energía eléctrica, a la tarifa que era destinada para el uso doméstico exclusivamente, un subsidio en el cual, únicamente se pagaba el 30 % del valor de su costo de producción.

A partir de esta modificación el cliente que supere el consumo de los kilowatt-horas establecidos en su comunidad, como límites máximos, de acuerdo a las temperaturas registradas y avaladas por la Comisión Nacional del Agua, será reclasificado a una nueva tarifa, denominada “DAC Tarifa de alto consumo”, a esta nueva tarifa agregaron un cargo fijo, pero el mayor impacto fue el costo del kilowatt-hora que a partir de esa fecha sería cobrado sin ningún tipo de subsidio, es decir, el costo que le cuesta a la Comisión Federal de Electricidad producirlo, es el que tendrá que pagar el cliente. Las modificaciones a la legislación han permitido que los clientes de la Comisión Federal de Electricidad pertenecientes a la ciudad de Xalapa, Veracruz estén aplicando este beneficio a sus servicios.

METODOLOGÍA.

En este documento se muestran los avances preliminares de una investigación que involucra el ahorro energético, económico y, la satisfacción del cliente que cuenta con un sistema de interconexión. Para este trabajo se presentan los datos

correspondientes a una primera etapa, misma que es de tipo documental, obtenida a partir de los datos proporcionados por la CFE al mes de diciembre de 2018 del área de la Zona Xalapa, la cual muestra la existencia de 284 servicios interconectados a su red y se encuentran distribuidos en las poblaciones plasmadas en la tabla 1

Tabla 1 Servicios interconectados a las redes generales de Distribución Zona Xalapa 2010-2018

En operación Año

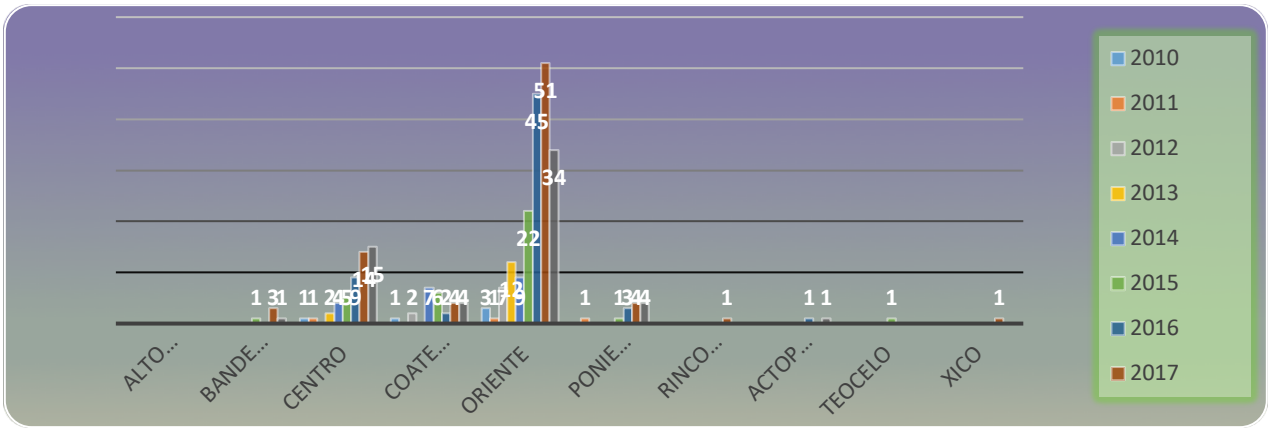
AGENCIA	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	TOTAL	%
ALTO LUCERO											
BANDERILLA						1		3	1	5	1.76
XALAPA CENTRO	1	1		2	4	5	9	14	15	51	17.96
COATEPEC	1		2		7	6	2	4	4	26	9.15
XALAPA ORIENTE	3	1	7	12	9	22	45	51	34	184	67.79
XALAPA PTE.		1				1	3	4	4	13	4.58
RINCONADA								1		1	.35
ACTOPAN							1		1	2	.70
TEOCELO						1				1	.35
XICO								1		1	.35
TOTAL	5	3	9	14	20	36	60	78	59	284	100 %

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de la Comisión Federal de Electricidad a Diciembre de 2018.

Se logra apreciar el crecimiento del 2010, comparado con el 2017, de un poco más de 15 veces más el número de servicios interconectados a las redes de la Comisión Federal de Electricidad, los cuales del total de los servicios, 2017 nos está representando el 27.46 % del total de los clientes.

La ciudad de Xalapa en su área del centro de trabajo denominado Xalapa Oriente cuenta con un número de 184 servicios con instalación de energía renovable, dicha área se encuentra localizada en el sur de la ciudad, colindando con el Municipio de Emiliano Zapata, Ver., estos porcentajes se analizan en la tabla número 2.

Tabla 2 Servicios interconectados a las Redes Generales de Distribución por año



Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de la Comisión Federal de Electricidad a diciembre 2018.

Se observa, que la utilización de este tipo de generación de energías, ha tenido una gran aceptación dentro de los clientes de la Comisión Federal de Electricidad que habitan en la ciudad de Xalapa, Veracruz, y aunque se tienen instalaciones alrededor de las poblaciones aledañas a la ciudad, el mayor número se encuentra en Xalapa. De la totalidad de los mismos se cuentan en la dicha ciudad 248 servicios que están instalados de la siguiente forma. Xalapa Centro 51 servicios, Xalapa Oriente 184 y Xalapa Poniente 13 servicios, siendo en su totalidad un 87.32 % de servicios instalados en la ciudad.

En el avance de la investigación se ha percibido que uno de los aspectos que más han impactado a los clientes, es el ahorro económico que han registrado en el pago de su servicio, así como la recuperación en poco tiempo de la inversión efectuada.

En una segunda etapa de la investigación se obtendrán datos de trabajo en campo los cuales arrojarán información relacionada a la percepción de la calidad en el servicio al cliente, y permitirá dimensionar cual es el sentir de las personas que han optado por la instalación de este tipo de generación de energías.

CONCLUSIONES

El crecimiento observado en la utilización de este tipo de servicios, permite contar con una percepción muy clara de que la funcionalidad y eficiencia que se pretende obtener de este tipo de generación de energía, está dando los resultados esperados a aquellas personas que efectuaron una inversión en este tipo de instalaciones, pero es claro distinguir que a pesar de las condiciones legales y administrativas que permiten realizarlo de una forma más ágil, aun no se tiene la facilidad en el aspecto económico de que se encuentre al alcance de todos los ciudadanos.

Se espera que los apoyos para contar con este tipo de sistemas, sean más accesibles para la población en general, y no únicamente para un área mínima de la población. Se confía que en un mediano plazo, se pueda observar en un mayor número de viviendas no solo de Xalapa, Veracruz, si no de la República Mexicana, la instalación de un sistema fotovoltaico, lo cual dará fuerza a la utilización de las energías limpias.

Con este trabajo se espera demostrar que los beneficios de utilizar las energías renovables permiten contribuir a mitigar las causas que generan el cambio climático, y de manera individual un ahorro económico al usuario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bridgewater, A. y. (2009). Energias Alternativas Handbook. Madrid EspañA: Ediciones Paraninfo SA.

Centro de Investigacion y estudios Avanzados del Instituto Politecnico Nacional. (01 de Enero de 2019). CINVESTAV. Obtenido de https://www.cinvestav.mx/

CFE. (19 de Septiembre de 2018). Obtenido de https://www.cfe.mx/tarifas/Pages/Tarifas.aspx

Colectivo. (2009). La Energia Solar Aplicaciones Prácticas. Sevilla España: Progensa.

CONAGUA. (01 de Enero de 2018). CONAGUA. Obtenido de https://www.gob.mx/conagua

DOF. (27 de Junio de 2007). Diario Oficial de la Federacion. Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4991957&fecha=27/06/2007

DOF. (15 de DICIEMBRE de 2016). DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5465576&fecha=15/12/2016

DOF. (07 de MARZO de 2017). DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5474790&fecha=07/03/2017

electrica., F. p. (09 de ABRIL de 2018). FIDE. Obtenido de http://www.fide.org.mx/

Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climatico. (08 de Agosto de 2019). IPCC. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/2019-PRESS-IPCC-50th-IPCC-Session_es.pdf

INEGI. (09 de ABRIL de 2018). INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA. Obtenido de http://www.inegi.org.mx/

Mexicano, P. E. (2007). Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Ciudad de México: Impresion de estampillas y valores.

Nationals Centersfor Enviromental Information. (15 de Septiembre de 2018). ncei.noaa.gov. Obtenido de https://www.ncei.noaa.gov/

Rico, J. (07 de Enero de 2007). Instituto para la Diversificacion y Ahorro de la Energia. Energia de la Biomasa. Madrid, Madrid, España: IDAE.

SAT. (09 de ABRIL de 2018). SISTEMA DE ADMINISTRACION TRIBUTARIA. Obtenido de http://www.sat.gob.mx/Paginas/Inicio.aspx

Schallenberg Rodriguez, J. C., Piernavieja Izquierdo , G., Hernandez Rodriguez, C., Unamunzaga Falcon, P., Garcia Deniz, R., Diaz Torres , M., . . . Subiela Ortin, V. (2008). Energias Renovables y Eficiencia Energetica. Canarias: Instituto Tecnológico de Canarias.

Secretaria de Energia. (01 de Enero de 2012). Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2016. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62958/Prospectiva_del_Sector_El_ctrico_2012-2026.pdf

Sistema de Enlace de los Laboratorios Nacionales , Universitarios, Certificado y Unidades de Apoyo de la UNAM. (01 de Enero de 2015). LabUnam. Obtenido de http://labunam.unam.mx/micrositio/lacyqs/antecedentes.php,Tomas Perales, B. (2012). El Universo de las Energias Renovables. Barcelona: Marcombo SA.

MODIFICACIÓN DE UN AUTO CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A MOTOR ELÉCTRICO.

JUAN MANUEL CHÁVEZ MENDOZA[1]

RESUMEN

Es de conocimiento general que la contaminación es un problema en México y en algunos países del mundo, ocasionada en mayor medida por el uso de los vehículos de combustión interna, ya que su principal fuente de energía es la gasolina la cual contiene químicos tales como el benceno, aromáticos, olefinas con distintos números de octanos, las cuales ocasionan emisiones contaminantes.

Todos estos componentes químicos que tiene la gasolina nos trae un índice muy alto de contaminación en el ambiente, ya que no son pocos los vehículos que circulan por todo el país generando gases tales como el monóxido de carbono, este tipo de gas provoca enfermedades respiratorias, alergias, irritación en los ojos como en la piel, mareos etc.

Además de que esta fuente de energía no es renovable es un poco alto su precio económico por esto el hecho de hacer un vehículo100% eléctrico para poder mostrar su eficiencia y viabilidad al público en general para que puedan ver que el uso de energías renovables es para el impulso de los automóviles, se vuelve una opción viable ante el consumo de combustible

¿Por qué es oportuno el trabajo que se está llevando acabo?

La elaboración del automóvil hibrido y 100% eléctrico, traerá grandes beneficios para reducir y eliminar las emisiones contaminantes en los vehículos usados en la vida cotidiana. Las opciones del vehículo totalmente eléctrico e hibrido, tratando de que su costo sea accesible para el público en general, con una gran autonomía de viaje, obteniendo un ahorro en combustible, ya que la energía será renovable, para poder evitar emisiones contaminantes en gran parte del país, y así tener una vida de confort en cuanto a la fuente de energía de un vehículo 100% eléctrico e hibrido.

1 Tecnológico Nacional de México/ Escuela Superior de Ingeniería Automotriz. Chavez1963@gmail.com

Palabras clave: Diseño, conversión, sustentabilidad, contaminación, costos.

INTRODUCCION

Se puede construir un vehículo que tenga todas las ventajas de uno con motor de combustión interna, pero sin los inconvenientes tales como ruido, reducción de los recursos naturales y degradación ambiental general, para ello, la opción más viable es la construcción del vehículo 100% eléctrico, el cual es de cero emisiones contaminantes al no utilizar gasolina ni aceites, esto provoca que la fabricación del vehículo suene bastante interesante ya que será totalmente limpio y con un funcionamiento silencioso.

Se ha demostrado que el motor eléctrico es más conveniente para impulsar no solo automóviles si no también trenes, robots entre otros, debido a que este tipo de motor logra un 90% de efectividad (energía producida/energía consumida). En cambio, el motor a combustión interna aprovecha menos del 40% de energía. Es decir, de cada 10 litros de gasolina 6 litros se pierden en forma de gases, calor, ruido, vibraciones, residuos, etc. Por lo que se considera más viable el uso de automóviles eléctricos como un medio de trasporte, siendo este, un campo de desarrollo.

Este tipo vehículo no es nuevo, su aparición es anterior a los de motor de combustión interna, tiene más de un siglo de antigüedad, pero en los últimos años han reaparecido gracias al avance de la tecnología, principalmente en las baterías, aun con sus limitaciones en peso, dimensión, costo y autonomía, es por eso, que aun los vehículos de combustión interna llevan la ventaja ante los vehículos eléctricos, pero en el avance de la tecnología se espera poder revertir esta situación

VEHICULOS ELECTRICOS

En la Historia cuando los coches eléctricos eran los dueños de las carreteras. Sí, ocurrió en 1900, pero probablemente no lo sabías. Pero vayamos más atrás, al Siglo XIX. Las investigaciones sobre electromagnetismo avanzaron con rapidez y una de sus primeras aplicaciones prácticas fue la de motorizar vehículos.

El vapor no conseguía sustituir al coche de caballos, le salió un competidor nuevo. Tras los primeros experimentos de Jedlik (1828, en imagen) y Thomas Davenport

(1835), encontramos el primer vehículo eléctrico en 1838, cuando Robert Davidson consiguió mover una locomotora a 6 km/h sin usar carbón ni vapor.

Entre 1832 y 1839 Robert Anderson inventó el primer carruaje de tracción eléctrica, con pila de energía no recargable. Poco después se patentó la línea electrificada, pero eso no valía para coches, solo para trolebuses o trenes. Las primeras baterías recargables aparecieron antes de 1880, ahí comenzaron realmente.

Imagen No. 1 Primer Carruaje de tracción eléctrica

Se hicieron con las carreteras en poco tiempo, en 1900 podemos considerar su apogeo, cuando eran los coches que más se vendían, mucho más que los de vapor o gasolina. De hecho, en 1899 un coche eléctrico, “La Jamais Contente”, superó por primera vez los 100 km/h e instauró un récord de velocidad.

Los primeros coches de gasolina eran muy contaminantes, sucios, ruidosos, requerían bencina o gasolina (no era fácil comprarla al principio), había que cambiar de marcha muy rudimentariamente, había que arrancarlos con manivela y en cualquier lugar eran susceptibles de fallar. (Halderman ,2016)

El coche eléctrico triunfaba por su simplicidad, fiabilidad, suavidad de marcha, sin cambio de marchas ni manivela, no hacían ruido, eran veloces, la autonomía era razonable y su coste era soportable para la burguesía y las clases altas, los primeros usuarios de automóviles. Superaban por 10 a 1 a los de gasolina.

Imagen No. 2 Ford T

Sin embargo el coche de gasolina recibió el motor de arranque (1912), Henry Ford inventó la producción en masa mecanizada, la gasolina alcanzó un precio muy popular, se empezaron a abrir carreteras al tráfico y entonces la autonomía pasó a ser una característica muy valorada, además del precio

En el Siglo XXI el coche eléctrico viene para quedarse

La mejora en la tecnología de las baterías está consiguiendo que los vehículos eléctricos sean una alternativa a considerar, pues la pila de combustible está todavía en una fase inicial que no interesa para el público masivo. El coche convencional comienza su paulatina decadencia.

Imagen No.3 Vehiculos eléctricos en deshuesaderos

Es la tercera vez que el coche eléctrico quiere venir para quedarse. Siguen sin servir a toda la población, pero no son precisamente inútiles. Afortunadamente para la humanidad, las petroleras han perdido mucho poder mediático y el Gobierno de EEUU ha cambiado de color. Solo por eso, hay camino para la esperanza.

Contexto nacional

México se ha destacado en los últimos años por un gran desarrollo tecnológico en el sector automotriz, mismo que le ha permitido posicionarse como uno de los lideres mundiales tanto en el armado de vehículos nuevos, como en la fabricación de autopartes. Esto viene acompañado de un consumo interno de autos en las zonas urbanas con una tendencia creciente mas que evidente, por lo que su presencia (millones de autos) ha traido una serie de consecuencias económicas, políticas, sociales y ambientales que deben ser mencionadas en esta investigación.

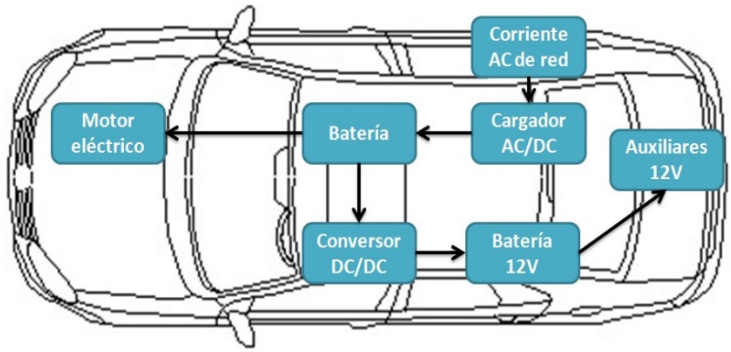
El desarrollo económico de las zonas urbanas de nuestro país viene acompañado de una mayor capacidad de compra de los habitantes de esta comunidad, lo que se refleja en una mayor adquisición de vehículos. Si bien esto ocasiona consumo y crecimiento económico, también genera una mayor cantidad de Autos moviendose al mismo tiempo, obligando a a que se construya la infraestructura necesaria para atender la demanda de circulación de autos por toda esta zona, el resultado de esta situación es la aglomeración de vehículos desplazándose a baja velocidad y esto provoca una enorme emisión de contaminantes hacia la atmósfera, poniendo en riesgo la salud tanto de conductores como de la población en general.

Una alternativa para reducir la emisión de contaminantes en las zonas urbanas es la conversión de los vehículos de alquiler, pasando de ser impulsados por un motor de combustión interna altamente contaminante a desplazarse utilizando un motor eléctrico.

Para llevar a cabo esta modificación se ha realizado un análisis técnico que permite validar la propuesta y muestra los elementos a tomar en cuenta para llevar a cabo dicha conversión.

Un coche eléctrico se compone básicamente de los siguientes elementos:

Imagen No 4 Esquema general sobre los componentes de un vehículo eléctrico con motor en corriente continua (DC)



El cargador o transformador convertidor es aquel elemento que absorbe la electricidad de forma alterna directamente desde la red y la transforma en corriente continua, para así poder cargar la batería principal.

Batería

Las baterías de Litio-ion almacenan la energía que le cede el cargador en forma de corriente continua (DC). Esta batería principal es el medio por el que se alimenta todo el coche eléctrico. En los coches que tienen un motor eléctrico de corriente continua, esta batería iría directamente conectada al motor.

En cambio, en los coches eléctricos que tienen un motor eléctrico de corriente alterna, la batería va conectada a un inversor.

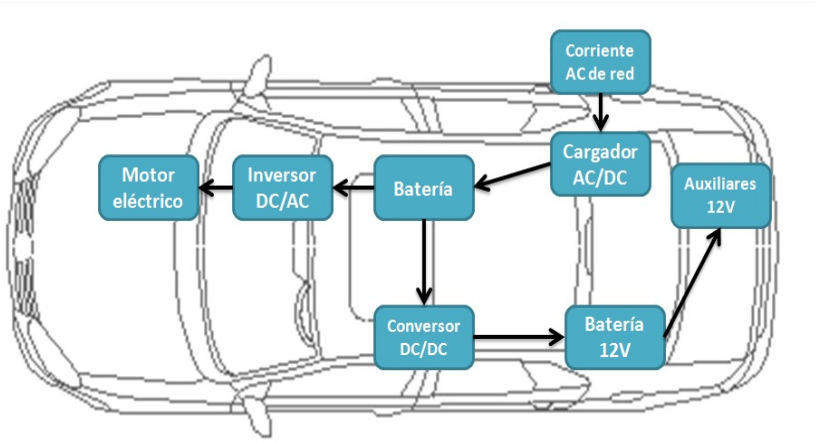
Conversor

El conversor transforma la alta tensión de corriente continua, que aporta la batería principal, en baja tensión de corriente continua. Este tipo de corriente es el que se utiliza para alimentar las baterías auxiliares de 12 V, que son las que alimentan los componentes auxiliares eléctricos del coche.

Inversores

Los inversores o onduladores son los encargados de transformar la corriente continua que cede la batería principal, en corriente alterna. De esa manera se puede alimentar el motor en corriente alterna del coche eléctrico. (Husain, 2011).

Imagen No 5 Esquema general sobre los componentes de un vehículo eléctrico con motor en corriente alterna (AC)



En el caso de coche con el motor en corriente continuo, este componente no existiría.

Motor eléctrico

El motor de un coche eléctrico puede ser un motor de corriente alterna o de corriente continua. La diferencia entre estos los dos tipos, principalmente, es la forma de alimentación.

El de corriente continua se alimenta directamente desde la batería principal, y el de corriente alterna se alimenta a través de la energía que emite la batería previamente transformada en corriente alterna a través del inversor.

El motor propuesto es de 78 a 92 Hp (equivalente a motor de combustión de 110 Hp) y Controlador Electrónico Curtis de 96 V a 144 V.

Descripción

Este motor de inducción y corriente alterna puede producir una increíble cantidad de potencia y par motor en excelentes niveles de eficiencia Algunas de las ventajas de un motor de inducción AC son un mejor rango de potencia, más altas RPM, frenado regenerativo, y fácil puesta en retroceso. No requiere contactor, resistencias de precarga o diodos. Este motor puede impulsar varios tipos de vehículos de hasta 4000 Kg con velocidades de 100 Kmh (1500 Kg – 150 Kmh). Este kit: AC3 esta compuesto de motor, controlador Curtis, contactor general, juego de cables de control y monitor de control digital.Opciones disponibles:

Motor AC3 + Controlador Curtis 96 V 650 Ampers Potencia: 78 HP

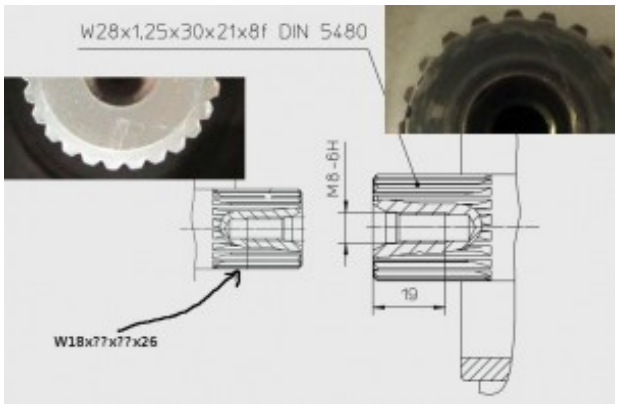
Especificaciones del motor:

Diámetro: 9 pulgadas. Peso: 70 KgVoltaje: 96-144vClasificación Amp: 550 amperiosEficiencia del motor: 89%Pico de potencia: 100 HPTorque: 125 pies / libra -180 N/mRPM: 6500Detalles del Controlador 96 V 650 Amperes 78 Hp (144 V 500 Amperes 92 Hp) Frenado RegenerativoRefrigerado por aire. (Educa,2014)

Acoplamiento

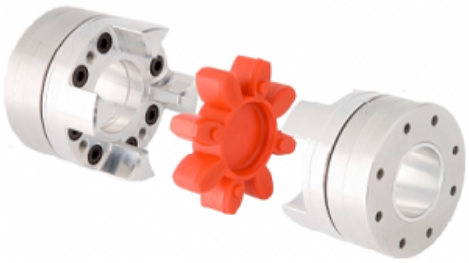
Esta es una de las manipulaciones mecánicas más importantes que se debe de hacer al convertir tu vehículo a eléctrico. Acoplar el motor eléctrico a la transmisión existente, es un poco complicada la adaptación pero no imposible, ya que puedes conectar los ambos ejes con algún tipo de acoplamiento o hacerlo con el embrague.

Imagen No. 6 acoplamiento motor y caja de cambios



Normalmente, ambos ejes tienen diámetros diferentes, distinto estriado o son cilíndricos planos con una mueca, por tanto necesitaremos dos acoplamientos diferentes, uno para cada palier (motor y caja de cambios).

Imagen No. 7 Adaptadores de conexión



Estos dos acoplamientos pueden conectarse directamente o usando el embrague original. En nuestro caso, seguimos el diseño con el embrague. La principal razón es por eficiencia, porque al poder manipular los cambios de velocidades nos dará

más eficiencia en el arranque y en el desplazamiento. Para este proceso del acoplamiento es un poco más complicada a la hora de implementarlo, ya que el disco de inercia se tiene que adaptar al palier del motor eléctrico, la operación del coche será similar al mismo con el motor de gasolina.

Lo primero en esta transformación es tener lista la placa adaptadora y montada en el motor, de tal manera que el volante de inercia mantenga la misma posición en relación a la caja de cambios.

Imagen No. 8 motor con plato de acoplamiento

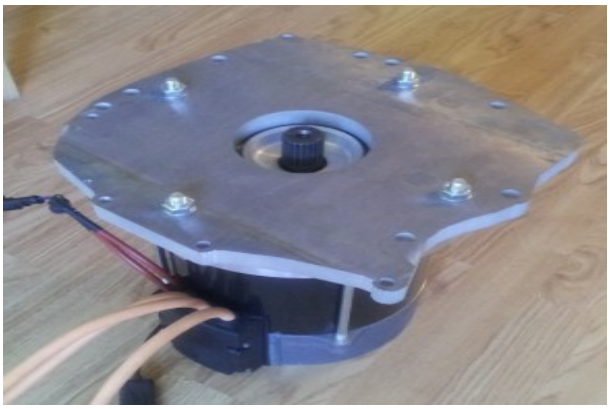
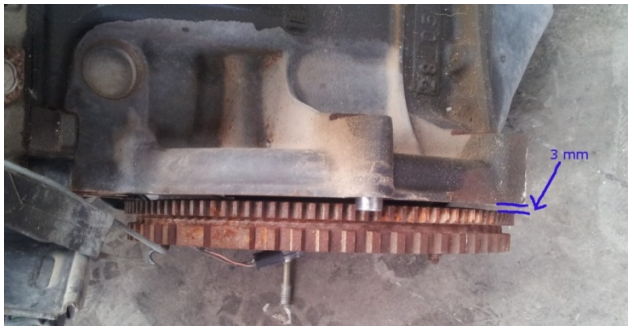


Imagen No. 9 vista parcial de la cremallera



Después, necesitamos acoplar el volante de inercia al motor con un adaptador. Se puede usar un acoplamiento de acero de la marca Lovejoy o Rotex, torneado exactamente para el palier del motor eléctrico. Es muy importante medir todos los componentes que van dentro de la caja de cambios, incluido el embrague, para que todo ajuste a la perfección.

Una vez tengas el volante de inercia modificado y montado en el motor, es hora de ensamblar el embrague al volante de inercia. A partir de este punto, la operación es la instalación básica de un embrague.

Imagen No.10 Embrague marca luck

Imagen No. 11 motor acoplado a el embrague

En el 1er intento de instalación del embrague, todo parecía estar bien, pero tuvimos un pequeño ruido periódico dentro de la caja de cambios. Así que tuvimos que desmontarlo de nuevo para ver qué había pasado. Nuestra sorpresa fue que el volante de inercia estaba rozando dentro de la caja de cambios. Este fue el primer problema resuelto fácilmente comiéndole un poco dentro de la caja de cambios en las zonas donde tocaba el volante.

Imagen No. 12 housing con rozamientos

El Segundo problema fue el volante de inercia, incluso siendo correctamente insertado en el palier estriado del motor eléctrico, no estaba fijo, con lo que la fuerza centrífuga podía causar que el disco se moviera hacia delante tocando el palier de

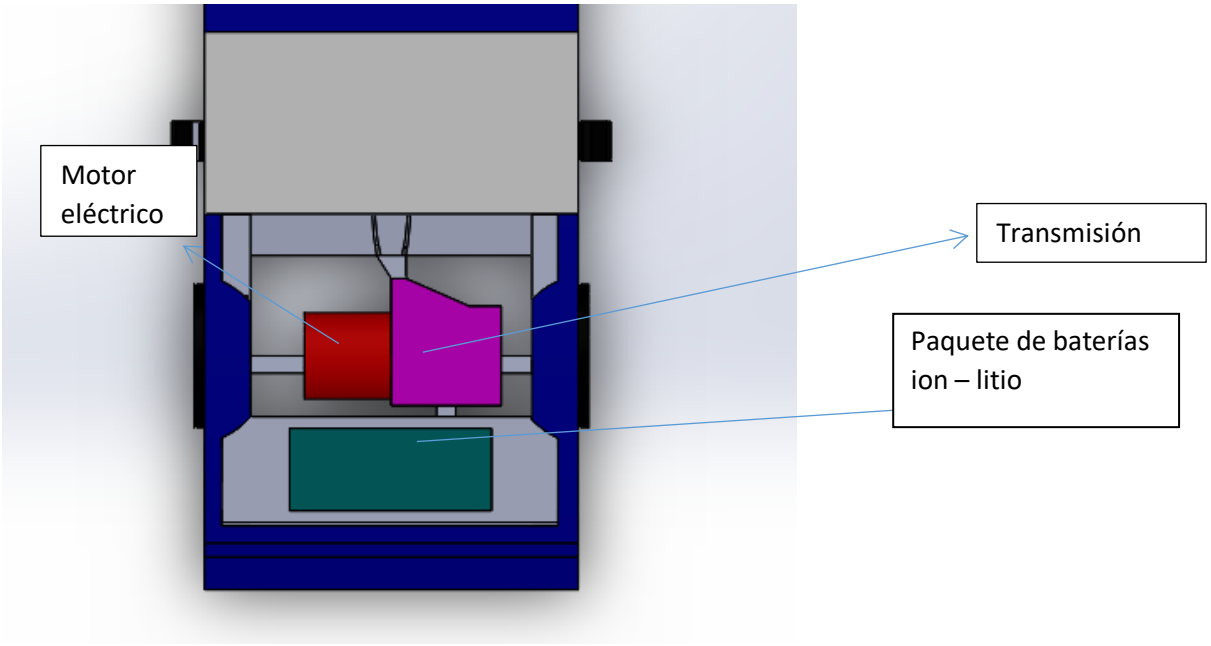
la caja de cambios. Por tanto, aparte de soldar un acoplamiento en el centro del volante, pedimos que nos hicieran un agujero para poder fijar con un tornillo el volante al palier.

Pero esta modificación provoco que el bloque volante de inercia-embrague se moviera 6 mm hacia delante, con lo que tuvimos que cortar 7 mm el palier de la caja de cambios.

Distribución de baterías y motor eléctrico

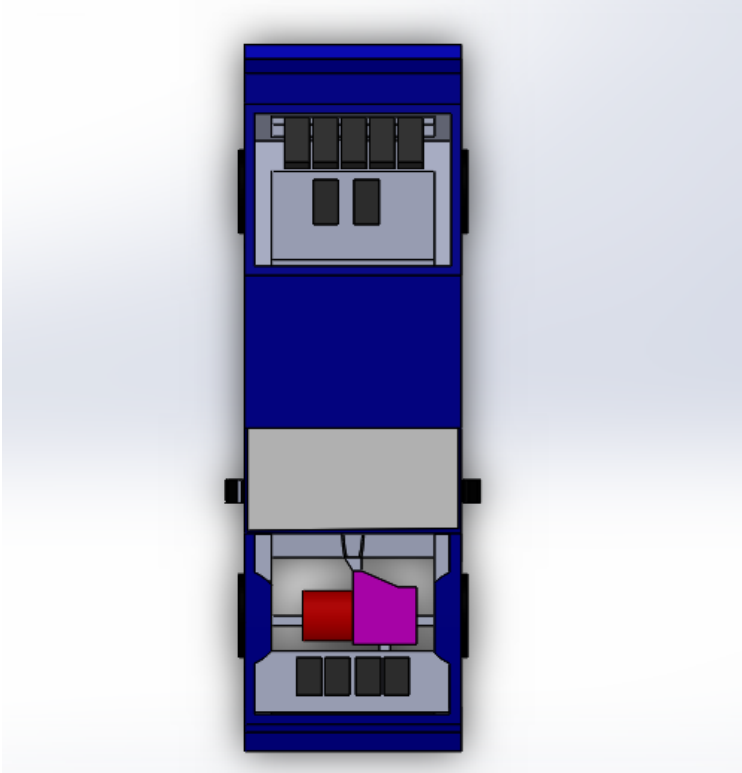
En la siguiente imagen se observa en color rojo el motor que esta acoplado a la transmisiòn sostenida por medio de unos soportes. En cuanto a la bateriàs se coloco un paquete de ion litio con un peso aproximado de 440 kg y con un peso del motor de 150 kg la trasmision sigue sindo la misma.

Imagen No. 13 distribución de baterías



En la siguiente imagen se observa en color negro las baterias de plomo acido el cual se colocaron cuatro baterias en la parte delantera con un peso total del 108kg y en la parte tracera se colocaron 7 baterias con un peso de 189kg.

Imagen No. 14 Vista superior posición de baterías



Bateria Ciclo Profundo Lth Solar 115ah L-31t/s-190

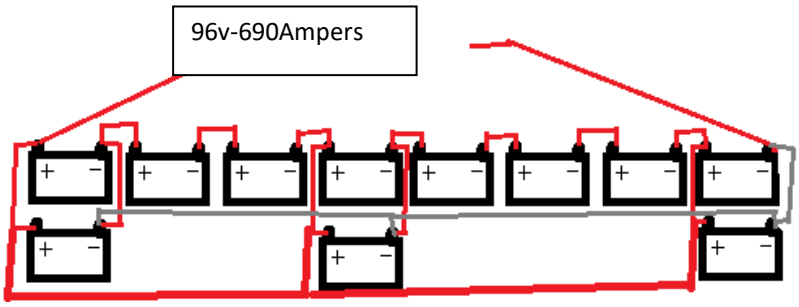
Imagen No. 15 Bateria Ciclo Profundo Lth Solar 115ah L-31t/s-190

Diagrama de conexiòn de baterias

Se necesitan 8 en conexión en serie para obtener el voltaje que requiere el motor de 96v y 6 en conexión en paralelo para aumentar el amperaje a 690 Ah, este es un poco sobrado ya que solo se requiere 650 Ah. Total, de baterías que se requieren 11 baterias.

Peso total= 319 kg (García, 2000)

Imagen No 16 Conexión del paquete de baterías



Conexion de baterias de ion litio

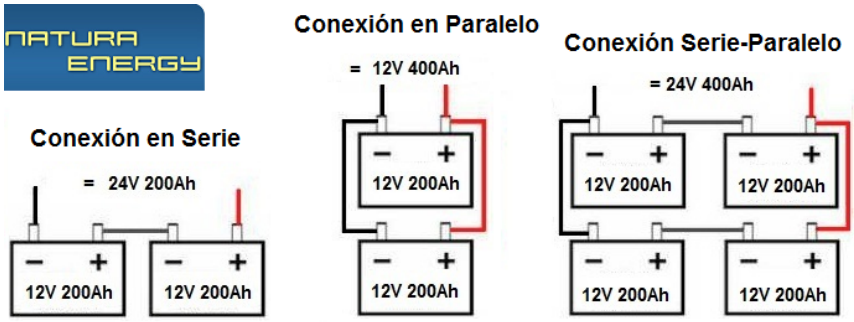
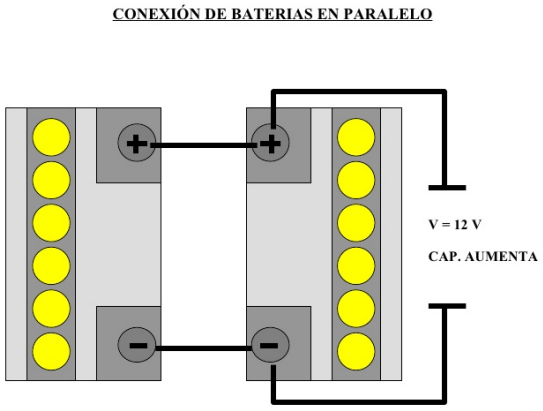


Imagen No 17 Conexión de baterías en paralelo



Cálculos

RESISTENCIA TOTAL AL AVANCE

P= 1500 kg Pn= 28 PSI Cx= 0.30

V= 60 km/hr a= 1300 mm Tipo de llantas: Radiales

α= 0° b= 1670 mm ηt= 0.85

$\mu = \frac{K1}{100}(5.1 + \frac{(5.5+9PR)}{Pn} + \frac{(8.5+3PR)}{Pn}\left(\frac{V}{100}\right)^2)$

$\mu = \frac{0.8}{100}(5.1 + \frac{(5.5+9(0.375)}{1.970} + \frac{(8.5+3(0.375)}{1.970}\left(\frac{60}{100}\right)^2)$

= 0.09091

$Pn = 28\frac{lb}{plg}(\frac{0.454\ kg}{1\ lb}) + (\frac{1\ plg}{2.54\ cm})^2$ = 1.970 kg/cm²

$PR = (\frac{1500\ kg}{4})$ = 375 kg / 1000 ton= 0.375 ton

Rr= μ.P

= (0.09091) (1500 kg)

= 136.365 kg

S= 0.85 (a) (b)

= 0.85 (1.3) (1.67)

= 1.845 m²

$Ra = (\frac{1}{16})$ (Cx) (S) (V) ²

$(\frac{1}{16})$ (0.30) (1.845) (16.666)²

= 9.608 N / 9.81 = 0.9794 kg

Rp= P.senα

= (1500) (sen (0°) =

= 0 kg

RT= Rr + Ra + Rp

= 136.365 + 0.9794 + 0

= 137.344 kg x 9.81= 1347.3446 N

POTENCIA NECESARIA

$Pw = \frac{RT.v}{75.\eta t}$

$= \frac{(137.244)(16.666)}{75\ (0.85)}$

= 35.905 C.v

TIEMPO DE ACELERACIÓN

to – 30.555= $\frac{1}{r}\int_0^{16.666} dv$

to – 30.555= $\frac{1}{(5.465)}$ (16.666)

= 3.049 seg

ɣ = $\frac{F-RT}{\text{me}}$

= $\frac{(9617.484)-(1347.3446\ )}{1515}$

= 5.465 m/seg²

F= $\frac{Mm.ri.rf.\eta t}{Rd}$

= $\frac{(180)(4.47)(4.05)(0.85)}{0.2881}$

= 9617.484 N

me = 1.01 (P)

= (1.01) (1500)

= 1515 kg

RELACIONES DE CAMBIO Y VELOCIDADES

Vmáx= 125 km/hr Rd= 303.25 mm rf= 3.658

Vma= 35 km/hr Llantas: 205/55/R15 n1= 2200 RPM

V4ta= 125 km/hr Caja de 4 vel. n2= 4000 RPM

Rd= $\frac{+2(\text{Llanta})(R15)}{2}$

= $\frac{(13)(25.4)+2(205)(0.6)}{2}$

= 288.1 mm / 1000 m = 0.2881 m

rf= $\frac{(\text{n2})(2\pi)\ (Rd)}{1(\text{Vmáx})(60)}$

= $\frac{(4500)(2\pi)\ (0.2881)}{1(27.777)(60)}$

= 4.887

rma= $\frac{(\text{n2})(2\pi)\ (Rd)}{\text{rf}\ (\text{Vma})(60)}$

= $\frac{(4500)(2\pi)\ (0.2881}{(4.887)(9.722)(60)}$

= 2.857

rf= 100 $\frac{km}{hr}$ x ($\frac{1000\ m}{1\ km}$) x ($\frac{1\ hr}{3600\ seg}$) = 27.777 m/seg

rma= 35 $\frac{km}{hr}$ x ($\frac{1000\ m}{1\ km}$) x ($\frac{1\ hr}{3600\ seg}$) = 9.722 m/seg

r1= r2 ($\frac{n2}{n1}$) = 2.25 ($\frac{4500}{3000}$) = 3.375

r2= r3 ($\frac{n2}{n1}$) = 1.5 ($\frac{4500}{3000}$) = 2.25

r3= r4 ($\frac{n2}{n1}$) = 1 ($\frac{4500}{3000}$) = 1.5

r4=1

Vma= $\frac{(n2)(2\pi)\ (Rd)}{(rf)(rma)(60)}$ = $\frac{(4500)(2\pi)\ (0.2881)}{(4.887)(2.857)(60)}$ = 9.969m/seg x 3.6 = 35 km/hr

V1= $\frac{(n2)(2\pi)\ (Rd)}{(rf)(r1)(60)}$ = $\frac{(4000)(2\pi)\ (0.30325)}{(3.658)(6.009)(60)}$ = 5.0924 m/seg x 3.6 = 21.328 km/hr

V2= $\frac{(n2)(2\pi)\ (Rd)}{(rf)(r2)(60)}$ = $\frac{(4000)(2\pi)\ (0.30325)}{(3.658)(3.305)(60)}$ = 10.791m/seg x 3.6 = 38.778km/hr

V3= $\frac{(n2)(2\pi)\ (Rd)}{(rf)(r3)(60)}$ = $\frac{(4000)(2\pi)\ (0.30325)}{(3.658)(1.818)(60)}$ = 19.582m/seg x 3.6 = 70.497km/hr

V4= $\frac{(n2)(2\pi)\ (Rd)}{(rf)(r4)(60)}$

= $\frac{(4000)(2\pi)\ (0.30325)}{(3.658)(1)(60)}$

= 34.722m/seg x 3.6 = 125 km/hr

FUERZA DE ADHERENCIA

FAD=$\sqrt{Fc^2 + RT^2}$ =$\sqrt{(6597.496)^2 + (963.283)^2}$

Fc= $\frac{mv^2}{R}$ = $\frac{(810+250)(30.555)^2}{150}$

=6667.448 N = 6597.496 N

Condiciones del auto a modificar

Imagen No 18 Frente del auto a modificar

Imagen No 19 pruebas de carga

Imagen No 20 Puesta a punto

CONCLUSIONES

Este proyecto describe una manera adecuada de cómo llevar a cabo un trabajo de conversión de un auto de combustión interna a hibrido y eléctrico, con esta transformación lograremos reducir las emisiones contaminantes y obtener un excelente rendimiento, de igual forma nuestro proyecto atraerá más y mejores innovaciones en los vehículos híbridos y eléctricos implementando en el servicio privado y transporte público.

Tal y como se describe la historia del auto eléctrico no es nueva. Se planteó en su tiempo como una alternativa de transporte. Sin embargo, debido a motivos de investigación y costos esta alternativa siempre fue quedando en la espera, mientras que el desarrollo de los otros sistemas comenzó a perfeccionarse cada vez más.

ha pasado más de un siglo, nuevamente se comienza a pensar en ellos debido a que las consecuencias dañinas para la salud de las personas, entre otros problemas hacen que el transporte mire con buenos ojos esta tecnología en el cual podemos mencionar sus distintas ventajas, pero también inconvenientes de los vehículos eléctricos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

García, J. (21 de Junio de 2000). pdf la bateria de plomo-acido . Obtenido de www.olajedatos.com/documentos/baterias_plomo.pdf

EDUCA, E. (2014). endesaeduca.com. Obtenido de http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/coche-electrico#menu

Husain, Iqbal. (2011) Electric and Hybrid vehicles. Design Fundamentals. USA

James D, Halderman (2016) Hybrid and alternative fuel vehicles. USA

ANÁLISIS AMBIENTAL DEL MUNICIPIO ÁLAMO TEMAPACHE, VERACRUZ, MEDIANTE HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS SIG.

ROBERTO ANTONIO VILIS VALDÉS[1] MARGARITA FUENTES OLIVARES[2]

RESUMEN

La estrategia 2.5.8 del Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024) es Promover la gestión, regulación y vigilancia para prevenir y controlar la contaminación y la degradación ambiental. El objetivo de este proyecto fue realizar un análisis ambiental en beneficio a la conservación y preservación ecológica del municipio de Álamo Temapache, Veracruz. Propiciando instrumentos de comparación, manejo y/o regulación de impactos a consecuencia del cambio de uso de suelo, utilizando técnicas de sistemas de información geográfica (SIG); se analizó la cobertura del suelo, para entender causas y consecuencias de los procesos de degradación de la biodiversidad y, en general, la pérdida del capital natural. El análisis ambiental contempló sondeos en campo. Con el software Arc.Gis® y ortofotos, se crearon polígonos (Shape file). Se obtuvieron las superficies siguientes: mancha urbana, vías de acceso, infraestructura industrial, cuerpos de agua superficiales, tipos de vegetación, añadiendo topografía del terreno, obteniendo porcentajes de cada indicador en el municipio de Álamo. Se identifica el cambio y/o utilización del uso de suelo en el municipio; se comprueba que la metodología empleada en este proyecto orienta y propicia la generación e implementación de estrategias ambientales.

INTRODUCCIÓN.

El aumento de la presión antropogénica sobre los ecosistemas, particularmente causado por la alta tasa de cambio de uso del suelo y la sobreexplotación de los

1 Tecnológico Nacional De México/ Instituto Tecnológico Superior De Álamo Temapache. robertovilis98@hotmail.com

2 Tecnológico Nacional De México/ Instituto Tecnológico Superior De Álamo Temapache. margaritabonifacia@gmail.com

recursos naturales está conduciendo a una pérdida irreversible de especies debido al deterioro y desaparición de los ecosistemas (Vitousek, 1997).

México no es la excepción en sus casi dos millones de kilómetros cuadrados de superficie terrestre, se observa una gran cantidad de cambios en la estructura de la vegetación, en general, las tasas de deforestación están por encima de la media mundial, incrementando las áreas de cultivo y pastoreo, expansión urbana, entre otros (Lambin, 2001).

El deterioro del medio ambiente como efecto de la explotación de los recursos biológicos y geológicos con fines económicos, conllevan a la disminución de bienestar y calidad de vida de los pobladores, lo cual se encuentra asociado al desconocimiento y la ilegalidad en las actividades desarrolladas (Arriaga Cabrera, 2009).

La estrategia 2.5.8 del Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024) es Promover la gestión, regulación y vigilancia para prevenir y controlar la contaminación y la degradación ambiental. Dichas prácticas deberían proteger ciertos espacios previamente identificados, por ejemplo, durante la última década se han realizado estudios a diversas escalas para identificar áreas de importancia para la conservación, usando diferentes criterios y enfoques. Algunos de estos trabajos han mejorado conforme se va generando mayor y mejor información, así como con el avance tecnológico de herramientas que permitan priorizar sitios para la conservación (A., 2008).

El presente proyecto es un análisis ambiental de todo el territorio, municipal de Álamo Temapache, Veracruz, utilizando herramientas y técnicas de los sistemas de información geográfica (SIG) considerando la necesidad de estudiar los procesos de cambio en la cobertura del suelo, para entender las causas y consecuencias de los procesos de degradación, desertificación, disminución de la biodiversidad y, en general, de la pérdida del capital natural (Lambin, 2001).

Se analizan también, los patrones y cambios de uso del suelo como un marco de referencia sobre la condición de los ecosistemas (Vitousek, 1997).

OBJETIVO GENERAL.

Realizar un análisis ambiental; en beneficio de la conservación y preservación ecológica en el municipio de Álamo Temapache, Veracruz.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1.-Generar un análisis ambiental del territorio municipal de Álamo Temapache, mediante herramientas y técnicas de los sistemas de información geográfica, a través de la generación de cartografía técnica especializada.

2.-Estimar la superficie de kilómetros cuadrados impactados con cambio de uso de suelo; a zonas industriales, zonas urbanas, infraestructura vial, de producción, así como zonas de conservación en el municipio de Álamo Temapache, Veracruz, como consecuencia del desarrollo.

3.-Considerar los resultados de un análisis ambiental y utilizar el método PER (Presión – Estado – Respuesta para generar estrategias y acciones para conservación y preservación del municipio.

METODOLOGÍA.

Para llevar a cabo el análisis ambiental en beneficio a la conservación y preservación ecológica en el territorio municipal de Álamo, Ver., se integró información de dos tipos: cartográfica del medio físico y sondeos en campo, para corroborar y complementar la información.

En cumplimiento al primer objetivo específico sobre el análisis ambiental. Se eligieron un conjunto de indicadores y se realizaron trabajos de cartografía con ayuda del software Google Earth y Arc-GIS 10 utilizando información (fuente: (INEGI, 2018) (Veracruz, 2018) (CONABIO, 2018) (CONAFOR, 2018); a continuación se describen los pasos desarrollados y de los cuales se elaboró un mapa por cada uno de ellos.

Se obtuvo la superficie poblacional en hectáreas del municipio; con apoyo de información del INEGI en formato shape file (Shp.) de localidades. Se seleccionaron todas las localidades y se clasificaron en pequeñas, medianas y grandes de acuerdo a su número de habitantes, posteriormente se georreferenciaron 20 localidades las

más grandes, con ayuda de ortofotos se elaboraron polígonos delimitando la superficie de cada comunidad. Obteniendo los polígonos se obtuvo la superficie en hectáreas y kilómetros cuadrados en conjunto de las 20 localidades. Durante la selección de localidades, también influyó la distribución considerando el largo y ancho del territorio municipal.

Se ubicaron las vías de acceso existentes en todo el municipio; con información del INEGI en formato shape file (Shp.) se elaboró una clasificación en tres tipos: caminos pavimentados, caminos de terracería y brechas/veredas. Se generó la longitud en kilómetros de cada tipo de vía de acceso clasificada, con apoyo de ortofotos y recorridos en campo, se asignó un ancho promedio en metros a cada tipo de vía de acceso clasificada, posteriormente se obtuvo superficie utilizada.

Con apoyo de ortofotos aéreas se detectaron las obras de infraestructura petrolera, se elaboraron polígonos delimitando la periferia de 25 obras y se obtuvo un promedio y se calculó la superficie en hectáreas y se sumaron todos.

Posteriormente se analizó la superficie estimada de los cuerpos de agua superficiales intermitentes y perennes; con información del INEGI en formato shape file (Shp), se elaboró una clasificación en dos tipos, cuerpos de agua perennes y cuerpos de agua intermitentes, se obtuvo la longitud en kilómetros por cada tipo de cuerpo de agua clasificado, con apoyo de ortofotos y a través de recorridos en campo se asignó un ancho promedio en metros a cada tipo de cuerpo de agua clasificada y se obtuvo superficie ocupada.

También se caracterizó el tipo de vegetación; los criterios del tipo de vegetación fueron obtenidos en base a la “Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación escala 1:250 000 Serie III, emitido por Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI” y establecidos por la Comisión Nacional Forestal para la realización del inventario nacional forestal CONAFOR: 2000 y 2010. Con información en formato shape file se elaboró mapa con la ubicación y se obtuvo la superficie de los diferentes tipos de vegetación.

Se realizó un análisis de la topografía de la zona; con información en formato shape file (Shp.) y modelos de elevación de las curvas de nivel y se elaboró mapa a lo largo y ancho de todo el territorio municipal.

Para el desarrollo del segundo objetivo, se elaboró una tabla resumen de indicadores con el porcentaje con cambio de uso de suelo en el territorio de Álamo para generar un análisis y determinación de las características ambientales. Los datos recolectados se capturaron en una base de datos Excel estableciendo los resultados obtenidos.

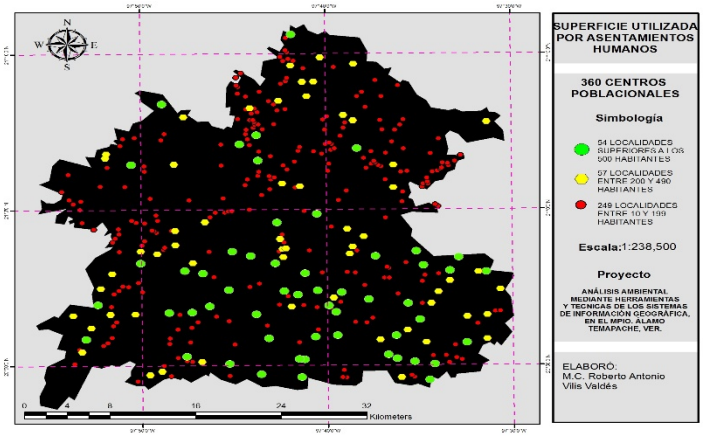
Finalmente para la ejecución del tercer objetivo, se analizaron los resultados con el método PER (Presión – Estado – Respuesta) lo anterior permitió la generación de propuestas, discusiones y conclusiones con base a los análisis realizados.

RESULTADOS.

Estimación De La Superficie Utilizada Por Los Asentamientos Humanos Del Mpio. De Álamo Temapache, Ver.

Se obtuvo un total de 360 centros poblaciones; de los cuales por su número de habitantes, 249 localidades pequeñas cuentan entre 10 y 199 habitantes; 57 localidades medianas cuentan entre 200 a 499 habitantes; y 54 localidades grandes fueron encontradas con más de 500 habitantes. De las 54 localidades grandes se consideraron las 20 de las de mayor número de habitantes para calcular la superficie urbana (ver fig. 1).

Figura 1. Ubicación zonas urbanas con mayor número de población Mpio., de Álamo, Ver.



A continuación se presenta en la Tabla I el resumen de obtención de la superficie utilizada por las zonas urbanas en el Mpio., de Álamo Temapache, Ver.

Tabla I. Superficie estimada de zonas urbanas en el Mpio., de Álamo, Ver.

Muestra	Habitantes	Método	Superficie Km 2
Superficie de 20 Localidades de 54 Localidades Grandes Mayores a 500 Habitantes.	45,558	A través de polígonos sobre ortofotos aéreas.	11.95
Superficie 57 Localidades Medianas de 200 a 500 Habitantes	59846	A través de sondeo del 46 % de la población	15.69
Superficie utilizada por 249 Rancherías			
Total de superficie utilizada por áreas urbanas Mpio., de Álamo, Ver.			27.64 Km2

Estimación De La Superficie Utilizada Por Las Vías De Acceso Del Mpio. De Álamo, Ver.

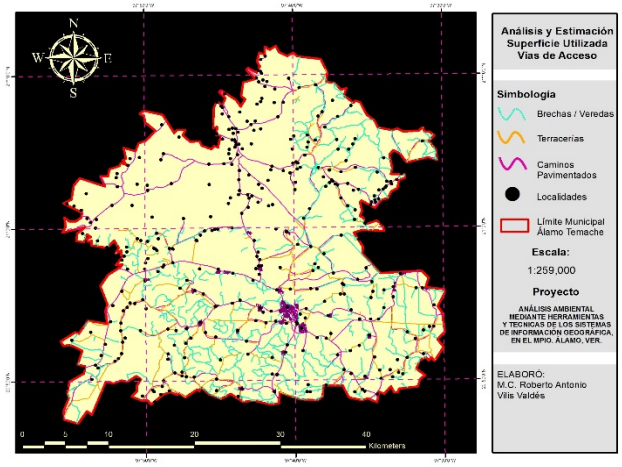
Se obtuvo una superficie de 602 km. de longitud de caminos pavimentados considerando calles de localidades de primero y segundo orden; así como, 303.73 km. de longitud de caminos de terracería y 609.11 km de longitud de brecha y veredas. Para obtener la superficie total que ocupan las vías de acceso en el territorio de Álamo, Ver., se presenta la Tabla II.

Tabla II. Superficie estimada de las vías de acceso en el territorio de Álamo, Ver.

Tipo de Vía de Acceso	Longitud Km.	Ancho considerado	Superficie Km 2
Caminos pavimentados	602	8	4.816
caminos de terracería	303.73	5	1.518
brecha y veredas	609.11	3	1.827
Longitud total	1514.84		8.161 Km 2

Tomando en cuenta los datos del cuadro anterior se tiene que de los 1287 km2 del total del territorio municipal de Álamo, se evaluó la superficie utilizada por las vías de acceso, obteniendo una superficie total estimada de 8.161 km2 lo que equivale al .63 % del territorio. En la figura 2 se presenta la ubicación de las vías de acceso identificadas en todo el territorio de Álamo, Ver.

Figura 2. Ubicación de las vías de acceso. Mpio., de Álamo, Ver.

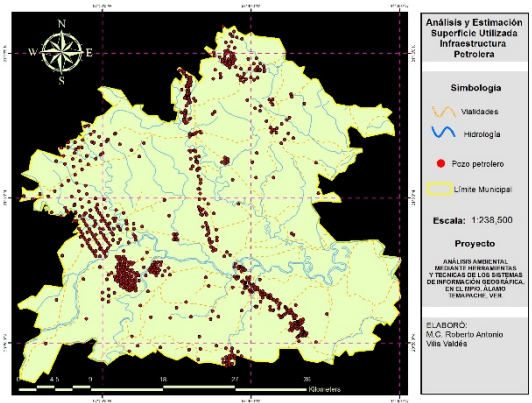


ESTIMACIÓN DE LA SUPERFICIE UTILIZADA POR EL DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA INDUSTRIAL EN EL MPIO. DE ÁLAMO, VER.

Se detectó un total de 948 pozos petroleros, se calculó un promedio de 1 ha por pozo la superficie utilizada por el desarrollo petrolero la cual equivale a 9.48 km2. Que equivale al .73 % del territorio

La figura 3 se presenta mapa del territorio de Álamo, con la georreferenciación de la infraestructura industrial.

Figura 3. Ubicación de la infraestructura industrial en el Mpio., de Álamo, Ver.



ESTIMACIÓN DE LA SUPERFICIE DE LOS CUERPOS DE AGUA, EN EL MPIO. DE ÁLAMO, VER.

Los cuerpos de agua de corriente intermitente se consideraron en base a lo avistado en campo con un ancho de 2 m y los cuerpos de agua de corriente permanente con un ancho de 8 m. En la Tabla III siguiente, se sustituyen los valores en base a la longitud determinada para obtener la superficie ocupada por cada tipo de cuerpo de

agua. Es importante hacer mención que es excluyeron de este estudio el río Tuxpan y Pantepec, los cuales de muestran en color rojo en la figura 4

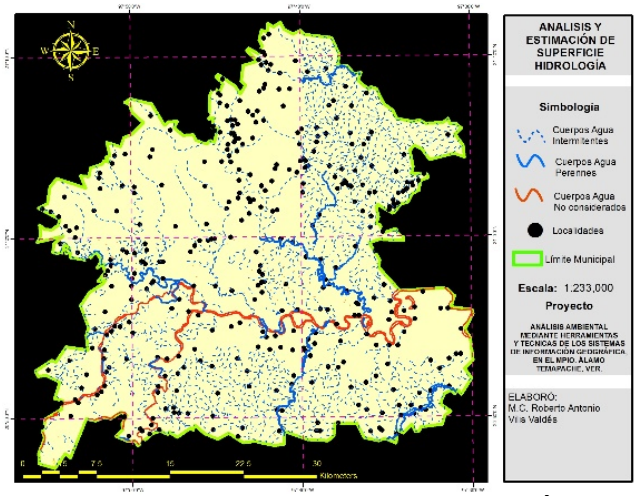
Tabla III. Superficie estimada por tipo de cuerpos de agua, Mpio. Álamo, Ver.

Cuerpo de Agua	Longitud en Km. determinada	Calculo del ancho promedio avistado en campo	Superficie Km^2
Intermitente	1,396.23	2	2792.46
Permanente	132.92	8	1063.36
	1,255.451		**3.855 km^2**

En la figura 4 se presenta la georreferenciación de los cuerpos de agua intermitentes y perennes detectados en el territorio municipal de Álamo, Ver.

De los 1287 km^2 del total del territorio municipal de Álamo, se evaluó la superficie utilizada por los cuerpos de aguas intermitentes y permanentes obteniendo una superficie total estimada de 3.855 km^2 lo que equivale al .29 % del territorio

Figura 4. Cuerpos de agua localizados en el Mpio., de Álamo,



ESTIMACIÓN DE LA SUPERFICIE DEL TIPO DE VEGETACIÓN, EN EL MPIO. DE ÁLAMO, VER.

En general se detectaron 3 tipos de vegetación en correspondientes a pastizales, zonas agrícolas y selvas / bosques, a continuación se desglosa la superficie que abarca cada una de ellas. Ver figura 5. En Tabla IV se especifica porcentajes de vegetación en base al tamaño total del territorio del Municipio de Álamo, Ver.

Figura 5. Tipo de Vegetación registrada.

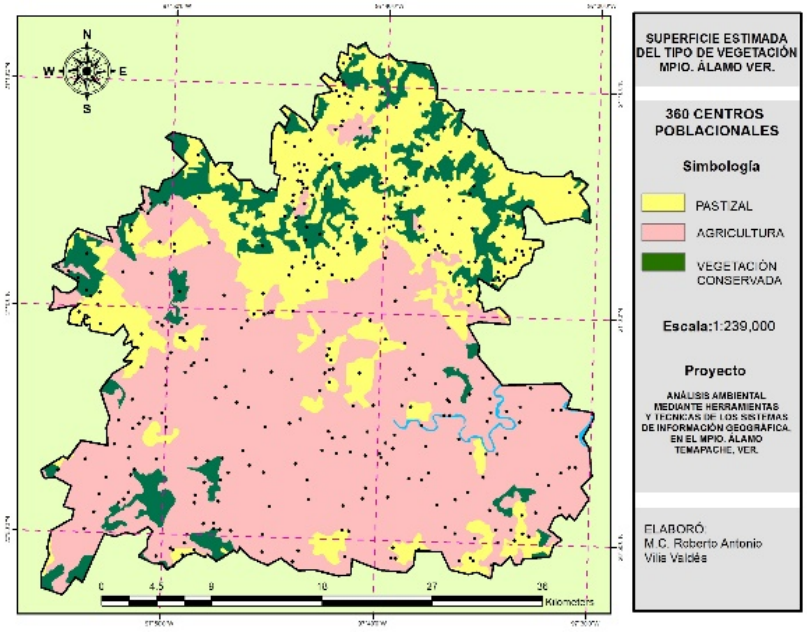


Tabla IV. Cobertura de vegetación del territorio del Municipio de Álamo, Ver.

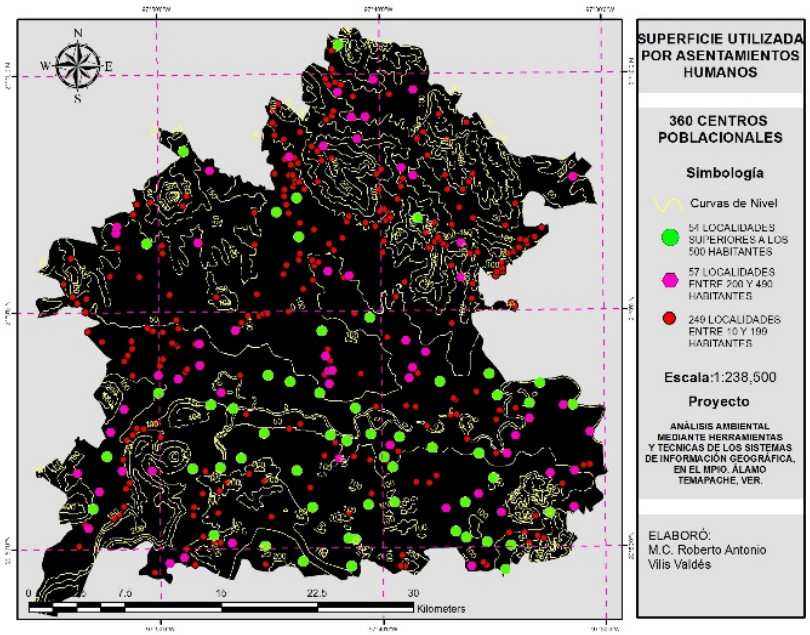
Tipo de vegetación	Ha. En base al INEGI uso de suelo y Vegetación	Km^2	% en relación al territorio
Pastizales	35,088	350.88	26.33
Agricultura	74,129	741.29	58.02
Selva / Bosque	14,956	149.56	11.86
	126073	**1260.73**	**100**

Nota: Los datos manifestados en la tabla anterior, fueron procesados del INEGI en donde no se han quitado las zonas utilizadas por los diversos tipos de infraestructura.

ANÁLISIS DE LA TOPOGRAFÍA, MPIO. DE ÁLAMO, VER.

En la mayor parte del territorio de Álamo, se localizan pequeñas elevaciones entre los 50 y 100 msnm. No obstante en la parte norte del municipio se localizan algunos cerros con alturas de 350 msnm en donde se favorece para realizar actividades de reforestación Ver. Figura 6.

Figura 6. Curvas de nivel Mpio. Álamo, Ver.



RESUMEN; INDICADORES AMBIENTALES, ESTIMACIÓN DE LA SUPERFICIE CON CAMBIO DE USO DE SUELO Y ZONAS DE CONSERVACION.

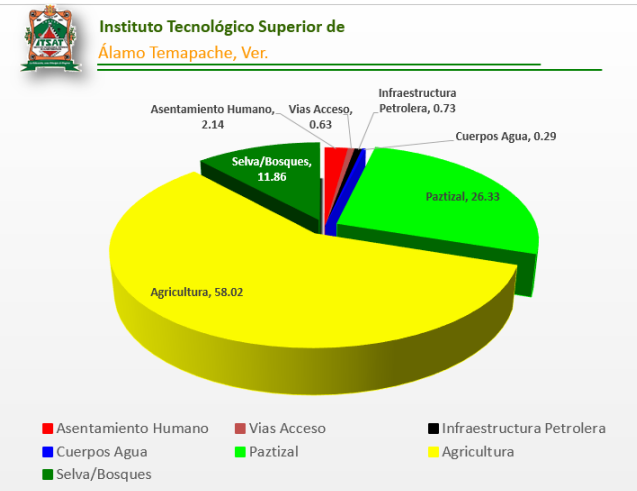
A continuación, en la tabla V se presenta el resumen de los indicadores ambientales

Tabla V. Resumen de los indicadores ambientales

Indicador	Superficie	%
Estimación de superficie utilizada asentamientos humanos.	27.64 Km2	2.14
Estimación de superficie utilizada vías de Acceso.	8.161 Km2	.63
Estimación de superficie utilizada infraestructura petrolera	9.48 Km2	.73
Estimación de superficie identificada de cuerpos de agua.	3.855 Km2	.29
Tipos de Vegetación		
Pastizales	369.88 Km2	26.33
Agricultura	741.29 Km2	58.02
Selva	149.56 Km2	11.86

Se observa que el mayor cambio de uso de suelo en el municipio de Álamo corresponde a los asentamientos humanos, mientras que las actividades agrícolas utilizan también utilizan la mayor superficie en lo que se refiera a los tipos de vegetación. Ver. Figura 7.

Figura 7. Indicadores Mpio. Álamo, Ver.



ANÁLISIS EN BASE AL ESTADO DEL TERRITORIO DE ÁLAMO, VER.

Considerando los resultados de los indicadores obtenidos en el Mpio. Álamo Temapache, Ver., y aplicando la metodología del método Presión Estado Respuesta (PER) A continuación se presentan algunas propuestas de acción.

1.- Generación de programa de ordenamiento urbano.- Con la finalidad de distribuir y organizar el crecimiento y desarrollo en el municipio, en seguimiento a la Ley Número 241 para el Estado de Veracruz de Ignacio de La Llave.

2.- Generación de programas de reforestación y preservación de zonas con actitud ecológica.- Establecimiento de alianzas con la CONAFOR para llevar a cabo programas y/o proyectos de reforestación; se puede observar en el mapa de topografía que existen zonas en la parte norte-este del municipio, con aptitud forestal, en el mapa de vegetación aparecen parches de vegetación, principalmente de selvas los cuales pueden ser en primera instancia conservados y preservados a través del tiempo. No obstante es un municipio que proporciona servicios ambientales pues gran parte del territorio se dedica al cultivo de naranja.

3.- Desarrollo de infraestructura industrial y petrolera, en comparación con otros territorios, El municipio de Álamo tiene una influencia fuerte de infraestructura petrolera, de este indicador se deducen dos situaciones, es necesario capacitar a la gente de las localidades para que conozcan y apliquen la normatividad ambiental y se eviten impactos al ambiente, y del mismo modo debe vigilarse que cuenten todas

ellas con sus respectivos estudios y autorizaciones avaladas por las autoridades correspondientes.

4.- Talleres ocupacionales de formación sobre jardinería, guardia forestal, protección civil.- En base a los datos arrojados el mapa de uso de suelo y vegetación realizado durante el análisis ambiental, se puede observar que dentro del territorio municipal de Álamo, se cuenta con áreas conservadas las cuales son propicias para llevar a cabo acciones de preservación, será mediante la implementación de talleres ocupacionales de formación sobre jardinería, guardia forestal y protección civil, comenzado por la los directivos de las comunidades hasta la participación ciudadana, cabe resaltar que las localidades se encuentran dispersas a lo largo y ancho del municipio.

5.- Difusión y concientización de la utilización de caminos existentes.- En comparación con otros municipios, Álamo, cuenta con suficientes vías de acceso, será un reto el generar alianzas entre el Ayuntamiento y empresas para respetar y en todo momento la rehabilitación de caminos existentes, con la finalidad de minimizar los impactos al ambiente.

6.- Establecimiento de unidades de manejo ambiental (UMA).- Como se observa en la cartografía del análisis ambiental, en la parte norte este del municipio, se localizan zonas conservadas con aptitud para el establecimiento de UMAS.

7.- Proyecto de agenda ambiental. - Uno de los principales objetivos de este estudio, es la de generar un prospecto de proyecto para el establecimiento de una agenda ambiental que sea regulada por el H. Ayuntamiento.

RESULTADOS.

Durante el desarrollo del presente estudio se pudo constatar que los sistemas de información geográfica son una herramienta fundamental para llevar a cabo el registro, seguimiento y monitoreo de indicadores ambientales, permitiendo la generación de cartografía técnica y especializada.

Debido a la obtención de la superficie utilizada por las zonas urbanas, se obtuvo un indicador confiable, debido a que se muestreó a más del 45% de la población de todo el municipio extrapolando los datos de la población faltante, dicha información

fue obtenida a través de fotografías aéreas recientes, por lo anterior, la metodología utilizada para el cálculo de superficie de las zonas urbanas en el territorio de Álamo es confiable y se demuestra que es probable obtener la superficie acertada a través de métodos cartográficos y fotografías aéreas.

En relación a la superficie utilizada por los cuerpos de agua, se basó en información de INEGI, quien clasifica la hidrología superficial en cuerpos perennes y en cuerpos intermitentes, no obstante el cálculo de su anchura, fue estimado en base a observaciones en campo, lo anterior hace suponer que el resultado de la superficie por cuerpos de agua es un dato estimado, sin embargo, no presenta un panorama general de los cuerpos de agua.

Referente a la obtención de la superficie utilizada por las vías de acceso, se considera un indicador muy acertado, debido a que fue obtenido de la base de datos de INEGI, cuyos anchos fueron considerados bajo los criterios de brechas, terracerías y caminos asfaltados.

El indicador de la infraestructura detectada a consecuencia de desarrollo de exploración y explotación de hidrocarburos, es un dato confiable debido a que se obtuvo a través de recorridos por las vías de acceso del municipio y georreferenciados con apoyo del programa Google Earth para pronta identificación por medio de ortofotos aéreas.

En relación al indicador de los tipos de vegetación, es un indicador muy acertado, debido a que corresponde con la información de la “Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación escala 1:250 000 Serie III, emitido por Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI” y el inventario nacional forestal de la CONAFOR (2000, 2010).

Respecto al indicador topografía, se generó un que permite interpretar de una manera muy sencilla las condiciones topográficas de todo el territorio de Álamo pudiendo entonces generar proyecto de conservación ambiental.

En relación a los sondeos en campo, es necesario dejar claro que los datos arrojados principalmente fueron obtenidos en base al criterio y punto de vista del autor de este proyecto, es importante hacer mención que por las magnitudes de este análisis es muy complejo analizar los factores ambientales a mayor detalle.

Se puede constatar que parte fundamental de este proyecto es la generación de un análisis ambiental en el cual se manifieste y exprese una serie de acciones que con lleven a la preservación y conservación de sus recursos durante el desarrollo de diversas obras de infraestructura, o mejor dicho lo que es generar una conciencia ante la población de la importancia y cuidado del medio ambiente, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población en general.

CONCLUSIONES

La mayor parte de la superficie del Municipio de Álamo, corresponde a zonas agrícolas. Los pastizales ocupan el segundo lugar en la cobertura de la superficie. Solo el 11.86 % del territorio municipal de Álamo, corresponde a zonas conservadas (Selvas y Bosque). Solo el 0.29 % de la superficie del territorio corresponde a cuerpos de agua.

La superficie utilizada por los asentamientos humanos en el territorio del Municipio de Álamo es 6 veces mayor a la superficie estimada de los cuerpos de agua.

Debido a que dentro del territorio municipal de Álamo se localizaron zonas con cierto grado de conservación en base al tipo de vegetación y a la topografía detectada, se hace propicio el establecimiento de Unidades de Manejo Ambiental UMAS; es posible generar áreas con aptitud forestal.

El análisis de indicadores ambientales presenta un panorama confiable, de las situaciones actuales del territorio municipal, no obstante, es necesario que esta metodología utilizada, sea aplicada a más territorios municipales, con la finalidad de poder comparar las variantes de los indicadores ambientales.

Lo anterior es solo un análisis y estimación de indicadores del estado en el que se encuentra el territorio, aún falta por conocer a fondo la calidad de cada indicador, sin embargo, este estudio es una aportación técnica – científica como alternativa para la administración de los recursos naturales en beneficio a la conservación y preservación ecológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A., K. (2008). Aspectos Socio-Ambientales . Uruguay: Fonplata-INTA.

A.I., J. M., & 2005. (2005). El ecologismo de los pobres conflictos ambientales y lenguajes de valoración. Antrazyt.

Arriaga Cabrera, L. A. (2009). Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad, en Capital Natural de México Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. México: CONABIO.

CONABIO. (16 de 06 de 2018). ANUARIOS ESTADISTICOS. MEXICO, MEXICO, MEXICO.

CONAFOR. (13 de 07 de 2018). ANUARIOS ESTADISTICOS. MEXICO, MEXICO, MEXICO.

Federal, G. (21 de 05 de 2018). Plan Nacional de Desarrollo. México, Mexico, Mexico.

Geografía, I. N. (2005). Guía para la interpretación de Cartografía uso de suelo y vegetación escala 1:250000 Serie III. México: INEGI.

INEGI. (14 de 06 de 2018). ANUARIOS ESTADISTICOS. MEXICO, MEXICO, MEXICO.

Lambin, G. H. (2001). What drives tropical deforestation? a meta analysis of proximate and underlying causes of deforestación bases on subnational scale case study evidence. Louvain-la-Neuve: Lucc Report series no. 4.

Veracruz, G. (23 de 8 de 2018). Plan Municipal de desarrollo. Alamo, Veracruz, Mexico.

Vitousek, P. M. (1997). Human domination of earth´s ecosystems. EEUU: Science.

ESTUDIO DE USO DE BIOMASA DE DESECHO Y COMBUSTIBLE FÓSIL CON ENFOQUE EN MICROGENERACIÓN

JORGE BEDOLLA HERNÁNDEZ1, VICENTE FLORES LARA2, MARCOS BEDOLLA HERNÁNDEZ3

RESUMEN.

Se presenta un estudio comparativo de aplicación de biomasa sólida contra gas LP para la generación de vapor, en un sistema de dimensiones reducidas con orientación a la microgeneración. La biomasa sólida considerada puede recuperarse de residuos forestales o desecho de industriales que de no usarse se convierte en basura. Los dos combustibles se usan en un sistema de generación de vapor de agua, el cual puede quemar la madera de desecho o sustituirse esta por un quemador de alta eficiencia de gas LP, de forma que el recipiente para el vapor es el mismo en ambos casos. Se cuantifica el poder calorífico de los combustibles y se monitorean los parámetros de presión de trabajo, temperatura y tiempo para obtener el vapor a usar en una microturbina no convencional de adhesión. Se establecen las condiciones de obtención del vapor y las condiciones iniciales de operación del cilindro a presión, para la aplicación del vapor así obtenido en el funcionamiento de la turbina de adhesión acoplada a un generador comercial de 600 W. Se presentan los resultados de operación del sistema de microgeneración eléctrica.

Palabras clave: biomasa sólida, microgeneración, microturbina, poder calorífico.

ABSTRACT.

A comparative study of the application of solid biomass against LP gas for water steam generation is presented. The system is focused on microgeneration, for which a principal characteristic is reduced dimensions of component elements. The solid

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Apizaco. jorge.bh@apizaco.tecnm.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Apizaco. f117u2@yahoo.com.mx

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Apizaco. mbedolla@hotmail.com

biomass considered in the study can be recovered from forest residues or industrial waste that, if it is not used, becomes garbage. For the other side the combustible considered is commercial LP gas. The two fuels are used in the generation of water stream. The system proposed in the study which can burn the waste wood, or with minimal changes the combustor is replaced for a high efficiency LP gas burner, so that the steam container is the same in both cases. The calorific value of the fuels is quantified for both combustibles and the parameters in the steam container, such as working pressure, temperature and time, are monitored to obtain the steam to be used in an unconventional adhesion microturbine. The conditions for obtaining the steam and the initial operating conditions of the pressurized cylinder are established for the application of the steam thus obtained in the operation of the adhesion turbine coupled to a 600 W commercial generator. The results of the electric microgeneration system are presented.
Keywords: solid biomass, microgeneration, microturbine, calorific value.

INTRODUCCIÓN.

La energía eléctrica es uno de los servicios más importantes en la vida de las personas, puesto que tiene una amplia gama de aplicaciones en electrodomésticos, equipos de cómputo, alumbrado público y máquinas industriales (Bilgili et al., 2016). Esto facilita la realización de tareas que en el pasado eran complicadas e incluso resultaban peligrosas. Además, se ha establecido que existe una relación directa entre el grado de desarrollo de un país y su nivel de electrificación (Lin and Moubarak, 2014).

Con el aumento en la demanda de energía a nivel global, también se genera el incremento en las necesidades de electrificación. Se ha establecido que para 2040 se tenga un incremento en la demanda global de un décimo de la producción actual (IEA, 2017). En la búsqueda de la diversificación de la matriz energética para producción de energía eléctrica y cubrir las crecientes necesidades actuales, existen restricciones en las alternativas para el planteamiento de propuestas en la forma de producción de energía eléctrica (Tun, et al, 2019). Un factor a tomar en cuenta en la búsqueda e implementación de sistemas innovadores de generación

eléctrica, es que sean accesibles, eficientes, funcionales y de bajo costo; esto sin dejar de lado la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Actualmente la generación de electricidad depende en gran medida de fuentes no renovables, como el petróleo y el carbón; aunque por otro lado actualmente diversos sectores se encuentran trabajando en el desarrollo de tecnologías para reducir las emisiones de CO2, esto particularmente a partir de la implementación de energías renovables en la generación de energía eléctrica (McCarl et al. 2010). Sin embargo, todavía los combustibles fósiles representan más de la mitad de la demanda total de la energía comercial, lo cual actualmente se ve favorecido por aplicaciones tecnológicas ya maduras y probadas de esos combustibles; así como, restricciones del mercado para la incursión de las tecnologías emergentes que complementen o sustituyan a las fuentes no renovables (Nejat et al. 2015).

La generación distribuida a nivel micro puede ser una de las opciones que integren elementos y sistemas que por sus características convierten a este esquema de generación en una alternativa tecnológicamente viable y con amplia aceptación (Zheng et al., 2018). Dentro de las características de los sistemas para generación distribuida se encuentra que su instalación se realiza en el lugar de consumo, utiliza fuentes de energía renovables, son de fácil operación y bajos requerimientos de mantenimiento. La generación distribuida, surge como una alternativa de generación de energía ya que considera como otro de sus aspectos que los usuarios pueden generar su propia energía (Kim et al., 2019). En ese sentido la implementación de sistemas de micro-generación es el resultado del interés de diversos países por la optimización en el proceso de producción, distribución y reducción de costos, todo ello sin olvidar el impacto que estas tecnologías y procesos tienen en el medio ambiente.

De forma tradicional, uno de los elementos componentes de un sistema de generación eléctrica, prácticamente a cualquier escala es el requerimiento de un componente que convierte la energía de un fluido en energía mecánica disponible en la flecha de un generador (a excepción de los sistemas estáticos como los fotovoltaicos). Donde, para el caso de microgeneración y sistemas de generación de vapor con volumen relativamente reducido, se tiene el problema adicional de que

ese sistema de conversión de energía cinética del fluido en energía mecánica tiene que operar con variaciones en la alimentación del fluido que puede proporcionar (Chacartegui et al., 2015). Para subsanar ese inconveniente una alternativa viable es el uso de una microturbina de adhesión, para la cual su principal ventaja es que debido a su principio de funcionamiento puede ser usada con diversos tipos de fluidos y diversas condiciones climáticas, lo que no limita su uso a una región, y presenta ventas sobre otros sistemas como es el caso de la energía solar o eólica, las cuales requieren de ciertas condiciones ambientales para su correcta operación (Sengupta, 2015,). Sin embargo, el uso de turbinas de adhesión es una tecnología que no se encuentra desarrollada comercialmente, ya que muchos de los esfuerzos se centran en el desarrollo de las tecnologías más comunes debido al conocimiento previo adquirido de éstas.

Entre los fluidos que pueden ser empleados en una turbina sin alabes se encuentran el aire y el vapor, de donde se considera la opción del vapor, ya que para su generación se puede realizar mediante el uso de sistemas de generación que usen combustibles diversos como por ejemplo la biomasa sólida. La biomasa sólida, como madera y desechos forestales no requiere de ningún pretratamiento para usarse como combustible, además que su almacenamiento y traslado son relativamente simples y se considera también dentro de los combustibles renovables.

Al realizar la revisión bibliográfica se puede observar que las micro-turbinas tienen una potencial aplicación en los procesos de generación de energía eléctrica. Esto se debe a su la versatilidad, ya que se pueden adaptar y usar en diversas condiciones y fluidos. Los estudios realizados con mayor frecuencia de esos sistemas son de análisis de diseño como lo muestran (Mendoza, 2012; Neckle, 2015; Song, 2017) en donde se realiza un análisis de la influencia de las variables en la turbina, como son la velocidad del fluido, las condiciones del fluido y la geometría de la turbina como lo es, dimensiones y número de discos, forma y ángulo de la tobera. De acuerdo a lo anterior el presente estudio se centra en el análisis de un sistema para la generación de vapor, de dimensiones reducidas, y con orientado

a la microgeneración. Se realiza la comparación para dos combustibles en la generación de vapor de agua, que corresponden a biomasa sólida y gas LP.

ELEMENTOS DEL SISTEMA DE MICROGENERACIÓN

Los subsistemas del sistema en estudio son de manera general: a) generador de vapor, b) turbina de adhesión y c) generador eléctrico. Donde el acoplamiento de la turbina y el generador de vapor es el factor primordial que determina la generación de potencia mecánica útil en la flecha de la turbina.

La generación del vapor se realiza mediante una caldera, la cual puede se define como un recipiente metálico cerrado destinado a la producción de vapor mediante la acción de calor a una temperatura superior a la ambiente y presión mayor que la atmosférica. La caldera funciona por el calor producido de la quema de un combustible, el cual entregará la energía al agua a través del contenedor en el que se encuentra el agua.

En un generador de vapor, la potencia calorífica útil $\dot{Q}_u$ es la energía por unidad de tiempo empleada en transformar el agua de alimentación en vapor y se expresa de acuerdo a la ecuación (1).

$$\dot{Q}_u = \dot{m}_v(h_v - h_w) \quad (1)$$

Donde: $\dot{m}_v$ es el caudal másico de vapor, h_v es la entalpía del vapor a la salida y h_w es la entalpía del agua de alimentación. El caudal de vapor no es constante, ya que depende de las necesidades del sistema y de la combustión, y para el generador de vapor en estudio se considera que es relativamente de dimensiones reducidas, lo que produce que se presente alta variación de gasto másico del vapor generado, ya que es mayor la cantidad demandada por la turbina que el que se genera en la caldera.

Las características del generador de vapor del sistema en análisis se muestran en la Figura 1. Cuyas aspectos relevantes corresponden a: a) capacidad de tanque 20 litros, b) presión de trabajo recomendada 100 psi, c) apertura de válvula de seguridad 110 psi, y d) tipo de combustible, puede operar con gas LP o con biomasa sólida (esto último al retirar el quemador de gas e introducir la leña).

Figura 1. Generador de vapor del sistema

Fuente: Elaboración propia.

La turbina de adhesión en el sistema considerado es una turbo-máquina sin álabes que consiste en una serie de discos planos paralelos y con una tobera, a través de la cual entra el fluido a una velocidad dada a la turbina. Mediante la interacción del vapor y la superficie plana de los discos, así como por el fenómeno de adhesión, se provoca que los discos roten a una velocidad cercana a la del fluido de trabajo. El momento de transferencia entre los discos y el fluido es producido por las propiedades del fluido, las cuales son la viscosidad y la adhesión. Esta turbina a diferencia de las convencionales no presenta afectaciones por erosión de sedimentos durante la ausencia de flujo y no presenta inconvenientes para el paro y arranques repetidos de la misma.

La turbina usada en el sistema en análisis tiene las características que se muestran en la Figura 2, y corresponden a: ángulo de la tobera 30°, radio externo 106.5 mm, radio interno 13 mm, número de discos 24, revoluciones 18000 rpm, espacio entre discos 0.33 mm, longitud total 187.21 mm, torque 0.562 Nm, potencia 1030 W, eficiencia 79 %. De acuerdo a estas características la turbina debe ser capaz de asimilar 58825.30 kJ/h de los 77401.35 kJ/h, esto de manera ideal, sin embargo, ésta turbina requiere un flujo másico de 1.3 kg/min.

Figura 2. Turbina de adhesión del sistema.

Fuente: Elaboración propia.

El acoplamiento entre el generador de vapor y la turbina de adhesión se realiza mediante un acoplamiento flexible, el cual servirá para evitar los cambios drásticos del flujo, evitando así una reducción en la velocidad de flujo, y dado que la velocidad de la turbina está directamente ligada a la velocidad del flujo se beneficia la operación del sistema. La Figura 3 muestra a los componentes del sistema acoplados, el cual permite determinar la potencia mecánica en la flecha de la turbina, esto como función del vapor que se suministra a la misma. Donde, el interés del estudio es analizar la comparación comportamiento del sistema cuando se usa como combustible gas LP o biomasa sólida (madera para para las pruebas realizadas).

Figura 3. Acoplamiento generador de vapor – turbina.

Fuente: Elaboración propia.

PRUEBAS EXPERIMENTALES

En el desarrollo experimental para el estudio del conjunto del sistema de micro-generación, cuya primera etapa consiste de la generación vapor, se establece el proceso de instrumentación y medición. Las variables a considerar en la medición para el desarrollo de las pruebas de generación de vapor en el sistema de microgeneración son las siguientes.

Llenado de contenedor del generador de vapor

Transferencia de calor del combustible a la caldera

Tiempo de presurización del contenedor de líquido

Temperatura en el Interior del contenedor

Flujo de vapor

Velocidad angular de la turbina

Generación de voltaje

Los elementos de medición usados en la instrumentación son: a) manómetro analógico, la marca Dewit, modelo 11, rango de 0 a 21 kg/cm^2, b) cronómetro con resolución de 0.01 segundos, clase de exactitud para este equipo es de +/- 1% de la lectura registrada en el dispositivo, c) termómetro de tipo bimetálico con un rango de medición de 0 a 200 °C, con clase de exactitud del 1% del rango total del manómetro, d) medidor de flujo de la marca Khrone modelo OPTISWIRL 407, del tipo vortex, tiene la capacidad de medir fluidos tanto líquidos como gaseosos, e) tacómetro DT-6236B con rango 2.5 a 99999 rpm (Sensor Óptico) y 0.5 to 19,999 rpm (Contacto), y f) multímetro digital de la marca Fluke modelo 177.

Para las pruebas de generación de vapor con los dos tipos de combustible, se usaron las mismas condiciones iniciales, particularmente la misma cantidad de agua que corresponde a 10 litros contenida en el recipiente. La generación de vapor se realiza por el proceso de combustión tanto de gas LP como de biomasa sólida (en este caso madera). El mismo recipiente cilíndrico puede acondicionarse con un quemador de alta eficiencia de gas LP, o removerse éste para liberar el hogar de combustión y poder usar leña como combustible.

El proceso de pruebas requiere de condiciones controladas de tal modo que los aspectos ambientales no sean un factor que afecte los resultados, sin embargo, por

las condiciones propias de la instalación (sin posibilidad de aislar todo el sistema) las pruebas fueron desarrolladas en instantes del día en el que se tuvieran las condiciones ambientales similares en un rango de los 19 °C hasta los 23 °C. De este modo se pudo evitar mayor variabilidad proveniente del medio ambiente. Por otra parte, para asegurar que las pruebas se realizan de forma consistente se establece el siguiente procedimiento llevado a cabo durante cada prueba.

Medición del líquido inicial en el generador de vapor.

Medición del líquido final en el generador de vapor

Temperatura alcanzada a la presión requerida.

Antes de iniciar la siguiente prueba se vaciaba el contenedor del generador de vapor, para que la temperatura inicial del agua sea similar en cada prueba

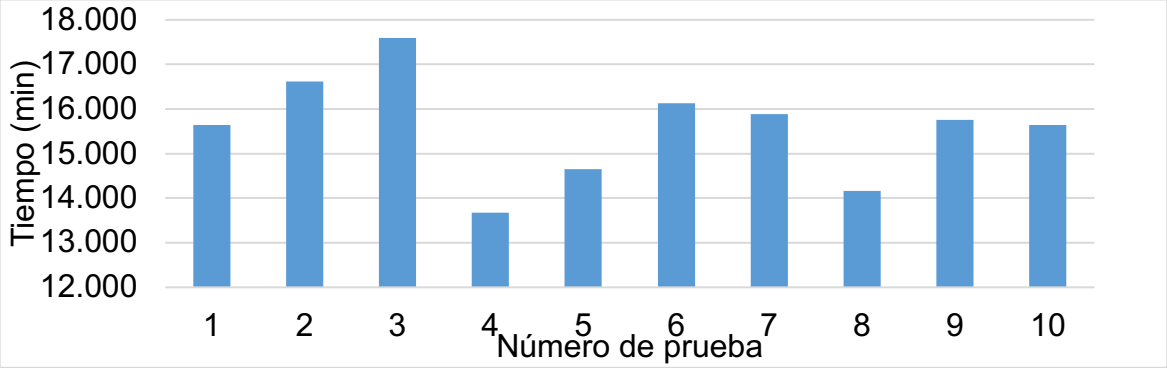
Las pruebas para evaluar la presurización a diferentes niveles de líquido, dan como resultado diferencia en el tiempo de presurización, lo que en términos de combustible implica un mayor consumo de este, así mismo las condiciones del fluido cambian con la cantidad de líquido contenido en el recipiente. A partir de lo cual se decide trabajar con 10 litros, para cada prueba y medida reporta se realizan cuatro pruebas en las que se observa el proceso de presurización. Se realizaron diversas corridas para verificar el comportamiento de presurización y así estimar tanto el tiempo promedio como su variación teniendo como constantes el nivel de líquido y la presión alcanzada.

En el proceso inicial de combustión con los dos tipos de combustibles (gas LP y biomasa sólida), la presión trabajo en el generador de vapor se estableció de 310.25 kPa (45 psi), que es la presión que se determinó como requerida para el inicio de operación de la turbina de adhesión. La primera seria de pruebas se realizó con gas LP, para considerar estos resultados como referencia, ya que se tiene mayor control sobre el flujo de combustible en el quemador.

La gráfica de la figura 4 muestra los resultados obtenidos de las pruebas realizadas para alcanzar la presión de trabajo, en las que se observa que el tiempo máximo es de 17.6 minutos y el tiempo mínimo es de 13.7 minutos, con un promedio en el proceso de 15.7 minutos. La variación promedio obtenida del proceso de presurización es de +/- 1.16 minutos a partir del promedio de tiempo, lo cual se

consideró aceptable en función de las condiciones de infraestructura y ambientas en que se realiza la prueba.

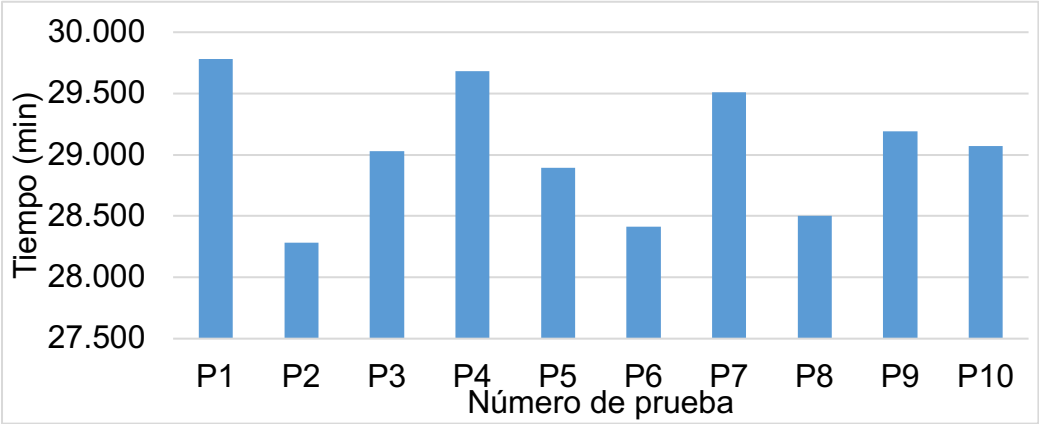
Figura 4. Pruebas de presurización con gas LP



Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenida la variación para la presurización con gas LP se procede a realizar la comparación mediante el uso de biomasa sólida como combustible, para mantener la condición de prueba y poder comparar efectivamente los resultados con los obtenidos en el proceso realizado con el combustible de referencia se busca llegar a la misma presión, y seleccionando la condición ambiental en el rango de las temperaturas presentes en las pruebas con gas. La figura 5 muestra el tiempo de presurización requerido mediante el uso de biomasa como combustible, se observa un incremento en el tiempo de presurización, donde el tiempo máximo medido es de 29.8 minutos y el menor tiempo registrado de 28.3 minutos.

Figura 5. Pruebas de presurización biomasa sólida.



Fuente: Elaboración propia.

La variación en el tiempo de presurización se debe a las propiedades de la biomasa ya que el poder calorífico que posee ésta, es menor a la que posee el gas LP. Donde el poder calorífico del gas LP es de 46012.93 kJ/kg, mientras que el poder calorífico que posee la leña que es de 15909.84 kJ/kg. Por esta razón al utilizar biomasa se requiere un mayor tiempo para alcanzar la presión trabajo.

Como parte de la comparación se realiza el cálculo de la potencia útil calorífica para los combustibles usados en la combustión, para ello se emplea la ecuación (1) con una presión de referencia de 80 psi:

$\dot{m}_v$ = 26kg/h, h_v = 2752.878029 kJ/kg, h_w = 83.86576678 kJ/kg

$$\dot{Q}_u = 26\frac{kg}{h}(2752.878029\frac{kJ}{kg} - 83.86576678\frac{kJ}{kg})$$

Por lo tanto, la potencia de la caldera para proporcionar vapor saturado es:

$$\dot{Q}_u = 77401.3556\frac{kJ}{h}$$

De lo cual y de acuerdo a la energía proporcionada por la leña se requiere una masa de 5 kg/h para satisfacer los requerimientos de caldera.

PCI = 15909.84 kJ/kg

$$\dot{Q}_c = \left(15909.84\frac{kJ}{kg}\right)\left(5\frac{kg}{h}\right) = 79549.2\frac{kJ}{h}$$

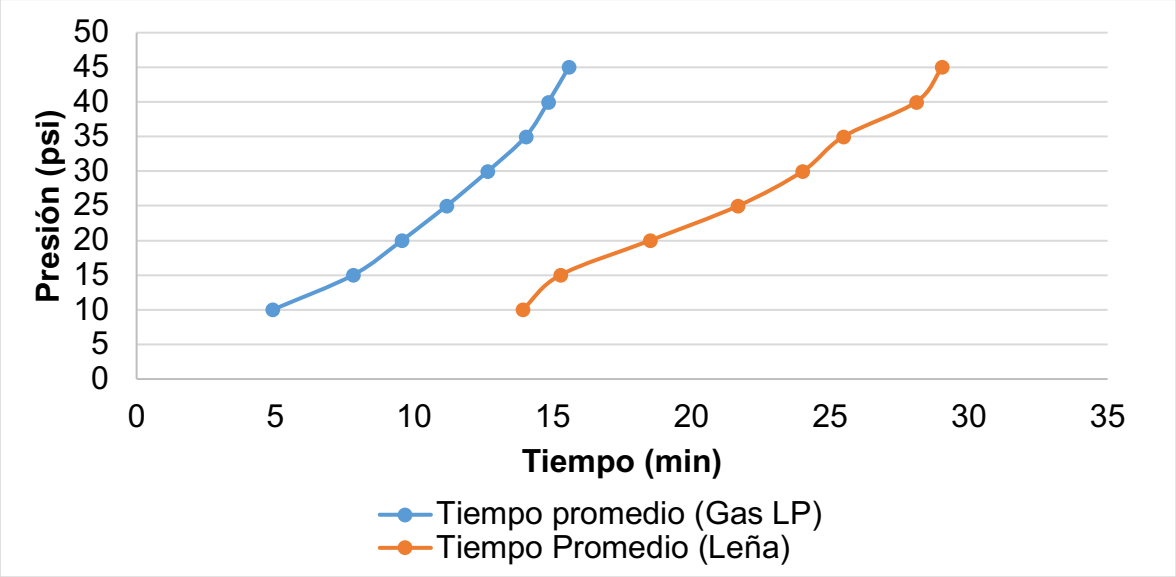
Mientras que para el gas LP se rewuiere de 1.75 kg/h para el funcionamiento de la caldera. PCI = 46012.93 kJ/kg

$$\dot{Q}_c = \left(46012.93\ \frac{kJ}{kg}\right)\left(1.75\frac{kg}{h}\right) = 80522.6275\frac{kJ}{h}$$

Como se puede ver después de calcular la potencia de la caldera utilizando leña como combustible se observa que ésta es menor que la obtenida utilizando gas LP como combustible y eso se ve reflejado en el tiempo requerido para poder llegar a la presión de trabajo, sin embargo, la operación una vez que se alcanza la presión de trabajo es similar en su comportamiento.

De acuerdo a lo anterior, y como parte de la comparación de la respuesta de los dos combustibles para obtener el fluido de trabajo de la turbina se realiza comparación de los valores promedio obtenidos en la curva de presurización (el tiempo requerido para diferentes presiones) del recipiente cilíndrico, la comparación se muestra en la Figura 6.

Figura 6. Promedio de Presurización

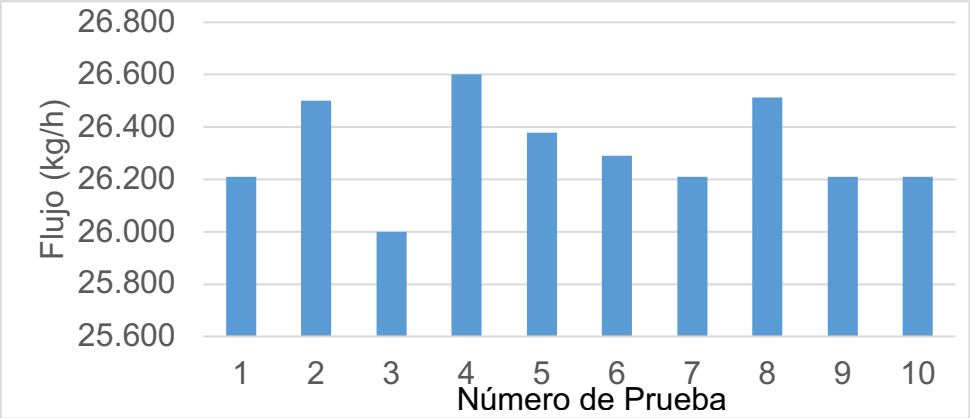


Fuente: Elaboración propia.

El flujo medido al cual la turbina puede operar es de 26.2 kg/h, esta medición fue realizada con la turbina sin carga, esto con el objetivo de verificar la capacidad del generador de vapor de accionar la turbina. Para este caso es necesario medir el tiempo de operación de la caldera, ya que se requiere que la turbina se mantenga operando un tiempo constante para cargar una batería de 12 volts.

El procedimiento para la realización de las pruebas requiere de mantener condiciones similares a las realizadas en la etapa previa, al igual que en las pruebas anteriores, la prueba se realiza con el nivel de líquido en el tanque de 10 litros, temperatura ambiente de 21 °C y temperatura inicial del agua de 20 °C. La figura 7 muestra el comportamiento del flujo máximo proporcionado por la caldera.

Figura 7. Flujo Máximo



Fuente: Elaboración propia.

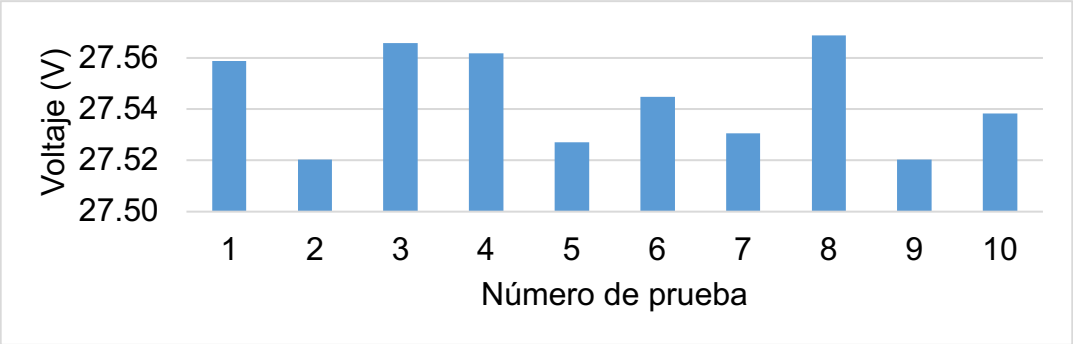
Se realiza pruebas para medir las revoluciones necesarias para generar el voltaje en el alternador. El cálculo del par necesario para que el alternador opere a un voltaje de 12 volts a su máxima capacidad de generación:

Potencia: 42W

$$\tau_{Alternador} = \frac{42W}{15.708\ rad/s} = 2.674\ Nm$$

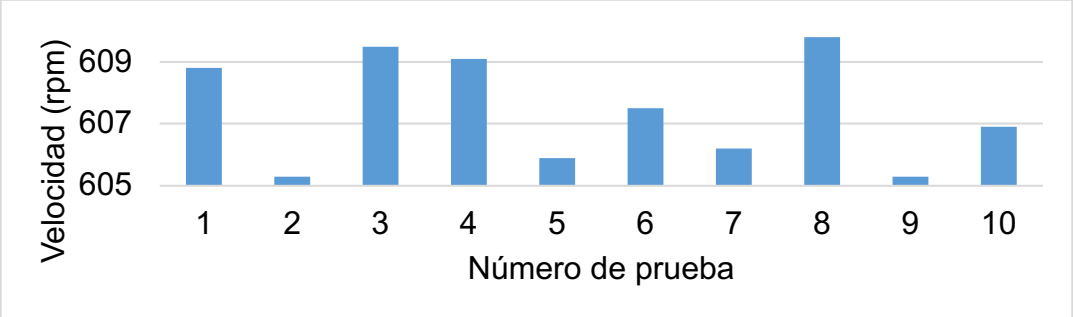
El par anterior es para las velocidades y condiciones de diseño, sin embargo, este puede ser diferente en la práctica, así como el hecho de que depende de la carga instalada en el alternador, pero proporciona una referencia de los parámetros necesarios para su correcta operación. En las Figuras 8 y 9 se puede observar el voltaje máximo generado, así como la velocidad requerida de la turbina en cada prueba realizada. Se puede observar la variabilidad que tiene el sistema durante su operación donde la variación obtenida es de 0.019 para el voltaje.

Figura 8. Voltaje Máximo Alcanzado



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Velocidad Para Voltaje Máximo del Alternador



Fuente: Elaboración propia.

La velocidad necesaria para generar 14.7 volts es de 338.9 rpm, voltaje necesario para cargar de manera adecuada la batería seleccionada, esto significa que el par requerido para una carga de 3.5 Amperes es:

Potencia = 51.45 W; Velocidad = 35.49 rad/s

$$\tau_{Alternador} = \frac{51.45W}{35.49\ rad/s} = 1.45Nm$$

CONCLUSIONES

Las pruebas para la generación del vapor se realizaron para dos tipos diferentes de combustible, esto para observar el comportamiento y establecer las diferencias de consumo entre los dos tipos de combustible. Los combustibles usados fueron gas LP y biomasa sólida, en donde tomando unidades base de combustible para logar la presión de trabajo requerida en la turbina se tiene que los consumos fueron de 1.25 kg y 2.5 kg de gas y de biomasa, respectivamente. También se obtuvo un

mayor tiempo para alcanzar la presión de trabajo con la biomasa sólida. Pero de las pruebas realizadas, es claro que la biomasa puede usarse como combustible en sistemas de microgeneración de energía eléctrica, donde se obtiene una relación de gasto másico de aproximadamente el doble de leña que de gas, pero con la ventaja de poder obtener la biomasa de desechos forestales, industriales y municipales, a diferencia del gas que requiere un costo y proceso predefinido. Por lo que la biomasa es una opción de combustible en la microgeneración.

El voltaje generado está directamente relacionado con la velocidad que hay en el rotor del generador eléctrico, pero está se ve afectada dependiendo de la carga eléctrica que este tenga instalada. Para el sistema analizado el voltaje máximo alcanzado con la carga instalada fue de 9.9 Volts con un consumo eléctrico de 3.5 amperes, a partir de estos valores se puede obtener la potencia total obtenida a la salida del sistema la cual es de 34.65 watts, con lo cual se establece que es posible usar el sistema de microgeneración con el uso de biomasa sólida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bilgili F., Öztürk I., Koçak E., Bulut U., Pamuk Y., Muğaloğlu E., Bağlıtaş H., 2016, The influence of biomass energy consumption on CO2 emissions: a wavelet coherence approach, Environ Sci Pollut Res (2016) 23:19043–19061, DOI 10.1007/s11356-016-7094-2.

Chacartegui R., Becerra J., Blanco J., Muñoz-Escalona J., 2015, A Humid Air Turbine–Organic Rankine Cycle combined cycle for distributed microgeneration, Energy Conversion and Management Volume 104, 1 November 2015, pp. 115-126, doi.org/10.1016/j.enconman.2015.06.064.

International Energy Agency (IEA). Southeast Asia Energy Outlook 2017. Available online: https://www.iea. org/southeastasia/ (accessed on 20 March 2019).

Kim M., Haider R., Cho G., Kim C., Won C., ChaiJ., 2019, Comprehensive Review of Islanding Detection Methods for Distributed Generation Systems, Energies 2019, 12, 837; doi:10.3390/en12050837.

Lin B., Moubarak M., (2014) Renewable energy consumption—economic growth nexus for China. Renew Sust Energ Rev 40:111–117.

McCarl BA., Thein M., Szulczyk RK., 2010, Could bioenergy be used to harvest the greenhouse: an economic investigation of bioenergy and climate change? In: Khanna M, Scheffran J, Zilberman D (eds) . Handbook of Bioenergy Economics and Policy, Springer New York, pp. 195–218.

Mendoza, J., 2012, Diseño de Una Turbina Sin Álabes Con Enfoque de Optimización, Cuernavaca, Morelos, México, Cenidet, 2012, tesis de maestría.

Neckel M., 2015, Influence of geometry on the efficiency of convergent–divergent nozzles applied to Tesla Turbines, Experimental Thermal and Fluid Science, nº 62, pp. 131 - 140, 2015.

Nejat P., Jomehzadeh F., Taheri MM., 2015, A global review of energy consumption, CO2 emissions and policy in the residential sector (with an overview of the top ten CO2 emitting countries). Renew Sust Energ Rev 43:843–862.

Sengupta S., 2015, Flow of a nanofluid in the microspacing within co-rotating discs of a Tesla Turbine, Applied Mathematical Modelling, nº 40, pp. 485-499, 2015.

Song J., 2015, Performance estimation of Tesla turbine applied in small scale Organic Rankine Cycle (ORC) system, Applied Thermal Engineering, nº 110, pp. 318 - 326, 2017.

Tun M. Juchelkova D., Win M., Thu A., Puchor T., 2019, Biomass Energy: An Overview of Biomass Sources, Energy Potential, and Management in Southeast Asian Countries, Resources 2019, 8, 81; doi:10.3390/resources8020081.

Zheng, T.; Yang, H.; Zhao, R.; Kang, Y.; Terzija, V.; Zheng, T.; Yang, H.; Zhao, R.; Kang, Y.C.; Terzija, V. Design, Evaluation and Implementation of an Islanding Detection Method for a Micro-grid. Energies 2018, 11, 323.

LA GENERACIÓN DE ENERGÍA TERMOSOLAR EN MÉXICO, ALCANCES, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS.

ERIKSSEN AQUINO DÍAZ[1] FERNANDO RODRÍGUEZ GARCÍA[2] CIPRIANO SÁNCHEZ LÓPEZ[3]

RESUMEN.

En México el aprovechamiento de la energía solar, hasta no hace mucho solo significaba conversión fotovoltaica, los proyectos y desarrollo fuera de esta no figuraban si quiera en el reporte de energías renovables que emite la SENER. No obstante, en 2017 este mecanismo de aprovechamiento energético ha visto un crecimiento muy significativo con diversos proyectos de tamaño industrial, en el presente artículo se hace un análisis de los últimos proyectos implementados en la república, centrándose en los dispositivos utilizados, la inversión desarrollada y la cantidad de energía que se pretende generar o ya se está generando con tales proyectos esto con el objetivo de dar un panorama para el desarrollo de proyectos estudiando el desarrollo e integración tecnológica del país en conversión termosolar.

Palabras clave: Análisis energético, Conversión termosolar, Generación eléctrica, Energía renovable.

INTRODUCCIÓN.

La energía termosolar en México, una organización conocida como Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México la GIZ dadas sus siglas en alemán, en el marco del Programa Energía Solar a Gran Escala en México (DKTI Solar), trabajando en conjunto con la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee) y la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES), estudiaron el mercado de la generación de calor mediante energía termosolar para procesos industriales

1 Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. engineer.ead@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. ferogar_1@hotmail.com

3 Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. azvt@hotmail.com

en México, esto con el objetivo de establecer el estado actual y perspectivas de crecimiento de la tecnología termosolar en la industria mexicana.

La industria ha decidido invertir en sistemas termosolares para producir vapor de proceso por todo el mundo. A comienzos de 2017, se reportaron más de 500 sistemas termosolares para producción de vapor para la industria. La capacidad total instalada de colectores solares asciende a 416,414 m² alrededor de 280 MW para el calentamiento solar por todo el mundo (Ortega, 2018).

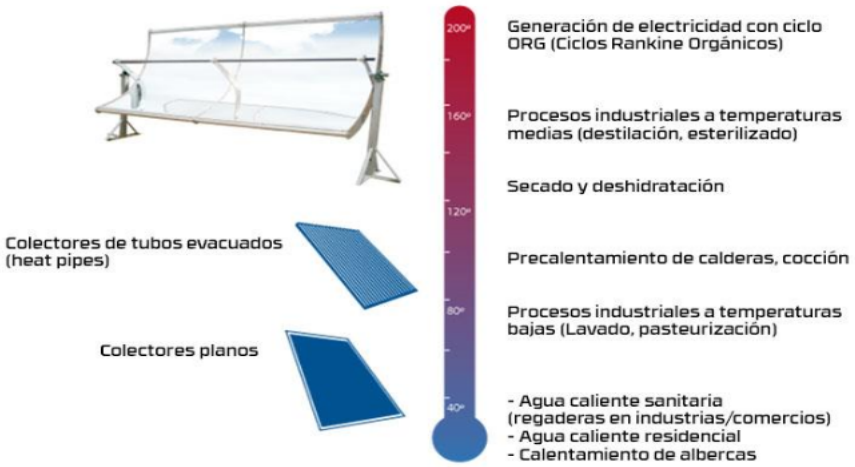
Los grandes avances en la tecnología termosolar han sido notables, no obstante, su implementación ha tenido un crecimiento desigual entre usuarios y aplicaciones. En el contexto mundial el sector doméstico ha sido el que ha visto una mayor implementación de la tecnología. Sin embargo, recientemente se ha presentado un incremento en las aplicaciones a gran escala en construcciones y generación de vapor, esto con el fin de obtener mayores rendimientos económicos.

La conversión termosolar, junto con la eólica, son las energías renovables más utilizadas, la conversión termosolar es especialmente conocida por su implementación en sistemas pequeños para calentar agua, con lo cual se evita la quema de gas LP, natural, o el consumo de electricidad para tales propósitos. Además de que esta tecnología ha demostrado ser más que efectiva, alimentando desde pequeños poblados hasta grandes ciudades en Europa y África, antes de entrar en materia es necesario describir las tecnologías utilizadas en la generación de energía renovable mediante la conversión termosolar.

Tecnologías de generación de energía termosolar.

La tecnología termosolar puede ser clasificada de acuerdo a la temperatura a la cual opera, las aplicaciones se dividen en baja, media y alta temperatura. Esto se ilustra en la figura 1.

Figura 1. Tecnología de conversión termosolar de acuerdo a la aplicación y las temperaturas desarrolladas



Fuente: (Garcia Pérez, 2016)

Dentro de la categoría de baja temperatura, con temperaturas menores a 100°C, se encuentran las tecnologías de colectores planos, no cubiertos y tubos evacuados utilizados mayoritariamente para el calentamiento de agua sanitaria y de agua de albercas.

En la gamma de temperatura media comprendida entre los 100°C y los 400°C, encontramos las tecnologías de tubos evacuados, que desarrollan 120°C, así mismo entrarían también concentradores solares de uso industrial, enfriamiento y calefacción de recintos. Por último, los sistemas que trabajan alta temperatura, sobrepasando los 400°C, hacen uso de superficies reflectivas(espejos) para concentrar los rayos solares logrando temperaturas bastante altas las cuales permiten la generación de electricidad y diversos procesos industriales.

En la industria del calentamiento y enfriamiento solar, las tecnologías se clasifican de acuerdo al tipo de colector termosolar:

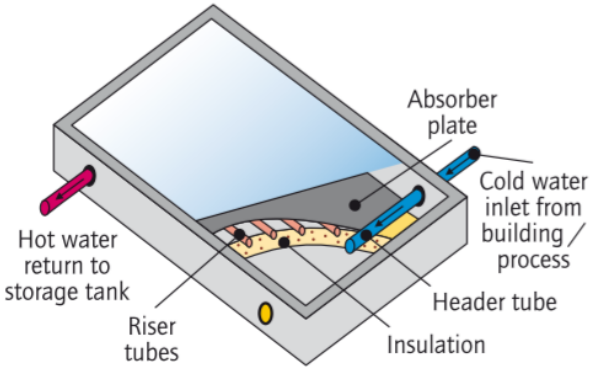
Colector termosolar con concentración solar.

Sin duda alguna la tecnología más vista en la actualidad es la tecnología de colector termosolar sin concentración solar, se tienen dos clases de dispositivos:

El colector plano como se muestra en Figura 2, el cual es la forma más sencilla para transformar la energía solar en calor. El fluido que circula por el absorbedor es principalmente agua, que muchas veces se mezcla con aditivos como el glicol para

evitar la congelación. Para controlar la pérdida de calor, a los colectores planos se les puede incorporar un recubrimiento, mismos que están diseñados para la absorción más alta posible de irradiación.

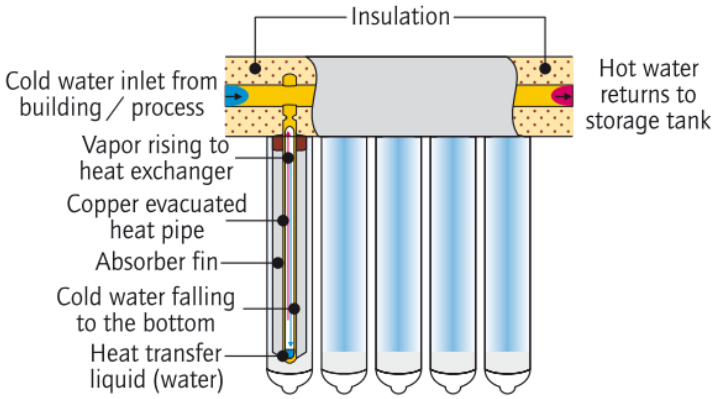
Figura 2. Colector termosolar plano. Fuente: (Garcia Pérez, 2016)



Otro tipo de colectores termosolares sin concentración solar son los tubos evacuados, se ve en la Figura 3. Este tipo de colectores están compuestos de tubos de vidrio al vacío evacuados que contienen una placa absorbedora fundida a un tubo de calor.

El calor del extremo caliente del tubo se transfiere al fluido de transferencia de un sistema de agua caliente a través de un colector que para protegerlo de los elementos está envuelto de material aislante y cubierto por láminas de metal o una caja de plástico. El vacío que envuelve el exterior del tubo reduce la pérdida de calor por convección y conducción.

Figura 3. Colector termosolar de tubos evacuados.fuente (Garcia Pérez, 2016)

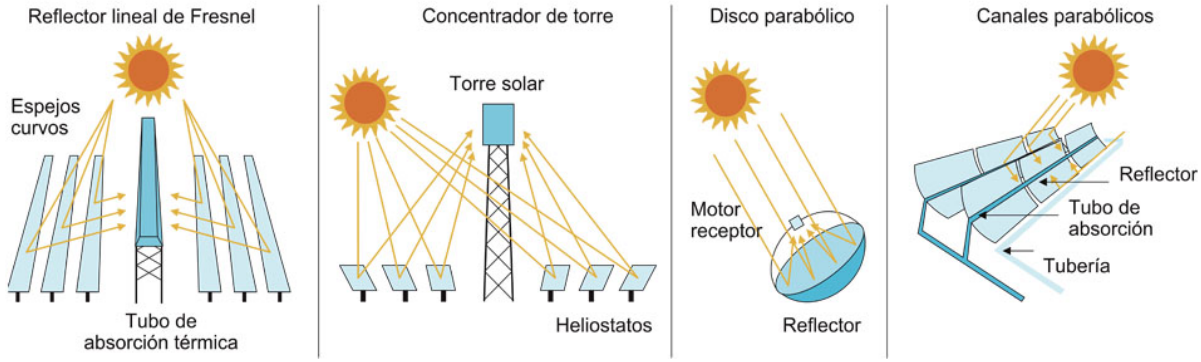


Las tecnologías de colector termosolar con concentración solar, centralizan los rayos solares en una gran área de apertura a un área reducida mediante el uso de superficies reflectantes y/o lentes. Cuando la luz es concentrada en un punto por el cual un fluido de trabajo la absorbe esta se convierte en calor, este mecanismo puede generar temperaturas superiores a 100°C, encontrando variadas aplicaciones que van desde el calentamiento de líquidos en procesos industriales, como la pasteurización, teñido de fibras, industria alimentaria, entre otros, hasta la generación de electricidad.

Es importante mencionar que, para lograr la concentración más efectiva de los rayos del sol, es necesario contar con un cielo despejado, comúnmente encontrado en regiones calientes semiáridas y aridas. (Ramos Sánchez & Chávez Rivera, 2019)

Las tecnologías de energía termosolar son: de reflector lineal tipo Fresnel, concentrador de torre, disco parabólico y canal parabólico, un esquema de estas se observa en la figura 4. Éstas tecnologías en México han encontrado aplicaciones parciales en industrias como la láctea, comida enlatada, textil, papel, química, madererías y plásticos.

Figura 4. Tecnologia de colectores termosolares con concentración solar. (Garcia Pérez, 2016)



Los reflectores lineales Fresnel (LFR, por sus siglas en inglés) tienen una forma muy parecida a la utilizada en los sistemas de canal parabólico, pero este sistema utiliza largas filas de espejos planos o ligeramente curvos para reflejar los rayos del sol sobre un receptor fijo lineal, orientado hacia abajo. Sin embargo, las plantas que

utilizan esta tecnología son menos eficientes que las de canal parabólico en la conversión de la energía solar a electricidad y, por lo tanto, se dificulta la incorporación de capacidad de almacenamiento en su diseño.

La Torre solar o también conocida como sistema con receptor central (CRS por sus siglas en inglés), utiliza cientos de miles de pequeños reflectores llamados heliostatos para concentrar los rayos del sol en un receptor central puesto a lo alto de una torre fija, véase la Figura 4. La energía concentrada en la torre logra alcanzar temperaturas muy altas, lo que incrementa la eficiencia con la cual el calor es convertido en electricidad y reduce los costos del almacenamiento térmico.

Los discos parabólicos concentran los rayos solares en un punto focal colocado en la parte central de un plato parabólico. El aparato tiene un movimiento que sigue la trayectoria del sol, en su mayoría de estos dispositivos cuentan con un mecanismo de generación independiente en el punto focal.

Después de haber revisado la tecnología, es hora de hablar de la tecnología disponible en México para desarrollar una tecnología con tantas aplicaciones.

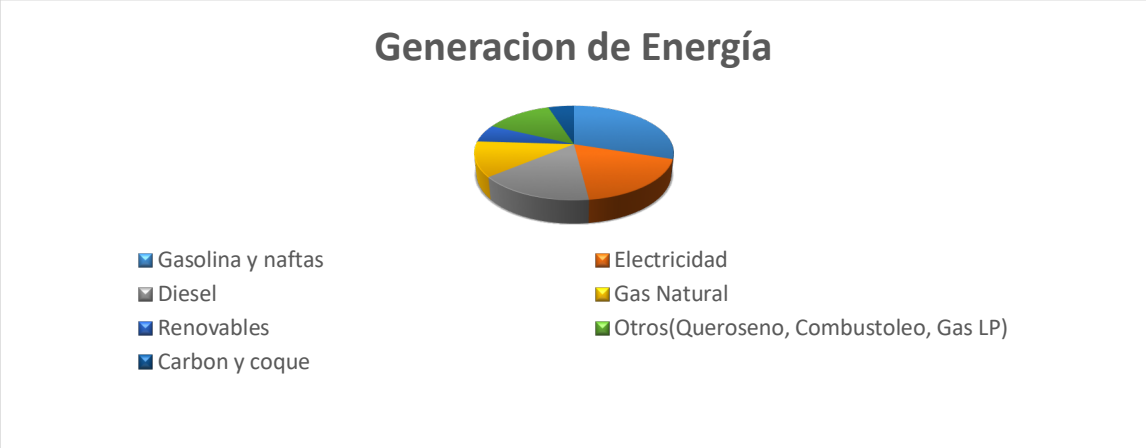
Panorama en México.

La situación del sector industrial en México, que como es bien sabido es el mayor consumidor representando el 30% del consumo total de energía, las dos terceras partes provienen de combustibles fósiles, esto principalmente para la generación de vapor, el resto del consumo se usa en la generación de electricidad. En el año 2014, el 17% de las emisiones a nivel nacional correspondieron al sector industrial, sólo después del sector transporte y del sector eléctrico. Cabe mencionar que el consumo de electricidad por parte del sector industrial representó cerca del 17% del consumo total del país.

Recientemente, el desarrollo tecnológico para el aprovechamiento de la energía termosolar a grandes rasgos se ha incrementado, esto debido principalmente a los programas gubernamentales y la estrategia contra el cambio climático, además del incremento en los costes de los combustibles fósiles. La conversión termosolar para generación de calor en los procesos industriales ha ido sustituyendo a los procedimientos convencionales de generación de vapor en diferentes economías del mundo.

Para el mercado mexicano, esto representa hasta ahora un avance significativo, aun así, ha sido poco aprovechada por el sector industrial como se ve en la figura 5, las causas principalmente se deben a la escasa oferta de tecnología certificada y de la falta de modelos de negocio colocados y probados en el sector, además de la falta de conocimiento en el sector industrial sobre la competitividad de estas tecnologías en el mundo, lo anterior provocado por una falta de difusión en casos de referencia a nivel nacional. (Sigrist, Stricker, Bernath, Beutel, & Thiele, 2020)

Figura 5. Generación de energía a nivel nacional. Fuente (Ortega, 2018)



Al cierre de 2015, la capacidad instalada en operación de colectores solares a nivel mundial fue de 435 GW, más que nada esta energía ha sido utilizada para la producción de agua caliente sanitaria para el sector doméstico y de servicios, correspondiente a un total de 622 millones de metros cuadrados de colectores solares sin concentración de rayos solares.

China cuenta con la mayor capacidad instalada con 309.4 GWatts; lo cual representa el 71% total a nivel global; mientras que Europa concentra una capacidad de 33.3 GWatts lo que equivale a un 11% de la capacidad mundial instalada. La conversión de energía a calor mediante estos equipos durante el mismo año ascendió a 357 TWatts que son equivalentes a 1,285 PJ. La energía termosolar aún así representa poco menos del 0.5% del consumo final de energía a nivel global.

En cuanto a tecnologia, los colectores solares mas utilizados son colectores de tubos evacuados, representando el 71.6% de la capacidad instalada, los colectores planos se encuentran en segunda posición con 21.9%, asi mismo las tecnologías

de calentamiento de agua mediante colectores sin cubierta representan el 6.2% de la capacidad instalada.

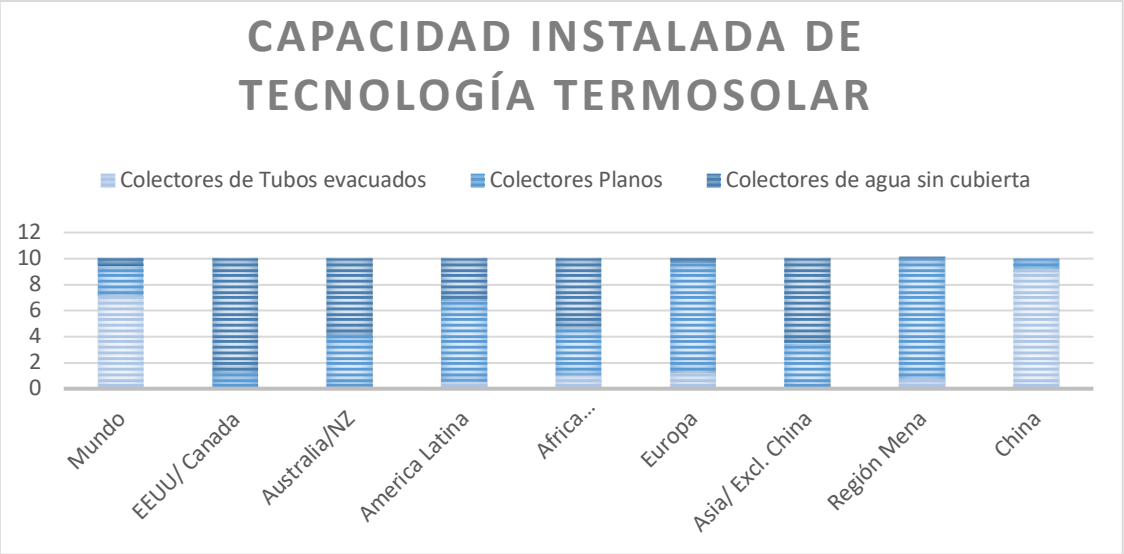
En la tabla 1 se encuentra tabulada la generación de energia de estos dispositivos, llama la atención que el calentamiento de espacios y procesos de secado en la industria apenas alcanza 0.3% de la capacidad.

Tabla 1. Energia generada por colectores solares sin concentración solar. Fuente: (Ortega, 2018)

TECNOLOGÍA	CAPACIDAD INSTALADA (GWt)	SUPERFICIE INSTALADA (MILLONES DE M2)	% DE SUPERFICIE INSTALADA
Colectores planos	95.7	136.7	21.9
Colectores de tubos evacuados	312.0	445.8	71.6
Colectores sin cubierta	26.9	38.5	6.2
Con y sin cubierta	1.1	1.6	0.3
Total	435.9	622.7	100

En América Latina la superficie instalada ha sido principalmente empleando colectores solares planos (LAURENT MARTÍNEZ, LOZA LÓPEZ, & ABAID ABRAHAM, 2010). Dichas estadísticas no contemplan la superficie instalada de colectores solares de concentración, como los cilíndrico-parabólicos o Fresnel lineal como se ve en la figura 6.

Figura 6. Generación de energía colectores solares sin concentración de rayos solares. (Energía, Reporte de Avance de Energías Limpias Primer Semestre 2018, 2018)



Oportunidades

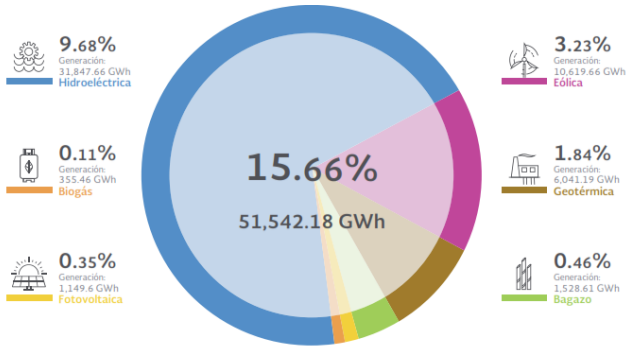
Los procesos industriales con utilización de energía solar son aquellos que tienen una demanda de calor continua durante el día, y más o menos regular a lo largo del año. Como se mencionó, algunos procesos industriales comprenden el calentamiento de líquidos para lavado, tratamientos químicos, generación de vapor de baja presión, procesos de secado, entre otros. (García Valladares, 2013)

Un mayor potencial lo representan los subsectores de los alimentos y en particular de bebidas (lecherías y cervecerías), asi como también la industria textil, maquinaria y la industria del papel, ya que aproximadamente el 60% de sus demandas de calor se encuentran por debajo de los 250 ºC

México ha tenido crecimiento moderado en el consumo energético en el periodo 2000-2016, el crecimiento anual representa el 1.9%, esto es 1,236 PJ a 1,681 PJ por año. La industria implicó el 32% del consumo de energía total del país, con lo cual se convierte en el segundo sector con mayor consumo energético, superado por el sector transporte.

La demanda de energía en la industria se cubre con el gas natural representando el 39% y la electricidad con el 33%; el coque y el carbón asi como el petróleo representan el 12%; los petrolíferos (diésel, combustóleo, querosenos, gas LP) con 10%; el carbón contribuye con el 4% y, la utilización del bagazo de caña ha aumentado hasta proveer 38 PJ19 de energía lo que representa el 2% del consumo del sector y el 0.46% de la generación de energía total del país como se ilustra en la figura 7.

Figura 7. Generación de energía mediante fuentes renovables. (Energía, Reporte de Avance de Energías Limpias, 2017)



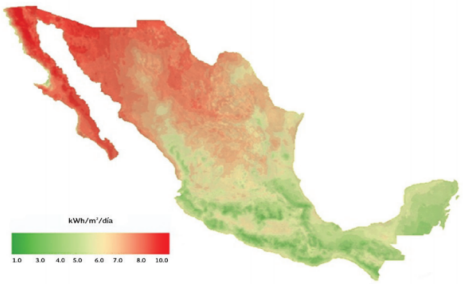
Como se puede observar el aprovechamiento de la energía solar sigue siendo muy poco, aun asi, ha aumentado en los últimos años. Durante 2013 se consumieron 0.380 PJ de energía solar, y en el año 2016 el consumo ascendió a 0.616 PJ representando un incremento del 62% en solo tres años.

En el futuro se proyecta que el consumo energético del sector industrial pase de 1,600 PJ en 2015 hasta poco más de 2,000 PJ en el 2030, y se espera que se mantenga como el segundo sector consumidor de energía en México. Se prevé que la electricidad y el gas natural intensifiquen su participación en el sector de manera importante, en comparación con otras fuentes de energía.

En el ámbito internacional, el consumo en la industria tiende hacia una mayor electrificación de los procesos y mayor consumo de gas natural. Ambas fuentes contribuirán a satisfacer el 73% de la demanda energética del sector, sin embargo, la proporción de gas natural (40%) será mucho mayor en comparación con la electricidad (33%). En estas proyecciones se excluye la incorporación de las tecnologías solares para aplicaciones térmicas que reducirían en gran medida el consumo del gas natural, pero como siempre hace falta un marco de políticas públicas que fomenten el uso de esta fuente de energía. (de la Fuente Melo, 2018)

Finalmente, en México la energía solar es abundante, y representa condiciones ideales para su aprovechamiento, la irradiación global media diaria es de alrededor de 5.5 kWh/m2, una de las mejores en el mundo, en la figura 8 se muestra la distribución de la irradiación directa en México. (Energía, Reporte de Avance de Energías Limpias Primer Semestre 2018, 2018). A pesar de estas condiciones, este recurso como se expuso no tiene un gran aprovechamiento. (Gastelo-Roque, Morales-Acevedo, & Tineo-Soto, 2017)

Figura 8. Radiación solar directa disponible en el país. (Energía, Reporte de Avance de Energías Limpias, 2017)



CONCLUSIONES

La tecnología termosolar ha desempeñado grandes éxitos en la generación de Energias, ha logrado encontrar su lugar, como una fuente robusta para aplicaciones en todos los niveles, desde el sector doméstico hasta el sector industrial.

No obstante, ha encontrado dificultades tanto económicas como de falta de información a día de hoy en México hacen falta muchas regulaciones, sobre el uso de esta tecnología, inclusive, no hay un normativo tal cual de regulación e implementación de plantas de generación de energía termosolar.

Definitivamente el aprovechamiento en el país de una energía tan abundante como lo es la energía solar es muy reducido en comparación con otras formas de conversión de energía, gracias a la nueva implementación de estrategias contra el cambio climático se ha visto un impulso en el desarrollo de proyectos orientados hacia esta forma de energía, sin duda alguna aun la mayor amenaza de proyectos de generación de energía con esta tecnología es el desconocimiento.

En el reporte de Energias renovables que realiza el gobierno es forma de generación ni siquiera figura como una opción de conversión energética, lo cual es preocupante, se necesitan más desarrollos en este aspecto y una mejor regulación, dado que México es un país con mucha abundancia en este recurso natural que además reduciría emisiones de toneladas de carbono, al evitar la quema de combustibles fósiles , para la producción de vapor para toda una gran variedad de industrias que utilizan el vapor como fluido de trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

De la Fuente Melo, C. A. (2018). REPORTE DE INTELIGENCIA ENERGÍA TERMOSOLAR. México: Instituto mexicano del petróleo.

Energía, S. d. (2017). Reporte de Avance de Energías Limpias. Mexico: Secretaría de Energía. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/340121/Informe_Renovables_2017_cierre.pdf

Energía, S. d. (2018). Reporte de Avance de Energías Limpias Primer Semestre 2018. Mexico: Secretaría de Energía. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/418391/RAEL_Primer_Semestre_2018.pdf

Garcia Pérez, F. (5 de octubre de 2016). El empleo de la energía solar térmica en México. Obtenido de https://cceea.mx/: https://cceea.mx/blog/energia-solar-fotovoltaica/el-empleo-de-la-energia-solar-termica-en-mexico

García Valladares, O. (2013). LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA, CON GRAN POTENCIAL EN MÉXICO. Boletín UNAM-DGCS-085.

Gastelo-Roque, J. A., Morales-Acevedo, A., & Tineo-Soto, J. E. (2017). Estimación de la radiación solar diaria y ángulos de inclinación óptimos. Rev. Ciencia, Tecnología y Humanidades, Vol. 8, Núm. 2 .

LAURENT MARTÍNEZ, L. L., LOZA LÓPEZ, J., & ABAID ABRAHAM, E. (2010). La energía renovable y la competitividad sustentable. Un esbozo de la situación mexicana. Red Internacional de Investigadores en Competitividad, 950-966.

Ortega, H. (2018). ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PROCESOS INDUSTRIALES EN MÉXICO. México: CONUEE, ANES, GIZ.

Ramos Sánchez, J. R., & Chávez Rivera, R. (2019). Consumo energético y económico de las celdas fotovoltaicas en viviendas de estrato social de clase media-alta de Victoria, Tamaulipas México. CIMEXUS , 13-31.

Sigrist, L., Stricker, N., Bernath, D., Beutel, J., & Thiele, L. (2020). Thermoelectric Energy Harvesting from gradients in the earth surface. ETH Zurich. Obtenido de https://doi.org/10.3929/ethz-b-000371857

DISEÑO Y ANÁLISIS DE UN COLECTOR SOLAR TIPO CANAL PARABÓLICO CON SEGUIMIENTO SOLAR MEDIANTE UN CONTROLADOR DISCRETO.

ERIKSSEN AQUINO DÍAZ[1]., FERNANDO RODRÍGUEZ GARCÍA[2], ARACELI VIVALDO VICUÑA[3]

RESUMEN.

La conversión termosolar en México es un área que en los últimos años ha cobrado importancia como una de las formas de energía renovable, siendo esta un mecanismo de aprovechamiento de energía solar que puede ser aplicada con diversas funciones, tales como generación de vapor, implementación en biodigestores como fuente de calor y generación de energía eléctrica mediante vapor, en el presente artículo se detalla la metodología y diseño de un concentrador solar de tipo canal parabólico, calculando teóricamente su desempeño y capacidad de generación de vapor, además se propone la implementación de un controlador digital haciendo uso de herramientas open source para el desarrollo del mismo, teniendo como resultado el diseño para la construcción de un prototipo de generación de vapor incrementando su desempeño para su aplicación.

Palabras clave: Análisis energético, Conversión termosolar, Generación eléctrica, Energía renovable.

INTRODUCCIÓN.

Los servo-sistemas en la actualidad son elementos indispensables en cualquier dispositivo de alto desempeño; es decir aquellos procesos donde la precisión y la velocidad son un factor de suma importancia, debido a esto se necesita que las respuestas a las diversas variables a las que se somete un proceso sean rápidas y de alta precisión con un error mínimo dentro de un rango de tolerancia muy ajustado.

1 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. engineer.ead@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. ferogar_1@hotmail.com

3 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. aracelivivaldo@hotmail.com

Se puede demostrar muy fácilmente que la adición de un servomecanismo a un proceso lo vuelve más eficiente, tan solo por la aplicación básica del concepto, no obstante, tal acción vuelve más complejo al sistema y por ende necesita un número mayor de recursos para ser implementado, esta es una de las principales razones por las que aun hoy en día los desarrolladores de maquinaria y equipos no hacen un uso extendido de tales sistemas.

Un servo sistema obtiene información de su salida o respuesta, con dicha información el sistema ajusta su entrada respecto de una referencia especificada por el proceso en cuestión, un sistema sencillo se dedica exclusivamente en desempeñar la función para la que está destinado sin importar la respuesta o salida que este entregando. Es así que se debe considerar cuidadosamente el tipo de sistema a implementar.

Ahora bien, un concentrador solar es un sistema en el cual se realiza una conversión de energía mediante procesos termodinámicos, esto es enfocando la radiación solar en un punto por el cual se hace pasar agua, de esta forma instantáneamente se convierte en vapor debido a la elevada temperatura, en esta parte del proceso se puede realizar un aprovechamiento, ya sea por intercambiadores de calor o haciendo pasar el vapor a alta presión por una turbina que a su vez generaría energía eléctrica. Los aspectos a controlar en el concentrador en si, dependen mucho de la estructura y la eficiencia al ubicar la superficie de reflexión del dispositivo.

Finalmente, la eficiencia de un concentrador contrasta con la obtenida de los paneles foto-voltaicos; otros dispositivos que convierten energía solar, de igual forma el concentrador requiere un área menor para su implementación con costes bastante similares a una instalación de paneles, ahora los concentradores se automatizan mediante el seguimiento secuencial de la trayectoria del sol, pero esto es ineficiente dado que no todos los días se tiene la misma intensidad de radiación solar, además de las diversas condiciones climatológicas.

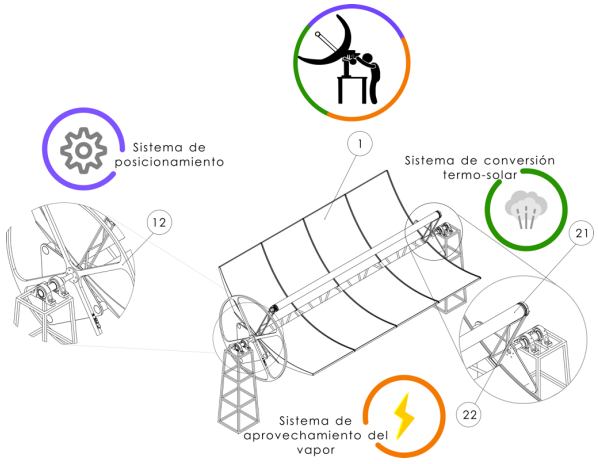
Las energías renovables son energías limpias que contribuyen a cuidar el medio ambiente. Frente a los efectos contaminantes y el agotamiento de los combustibles fósiles, las energías renovables son ya una alternativa (Sigrist, Stricker, Bernath, Beutel, & Thiele, 2020).

La energía renovable procede de fuentes naturales. De las distintas formas de energía renovable podemos citar las que provienen de fuentes como el sol, el aire, el agua, biomasa por mencionar algunas (Rizk & Chaiko, 2008). La razón de utilizar energías renovables viene debido a la constante y creciente contaminación en el medio ambiente debido a la sobre explotación de los combustibles fósiles, lo que ha hecho durante los últimos años estas hayan mermado de manera considerable peligrando su continuidad y no sólo eso, sino que también su impacto ambiental ha afectado a la fauna y flora provocando la muerte de muchas especies animales, además de representar un grave peligro que amenaza la conservación de la tierra y nuestra propia especie.

El continuo uso de los energéticos fósiles se ha justificado debido a sus notables ventajas, como lo es la disponibilidad y la constancia, algunos reportes de diversos organismos ambientales, aseguran que por ejemplo, las reservas de gas natural son sustentables por los próximos 100 años (Alexandru & Pozna, 2011) (Energía, Reporte de Avance de Energías Limpias Primer Semestre 2018, 2018). Las reservas de petróleo por otra parte están por lo menos garantizadas por los siguientes 60 años, no obstante, la cantidad de polución no disminuiría, entonces el uso de las energías renovables representa una solución al siempre creciente problema de los contaminantes, No obstante utilizar dichos energéticos, también representa un gran reto debido a que no son del todo constantes, energías como la eólica, biomasa dependen mucho de los factores ambientales, energías como la mareo motriz, presas hidráulicas requieren de una infraestructura costosa.

Remitiéndose a la energía solar, la captación mediante celdas solares ha disminuido sus costos al ser producida ya en una mayor escala llegando al punto en que podemos encontrar celdas tan diminutas como las que se usan en dispositivos electrónicos (Gastelo-Roque, Morales-Acevedo, & Tineo-Soto, 2017), sin embargo, la eficiencia de conversión energética es muy pobre con rangos del 34 al 48% (Energía, Reporte de Avance de Energías Limpias, 2017), es por esto que se ve la necesidad de aprovechar la radiación solar de otras formas, desarrollando otro tipo de tecnología para incrementar la generación de la energía, esto.

Figura 1. Sistemas que interactúan en un colector solar, (fuente propia)



Con el objetivo de ubicar adecuadamente el proyecto se muestra en la figura 1, los sistemas básicos que conforman al sistema, estos son, el sistema de orientación, un sistema de conversión termosolar (circuito de vapor) y un sistema de aprovechamiento del vapor (Ortega, 2018)

Hablando de los dispositivos de concentración solar la gran mayoría utiliza los motores de corriente continua, son los más comunes y económicos, constituidos, por lo general, por dos imanes permanentes fijados en la carcasa y una serie de bobinados de cobre ubicados en el eje del motor, que habitualmente suelen ser tres y a su vez son ampliamente usados a nivel industrial.

En el prototipo se montó un motor cd con excitación independiente distinguiéndose claramente dos circuitos eléctricos independientes, el de excitación o inductor, y el de inducido, por lo que podemos establecer un modelo de comportamiento para el motor representando lo con el siguiente espacio de estados.

Para un motor cualquiera se tiene:

$K = coeficiente\ de\ acoplamiento$

$B = coeficiente\ de\ fricción\ viscosa$

$J = coeficiente\ de\ inercía$

$R = Resistencia\ del\ circuito\ de\ exitación\ del\ motor$

$L = Inductancia\ del\ \ circuito\ interior\ del\ motor$

Además, se contemplan los siguientes estados, o funciones de comportamiento en el motor:

$$\omega(t) = Función\ de\ velocidad\ del\ motor$$
$$\theta(t) = Función\ de\ posición\ del\ motor$$
$$i(t) = Funciónde\ la\ corriente\ del\ motor$$

Con la siguiente expresión en el espacio de estados tenemos un modelo matemático que describe el funcionamiento del motor (Alexandru & Pozna, 2011).

$$\begin{bmatrix}\dot{\omega(t)}\\ \dot{\imath(t)}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}-\frac{B}{J} & \frac{K}{J}\\ -\frac{K}{L} & -\frac{R}{L}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\omega(t)\\ i(t)\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}0\\ \frac{1}{L}\end{bmatrix}e_a(t) \qquad \ldots\ldots\ (1)$$

De la ecuación 1 se puede obtener un controlador de velocidad estableciendo la condición:

$$\begin{bmatrix}y\\ 0\end{bmatrix} = [1 \quad 0]\begin{bmatrix}\omega(t)\\ i(t)\end{bmatrix} \ldots\ldots\ldots (2)$$

Además de querer variar la velocidad a la que responde el prototipo, también se necesita una variación en la posición con lo cual se debe extender el modelo a un tercer grado de libertad más.

$$\begin{bmatrix}\dot{\omega(t)}\\ \dot{\theta(t)}\\ \dot{\imath(t)}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}-\frac{B}{J} & 0 & \frac{K}{J}\\ 1 & 0 & 0\\ -\frac{K}{L} & 0 & -\frac{R}{L}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\omega(t)\\ \theta(t)\\ i(t)\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}0\\ 0\\ \frac{1}{L}\end{bmatrix}e_a(t) \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

La salida del controlador con respecto de la posición se expresa mediante la siguiente instrucción.

$$\begin{bmatrix}0\\ y\\ 0\end{bmatrix} = [0 \quad 1 \quad 0]\begin{bmatrix}\omega(t)\\ \theta(t)\\ i(t)\end{bmatrix} \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

Resolviendo las ecuaciones se tiene la siguiente función de transferencia:

$$\frac{\boldsymbol{\theta(s)}}{\boldsymbol{E_a(s)}} = \frac{\boldsymbol{N_2\ K}}{\boldsymbol{N_1\left[JLs^3+(JR+LB)s^2+(K^2+RB)s\right]}} \ldots\ldots\ldots (5)$$

Después de obtener estadísticamente los parámetros del motor y aplicándolos en la ecuación 5, tenemos la siguiente función de transferencia:

$$\frac{\boldsymbol{\theta(s)}}{\boldsymbol{E_a(s)}} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{0.0353s^3+2.128s^2+1.6s}} \ldots\ldots\ldots(6)$$

Tal función de transferencia discretizada mediante el programa scilab haciendo una aplicación trapezoidal queda como la expresión 6.

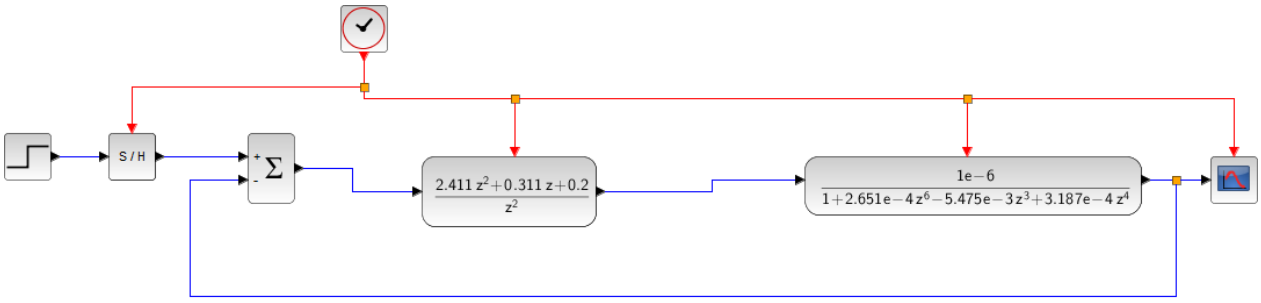
$$\frac{\boldsymbol{\theta(s)}}{\boldsymbol{E_a(s)}} = \frac{\mathbf{1e-06z^6}}{\mathbf{2.651e-04z^6-5.475e-03z^5+3.187e-4z^4}} \ldots\ldots\ldots(7)$$

Esto para un tiempo de muestreo del 0.01s. Para el controlador discreto tenemos la ecuación que se usa para implementar el controlador PID en la simulación mediante la transformación en Z.

$$\boldsymbol{u(z)-z^{-1}=e(z)[2.411+0.311z^{-1}+0.2z^{-2}]} \ldots\ldots\ldots (8)$$

El controlador se implementa a grandes rasgos como el diagrama de bloques mostrado en la figura 2.

Figura 2. Controlador discreto implementado (fuente propia)



Para la implementación del controlador en el prototipo de pruebas es necesario convertir las ecuaciones a unas ecuaciones en diferencia que son más adecuadas al funcionamiento de un microcontrolador o de una computadora. Las ecuaciones a implementar fueron las siguientes aplicando el método de Euler (Yepes, y otros, 2010) son:

Y1T = (4- 832T)*Y_1*T_1 + U1*T + (2 - 667T_1)*U_1*T_1 ……(9)

Y2T = (1 483 -9*T)*Y_2*T_1 + U_2*T + (1.37T_1)*U_2*T_1 ……(10)

Y3T = (1.93-33*T)*Y_3*T_1 + U_3*T + (2.29*T_1)*U_3*T_1 ……(11)

Y4T = (1.93-33*T)*Y_4*T_1 + (2 .667*T)*U_4*T_1 ……(12)

Las cuatro ecuaciones en diferencias de 9-12, se pueden implementar en un microcontrolador ARM de 32 bits mediante la plataforma MBED

RESULTADOS

De los datos obtenidos mediante el acelerómetro MPU6050, podemos graficar la respuesta del controlador como en la figura 4, los datos provenientes del sensor de corriente se muestran graficados en la figura 5

Figura 4. Respuesta de la planta con el controlador (fuente propia)

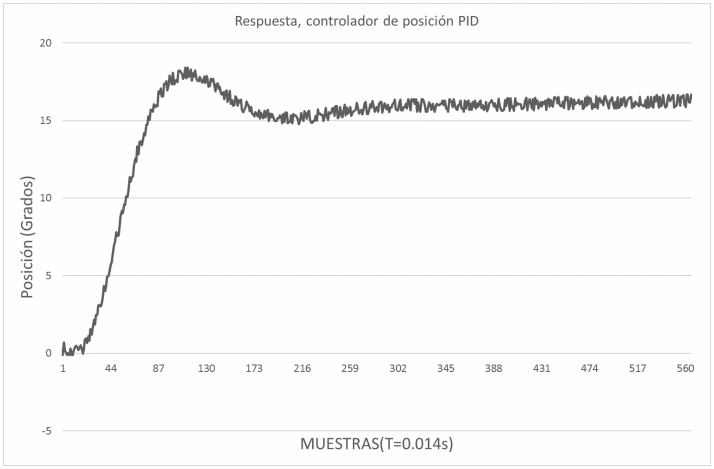
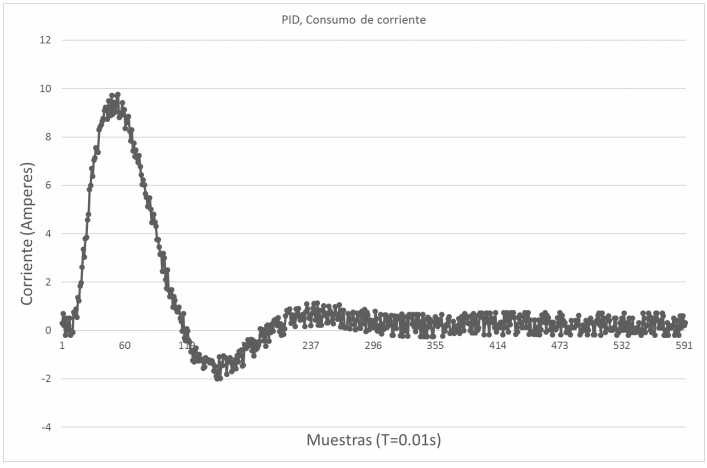


Figura 5. Corriente consumida por el motor (fuente propia)

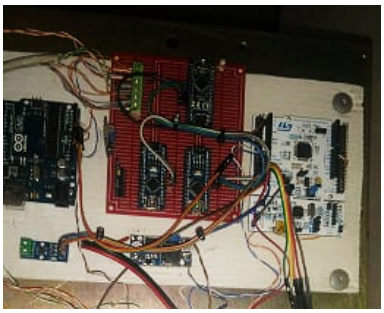


Como se puede observar el comportamiento del dispositivo no es del todo eficiente, provocando una inversión de corriente al comienzo del funcionamiento. La posición además es alcanzada para este caso en específico 15°, de dos a tres segundos lo cual

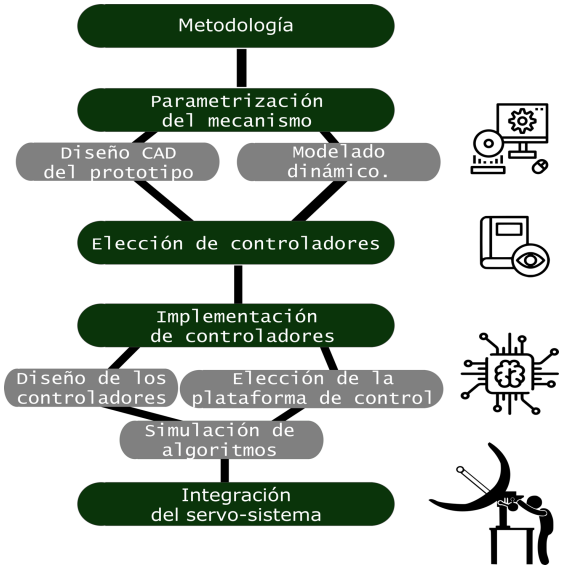
es un tiempo que se puede mejorar, dado que, en pruebas de funcionamiento manual, el dispositivo alcanzaba las posiciones deseadas en 0.5s a 1s.

La plataforma de control se ve en la figura, como se puede ver se tuvieron que hacer adecuaciones en la placa de control, siendo la tarjeta blanca la del fabricante STM electronics, una nucleo 476-RG la plataforma utilizada para la implementación de este controlador.

Figura 6. Controlador discreto implementado (fuente propia)



La metodología utilizada para el desarrollo de toda la aplicación se muestra en la figura 7



CONCLUSIONES

Como se puede comprobar en este trabajo se caracterizó la planta a partir de datos estadísticos, que siempre pueden llegar a tener incertidumbre, algo que también puede afectar las pruebas, en los códigos implementados siempre se tendrán que hacer ajustes debido a esto, dado que además de todo, el dispositivo se ha deteriorado poco a poco desde el momento de su creación.

La programación del dispositivo se realizó sin tener que recurrir a software licenciado, por ende, más costoso, en si no existe un estimado del costo total de la construcción e implementación de los controles aquí desarrollados, no obstante, el ahorro provocado por el uso de software de código abierto es sin duda más que notable.

El controlador PID de posición desarrollado en este aspecto consigue ser muy práctico, debido a su simplicidad, como se sabe dicho controlador no necesita precisamente de un modelo para su implementación, con un análisis de la respuesta de la planta, es más que suficiente para que pueda funcionar, esto lo pone como siempre, muy por encima de los demás dispositivos de control, no obstante, se observó un bajo desempeño con respecto a las pruebas funcionales, la corriente se disparaba al intentar alcanzar la referencia deseada, este comportamiento no es bueno para la alimentación y los drivers de los motores, como se mencionó anteriormente, la implementación en el microcontrolador se tuvo que realizar tareas adicionales como el proceso de sintonía del mismo que se llevó a cabo utilizando la herramienta análisis matemático SCILAB que en si facilitó mucho del trabajo de sintonía, el cual en su mayoría es un proceso meramente de prueba y error.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexandru, C., & Pozna, C. (2011). Simulation of a dual-axis solar tracker for improving positioning. Proceedings of the institution of mechanical engineers,Part A: Journal of Power and Energy, 797-811.

Energía, S. d. (2017). Reporte de Avance de Energías Limpias. Mexico: Secretaría de Energía. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/340121/Informe_Renovables_2017_cierre.pdf

Energía, S. d. (2018). Reporte de Avance de Energías Limpias Primer Semestre 2018. Mexico: Secretaría de Energía. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/418391/RAEL_Primer_Semestre_2018.pdf

Gastelo-Roque, J. A., Morales-Acevedo, A., & Tineo-Soto, J. E. (2017). Estimación de la radiación solar diaria y ángulos de inclinación óptimos. Rev. Ciencia, Tecnología y Humanidades, Vol. 8, Núm. 2 .

Ortega, H. (2018). ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PROCESOS INDUSTRIALES EN MÉXICO. México: CONUEE, ANES, GIZ.

Rizk, J., & Chaiko, Y. (2008). Solar Tracking System: More Efficient Use of Solar Panels. World Academy of Science, 313-315.

Sigrist, L., Stricker, N., Bernath, D., Beutel, J., & Thiele, L. (2020). Thermoelectric Energy Harvesting from gradients in the earth surface. ETH Zurich. Obtenido de https://doi.org/10.3929/ethz-b-000371857

Yepes, A. G., Freijedo, F. D., Doval-Gandoy,J., Lopez, O., Malvar, J., & Fernandez-Comasan, P. (2010). Effects of Discretization Methods on the Performance of Resonant Controllers. IEEE Transactions on Power Electronics, 1692-1712.

DESEMPEÑO DEL TELURO DE ZINC Y SU APLICACIÓN EN CELDAS SOLARES DE PELÍCULA DELGADA.

ROGELIO MENDOZA PEREZ1 DANIEL HERNÁNDEZ PITALÚA2 HUGO AMÍLCAR LEÓN BONILLA3

RESUMEN.

En el presente trabajo muestra el desarrollo experimental realizado en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología Sustentable (LACyTES) de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM) con respecto al proceso de depósito y caracterización de Teluro de Zinc (ZnTe) por medio de un diseño de experimentos (DOE por sus siglas en inglés) propuesta con dos valores de presión (7.5 mTorr y 15 mTorr) y tres valores de temperatura (250 °C, 350 °C y 450 °C). Para realizar el depósito se llevó a cabo a través del proceso de pulverización catódica magneto planar, en su modo de Radio Frecuencia (Sputtering RF) el cual consiste en ejecutar una onda energética a través de un gas inerte en una cámara de vacío. El material o cátodo (target) que, se convierte en el recubrimiento de película delgada (thin film) es bombardeado por estos iones de alta energía que pulverizan átomos, como resultado de este proceso se hace una capa fina que cubre el sustrato a recubrir. Dentro de la experimentación y las mediciones se encontraron espesores entre los 500 nm cuando el depósito se hizo del lado conductor (que contiene una capa manométrica de óxido de estaño) y de 445 nm en promedio cuando se depositó del lado no conductor. También se demostró que los resultados de la absorción y la transmitancia son típicos del Teluro de Zinc (ZnTe) así como que también hay una razón de depósito (rate) que depende de la presión a la que se realizaron los depósitos.

Palabras Clave: Thin Films, Teluro de Zinc, Razón de depósito.

1 Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. rogeliomp02@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. daniel.hernandez@itsx.edu.mx

3 Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. hugo.leon@itsx.edu.mx

INTRODUCCIÓN.

La electricidad es de vital importancia para el desarrollo de todos los sectores y como resultado se ha incrementado el consumo energético con el fin de mantener el nivel de confort de las personas, es por eso que se han buscado distintas alternativas debido a las limitaciones de energía proveniente de los fósiles como lo es petróleo y una de ellas han sido las energías renovables desde 1970. Por lo tanto, ha sido un tema de gran valor e interés desde el punto de vista técnico, asimismo se han desarrollado equipos cada vez más eficientes para así darle un mejor uso a los recursos energéticos con los que contamos.

Las tendencias actuales en México muestran que el consumo energético solar irá en incremento en los próximos años. En 2015 México alcanzó un 28.31% de capacidad instalada para generar electricidad mediante energías limpias. (SENER, 2015).

Hasta hoy las celdas solares de película delgada compiten con tecnologías basadas en materiales monocristalinos como las de Silicio. Una de las ventajas es que los precios de las celdas de película delgada son menores a las convencionales de Silicio, se utiliza menos material, su fabricación es sencilla y no son afectadas por las sombras ni por las altas temperaturas.

En la actualidad, uno de las mayores retos de la generación de energía fotovoltaica es mejorar la eficiencia de las distintas celdas que han sido caracterizadas, es por eso que se ha trabajado con distintos materiales para así obtener los resultados más óptimos y rentables para esta tecnología.

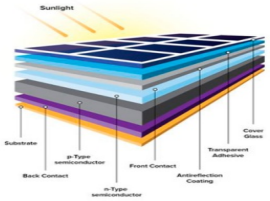
METODOLOGÍA

La celda solar es el dispositivo que basa su funcionamiento en el proceso de conversión de la energía del Sol que recibe radiación directa o difusa. La base física del funcionamiento solar es llamado efecto fotovoltaico. En 1839 el físico francés Edmond Berquerel encontró que algunos materiales al ser expuestos a la luz o rayos del Sol presentaban una diferencia de potencial y conectados a una carga eléctrica se establecía un flujo de corriente.

Es importante mencionar que la eficiencia de conversión fotovoltaica es uno de los parámetros más importantes a considerar en aplicaciones de celdas solares ya que nos indica cuanta energía proveniente de los rayos del Sol realmente se está aprovechando.

Semiconductores- Todos los materiales están conformados con átomos, cada átomo tiene un numero de protones (carga positiva) en el núcleo y el mismo número de electrones (carga negativa) que se encuentran girando alrededor del núcleo describiendo orbitas y originando que el átomo presente una carga neutra. Los materiales semiconductores se dividen en dos tipo-n y tipo–p.

Ilustración 5 Capas de celda thin film

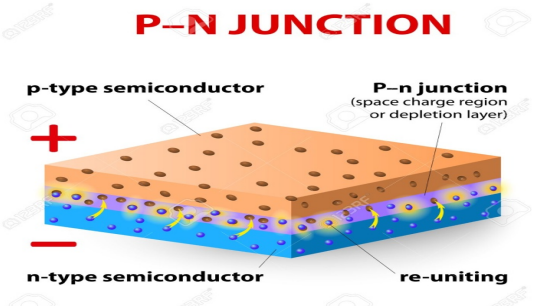


FUENTE: https://www.dexen.mx/celdas-solares/

Unión p-n- Las celdas solares depende de la unión p-n, la cual es formada por dos capas, esta región presenta dos uniones de conducción, una región tipo-p con portadores mayoritarios de huecos y otra región tipo-n con portadores mayoritarios de electrones.

En el momento en el que tienen contacto las regiones p y n tienen contacto, se produce el proceso de difusión debido a la diferencia de concentración de portadores de carga en las dos regiones como se muestra en la Ilustración 2.

Ilustración 6 Unión p-n semiconductores



FUENTE: https://es.123rf.com

Características del semiconductor ZnTe.

Thutupalli y Tomlin (1976) presenta una banda “gap” policristalina directa e indirecta de 2.23 eV y 2.56 eV respectivamente. Mondal et al (1987) reportaron la dependencia del índice de refracción, absorción y extinción en el fotón incidente para películas de ZnTe depositado en un sustrato de vidrio. Pero la dependencia de las constantes ópticas en el tamaño de las partículas también como la naturaleza de dopaje.

Parte Experimental.

Como parte del proyecto de investigación y desarrollo de celdas fotovoltaicas en el laboratorio LACyTES de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, en este caso utilizando ZnTe como un semiconductor tipo p se utilizó el método de erosión catódica magneto planar de radiofrecuencia (Sputtering RF) para su posible aplicación en celdas se han realizado estudios de espesores en perfilómetro, cálculo de absorción y de transmitancia.

Se propuso una matriz experimental con los siguientes parámetros y se realizaron 6 depósitos de ZnTe sobre vidrios TEC 15 que previamente fueron cortados, lijados y lavados. Estos 6 depósitos se realizaron de la siguiente manera:

Tabla 3 Matriz Experimental ZnTe para depósitos Sputtering RF

Presión	Temperatura
7.5 mTorr	250 °C
7.5 mTorr	350 °C
7.5 mTorr	450 °C
15 mTorr	250 °C
15 mTorr	350 °C
15 mTorr	450 °C

El Sputtering RF es un método en el que los iones acelerados de gas inerte de alta energía inciden en el material objetivo (target) formando así plasma para expulsar, o pulverizar, átomos o pequeños grupos de la superficie, que posteriormente se depositan en el sustrato a alta presión. En la pulverización catódica (vidrio TEC 15), se usan dos electrodos, un electrodo es el material objetivo (target) y el otro es el sustrato, y en el medio hay iones de gas inerte. En este caso la fuente que crea la formación de los iones durante el proceso es de corriente alterna (radiofrecuencia). (Ilustración 3 y 4).

Ilustración 3 Sputtering RF

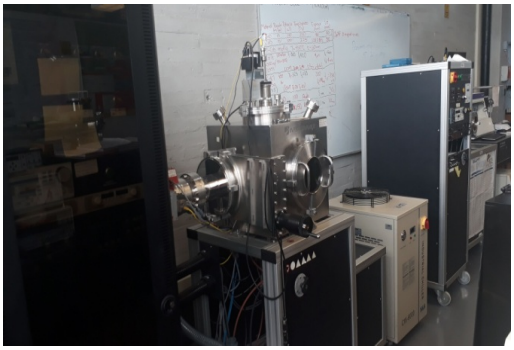


Ilustración 7 Material depositándose (ZnTe) en sustrato de vidrio.

RESULTADOS.

Posteriormente se midieron los espesores en el perfilómetro, razón de depósito (rate) así también los valores de transmitancia y de absorción que se muestran en las siguientes tablas y gráficas:

Tabla 4 Razón de depósito de ZnTe variando temperatura y presión.

Rate (Å/s)	Ts (°C)		
Presión (mTorr)	250	350	450
7.5	4.8	3.9	4.4
15	2.4	2.7	2.7

Tabla 5 Tiempo de depósito de ZnTe variando temperatura y presión.

tdepósito (minutos)	Ts (°C)		
Presión (mTorr)	250	350	450
7.5	20	23:30	21:40
15	37:30	37:30	36:20

Tabla 6 Espesor detectado por sensor de Sputtering RF de ZnTe variando temperatura y presión.

dsensor (nm)	Ts (°C)		
Presión (mTorr)	250	350	450
7.5	576.8	550	575
15	550	550	575

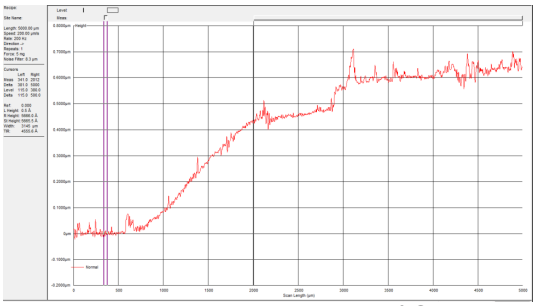
Tabla 7 Espesores medidos en el perfilómetro del lado conductor variando temperatura y presión.

dperfilómetro (nm)	Ts (°C)		
Presión (mTorr)	250	350	450
7.5	483	480	578
15	415	489	561

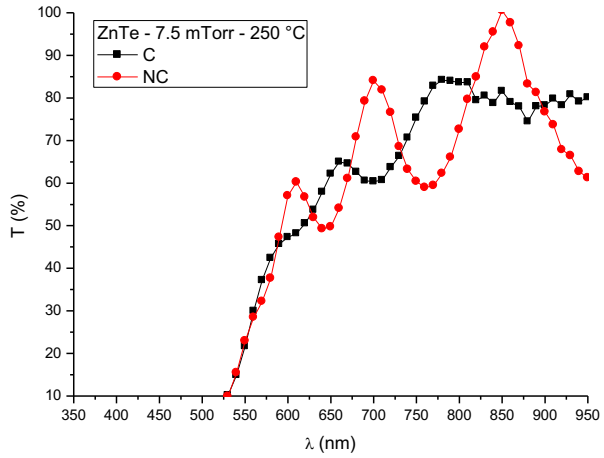
Tabla 8 Espesores medidos en el perfilómetro del lado no conductor variando temperatura y presión.

dperfilómetro (nm)	Ts (°C)		
Presión (mTorr)	250	350	450
7.5	544	450	220
15	350	490	458

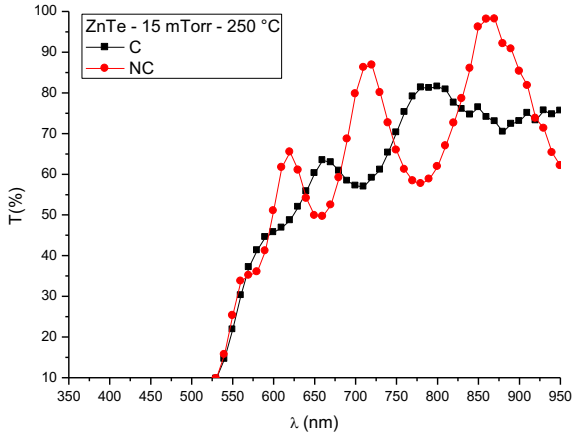
Gráfica 1 Medición de espesor dada por el perfilómetro.



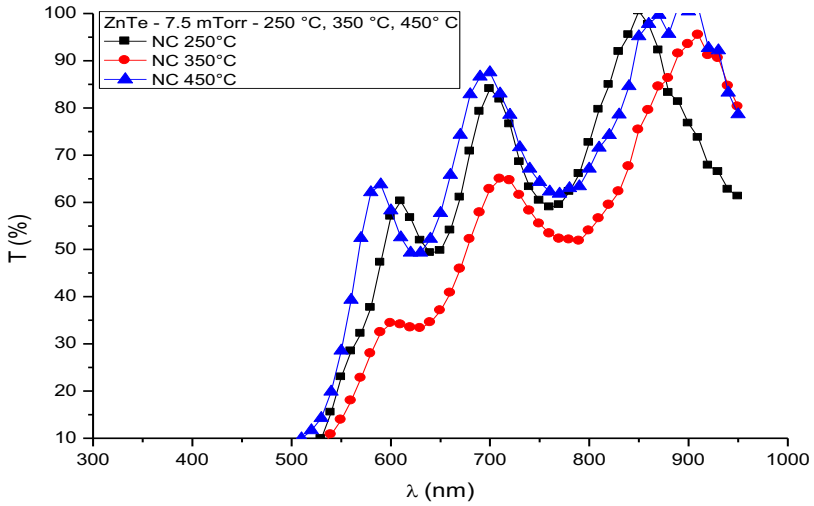
Gráfica 2 Tabla de Transmitancia 7.5 mTorr a 250 °C lado conductor vs lado no condutor



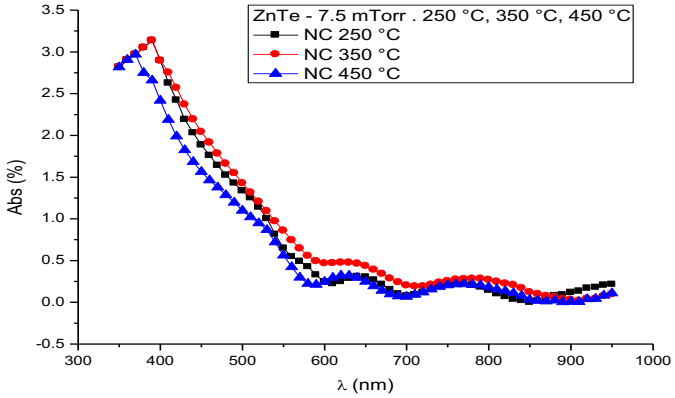
Gráfica 3 Transmitancia con presión 7.5 mTorr a 250 °C, 350 °C y 450 °C del lado no conductor.



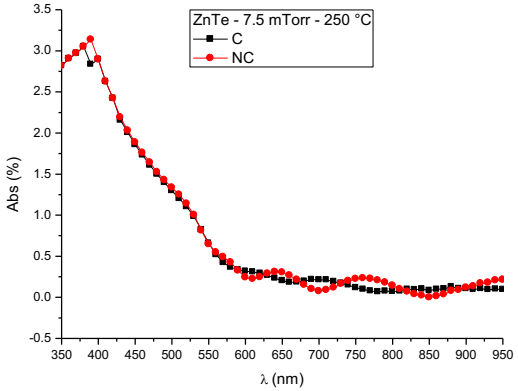
Gráfica 4 Transmitancia con presión de 15 mTorr a 250° C lado conductor vs no conductor



Gráfica 5 Absorción con presión de 7.5 mTorr a 250 ° C lado conductor vs lado no conductor.



Gráfica 6 Absorción de 7.5 mTorr de presión 250 °C, 350 °C y 450 °C lado no



conductor

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Pal, U., Saha, S., Chaudhuri, A. K., Rao, V. V., & Banerjee, H. D. (1989). Some optical properties of evaporated zinc telluride films. Journal of Physics D: Applied Physics, 22(7), 965.

Chu, T. L., Chu, S. S., Ferekides, C., & Britt, J. (1992). Films and junctions of cadmium zinc telluride. Journal of applied physics, 71(11), 5635-5640.

SENER (2018) Prospectiva de Energías Renovables.

Tonda M. J. (2012) El oro solar y otras fuentes de energía S.L. fondo de cultura económica de España.

Neumann-Spallart, M., & Königstein, C. (1995). Electrodeposition of zinc telluride. Thin solid films, 265(1-2), 33-39.

https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/radio-frequency-sputtering

ANÁLISIS EXERGÉTICO DE UN GENERADOR DE VAPOR.

HUGO AMÍLCAR LEÓN BONILLA1 DANIEL HERNÁNDEZ PITALÚA2 ERIKA AGUILAR ACOSTA3

RESUMEN.

Este trabajo analiza el Generador de vapor, el cual presenta irreversibilidades y es por medio de herramientas termodinámicas como la utilización combinada de la primera y la segunda ley de la termodinámica (análisis de exergía) que proporcionan distinción entre la energía pérdida y las irreversibilidades en los procesos. Es la exergía, la que clasifica los diversos flujos energéticos de acuerdo con su nivel de disponibilidad o calidad, con respecto al medio ambiente

El Generador de Vapor analizado opera a Diesel y se subdivide para su estudio en tres etapas; 1) proceso de combustión, 2) proceso de transferencia de calor y 3) proceso de recuperación de calor y/o descarga.

Se puedo observar que la mayor destrucción de exergía se da en orden de importancia en él proceso de combustión con 35.193%, seguido del proceso de transferencia de calor con 28.789% y por último el proceso de liberación de los gases de combustión al ambiente con 5.857%.

Finalmente se observó que la eficiencia racional indica un rendimiento de solo el 30%, este resultado confirma que este equipo es altamente destructor de exergía, por tal razón esta es un área de oportunidad para proponer mejoras en su diseño y operación.

Palabras Clave: Generador de vapor Energía, Rendimiento.

INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, nuestra sociedad ha incrementado su consumo energético como consecuencia de mantener sus niveles de confort. Por tal razón, ha sido tema de análisis en el ámbito ingenieril, el desarrollar equipos cada vez más eficientes, de tal forma, que

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. Leon@Itsx.Edu.Mx

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. Daniel.Hernandez@Itsx.Edu.Mx

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Xalapa. Erika.Aguilar@Itsx.Edu.Mx

se dé un mejor uso, de los recursos energéticos no renovables, de los que se disponen actualmente.

A partir de observar, que todo generador de vapor, presenta irreversibilidades, (pérdidas en la transformación de energía) surge la inquietud de utilizar herramientas termodinámicas, que permitan identificar puntualmente zonas críticas que disminuyen la eficiencia del equipo y es a partir de su detección que se pueden proponer mejoras en su diseño térmico, de tal forma que nos permiten aprovechar al máximo la transformación de la energía, arrojando como resultado mejoras en el diseño térmico original.

METODOLOGÍA.

Es importante observar, que, aunque el balance de energía de un equipo se puede llevar a cabo desde el punto de vista de la primera ley de la termodinámica, este solo proporciona información de su comportamiento de forma cuantitativa. De tal forma que a los ingenieros, también les interesa conocer como la energía se degrada, por tal razón nos apoyamos en la segunda ley de la termodinámica, la cual proporciona ese enfoque cualitativo. A partir de este razonamiento, se considera la propiedad de Exergía, la cual permite observar, como la energía útil es aprovechada, arrojando como resultado el máximo trabajo que proporciona el equipo en interés.

Es de esta forma, que se puede detectar áreas de oportunidad, que interesan a los diseñadores térmicos, para elevar la eficiencia de los equipos, consiguiendo una reducción en el consumo de energía que al final se traduce en ahorro para los bolsillos de la población.

El uso de dispositivos térmicos (Generadores de vapor) en las mayoría de los Centro Hospitalarios del país representa un alto costo para la economía de la población, esto debido principalmente al continuo incremento en los precios de los combustibles fósiles como lo es el gas LP y el diésel por mencionar algunos energéticos utilizados en su operación. Es de esta situación que interesa conocer que tan eficientes son estos dispositivos a partir de medir cualitativa y cuantitativamente la energía que se recibe del proceso de combustión y la que se utiliza realmente para la generación de vapor,

permitiendo como consecuencia conocer las pérdidas presentes durante el proceso de operación.

Objetivos:

objetivo general

comparar el rendimiento energético y exergético de un generador de vapor que opera con combustible diésel.

objetivos específicos:

caracterizar el proceso de operación del generador de vapor.

realizar un análisis cuantitativo y cualitativo del proceso, desde el punto de vista energético y exergético.

identificar áreas de mejora térmica en el gerador de vapor.

RESULTADOS.

generadores de vapor

un grupo productor de vapor de agua es una combinación de aparatos que puede constar de cualquiera o todos los siguientes equipos: caldera, hogar, quemadores, cámaras de agua, purificador de vapor, recalentador, atemperador, economizador y calentador del aire.

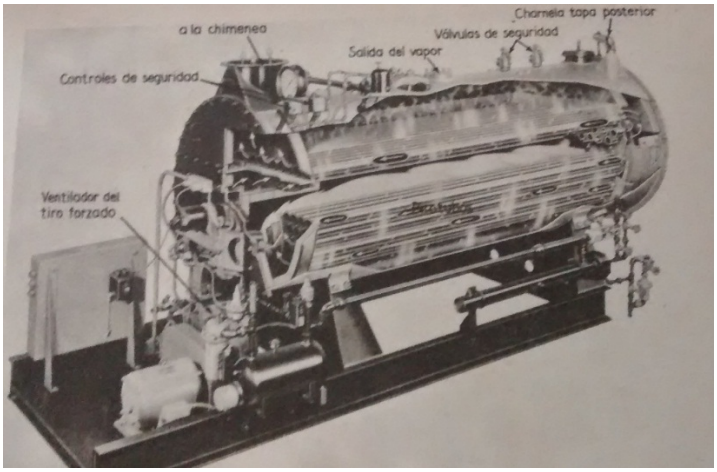
Clasificación de los Generadores de Vapor

Las calderas de vapor se clasifican, atendiendo a la posición relativa de los gases calientes y del agua, en acuotubulares y pirotubulares; por la posición de los tubos, en verticales, horizontales e inclinados; por la forma de los tubos, de tubos rectos y de tubos curvados y por la naturaleza del servicio que prestan, en fijas, portátiles, locomóviles y marinas, quedando su elección en función del tipo de combustible que se disponga, tipo de servicio, capacidad de producción de vapor requerido, así como de factores económicos.

Calderas Pirotubulares. En estas calderas los gases calientes pasan por el interior de los tubos, los cuales se hallan rodeados de agua. Generalmente las calderas Pirotubulares tienen un hogar integral, limitado por superficies enfriadas por agua. Su utilización es para

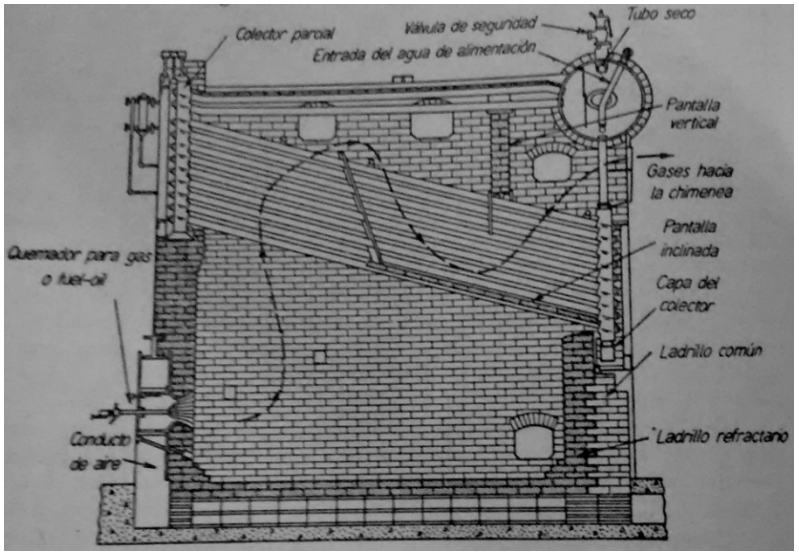
instalaciones de calefacción a baja presión y algunas más grandes para producir vapor a presión relativamente baja destinado a calefacción y a producción de energía.

Figura 1. Caldera Pirotubular.



Calderas Acuotubulares. En las calderas de este tipo, por el interior de los tubos pasa agua o vapor y los gases calientes se hallan en contacto con la superficie estarna de aquellos. Se emplean casi exclusivamente cuando interesa obtener elevadas presiones y rendimientos, debido a que los esfuerzos desarrollados en los tubos a altas presiones son de tracción en vez de compresión. Las calderas de estas características pueden utilizar como combustible fuel, gas o carbón.

Figura 2. Caldera Acuotubular

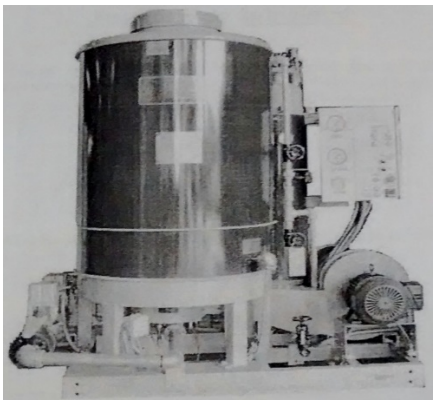


Características físicas del generador de Vapor.

El Generador de Vapor Marca Clayton, modelo M-20508 (Diesel) está diseñado para producir vapor de 99% de Calidad, con agua de alimentación a 100°C, alcanzando su capacidad a los cinco minutos del arranque en frío. Las características de operación de este generador de vapor se observan en la Tabla A.

El generador de vapor está compuesto por los siguientes sistemas; Sistema de Agua y vapor y Sistema de Combustible diesel.

Figura 3. Caldera Acuotubular Modelo E-100

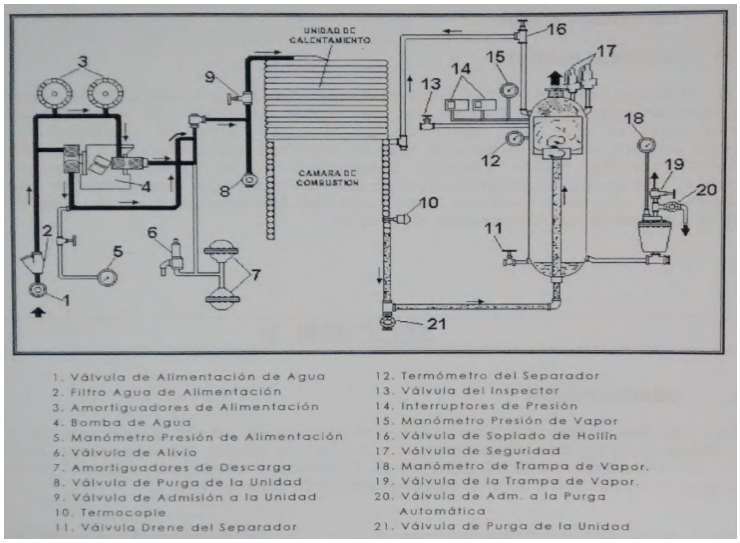


El Sistema de Agua y Vapor, se compone del flujo, bomba de agua, receptor de condensado, unidad de calentamiento, control de temperatura contra falla de agua, separador de vapor y trampa de vapor.

El agua de repuesto y el retorno de condensado se mezclan en el receptor de condensados y de ahí fluyen a la bomba de Alimentación, la cual tiene características de Tipo diafragma de desplazamiento positivo, diseñada para suministrar el volumen requerido hacia la unidad de calentamiento, que consiste de una serie de secciones de tobos de acero al carbón enrollados en espiral. El receptor de condensados es u tanque colector de agua acondicionada donde el agua tratada con compuestos químicos es suministrada a la bomba de agua de alimentación y al cual retornan el trampeo y los condensados del sistema. El control de temperatura contra falla de agua es un dispositivo que protege al generador de vapor en caso de falla de agua o sobrecalentamiento ocasionado por alguna otra causa. El separador de vapor recibe una combinación de fluido y vapor procedentes de la unidad de calentamiento se descarga en la boquilla

separadora del separador de vapor, la velocidad y la fuerza centrífuga del vapor libera la humedad que pudiera contener, misma que resbala al fondo del separador, a medida que este líquido se acumula en el fondo del separador y su nivel se eleva lo suficiente, la trampa de vapor lo extrae y retorna al receptor de condensados.

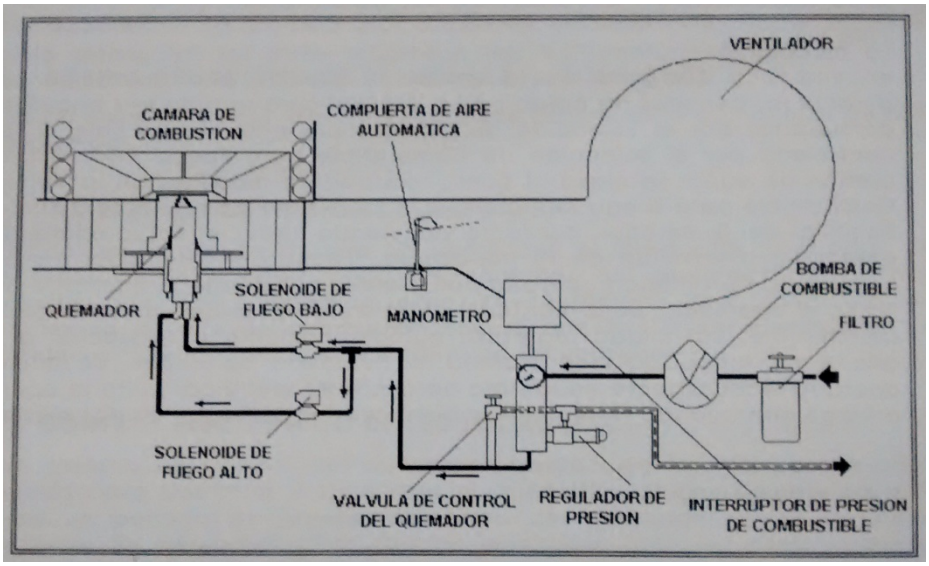
Figura 4. Diagrama de flujo de agua y vapor



El sistema de combustible Diesel está integrado por el combustible, el modulador automático del quemador y el quemador.

El combustible es suministrado bajo presión al quemador de tiro forzado. La presión máxima de combustible está gobernada por un regulador de presión d combustible ajustable, la modulación automática del quemador evita los frecuentes ciclos de encendido y apagado del quemador y permite una operación estable durante los periodos de carga ligera. El aire que entra a la voluta del quemador procedente del ventilador es dirigido centrífugamente a alta velocidad hacia el quemador, donde se mezcla con el combustible atomizado por boquillas y es encendido por una chispa eléctrica de alta potencia.

Figura 5. Diagrama de flujo, sistema de combustible encendido a diésel



Combustibles

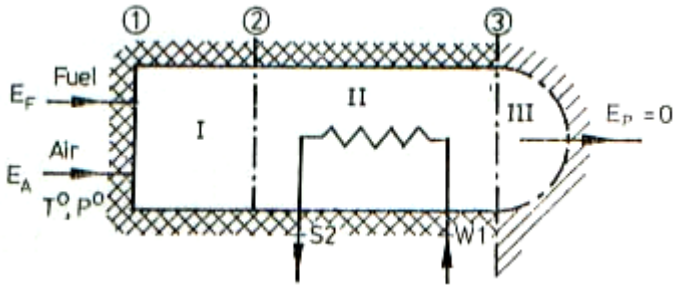
Los combustibles comerciales, en su estado natural o en formas preparadas, pueden ser sólidos, líquidos y gases. Para los sólidos, estos comprenden los carbonos, lignitos, coques, maderas, y residuos combustibles, en el caso de los líquidos estos incluyen al os alcoholes, petróleo y sus destilados, en el caso de los gases naturales, estos salen de la tierra y los fabricados estos provienen principalmente del carbón.

Los fuel oils (Aceites combustibles) son combustibles líquidos que se derivan del petróleo y consisten en residuos, destilados y mezclas (Tabla F).

Operación de los calentadores de agua.

El calentador de agua, se divide de acuerdo a su proceso de operación en tres etapas. (Marín y Ezquerra, 2003; Chodankar, 2009; Ghazikhani y Ahmadzadehtalatapeh, 2010) Proceso de combustión, Proceso de transferencia de calor y Proceso de recuperación de calor y/o descarga.

Figura 6. Regiones del calentador de agua; I combustión, II transferencia de calor, III recuperación de calor y/o descarga



Fuente: (Ghazikhani y Ahmadzadehtalatapeh, 2010)

Proceso de combustión.

El proceso de combustión se lleva a cabo en el espacio del calentador conocido como cámara de combustión. (Cengel y Boles, 2007)

La combustión está definida como aquella reacción química durante la cual se oxida un combustible y se libera una gran cantidad de energía.

Proceso de transferencia de calor.

El proceso de transferencia de calor (Cengel 2007), se lleva a cabo en el espacio del calentador donde entran en contacto la corriente de los gases de la combustión (energía calorífica, producida durante la combustión) y el fluido de trabajo (agua en este caso) ya sea contenida en un recipiente, para los calentadores de agua tipo almacenamiento, o por su paso en los intercambiadores de calor o el serpentín, para los calentadores de paso tipo de rápida recuperación y los de tipo instantáneo respectivamente.

Proceso de recuperación de calor y descarga.

El proceso de recuperación de calor y/o descarga, se lleva a cabo en el espacio del calentador, donde se conduce al exterior, los gases producto de la combustión, a través del difusor o tubo para chimenea. (NOM-020-SEDG-2003)

Conservación de la energía y eficiencia energética. (Primera Ley de la termodinámica)

La primera Ley de la termodinámica, nos indica que la energía, se conserva durante un proceso, conocido como principio de conservación de la energía. (Cengel y Boles, 2007) Esta nos brinda una base sólida para estudiar la relación entre las diversas formas que toma la energía y de su interacción.

Un gran número de dispositivos en ingeniería como turbinas, compresores, toberas, etc. funcionan durante largos periodos, bajo las mismas condiciones de operación, conocidos como sistemas de flujo estable, una vez completado el periodo de inicio o transitorio.

El balance de masa para un sistema general de flujo estable se establece como sigue (Chodankar, 2009):

$$\sum_{entrada} \dot{m} = \sum_{salida} \dot{m} \quad (kg/s) \qquad (1)$$

El balance de energía para un proceso de flujo estable se define como (Chodankar, 2009)

$$\dot{E}entrada = \dot{E}salida \quad (kw) \qquad (2)$$

En vista de que la energía, se puede transferir solo por calor, trabajo y masa, el balance de energía se puede escribir también de manera explícita como:

$$\dot{Q}_{entrada} + \dot{W}_{entrada} + \sum_{entrada} \dot{m}\left(h + \frac{v^2}{2} + gz\right) = \dot{Q}_{salida} + \dot{W}_{salida} + \sum_{salida} \dot{m}\left(h + \frac{v^2}{2} + gz\right) \quad (3)$$

La eficiencia es uno de los términos más usados en termodinámica, e indica que tan bien se realiza un proceso de conversión o transferencia de energía. La eficiencia se expresa en términos de la salida deseada y la entrada requerida de la siguiente manera:

$$Eficiencia = \frac{Salida\ deseada}{Estrada\ requerida} \qquad (4)$$

Método Exergético. (Segunda Ley de la termodinámica)

Es necesario realizar un análisis de los sistemas de generación de potencia para el uso eficiente de los recursos energéticos.

La primera ley de la termodinámica, es el método comúnmente utilizado para el análisis de estos sistemas, pero la utilización combinada de la primera y la segunda ley de la termodinámica (análisis de exergía) nos proporciona, una herramienta de distinción entre la energía pérdida y las irreversibilidades en los procesos. (Ghazikhani y Ahmadzadehtalatapeh, 2010)

El método exergético basado en la segunda ley de la termodinámica, utiliza la exergía como piedra angular en el análisis de sistemas energéticos (Barragán et al, 2001; Cihan et al, 2006; Aljundi, 2009; Amirabedin y Yilmazoglu, 2010; D., M., D., Z., & M. S., L., 2010; Kaushik et al, 2011).

Esta propiedad, clasifica los diversos flujos energéticos de acuerdo con su nivel de disponibilidad o calidad, con respecto al medio ambiente, lo cual permite determinar el criterio de perfección termodinámica de procesos que un análisis energético no puede hacer, o en su defecto, arroja resultados incompletos o erróneos. Aunque el método exergético, tiene orígenes desde la segunda mitad del siglo XIX, ésta ha ganado gran aceptación como herramienta de análisis entre la comunidad internacional, teniendo su mayor auge a principios de los años 80's. (Kotas, 1995)

La exergía no es suficiente para estudiar dispositivos técnicos que operan entre dos estados fijos, de aquí la necesidad de definir el trabajo reversible y las irreversibilidades o destrucción de exergía. (Cengel y Boles, 2007)

El trabajo reversible, se define, como la cantidad máxima de trabajo útil, que puede producirse o el trabajo mínimo que necesita ser proporcionado, cuando un sistema experimenta un proceso, entre los estados inicial y final especificados.

Cualquier diferencia, entre el trabajo reversible y el trabajo útil se debe a las irreversibilidades presentes durante el proceso y esta diferencia se llama irreversibilidad. Donde el trabajo útil, es la diferencia entre el trabajo real y el trabajo de los alrededores. (Ghazikhani y Ahmadzadehtalatapeh, 2010)

$$I = W_{rev} - W_u \qquad (5)$$

La eficiencia vista desde la segunda Ley de un sistema durante un proceso se define como (Ghazikhani y Ahmadzadehtalatapeh, 2010)

$$\eta_{II} = \frac{Exergía\ recuperada}{Exergía\ suministrada} = 1 - \frac{Exergía\ destruida}{Exergía\ suministrada} \qquad (6)$$

La exergía de flujo (o corriente) se denota por (Ghazikhani y Ahmadzadehtalatapeh, 2010)

$$\psi = (\mathrm{h} - \mathrm{ho}) - \mathrm{To}(\mathrm{s} - \mathrm{so}) + \frac{v^2}{2} + gz \qquad (7)$$

La transferencia de calor Q, en una ubicación que se encuentra a temperatura termodinámica T, siempre está acompañada por la transferencia de exergía, Xcalor en la cantidad de

$$X_{calor} = \left(1 - \frac{To}{T}\right) Q \qquad (8)$$

METODOLOGÍA.

Análisis del Generador de Vapor, aplicando el método exergético.

Se caracterizará, el proceso de operación, del generador de vapor, el cual se subdividirá en tres subsistemas fundamentales (Marín Hernández Juan José, Ezquerra Roque Yohanka, 2003).

Proceso de combustión, Proceso de transferencia de calor de los gases de combustión al contenedor de agua y Proceso de recuperación de calor y (o) descarga de gases al medio.

Se analizará cada sistema del proceso, desde el punto de vista exergético (Kotas, T.J.,1995)

Sistema de Combustión adiabática.

Se determinará, la ecuación de combustión que rige dicho proceso, y se medirán las propiedades termodinámicas de la combustión.

Considerando 170 kg(Tabla E) de Diesel como el combustible a utilizar cuya composición química es C12H26 de acuerdo a los datos obtenidos de la Tabla F, se calculará la ecuación de combustión estequiométrica:

$C12H26+18.5(O2+3.76N2) \quad 12CO2+13H20+69.56N2$

La ecuación de combustión considerando 50% de exceso de aire es:

$C12H26+27.75O2+104.34N2 \quad 12CO2+13H20+104.34N2+9.2502$

Tabla 1. número de moles y fracción molar de los gases de combustión considerando 170 kg de combustible.

	CO2	H2O	N2	O2	TOTAL
n	12	13	104.34	9.25	138.59
x	0.08658	0.09380	.75286	0.06674	

La temperatura de combustión adiabática, es la energía química liberada durante el proceso de combustión que se pierde como calor hacia los alrededores (Q=0) o se usa internamente para elevar la temperatura de los productos de combustión. En este caso la temperatura de combustión adiabática resulta de un proceso iterativo de prueba y error de $\theta 3=1525°C$

Para conocer la irreversibilidad de este sistema.

$$\dot{I}_I = \dot{E}_f - \dot{E}_2$$

De la tabla G se tomará exergía química del combustible (C12H26) como 8059340kJ/kmol y con (0.0265kg/s/170kg/kmol) tenemos:

$$\dot{E}_f = \dot{m}\varepsilon_f = 1256.308kW$$

La exergía de los gases de combustión para la temperatura de 1525°C se calcula considerando que

$$\dot{E}_2 = \dot{E}_q + \dot{E}_p$$

De donde

$$\dot{E}_2 = 34.475 + 779.691 = 814.166kW$$

Por tal razón la Irreversibilidad es

$$\dot{I}_I = 1256.308 - 814.166 = 442.141kW$$

El porcentaje de destrucción de exergía en el sistema es de:

$$\delta_I = \frac{442.141}{1256.308} = 35.193\%$$

Sistema de transferencia de calor, de los gases de combustión al contenedor de agua.

Se determinará, la ecuación que rige la transferencia de calor, de la combustión al contenedor de agua.

Estableciendo un balance de energía en un volumen de control se tiene:

$$\dot{H}_2 - \dot{H}_3 = \dot{m}_s(h_s - h_w)$$

El agua de alimentación a la caldera es de 100°C y el vapor producido (Tabla B) a una presión de 2000kPa y una temperatura de 212.38°C, de las Tablas C, se obtiene:

hw=419.17kJ/kg hs=2779.372kJ/kg

sw=1.3072kJ/kg ss=6.300kJ/kg

Donde

$$\dot{H}_2 = 1179.084kW$$

y

$$\dot{H}_3 = 153.104kW$$

A partir de este último valor obtenido, calculamos la temperatura de los gases de salida de la caldera, la cual cumple la igualdad a partir de un proceso iterativo de prueba y error y es θ3=250°C.

Entonces podemos obtener el valor de

$$\dot{E}_3 = \dot{E}_q + \dot{E}_p$$

$$\dot{E}_3 = 34.475 + 39.117 = 73.592kW$$

La irreversibilidad de este proceso es entonces

$$\dot{I}_{II} = (\dot{E}_2 - \dot{E_3}) - \left(\dot{E}_s - \dot{E}_w\right) = (814.166 - 73.592) - (378.883) = 361.691kW$$

El porcentaje de destrucción de exergía en el sistema es de:

$$\delta_{II} = \frac{361.691}{1256.308} = 28.789\%$$

Subsistema de recuperación de calor y (o) descarga de gases al medio.

Se determinará, la ecuación de los gases de descarga al medio, se medirán las propiedades termodinámicas del proceso de descarga de los gases de la combustión.

Debido a que la energía con que salen los gases de combustión de la cadera no se recicla, entonces toda la exergía adjunta se destruye al disiparse en la atmosfera.

$$\dot{I}_{III} = 73.592kW$$

El porcentaje de destrucción de exergía en el sistema es de:

$$\delta_{III} = \frac{73.592}{1256.308} = 5.857\%$$

Eficiencia energética y racional dela caldera.

La eficiencia energética de la caldera es:

$$\eta = \frac{\dot{m}_s(h_s - h_w)}{\dot{m}_f(PCS)}$$

En este caso se consideró el Poder Calórico Superior (Tabla E) de acuerdo a reglamento de la NOM-002-ENER-1995.

$$\eta = \frac{0.4347(2779.372 - 419.170)}{0.0265(46{,}100)} = 0.839 = 84\%$$

La eficiencia racional de la caldera será:

$$\psi = \frac{\dot{E}deseable}{\dot{E}utilizada}$$

$$\psi = \frac{\dot{E_s} - \dot{E_w}}{\dot{E_f}} = \frac{378.883}{1256.308} = .30158 = 30\%$$

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Irreversibilidades y destrucción de exergía.

Se puede observar que la mayor destrucción de exergía se da en orden de importancia en el, proceso de combustión con 35.193%, seguido del proceso de transferencia de calor de los gases de combustión a la caldera con 28.789% y por último el proceso de liberación de los gases de combustión al ambiente con 5.857%, valores similares a los reportados en diferentes estudios como los hechos en calderas bagaceras (Marín, J.J., 2001), confirmándose que el proceso de combustión es altamente destructor de la exergía. Se podrían encontrar áreas de mejora en el proceso de transferencia de calor de los gases de escape a la caldera, probablemente aumentando el área de contacto, cambiando la disposición de los tubos acuotubulares o incluso pensar en otros materiales en su construcción. Respecto a la destrucción de exergía en el proceso de liberación de los gases de es escape se podría reducir aún más buscando que estos gases recalienten el agua de alimentación para que el ΔT sea menor al que se está presentando de 112°C. Probablemente se podría disponer de un tanque de almacenamiento que reciba este calor y alimente tanto a la caldera como al sistema de calefacción del edificio ya que los gases salen a la atmósfera por arriba de los 250°C.

Eficiencia Energética y Eficiencia racional.

Observamos como el distribuidor de esta marca reporta eficiencias energéticas del 82%, este análisis presenta eficiencias muy próximas de 84%, es decir nos dice que de un 100% de energía que entra estamos aprovechando el 80% aproximadamente y solo se presentan pérdidas del 20%, lo cual resulta muy atractivo para quien busque un equipo térmico de estas características, sabiendo que cualquier proceso tanto de transferencia de calor como de combustión son muy malos por su propia naturaleza, pero si

observamos que la eficiencia racional que resulta de la segunda Ley de la Termodinámica nos indica un rendimiento de solo el 30% debido a que de la exergía que nos proporciona el combustible es de 1256.308kW y que solo estamos aprovechando 378.883kW, nos confirma que este equipo es altamente destructor de exergía y por lo tanto debemos estar conscientes que aún se tiene mucho por mejorar.

Sería interesante poder analizar su proceso de combustión con otro combustible como el Gas L.P. para observar cómo se comporta este rendimiento racional ya que el proveedor informa que su rendimiento energético no se ve afectado con este cambio. Se propone, analizar de manera integral el calentador de agua, es decir, considerando todo el proceso, bajo condiciones generales de operación, lo que lleva, a mejorar la eficiencia térmica de este equipo, a partir de su análisis exergético, y exergoeconómico conociendo a detalle, la manera en que se transforma la energía y los costos unitarios que representa ($/Joules). Incluso, se plantea como una opción para conocer la eficiencia real de los diferentes tipos de calentadores existentes en el mercado, debido a que la normatividad vigente en México, solo se apoya en la primera ley de la termodinámica, la cual solo cuantifica, la transformación de la energía. Es importante, también resaltar su utilización como una herramienta, que permite mejorar el diseño térmico, al lograr relacionar áreas o zonas de destrucción de exergía, con las formas geométricas y tipos de materiales utilizados, para tratar posteriormente, diferentes configuraciones, llevar a cabo su caracterización y así comprobar su validez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amirabedin, E. & Yilmazoglu, M. Z. (2010). Second law and sensitivity analysis of a combined cycle power plant in turkey. Journal of thermal science & Technology. 02(31), 41-50.

Aljundi Isam, H. (2009). Energy and exergy analysis of a steam power plant in Jordan. Applied Thermal Engineering. 29, 324–328.

Barragán Aroche, J.F., Bazúa Rueda, E., Montiel Maldonado, C., & Solano Zompansi, L.A. (2001). Estrategia para obtener la eficiencia energética de una plata criogénica. Tecnología, ciencia y educación. 02(16), 101-111.

Cengel, Yunus A. (2007). Transferencia de Calor y Masa. México: Mc Graw Hill.

Cengel, Yunus A., & Boles, Michael A. (2007). Termodinámica. México: Mc Graw Hill.

Betancourt Mena, Jesús., Cruz Fonticiella, Oscar M., García Gabriel, Ulises., & Moya Rodríguez, Jorge L. (2005). Costo exergoeconómico de calentadores de jugo.Centro Azúcar.

Chodankar, B. M. (2009). Energy and Exergy Analysis of a Captive Steam Power Plant. Proceedings of World Academy of Science: Engineering & Technology, 51263-266.

Cihan, A., Hacıhafızoğlu, O., & Kahveci, K., (2006). Energy-exergy analysis and modernization suggestions for a combined cycle power plant. International Journal of Energy Research. 30, 115-126.

Degler, H. E., Miles, J. C., & Severns, W. H. (1976). Energía mediante Vapor, Aire o Gas. México:Edit. Reverté, S.A.

D., M., D., Z., & M. S., L. (2010). Energy and Exergy Analysis of a 348.5 MW Steam Power Plant. Energy Sources Part A: Recovery, Utilization & Environmental Effects, 32(11), 1016-1027. doi:10.1080/15567030903097012

Ghazikhani, M. M., & Ahmadzadehtalatapeh, M. M. (2010). Experimental investigation of exergy destruction in a 8-kW power plant. International Journal Of Energy & Environment, (5), 815-822.

Kaushik, S. C., Reddy, V., & Tyagi, S. K. (2011). Energy and exergy analyses of thermal power plants: A review. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 15(4), 1857-1872. doi:10.1016/j.rser.2010.12.007

Kern, Donald Q. (1990). Procesos de Transferencia de Calor. México: CECSA.

Kotas, T.J. (1995). The Exergy Method of Thermal Plant Analisys. Florida: Krieger Publishing Company.

Manrique, José A. (1981). Transferencia de Calor. México: HARLA.

Manual de Instrucciones(2005). Generador de Vapor: Clayton de México S.A. de C.V.

Marín Hernández, Juan José. & Ezquerra Roque Yohanka. (2003). Aplicación del método exergético y la Tecnología Pinch para determinar irreversibilidades en las calderas. Centro Azúcar, 30(3), 96-104.

Muñoz, M., Lozano, M.A., & Valero,A. (1986). A general theory of exergy saving: I. On the exergetic cost. New York: ASME.

Muñoz, M., Lozano, M.A., & Valero,A. (1986). A general theory of exergy saving: II. On the thermoeconomic cost. New York: ASME.

Muñoz, M., Lozano, M.A., & Valero,A. (1986). A general theory of exergy saving: III. Energy saving and thermoeconomics. New York: ASME.

Sonntag, Richard E., & Van Wylen, Gordon J. (1994). Fundamentos de Termodinámica. México: Limusa.

Vosoogh, A., Falahat, A., & Vosoogh, R. (2011). Improvement Thermal Power Plant Efficiency with Parametric Study. International Review On Modelling & Simulations, 4(3), 1383-1388.

Yari, M. (2010). Exergetic analysis of various types of geothermal power plants. Renewable Energy: An International Journal, 35(1), 112-121. doi:10.1016/j.renene.2009.07.023

El-Sayed, Yehia M.(1999). Revealing the cost-efficiency trends of the design concepts of energy-intensive systems. Energy Conversion & Management, 40, 1599-1615.

CAMBIO CLIMÁTICO DE CARA AL RETO DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL EN EL PUERTO DE VERACRUZ

JOSÉ LUIS RUIZ CONTRERAS[1] ISABEL ALEMÁN CHÁVEZ[2]

RESUMEN.

El cambio climático es un tema obligado en las preocupaciones de todo ser humano responsable y en la agenda de cualquier gobierno. Es abordado por algunos estudiosos como una de las tendencias de la sociedad. Las medidas para revertir el deterioro han de comenzar con una educación permanente al respecto y una mayor voluntad política. La comunidad científica ha dado la voz de alerta desde los cuatro puntos cardinales con lo que ya es el momento de actuar.

Una de las características que diferencian al cambio climático de otros problemas medioambientales es su condición de globalidad. Esto implica que, aunque son mayoritariamente los países más desarrollados los que contribuyen en gran medida a agravar el problema, con la emisión de gases de efecto invernadero, las consecuencias están afectando a todo el planeta.

El presente trabajo, solo es una aportación breve recabada de conocimiento adquirido en el inicio del estudio doctoral y de cómo concebimos a manera personal el cambio climático en el puerto de Veracruz.

Palabras clave: Cambio Climático, Planeta tierra, Globalidad.

INTRODUCCIÓN.

Si bien es cierto, nuestro planeta tierra está sufriendo un alarmante deterioro ambiental, llámese contaminación de cualquier tipo, ya sea del aire, del agua, detrimento del hábitat, entre otros; si bien es cierto todos y cada uno de los que habitamos este planeta tierra

1 Universidad Veracruzana facultad de Agronomía. ing.joseluisruiz@hotmail.com

2 Universidad Veracruzana facultad de Agronomía. ialeman@uv.mx

tenemos el compromiso moral de contribuir a contaminar lo menos posible creando una cultura.

Si existe actualmente un tema que preocupa e interesa atender tanto a gobiernos como a ciudadanos es el cambio climático, el cual es reconocido ya como un problema de desarrollo y seguridad estratégica nacional e internacional. Dicho tema, tiene un impacto sobre la salud humana, y ciertas afectaciones a la biodiversidad. A consecuencia de dicho cambio juegan un papel importante en ese sentido. Por ejemplo, en algunas regiones se está presentando un incremento en las enfermedades infecciosas por el desplazamiento de insectos transmisores de enfermedades.

A nivel global, las actividades humanas han causado y seguirán provocando pérdidas de la biodiversidad, y el cambio climático ejerce una presión adicional sobre la biodiversidad. El efecto general del cambio climático implica que el hábitat de muchas especies será desplazado de su ubicación actual, y que los ecosistemas existentes serán reemplazados por nuevos ensamblajes de plantas y animales. Actualmente se considera que el riesgo de extinción se incrementará en muchas de las especies que actualmente son vulnerables; y que modelar los cambios en la biodiversidad en respuesta al cambio climático puede presentar retos significativos. (Alcalde, 2007, pág. 109)

Cambio Climático, desigualdad, pobreza y capacidad adaptativa en Veracruz.

La degradación medioambiental es un hecho, sus manifestaciones son observables: contaminación de los cuerpos de agua, extinción de las especies, pobreza, enfermedades, contaminación del aire, cambios en el clima, desastres naturales.

El cambio climático se manifiesta con prolongadas precipitaciones, aumento de la temperatura, períodos largos de sequía, cambio de dirección de los vientos, deshielo en los polos, cambios en las migraciones de los animales, tormentas, ciclones, maremotos y aumento del nivel del mar.

Esto se debe a una serie de factores relacionados, entre los que se encuentran: los bajos niveles de riqueza económica; la falta de infraestructura física y social, especialmente en salud y educación; la escasez de tecnología; el bajo nivel de confianza en las instituciones y la deficiencia en los servicios que éstas prestan a la sociedad; falta de información y

conocimientos; y finalmente, la desigualdad social con la pobreza que impiden la equidad en la distribución de los beneficios sociales.

Es por ello, que uno de los objetivos de los países pobres debe ser aumentar el desarrollo económico, lo que aumentará la capacidad de adaptación de los habitantes de cualquiera de las comunidades y los hará menos vulnerables al cambio climático. (Tejeda Martínez, 2009, pág. 26)

El estado de Veracruz es una región en vías de desarrollo, cuya imagen es la de un territorio con gran riqueza natural y económica; no obstante, esta imagen de supuesta abundancia se opaca ante la pobreza y desigualdad social y económica que priva entre la población.

Según los expertos en cambio climático, los países en vías de desarrollo presentan una capacidad adaptativa reducida en relación con los efectos del aumento en la temperatura a largo plazo.

ADAPTABILIDAD Y VULNERABILIDAD SOCIAL.

Conocemos las contingencias y la dirección del cambio climático, pero no hemos sido capaces de cuantificar, calcular y comprar estos riesgos con otros peligros sociales. Ello se debe en parte a que existe una división entre las externalidades (efectos externos) económicas del cambio climático de origen humano y las externalidades ecológicas; ejemplo de ello son los riesgos derivados de las catástrofes naturales que no tienen fronteras y que no pueden marginarse, como sucede con la pobreza. Los peligros del cambio climático los padeceremos todos durante las próximas décadas.

“Los economistas de los países industrializados consideran que los efectos negativos serán mayores para los habitantes de los países en vías de desarrollo. Evitar el daño sólo es probable por medio de algún tipo de adaptación como un modo de evitar los peligros del cambio climático.” (Muñóz de Bustillo , 2010, pág. 54)

La adaptación es la capacidad de los seres vivos de acostumbrarse o de dar respuesta a los efectos del medio ambiente; representa tanto un proceso como una respuesta. Es un proceso en el sentido que señala las diferentes etapas durante las cuales el organismo se adapta a las condiciones físicas y medioambientales. El proceso de adaptación no es

nuevo, a lo largo de la historia, las poblaciones y los sistemas naturales han estado adaptándose a condiciones cambiantes, las cuales comprenden cambios de corto y largo plazo en el medio ambiente. (López López, 2013, pág. 83)

Por ejemplo; en Veracruz, las poblaciones humanas históricamente han dado respuesta a la variabilidad del clima y a diferentes presiones ambientales.

Sin embargo, a lo largo del tiempo las consecuencias de estas respuestas en los sistemas naturales han implicado, la degradación de cuencas hidrológicas, la pérdida de ecosistemas, la erosión hídrica superficial y erosión eólica, entre otros. De esta forma, con referencia a las dimensiones humanas del cambio climático, la idea de la adaptación involucra los sistemas sociales, económicos y políticos para protegerse del actual o esperado cambio climático y su variabilidad.

El estado de Veracruz, es especialmente vulnerable a los efectos del cambio climático y, en décadas recientes, se han presentado algunos efectos relacionados con este fenómeno, como: disminución en disponibilidad de agua, inundaciones, sequías y enfermedades como dengue o infecciones diarreicas agudas. “De acuerdo a las características geográficas y a las condiciones socio ambientales, económicas y de salud, el problema puede intensificarse. La evaluación de la vulnerabilidad y la implementación de medidas de adaptación deben realizarse a nivel local respondiendo a condiciones particulares.” (Torres Beristain, 2018, pág. 8)

CONSIDERACIÓN FINAL

Si bien es cierto que los tomadores de decisiones tienen el deber de implementar políticas públicas ambientales que contribuyan a conservar nuestro entorno, pero también es innegable que la sociedad civil en su conjunto debe participar y hacer una real toma de conciencia de que, si no participamos de manera activa, no aminorará el deterioro ambiental. El cambio climático sí afectará a Veracruz, es un fenómeno global del que no podemos escapar y se requieren diagnósticos más precisos para asegurar la protección de nuestros recursos naturales, así como organización social, concientización de poblaciones vulnerables, lo que nos llevaría a repensar en nuestra manera de producción y consumo.

Es de vital importancia involucrar a personas de diversas disciplinas para enfrentar el Cambio Climático por lo que la Universidad Veracruzana ha decidido llevar a cabo el Programa de Estudios de Cambio Climático (PECCUV), para poner al servicio de la sociedad sus capacidades docentes; así como de investigación y aportar elementos para la mitigación de efectos y adaptación al cambio climático.

También es importante que el hombre, en forma individual, reconozca que no podemos seguir malgastando y desperdiciando los recursos, ya sean renovables o no. Cambiar nuestro estilo de vida, pasar del consumismo a un sistema de vida más acorde con los principios de la naturaleza. Para ello es necesario elaborar planes de educación ambiental, que se difundan no solo en las escuelas, sino a través de los medios masivos de comunicación que son los que más influencia tienen sobre la sociedad civil.

Considero que debemos partir de una premisa ineludible: no todo es responsabilidad del gobierno federal o estatal, hay cosas que podemos hacer al interior de nuestros municipios. Resultan vitales las labores de evaluación, diagnóstico, prevención y organización.

Así también, existen esfuerzos importantes como el Programa Veracruzano ante el Cambio Climático Dentro de los contenidos expuestos por este programa destacan la reducción de emisiones, la reforestación, la utilización de energías limpias, manejo de residuos sólidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcalde, J. (2007). Las Mentiras del Cambio Climático. España: Libros Libres editorial.

López López, V. M. (2013). Cambio Climático y calentamiento global. México: Trillas.

MOLINA, M. (2017). "El Cambio Climático, causas y efectos.". México. Fondo de cultura económica.

Muñóz de Bustillo , F. (2010). La Política del cambio climático. México: Alianza Editorial.

Tejeda Martínez, A. (2009). Programa Veracruzano ante el cambio climático. Veracruz.

Torres Beristain, B. (2018). ¿Nos afectará el cambio climático? Ciencia y Luz de Veracruz.

TRANSFORMACIÓN DE DESECHOS PLÁSTICOS EN MÉXICO.

DAFNA YURIDIA MENDOZA LÓPEZ[1] CARLOS ROJAS JIMÉNEZ[2] JOSÉ ALEXYS MENDOZA AVILES[3]

RESUMEN.

El plástico es un material en su mayoría sintético que actualmente resulta difícil de prescindir pues cuenta con una amplia gama de aplicaciones industriales y de consumo, además de su bajo costo. Como bien sabemos el planeta Tierra se enfrenta a un problema medio ambiental que afecta a todos los seres vivos que en ella habitamos. Uno de los desechos sólidos que causa mayor daño es el plástico pues tarda cientos de años en degradarse, y esto según el tipo de plástico. En México la generación de desechos plásticos va en aumento y lamentablemente no todas llegan a un proceso de reciclaje y aquellos que logran hacerlo (PET) llevan a cabo un proceso de transformación industrial que al mismo tiempo genera emisiones de contaminantes al ambiente. Este trabajo propone una solución para la transformación de dicho material en su totalidad, de manera que disminuyan los gases generados al ser transformado mediante el uso de energías renovables

Palabras clave: ambiente, transformación, reciclaje, plástico

ABSTRACT.

Plastic is a mostly synthetic material that is currently difficult to do without because it has a wide range of industrial and consumer applications, in addition to its low cost. As we know, the planet Earth faces an environmental problem that affects all living beings that inhabit it. One of the solid wastes that causes the most damage is plastic because it takes hundreds of years to degrade, and this according to the type of plastic. In Mexico the generation of plastic waste is increasing and unfortunately not all of them reach a recycling process and those who manage to do it (PET) carry out an industrial transformation

1 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán dafnamendoza94@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán carloscrj.crj@gmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán jose_98nike@hotmail.com

process that at the same time generates emissions of pollutants into the environment. This work proposes a solution for the transformation of said material in its entirety, so as to reduce the gases generated by being transformed through the use of renewable energy.
Keywords: environment, transformation, recycling, plastic

INTRODUCCIÓN.

Actualmente escuchamos en todos lados los daños que causa la contaminación al medio ambiente, cosa que nos perjudica a todos como habitantes de este planeta.

Se han difundido imágenes de distintos lugares como playas, selvas, bosques, etc. donde la contaminación está a la orden del día, y los productos plásticos son los que predominan entre estos desechos. Estos productos al encontrarse en lugares como el mar, también terminan como alimento de animales de ese hábitat.

Los plásticos son utilizados actualmente como principal embalaje de diversidad de productos, estos son muy útiles para conservar el contenido del mismo, pero también son causantes de graves problemas medio ambientales.

En este trabajo se analizará la situación actual de México con respecto a la utilización de plásticos, el nivel de reciclaje del país y otros aspectos importantes a considerar.

¿Qué son los plásticos?

«Plástico» es el término habitual para describir una amplia gama de materiales sintéticos o semisintéticos que se utilizan para una inmensa cantidad de aplicaciones. Miremos donde miremos, vemos plástico. Utilizamos productos de plástico para que la vida sea más fácil. Encontramos plástico en los envases, la ropa, los edificios, los dispositivos médicos, los coches, los móviles, etc.

Los plásticos son materiales orgánicos, igual que la madera, el papel o la lana. Las materias primas que se utilizan para producir plástico son productos naturales como la celulosa, el carbón, el gas natural, la sal y, por supuesto, el petróleo. Se han convertido en el material moderno preferido porque permite equilibrar las necesidades de hoy en día con la protección del medio ambiente.

El término «plástico» proviene del griego «plastikos» que significa que se puede moldear. Se refiere a la maleabilidad, o plasticidad, del material durante la fabricación, lo que

permite fundirlo, prensarlo o extorsionarlo para obtener diferentes formas, como láminas, fibras, placas, tubos, botellas, cajas, etc. (PlasticsEurope, s.f.)

Usos del plástico

El plástico es un material inmensamente versátil, ideal para una amplia gama de aplicaciones industriales y de consumo. Su baja densidad aporta a los productos plásticos el beneficio de la ligereza. Son resistentes a la corrosión de muchas sustancias que atacan a otros materiales, por lo que son duraderos e idóneos para usarlos en aplicaciones muy exigentes. Algunos son transparentes, por lo que sirven como dispositivos ópticos. Se pueden moldear fácilmente para obtener formas complejas y permiten la integración de otros materiales para formar productos ideales para una amplia gama de funciones. Además, si las propiedades físicas de un plástico determinado no cumplen plenamente los requisitos, se puede modificar su equilibrio de propiedades con relleno, colores, agentes espumantes, plastificantes, etc., para satisfacer la demanda de una aplicación específica.

Contaminación por plásticos en México

Los plásticos se han convertido en un producto indispensable en la vida cotidiana, por las facilidades y beneficios que proporciona al consumidor, y evitar su uso es prácticamente imposible.

Uno de los ecosistemas que sufre mayor daño de estos productos es el marino. De acuerdo al Informe Estado del plástico 2018 de ONU Ambiente, alrededor de 13 millones de toneladas de plástico son vertidas en los océanos cada año.

Al año se producen 300 millones de toneladas de residuos plásticos, lo que equivale al peso de toda la población humana. (ONU Ambiente)

En 2017 por primera vez el plástico ocupó los 10 primeros lugares de objetos recolectados, dejando fuera de la lista a las botellas de vidrio (Ocean Conservancy)

Entre el 60 y el 80 por ciento de los residuos marinos son plástico. En su mayoría son fragmentos menores a los cinco milímetros, micros plásticos (Greenpeace).

Se estima que hay entre cinco y 50 mil millones de micro plásticos en el mar.

En promedio, se utilizan 200 bolsas de plástico por persona al año y tardan alrededor de 400 años en degradarse.

La Conferencia sobre los Océanos 2017 expuso que los océanos contienen 18 mil fragmentos de plástico por Km2, por lo cual anualmente perece un millón de aves, cerca de 100 mil mamíferos marinos de 600 especies, además de tortugas marinas. (SEMARNAT, 2018)

Se estima que al año se producen alrededor de 200 botellas de PET por cada mexicano. (UNAM, 2018)

¿Cuánto tardan en descomponerse?

A continuación, se muestra una tabla con productos plásticos de uso frecuente y su tiempo de degradación en años

Tabla 9. Degradación de productos plásticos (Greenpeace, 2019)

Artículo	Años
Botella	500
Cubiertos	400
Vaso	65-75
Bolsa	55
Suela de zapato	10-20
Globo	6 meses

Reciclaje en México

México es el segundo país que más consume PET. Sin embargo, aún tiene retos importantes en cuanto a manejo de residuos sólidos y, además, posee uno de los vertederos a cielo abierto más extensos. Ante este escenario, resulta sumamente valioso que el país sea líder en el acopio y reciclaje de PET pos consumo, así como que tenga la planta de reciclado de PET grado alimenticio más grande del mundo. El tema del reciclaje es muy complejo y solamente se puede resolver bajo el precepto de la Responsabilidad Compartida entre la Industria, el Gobierno y la Sociedad, lo que requiere una planeación, compromiso y trabajo en equipo.

“Reciclar” significa, de acuerdo con la Real Academia Española de la Lengua, “someter un material usado a un proceso para que se pueda volver a utilizar”. (Pérez, 2014)

El reciclaje es la acción de transformar materiales recuperados de residuos post-industriales, post-comerciales y post-consumo, nuevamente en materias primas con las propiedades físico-químicas muy similares a las originales a través de distintos procesos

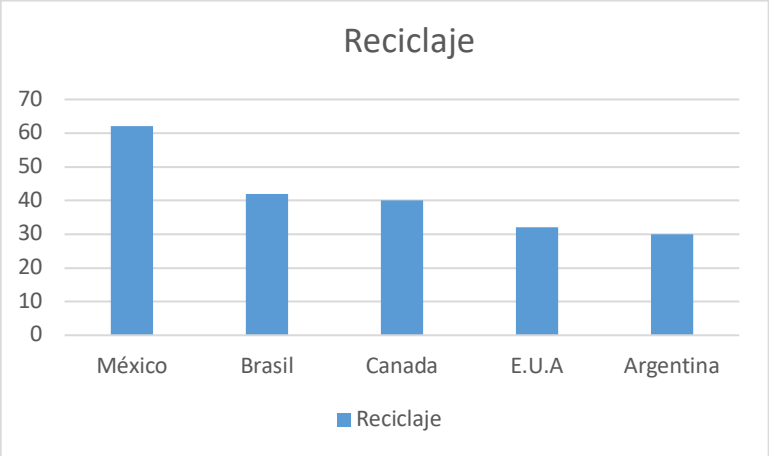
mecánicos, físicos y químicos, para con ellos poder fabricar nuevos materiales o productos. (ECOCE, s.f.)

ECOCE, una asociación civil ambiental sin fines de lucro creada y auspiciada por la industria de bebidas y alimentos para encargarse de la recuperación de envases y empaques para su reciclaje. Cuando inició la organización, hace poco más de 15 años, solo se recuperaba el 2% de los envases PET, en 2017 ese número alcanzó el 58%. Eso coloca a México como el país de América Latina que más recupera este plástico para reciclar.

Esto significa que de las 768.000 toneladas de consumo nacional aparente de PET para envases, se recuperaron 445.000 toneladas, según datos de la propia asociación. En 2002 el acopio era de poco más de 8.000 toneladas. (Vázquez, 2018)

En México, el 10,9% de los 53,1 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos que se generan al año son plásticos. (SEMARNAT, 2015)

Gráfico 1. Recuperación de PET en América (Rigonat, 2015)



Usos del plástico reciclado

La mayor parte de PET que se produce para actualmente en México en su mayoría es de Material reciclado, lo cual resulta benéfico para la disminución de este material en el ambiente.

A continuación, se muestra una tabla con los principales plásticos que se reciclan en nuestro país, mencionando su uso inicial y después de reciclado.

Tabla 10. Principales plásticos reciclados (ECOCE, s.f.)

PLASTICO	USO INICIAL	USO DESPUES DE RECICLADO
Polietileno de alta densidad	Elaboración de envases plásticos rígidos de leche, yogures, botellas de detergente, etc. Otros usos incluyen la fabricación de baldes, tubos, cajas, tambores, bolsas de supermercado.	Macetas Contenedores de basura Botellas Envases para productos del limpieza e higiena Mobiliario urbano Señales de tráfico Bolsas para supermercado
Tereftalato de polietileno (PET)	Resina termoplástica que se utiliza para fabricar diversos productos como botellas de agua y refrescos, jugos, etc. También se usa en la fabricación de textiles.	Fibras y monofilamentos textiles. Resina reciclable para botellas nuevas. Lamina de termoformada. Flejes. Combustible alterno.
Polietileno de baja densidad (PEBD)	Es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen bolsas para envasar, bolsas de pan, bolsas de supermercado, productos de aseo personal y película para forrar cuadernos entre otros.	Bolsas Perfiles

Otras alternativas

Actualmente cada vez más personas se suman a la contribución por lograr un planeta más limpio y buscan otras alternativas de reciclaje. Algunas de ellas se mencionan a continuación

La preocupación medioambiental conllevo a la empresa Ecoplástico Ambiental a la tarea de convertir botellas, tapas y bolsas de plástico en paredes y techos de casas ecológicas a través de un proyecto que ha desarrollado en Jalisco para contribuir a la sostenibilidad y disminuir la cantidad de desechos marinos. Fue una creación a partir de la elaboración de la "madera plástica", un material hecho a base de polímeros, su proceso comienza en moler los plásticos que usamos todos los días en el hogar: desde botellas de leche y bolsas, hasta los esqueletos de aparatos electrónicos. Una casa de este material es 30% más económica en comparación con las convencionales, y requiere un mantenimiento mínimo.

El mexicano Carlos González, CEO de la empresa EcoDom, ubicada en Xicotepec de Juárez, Puebla, que convierte los desechos de plástico en materiales y viviendas de bajo costo “Nuestro objetivo es hacer una limpieza profunda en México y el mundo de los

plásticos, un material que tiene mucho potencial porque no se degrada, no se humedece ni apolilla, y eso para la construcción ofrece muchas ventajas".

Los plásticos que utiliza la empresa son principalmente PET, pero también de polietileno de alta densidad, polipropileno y ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) que se encuentran en cubetas rotas, juguetes o bolsas.to para personas de pocos ingresos. La empresa se enfoca en tres ejes: venta de materiales hechos de plástico como muros estructurales, loza, entrepiso y techos térmicos; el servicio de construcción que genera ganancias a través de construir un porcentaje de la casa y un tercero es la venta inmobiliaria, destinada a personas de escasos recursos. (Plastics Technology México, 2018)

Estos son solo algunos ejemplos de usos diferentes que se han dado a los productos plásticos, sin embargo en nuestro país aún existen casos similares donde ciudadanos someten a un proceso de transformación los plásticos (especialmente PET) que recolectan para darles un uso que beneficie a la población

Según las propiedades de los plásticos, el material de construcción reciclado tiene los siguientes beneficios.

Económicas y resistentes

Amigables con el ambiente

Propiedades térmicas

No se degrada como los muros convencionales

Requiere un mantenimiento mínimo

Se menciona que una casa fabricada con plástico puede tardar 150 años en degradarse

El proceso de transformación puede variar de acuerdo a la empresa que se encargue de la construcción de estas casas o a las especificaciones que se requieran, por ejemplo;

El plástico puede ser triturado y posteriormente mezclarse con concreto para la fabricación de bloques

La construcción de estas casas puede hacerse directamente con las botellas de PET, sin transformar

El plástico se funde y posteriormente se inyecta en moldes para producir bloques de plástico

Acciones que favorecen el reciclaje

No tires basura en las calles.

Evita quemar basura

Reduce la cantidad de residuos que generas, para tus bebidas en la escuela o el trabajo utiliza contenedores que se puedan usar muchas veces. Emplea productos en envases rellenables.

Reutiliza al máximo todos los artículos o productos antes de deshacerte de ellos.

Clasifica los residuos inorgánicos en forma independiente según su tipo; aplasta las latas de aluminio para reducir su volumen; junta y aplasta todos los envases y botellas de plástico, esto facilita su clasificación y reciclaje.

Evita dentro de lo posible, el uso de desechables, principalmente el unicel.

Adquiere sólo lo que necesites; revisa la información en la etiqueta y compara precios.

Prefiere productos con empaques fabricados con materiales reciclables; con ello contribuyes a que se consuman menos recursos naturales.

Compra productos empacados de forma más sencilla y con menos plásticos.

Reduce al mínimo el uso de productos desechables y elige envases retornables.

Prefiere los productos cuyos envases de plástico tengan el logotipo de reciclable o reciclado.

Reutiliza las bolsas del súper para las compras.

Compra limpiadores y productos de limpieza que en la etiqueta diga que son biodegradables. (SEMARNAT, 2018)

Educación Ambiental en México

El concepto de educación ambiental permanece estrechamente arraigado a aquello que se concibe como medio ambiente en sí, es por ello, que dada la problemática que se tiene por definir “ambiente”, en el mismo grado existe la confusión al intentar explicar lo que se entiende por EA.

La UNESCO (1989: 44-45), define la educación ambiental como “el proceso de reconocer valores y aclarar conceptos para crear habilidades y actitudes necesarias que sirvan para comprender y apreciar la relación mutua entre el hombre, su cultura y su medio circundante biofísico. La educación ambiental también incluya la práctica de tomar

decisiones y autoformular un código de comportamiento respecto a cuestiones que conciernen a la calidad ambiental"

La Educación Ambiental debe entenderse como un proceso de aprendizaje que tiene como propósito facilitar la comprensión de las realidades del ambiente, del proceso socio histórico que ha conducido a su actual deterioro; y su finalidad es la de generar una adecuada conciencia de dependencia y pertenencia del individuo con su entorno, que se sienta responsable de su uso y mantenimiento, y que sea capaz de tomar decisiones en este plano. (JESÚS, 2017)

Si bien México es un país que requiere de un vigoroso desarrollo en el ámbito educativo, aún más se necesita en educación ambiental. Con el único fin de crear conciencia en la población del grave daño ambiental que sufre nuestro entorno actualmente. Cada uno de nosotros como habitantes del planeta tenemos la responsabilidad de cuidarlo, que si hacemos uso de diversidad de materiales creados y transformados por el hombre es nuestro deber hacernos cargo de ella.

En la mayoría de la población no se tiene la cultura del reciclaje, de la separación de desechos, de la disminución de consumo plástico, de reciclar, reutilizar, lo que ocasiona un impedimento para llevar a cabo un correcto proceso de reciclaje, ya que los productos que pueden ser reciclados como: PET, papel, cartón, etc. al ser mezclados con otros desechos, no pueden pasar por un proceso de reciclaje adecuado.

Esta educación, no solo debe iniciar desde casa, sino también en otros lugares como escuela, trabajo, en la vía pública.

Si todos aportamos un granito de arena se pueden lograr grandes cosas.

CONCLUSIONES

Todos somos responsables del daño que sufre actualmente el planeta y es nuestro deber buscar alternativas de solución para tratar todos los desechos que nosotros mismo provocamos.

Existen muchas formas de contribuir a esta causa, y si todos aportamos algo, y cada quien hace lo que tiene que hacer, este proceso de mejora se realizaría de forma adecuada.

Aunado a ello, existen muchos proyectos de transformación de materiales plásticos para beneficio de la población como lo son las casas construidas de este material, lo cual, debería tener y recibir más apoyo (ya sea gobierno federal o entidades privadas) para su expansión por todo el país y por todo el mundo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ECOCE. (s.f.). Reciclaje. Obtenido de ECOCE: https://www.ecoce.mx

Greenpeace. (3 de Marzo de 2019). Soy Neopolitan Greenpeace. Obtenido de Reciclar no es suficiente: https://es.greenpeace.org

JESÚS, L. E. (Diciembre de 2017). Obtenido de Universidad Autónoma del Estado de México: http://ri.uaemex.mx

México Ambiental. (s.f.). Activismo Ambiental. Obtenido de México Ambiental: https://www.mexicoambiental.com

Pérez, J. P. (3 de Mayo de 2014). El reciclaje en México. Obtenido de Revista de Comercio Exterior: revistas.bancomext.gob.mx

Plastics Technology México. (11 de Diciembre de 2018). PT MÉXICO. Obtenido de Plastics Technology México: https://www.pt-mexico.com

PlasticsEurope. (s.f.). PlasticsEurope. Obtenido de PlasticsEurope: https://www.plasticseurope.org

Rigonat, S. A. (2015). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Obtenido de Unidad de Enseñanza Universitaria Queqén (UEUQ): https://www.ridaa.unicen.edu.ar

SEMARNAT. (2015). Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Obtenido de Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEMARNAT. (22 de Octubre de 2018). Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Obtenido de Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales: https://www.gob.mx/semarnat/

UNAM. (27 de Julio de 2018). Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de Ciencia UNAM: http://ciencia.unam.mx

Vázquez, R. A. (17 de Mayo de 2018). México, a la cabeza del reciclaje de plástico en América. El Pais.

ANÁLISIS DE LA HOJA DE MAZORCA DE MAÍZ PARA LA ELABORACIÓN DE UN BIOPOLÍMERO

ROMÁN CONTRERAS JIMÉNEZ1 MICHELLE GUADALUPE MARTÍNEZ CASTRO2 LETICIA MATEOS MARTÍNEZ3

RESUMEN.

La mayoría de los polímeros sintéticos se producen a partir de compuestos petroquímicos y sus desperdicios permaneces en el medio ambiente produciendo contaminación. Si es bien cierto, el reciclaje reduce el problema, pero no lo elimina de raíz. A demás, muchos empaques de plástico no pueden reciclarse fácilmente, pues hay que recolectarlos, trasladarlos y limpiarlos antes de procesarlos, lo cual resulta costoso.

En la actualidad, se utilizan para fabricar y envolver muchos de los productos que compramos y consumimos. El problema llega cuando ya no lo queremos, esto ocurre sobre todo con el plástico desechable de embalar y envasar.

El plástico se utiliza porque es fácil y barato de fabricar y porque dura mucho tiempo. Lamentablemente, estas mismas ventajas hacen que se convierta en el aliado número uno de la contaminación. Su bajo precio hace que uno se deshaga rápidamente de él, y su larga existencia hace que perdure en el medioambiente durante largos periodos de tiempo, en los que puede causar grandes daños. Ya que no puede descomponerse y se necesita una alta energía de rayos ultravioleta para acabar con él, la cantidad de plástico que se desperdicia en los océanos está aumentando considerablemente.

Los investigadores han descubierto que las concentraciones de estas sustancias químicas son millones de veces más altas en el plástico que se utiliza en el mar que en el que se utiliza en el agua circundante, que, ingerido por animales, puede hallarse en toda la fauna marina, incluso en el plancton, la clave de la cadena alimentaria marina.

1 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. Rcjroman96@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. michmar3114@gmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. letty.1.lmm@gmail.com

INTRODUCCIÓN.

En México los residuos sólidos urbanos (RSU) o basura, están constituidos por materia orgánica e inorgánica. Siendo responsables la sociedad mexicana que ha generado gran cantidad de residuos, aunado al deficiente tratamientos de transformación y reciclado de los mismos, provocando contaminación en el medio ambiente.

El programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (PNPGIR) 2009-2012 reportó que se generan 34.6 millones de toneladas anuales de RSU, que están constituidas por aproximadamente el 53% de residuos orgánicos y 47% de inorgánicos. De los cuales sólo son potencialmente reciclables los inorgánicos hasta un 28% y el 19% son RSU no aprovechables. Así que sólo el 3.92% del total de RSU se recicla, si recordamos es de materia inorgánica y la materia orgánica queda fuera de este proceso. Se estima que, en el 2015 se genere 22% más de RSU, sin considerar el crecimiento poblacional.

El material reciclable son el plástico, aluminio, fierro, vidrio y el papel. Este último es el que más se recicla, de acuerdo al reporte del PNPGIR (SEMARNAT 2012) el papel y el cartón presenta una disminución en las emisiones de desecho y no así en plásticos que pasó de 4,38 al 10,89% del total. Finalmente, los residuos que mantuvieron estable su contribución al volumen de residuos generados, tal es el caso de los vidrios y los residuos orgánicos.

A nivel mundial los desechos representan un deterioro ambiental grave. En un reporte emitido en el 2015 por la revista Science, aproximadamente de 4.8 a 12.7 millones de toneladas métricas de plástico terminaron en el océano; tan solo en el 2010. Proporciona una lista de países que desechan mayor cantidad de desechos de plástico hacia los océanos, siendo naciones asiáticas las que ocupan 13 de los primeros 20 lugares en la clasificación. Recordemos que, según estimaciones, el tiempo que lleva a que un plástico se degrade va desde cientos hasta miles de años, así que esto causa una gran preocupación por desarrollar Bioplásticos.

Los polímeros extraídos de la biomasa (polímeros) representan una excelente opción para la elaboración de los bioplásticos dado que proviene de un recurso renovable y en el caso de ser desecho, es una solución a la contaminación eminente. Así que de esta

forma se trata la materia orgánica (desecho) y la eliminación del plástico, que es otro desecho en extremo contaminante.

Los polímeros de origen natural que se usan en la elaboración de películas biodegradables se encuentran en proteínas como colágeno, queratina, gelatina, gluten de maíz, gluten de trigo, proteínas de leche, proteínas de soya, entre otras; polisacáridos como almidón, derivados de celulosa, quitosano, derivados de celulosa, entre otras; y lípidos (Tang et al., 2012, nombrado por Rubio Anaya y Guerrera Beltran (2012)).

OBJETIVO GENERAL

Disminuir el uso de platos desechables para contrarrestar la contaminación. Analizando los componentes de un biopolímero a base de hoja de mazorca de maíz.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Investigar las propiedades de la hoja de mazorca de maíz para encontrar la combinación con diferentes materiales.

Describir las aplicaciones que tiene el biopolímero a base de hoja de mazorca de maíz.

JUSTIFICACIÓN

En México la investigación de estos biopolímeros no ha sido muy apoyada, y esto es una complicación para el país y nuestro medio ambiente ya que en un futuro podría volverse un problema aun mayor, Cabe mencionar que si México no investiga sobre los biopolímeros llegaría a tal grado de tener que importar a los países que contaran con este tipo de materias primas, y esto conllevaría mayores costos

HIPÓTESIS

Las aplicaciones de los biopolímeros en nuestra vida diaria conllevarían muchos beneficios para nosotros, el medio ambiente y nuestro planeta ya que no contienen sustancias químicas perjudiciales para el medio ambiente y en su mayoría son biodegradables, así que contribuyen al cuidado del planeta produciendo menos residuos.

Además de que son reciclables ya que se pueden reutilizar en la producción de fertilizantes para la agricultura, provienen de materia prima cien por ciento renovable y se necesita menos energía para su producción.

Y en cuestión del cuidado de la alimentación del ser humano, se puede utilizar para envasar alimentos y bebidas sin que se altere su sabor y olor.

METODOLOGÍA.

Desechos

Los desechos son aquellos materiales, sustancias, objetos, cosas, entre otros, que se necesita eliminar porque ya no ostenta utilidad.

Cabe destacar, que como indicáramos, los desechos son eliminados por su inutilidad, aunque, es recurrente que aquello que para uno es un desecho y como tal debe ser eliminado, otro individuo puede considerarlo todavía útil para su vida. Por ejemplo, una oficina, una empresa, o una industria, desechan aquellos documentos de papel que ya no necesitan, en tanto, hay gente que rescata de la basura dicho papel para revenderlo a quienes lo reciclan.

Los seres humanos, constantemente, producimos desechos. En casa, cuando preparamos los alimentos del día, desechamos aquel sobrante que no interviene en la preparación, ni en ninguna otra preparación porque se pudre. En el trabajo también generamos desechos vinculados a la actividad que allí desplegamos.

Desperdicio

Un desperdicio es el mal aprovechamiento que se realiza de alguna cosa o de alguien. Es decir, se tiene algo, una máquina a la cual no se la explota como se debe para que rinda su máximo y por tanto se la trabaja al mínimo nivel, desperdiciando su capacidad, o en su defecto se tiene un empleado que dispone de muchos conocimientos sobre un

tema y se lo manda a hacer otra cosa totalmente diferente para la cual está mejor preparado.

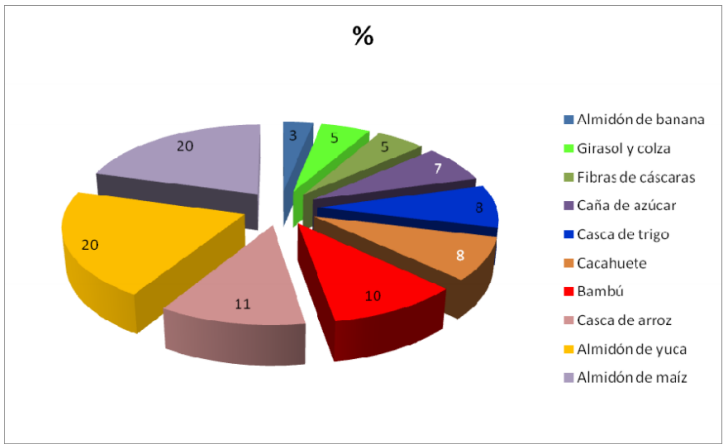
BIOPOLIMERO

Los biopolímeros existentes actualmente se clasifican en cuatro grupos: los extraídos de materias primas naturales (almidón, seda), los producidos por síntesis química de monómeros naturales (PLA), los producidos por microrganismos o bacterias genéticamente modificadas polihidroxibutirato (PHB), y algunos derivados del petróleo (poliésteres, polivinil alcohol). En la actualidad, estos biopolímeros conforman la base para la fabricación de plásticos de forma sostenible y eficiente para el medioambientalmente. A medida que se realicen más estudios para abaratar el costo y facilitar el proceso, se prevé que gradualmente irán remplazando los existentes polímeros derivados del petróleo.

Con la elaboración de biopolímeros se pretende fabricar productos que no dañen al medio ambiente, con esto se reducirá la contaminación generada por polímeros que no son degradables, puesto que la mayoría de lo que adquirimos está elaborada por dicho material.

PRODUCCIÓN DE BIOPLÁSTICOS

Los BPL pueden provenir básicamente del PLA y PHA, de origen animal o vegetal; pero para considerarse un BPL propiamente dicho, deben provenir de materias primas vegetales renovables, como la soja, patata, algodón, tabaco, etc., siendo la materia prima más utilizada el almidón. El siguiente gráfico muestra el porcentaje de utilización de las distintas materias primas posibles.



Biopolímeros en la industria

Los polímeros “bio” consisten en un tipo de materiales que pueden sustituir a los tradicionales materiales plásticos en varias aplicaciones, con enormes ventajas de carácter ambiental: Bajo impacto ambiental, el bajo consumo energético involucrado en su producción. Actualmente la producción de este tipo de materiales es incentivada por las ventajas que comporta a nivel ambiental y por el aumento del precio del petróleo y de consecuencia de todos los derivados petroquímicos utilizados para la producción de materiales plásticos tradicionales.

Caracterización morfológica de las fibras

Propiedades biométricas de las fibras

En la figura 1 se indican las diferentes partes de las fibras. En la tabla 2 se aprecian los resultados de las mediciones biométricas de las fibras que forman parte de las hojas de mazorca y las fibras del bagazo de caña. Dichos valores son comparados con las dimensiones de otras especies de coníferas como la Jacaranda acutifolia o la Tilia mexicana, entre otras (Tamarit, 1996), utilizadas en la industria de pulpa y papel.

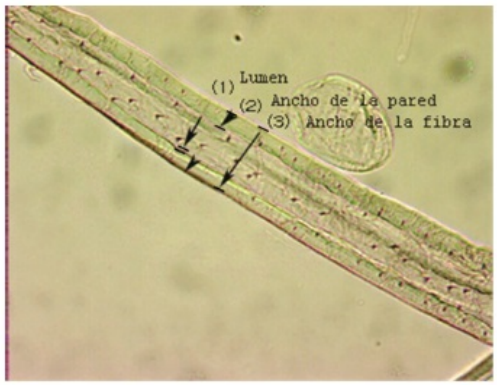


Figura 1. Propiedades biométricas de las fibras.

Tabla 2. Propiedades biométricas comparativas de fibras de diversas fuentes.

Especie	Longitud promedio (mm)	Ancho de la fibra (µm)	Lumen (µm)	Espesor (µm)
Hoja de maíz	1,86	47,4	32,1	7,5
Bagazo de caña	1,50	20,0	12,0	4,0
*Eucalyptus globulus**	0,94	18,3	9,65	4,3
Kenaf *	1,29	22,1	12,7	4,3
*Jacaranda acutifolia***	0,90	14,0	10,0	2,0
*Tilia mexicana***	1,31	28,0	20,0	4,0
*Bellotia mexicana***	1,49	41,0	27,0	7,0
*Clethra mexicana***	2,33	35,0	21,0	7,0

* Valores obtenidos para estas especies por Sanjuan (1997).
** Valores obtenidos para estas especies por Tamarit (1996).

Los resultados para el maíz, coinciden con lo explicado por Palacios (2003), quien propuso una clasificación y medidas en lo que respecta a la longitud promedio de las fibras de las hojas de mazorca, colocando a éstas dentro del grupo de fibras moderadamente largas. Esa longitud es incluso similar a la que presentan algunas maderas coníferas como las ya mencionadas: Jacaranda acutifolia, Tilia mexicana, Bellotia mexicana o Clethra mexicana,entre otras, y que puede alcanzar los 3 mm y mayor, que para otras especies de fibras no maderables como el bagazo de caña (cuyo dato también se analizó), el Kenaf, el bambú y maderas latifoliadas como el Eucalyptus globulus, donde las fibras son en general "fibras cortas" (Tabla 2) (Tamarit, 1996; Sanjuan, 1997; Estrada, 2010; Cea, 2011). El ancho de la fibra es de 47,4 µm, mayor que el que presentan otras fibras no maderables. Esto representa una ventaja en el proceso de formación del papel, porque origina una rigidez mayor y aumenta considerablemente la resistencia al rasgado, así como una resistencia a la degradación por la acción mecánica durante el batido (Monteoliva, 2005; Núñez, 2004; Aguilar, 2011). Teniendo en cuenta el espesor de la pared y el ancho de la fibra, podemos decir que las fibras de mazorca presentan una pared delgada, de acuerdo con lo descrito por Petroff (1968).

Descripción de los elementos que conforman a la hoja de mazorca de maíz

La planta de maíz está clasificada dentro del grupo de las monocotiledóneas, las cuales transportan las sales disueltas y los fotosintatos, desde las raíces hacia las hojas, y viceversa, a través de los vasos de xilema y floema (Fig. 2). Estos vasos, están reforzados

por fibras, conformando, junto con tejido parenquimático, los haces fibrovasculares que se ordenan en nervaduras paralelinervas en toda la lámina. De estos haces fibrovasculares se obtienen las fibras que son materia prima para producir papel.

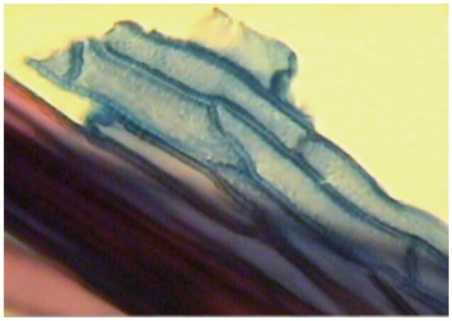


Figura 2. Segmentos de vasos y sistema del transporte de sustancias presentes en las hojas de mazorca de maíz.

El tejido de las hojas de maíz tiene una estructura celular conformada por células parenquimatosas de paredes delgadas y con numerosas perforaciones (Fig. 3a) características en las gramíneas como el bagazo de caña de azúcar. Algunos de los vasos que se encuentran presentes son cribosos (vasos con puntuaciones, Fig. 3b) y otros espiralados (Fig. 3c).

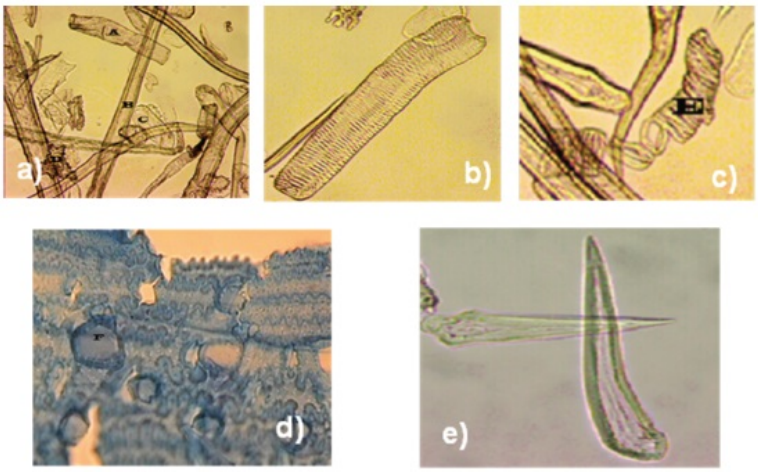


Figura 3. *a)* Elementos celulares. A= Vaso criboso; B= Fibra de pared gruesa; C= Parénquima; D= Células epidérmicas; *b)* Vaso criboso; *c)* E=Vaso espiralado; *d)* Tejido epidérmico; *e)* Tricomas (pelos epidérmicos).

Las fibras son de pared celular gruesa, lumen medio, moderadamente largas y se caracterizan por presentar extremos romos, agudos, además de otras fibras dentadas y horquilladas con puntos en sus superficies. Las células epidérmicas o peines son

rectangulares y presentan dientes en los bordes laterales (Fig. 3d). Otra característica morfológica de las hojas es la presencia de pelos epidérmicos o tricromas (Fig. 3e).

El tejido del bagazo de caña tiene una estructura celular conformada por médula, compuesta principalmente por células parenquimatosas de paredes delgadas, elásticas y con numerosas perforaciones. Además de estar asociada a los haces fibrovasculares, los cuales son finos, de paredes delgadas con extremos romos, orquillas, sus superficies presentan ocasionalmente pequeños poros.

Obtención Del Almidón

La tierra produce plantas como el maíz, papa o yuca, entre otras, que contienen almidón. Este almidón puede servir como base para producir un polímero biodegradable con el cual se pueden fabricar bolsas para recolectar desperdicios orgánicos o empaques para productos varios (en forma de película, bandeja, etc), este polímero al ser compostado, puede descomponerse produciendo abono orgánico que sirve como fertilizante de los suelos que nuevamente producirán las plantas que contienen almidón. El uso de los polímeros biodegradables tales como el almidón puede ser una solución interesante debido a su relativa abundancia y fácil biodegradabilidad.

CONCLUSIONES

De los puntos que hay que resaltar es la gran oportunidad que se tiene para sustituir una materia prima que es muy difícil de cambiar por su calidad y rendimiento.

En el mercado existe una amplia variedad de residuos orgánicos de los cuales se elabora bioplásticos. Pero la ventaja que se tiene al utilizar la hoja de maíz dado que la calidad en la fibra mostró ser muy buena.

Esta puede ser una alternativa que es amigable con el medio ambiente dado que se evitara el abundante desperdicio de desechos plásticos que no son biodegradables y la contaminación que propagan.

Aunado a eso será la fácil biodegradación que tiene, para evitar la contaminación terrestre y marina. Hoja de maíz o residuos del maíz proporcionara a nuestro país una excelente alternativa para generar una empresa que ayude a la economía del país y atender los aspectos de protección a nuestra, también, rica biodiversidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Conafor (Comisión Nacional Forestal). 1992. Ley Forestal Abrogada 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, www.conafor.gob.mx/portal/docs/subsecciones/normateca/LGDFS.pdf. México DF, 74 p. [Links]

Conafor (Comisión Nacional Forestal). 2012. Programa nacional de dendroenergía forestal 2007-2012; http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/4/1585Programa%20Nacional%20Dendroenergia.pdf. México DF. 12 p. [Links]

Sener (Secretaría de Energía, Gobierno Federal). 2011. Iniciativa para el desarrollo de las energías renovables en México; http://sener.gob.mx/webSener/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20SENER_Biomasa.pdf. México, DF.35p

http://expociencias.com.mx/ver-16/project/elaboracion-de-bio_plasticos-y-papel-a-partir-de-hojas-de-elote/

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712012000300004&lng=es&tlng=es

DISEÑO MECÁNICO DE UNA MAQUINA PORTÁTIL PARA MOLER ENVASES PET POST CONSUMO.

ISRAEL ROBLES HERNÁNDEZ1 ISABEL LAGUNES GÓMEZ2 FRANCISCO ENRIQUE CAB JIMENEZ 3.

RESUMEN.

Diferentes estudios señalan que México tiene el acopio de politereftalato de etileno (PET) más alto de Latinoamérica (ECOCE, 2019; Expok, 2018; PT México, 2016) y es líder mundial en reciclado botella a botella grado alimenticio (Bigurra, 2018; Milenio Digital, 2018). En este estudio, se presenta una solución técnica que permite realizar la trituración a escama, bajo parámetros establecidos en el proceso industrial de reciclaje de PET (<10 mm), en los centros de acopio, previo a su entrega a las empresas recicladoras. De modo tal, que su implementación permitirá optimizar el espacio en su almacenaje y facilitar su transporte para entrega, y que aquellos centros que cuentan con infraestructura para lavado y separación puedan concluir toda la fase de reciclado mecánico convencional (Eva Verdejo, 2010).

El estudio comprende el proceso de diseño mecánico del prototipo, desde la identificación de la necesidad, la determinación de requisitos y restricciones de acuerdo a las condiciones de entrega establecidas por el mercado, y la memoria de cálculo para la determinación del diseño.

Palabras clave: Trituración, Politereftalato de etileno (PET), Reciclaje de PET

ABSTRACT.

Different studies indicate that Mexico has the highest collection of ethylene polyterephthalate (PET) in Latin America. (ECOCE, 2019; Expok, 2018; PT México, 2016). and is a world leader in recycled food grade bottle by bottle (Bigurra, 2018; Milenio Digital, 2018). In this study, a technical solution is presented that allows the crushing to

1Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Alvarado israelrobles2013@gmail.com

2Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Alvarado ilagunes@msev.gob.mx

3Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Alvarado franciscoenriquecabjimenez@gmail.com

scale, under parameters established in the industrial recycling process (<10 mm), in the collection centers, prior to delivery to the recycling companies. In such a way, that its implementation will allow to optimize the space in its storage and facilitate its transport for delivery, and that those centers that have infrastructure for washing and separation can conclude the entire phase of conventional mechanical recycling (Eva Verdejo, 2010). The study includes the process of mechanical design of the prototype, from the identification of the need, the determination of requirements and restrictions according to the delivery conditions established by the market, and the calculation memory for the design determination.

Key words: *Trituración, Politereftalato de etileno (PET), PET recycling.*

INTRODUCCIÓN.

La generación de residuos y su gestión son dos retos de las sociedades actuales para garantizar su viabilidad y sustentabilidad y el reciclaje constituye la mejor opción para su manejo (Vázquez Morillas, Espinosa Valdemar, Beltrán Villavicencio, & Velasco Pérez, s/f). A decir de Greenpeace, la creciente producción y uso de plásticos, su fácil dispersión y su lento proceso de degradación, amenazan con contaminar cada rincón del planeta, especialmente los mares y océanos que son receptores de hasta 12 millones de toneladas de basura por año (Greenpeace, s/f). termofijos (ANIPAC, s/f). Solo los primeros son reciclables, entre ellos se encuentra el politereftalato de etileno (PET).

México, es el país con el acopio de politereftalato de etileno (PET) postconsumo más alto de Latinoamérica (ECOCE, 2019; Expok, 2018; PT México, 2016) y posee la planta de reciclado de PET grado alimenticio más grande del mundo (PT México, 2016). Por esta situación existe normatividad específica para la selección, separación, acopio, recolección, reciclado y/o reaprovechamiento de los productos fabricados de plástico. Según el artículo 7, fracción VI de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, es facultad de la federación expedir normas oficiales mexicanas que establezcan, criterios de eficiencia ambiental y tecnológica que deben cumplir los materiales con los que se elaborarán productos, envases, empaques y embalajes de plásticos y poliestireno expandido que al desecharse se convierten en residuos. Estas

normas deberán considerar los principios de reducción, reciclaje y reutilización (DOF, 2018).

En este estudio presentemos un prototipo que pertenece al campo técnico de la mecánica, y permite que los centros de acopio puedan realizar, previo a su entrega a las empresas recicladoras, la trituración a escama, bajo parámetros establecidos en el proceso industrial de reciclaje de PET (<10 mm). La realización de este proceso de trituración en los centros de acopio permite optimizar el espacio en su almacenaje y facilitar su transporte, y que aquellos centros que cuentan con infraestructura para lavado y separación puedan concluir toda la fase de reciclado mecánico convencional (Eva Verdejo, 2010). Nuestro estudio comprende el proceso de diseño mecánico del prototipo, desde la identificación de la necesidad, la determinación de requisitos y restricciones de acuerdo a las condiciones de entrega establecidas por el mercado, y su diseño, para el tratamiento del PET. Esta solución técnica, permite realizar la trituración a escama, bajo parámetros establecidos en el proceso industrial de reciclaje de PET, proporcionando un valor agregado a los centros de reciclaje, ya que el costo en hojuela tiene un precio mayor en el mercado.

METODOLOGÍA.

Fundamentación teórica

Para resolver del problema técnico antes mencionado, aplicamos los principios de la metodología TRIZ para desarrollar una solución técnica. En los requerimientos se consideró indispensable, además, que esta fuera portable, de bajo costo, de operación sencilla, segura, resistente a impactos, con necesidades de mantenimiento básico, y de larga vida útil. Tomando como base todas estas estipulaciones y la conformidad con los parámetros de calidad definidos por el marco normativo, se diseñó el prototipo que se presenta.

El PET es un polímero de condensación termoplástico que se sintetiza a partir de ácido tereftálico y tereftalato de dimetilo y etilen glicol (Eva Verdejo, 2010). Después de su uso, los envases post-consumo de PET, pasan a ser residuos, que deben ser gestionados. Para estos efectos, se acopian y se separan y clasifican.

El prototipo desarrollado pertenece al campo técnico de mecánica, en especial al de las máquinas trituradoras y más particularmente se refiere a una máquina mecánica portable para triturar (desgarrar) material plástico. El reciclado mecánico es el sistema de valorización más habitual para el PET. Consiste en una serie de 6 etapas o procesos a los que el material es sometido, para su limpieza y procesado (selección/separación, triturado, lavado, secado, extrusión/granceado, y descontaminación/super limpieza), sin que exista, en principio, un cambio químico en la estructura (Eva Verdejo, 2010). En la fase de triturado, los envases se reducen de tamaño, normalmente mediante molinos de cuchillas. Como producto de esta fase, lo habitual es obtener una escama menor de 10 mm y libre de polvo, pero el tamaño final puede variar de una instalación a otra (Eva Verdejo, 2010).

Método.

Para determinar las características del prototipo aplicamos los principios de la la metodología TRIZ (Reyes, 2004), modelo de solución de un problema, agrupando sus 40 pasos en 5 etapas:

Identificación del problema y análisis requerimientos normativos para su solución. El problema técnico identificado es la optimización del espacio para el almacenaje del PET en los centros de acopio, facilitar su transporte para entrega, y que aquellos centros que cuentan con infraestructura para lavado y separación puedan concluir toda la fase de reciclado mecánico convencional para obtener un mayor beneficio económico en su venta a escama.

Según el artículo 82 del Reglamento de Insumos para la salud, la fabricación, distribución, comercialización o uso de dispositivos médicos en México, requiere contar con Registro Sanitario. Este, consiste en un permiso otorgado por el Gobierno Federal, una vez que el dispositivo demuestra con evidencias documentadas ser seguro, eficaz y de calidad. A partir de 2005, estos registros cuentan con vigencia renovable de 5 años que puede revocarse o revisarse de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Salud, y el Reglamento (COFEPRIS, 2016). Como marco normativo se identificaron las Normas Mexicanas: NMX-E-232-CNCP-2011(DOF, 2011), NMX-E-263-CNCP-2016 (DOF, 2017).

La Norma Mexicana NMX-E-232-CNCP-2011 establece que los productos fabricados con plásticos se deben identificar empleando símbolos (ver figura 1).

Figura 1. Tipos de plásticos

Fuente: ANIPAC. Disponible en https://anipac.com/informacion-de-plasticos/#

La NMX-E-263-CNCP-2016 Industria del plástico-polietileno tereftalato reciclado utilizado para envases de alimentos y bebidas-especificaciones y métodos de prueba; establece las especificaciones para evaluar los procesos de descontaminación para el reciclado del polietileno tereftalato (PET) post-consumo provenientes incluso de usos diferentes al de grado alimenticio, que permitan obtener un material inocuo para envases que serán utilizados para el contenido de alimentos y bebidas. Esta norma tiene concordancia con las normas internacionales:

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES FOOD AND DRUG ADMINISTRATION CENTER FOR FOOD SAFETY AND APPLIED NUTRITION. “Guidance for industry- Preparation of Food Contact Notifications and Food Additive Petitions for Food Contact Substances: Chemistry Recommendations”. (Consulta: 2016-12-06). Disponible en: http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/ucm081818.htm

U.S. FOOD & DRUG ADMINISTRATION. Guidance for industry-Use of recycled plastics in food packaging: chemistry considerations. Commission Regulations (EC) No. 282/2008. (Consulta: 2016-12-06). Disponible en: http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/ucm120762.htm

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Scientific Opinion on the safety evaluation of the process “MOPET” used to recycle post-consumer PET into food contact materials. (Consulta: 2016-12-06). Disponible en: www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/pub/3094

Estudio Comparativo De Máquinas Con Patentes De Funcionamiento Similar Para Confirmar La Mejora.

En la actualidad existen máquinas que transforman los envases de plástico PET en pequeñas partículas de dimensiones milimétricas (hojuelas), por acción mecánica de la deformación. Las máquinas mencionadas son robustas: de dimensiones de hasta un auto compacto, otras medianas y pequeñas; pero todas tienen algo común, su dimensión no permite su movilidad, ocasionando problemas de logística en muchos casos. Actualmente, se conocen 4 máquinas para triturar plásticos patentadas, con los siguientes nombres: máquina trituradora de materiales fibrosos (shredding machine for fibrous materials), con número de patente GB1530606 (fecha de publicación: 1978-11-01), trituradora rotativa de maquina mejorada de suelos (rotary crusher of soil improving), con número de patente JP2005238079, trituradora de mandíbula o chancadora general, con número de patente ES2287422T3, y trituradora de resorte hidráulico, con número de patente MX9700031A. Las características de estas máquinas se describen a continuación:

La trituradora de materiales fibrosos lleva a cabo la desfibracion de piezas de madera, troncos, tablas y materiales similares, a través de un sistema llamado cinturón de carga.

La trituradora rotativa de maquina mejorada de suelos, realiza la pulverización a través de dos rodillos dentados, los cuales giran en sentidos contrarios y al engranar comprimen el material sólido y lo pulverizan, además, cuenta con una hilera de dientes fijos, los cuales sirven como elementos de raspado para retirar el material que es adherido a las paredes de los rodillos pulverizadores.

La trituradora de mandíbula o chancadora general comprende: una mandíbula fija; una mandíbula oscilante, dispuesta para oscilar con respecto a la mandíbula fija; un mecanismo receptor de la fuerza de reacción, que comprende una placa articulada que presenta un extremo que está en contacto con la mandíbula oscilante y un elemento de soporte de la placa articulada con el que contacta el otro extremo de la placa articulada.

La trituradora de resorte hidráulico es una trituradora en cono que tiene un bastidor principal, un tazón de trituradora colocado adyacente al primer miembro de trituradora, y un elevador hidráulico de acción doble interconectado, tanto con el bastidor principal

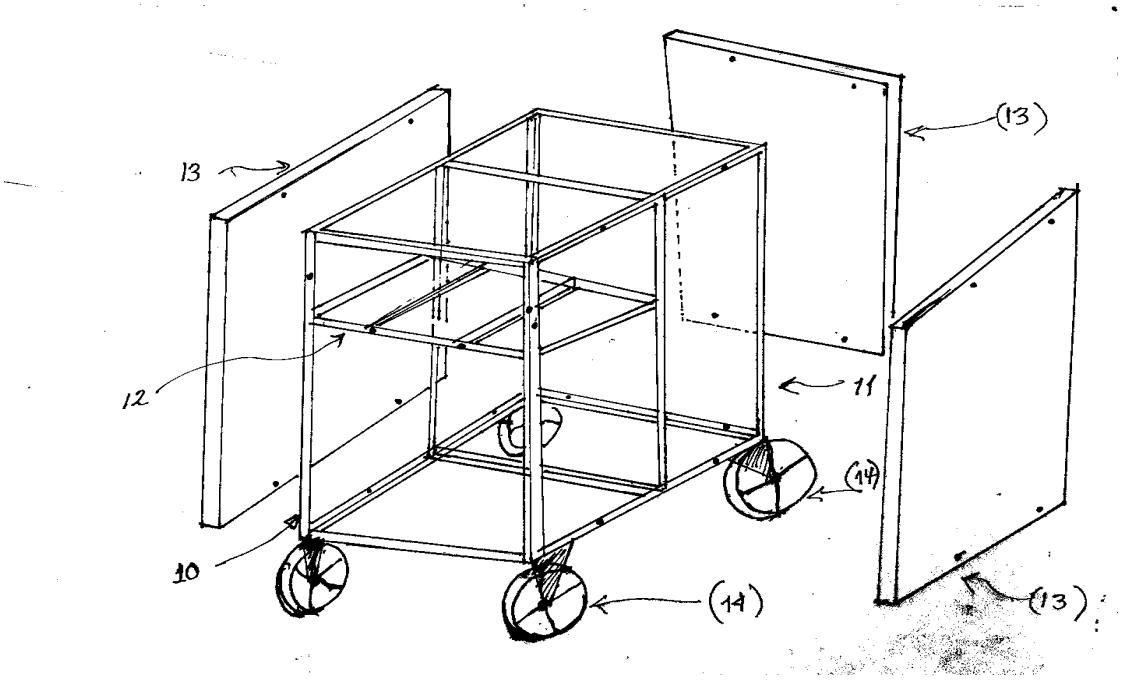
como con el segundo miembro de trituradora. Un miembro para trasferencia de fuerza que se extiende hacia abajo respecto al tazón de trituradora. El elevador hidráulico incluye un extremo superior interconectado con el bastidor principal y un extremo inferior interconectado con el miembro para trasferencia de fuerza, proveyendo con ello una fuerza descendiente de afianzamiento sobre el miembro para trasferencia de fuerza como es debido el tazón de trituradora al bastidor principal en una posición, identificación de las fortalezas, oportunidades, debilidades, y amenazas de los equipos de mayor uso.

En este ejercicio, se establecieron como requerimientos de diseño: la capacidad de triturar (desgarrar) a escama, envases de material PET de hasta 1500 ml de contenido, bajo parámetros establecidos en el proceso industrial de reciclaje de PET (<10 mm). Además, se consideró indispensable que la solución técnica, a diferencia de los equipos de mayor uso, fuera portable, de control automatizado, de bajo costo, de operación sencilla, segura, resistente a impactos, con necesidades de mantenimiento básico, y de larga vida útil.

Construcción de prototipo y descripción del funcionamiento. Tomando como base los prerrequisitos antes expuestos se diseñó un prototipo obteniendo las condiciones que se presentan sobre la base de las figuras 2, 3, 4, 5, y 6. De acuerdo al número de referencia asignado a cada una de las partes, a continuación detallamos el funcionamiento del prototipo.

La Figura 2 muestra la carcasa de contención todos los elementos de la invención que son: Tolva de recepción del material plástico, cuchillas de trituración, motor eléctrico de corriente alterna y el compartimento de almacenamiento de plástico triturado.

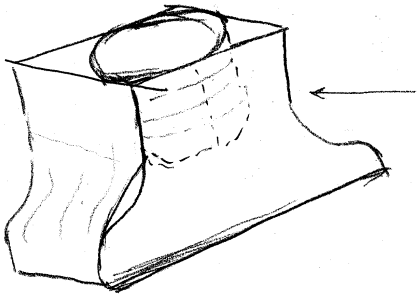
Figura 2. Carcasa de contención



Fuente: Elaboración propia

La figura 3 muestra la tolva de recepción. Su trabajo principal es de protección en seguridad para cuando se penetra el embace en la máquina de trituración. Su diseño, permite que únicamente se introduzcan botellas de plástico del tamaño del diámetro, para evitar que la mano u otro artefacto no plástico penetre.

Figura 3. Tolva de recepción



Fuente: Elaboración propia

La figura 4 incluye las cuchillas y su eje principal, en donde se unen todas. El eje principal de cuchilla de trituración (material metálico) hace la acción de desgarrar el material de plástico hasta dejarlo en piezas pequeñas consideradas pulverizadas.

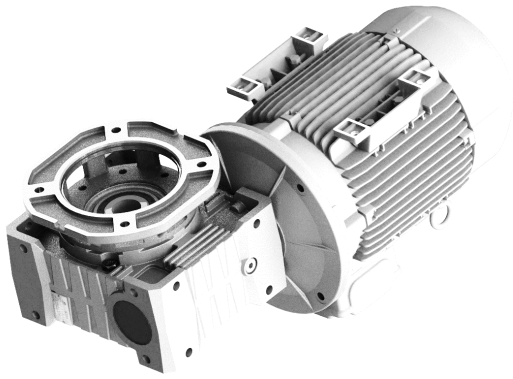
Figura 4. Cuchillas y eje principal

:

Fuente Elaboración propia

La figura 5 es el motor eléctrico de tipo comercial a 110 Volts, con cable eléctrico tipo uso rudo con un calibre 12 AWG comercial, clavija de uso rudo adecuado a amperaje por usar.

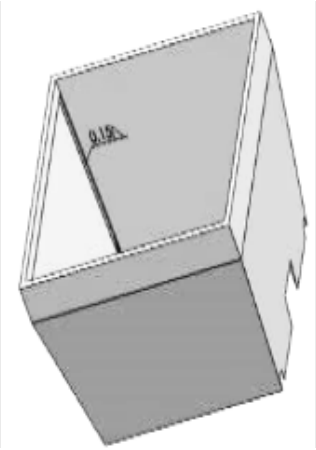
Figura 5. Motor eléctrico



Fuente: Elaboración propia

La figura 6 es el compartimiento de almacen, tiene la forma de una caja para almacenar de manera momentánea el plástico ya triturado, posterior a esto, para su almacenaje y entrega final.

Figura 6. Compartimiento de almacen



Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS.

Como resultado del diseño y construcción de la trituradora, se obtuvo el protootipo cuyo funcionamiento se describe en este apartado. Se integra de una serie de componentes estructurales como son una carcasa principal, que sirve para contener componentes mencionados más adelante. La carcasa, es una estructura metálica unida con soldadura eléctrica en todas sus uniones de material de acero al carbono. A esta estructura se une mecánicamente por la parte inferior cuatro ruedas para desplazarse por el área de trabajo. Esta carcasa de contenido es a semejante de un bote de basura. La carcasa, va cubierta por láminas rectangulares metálicas alrededor del mismo, como una coraza protectora de toda la máquina. También tiene dos agarraderas por la parte superior de sus extremos. Cuenta con una tolva de recepción, la cual tiene el objeto de proteger para evitar lesiones corporales, evitando el contacto con la pluralidad de cuchillas de trituración. Con la finalidad de que la máquina sea del tipo portátil se emplea un medio de suministro de energía, preferentemente un motor eléctrico (comercial) del tipo jula de ardilla, alimentado por una tensión de 127 Vca, con una capacidad eléctrica de 1HP (caballo de fuerza) a 1600 rpm. Esto debido a que se necesita un mayor momento de fuerza (torque) que le da motricidad al sistema. Finalmente, cuenta con un compartimiento de almacenaje, el cual se dispone para contener el plástico después de

ser triturado. Dicho compartimento es de plástico de alta densidad y se puede desmontar solo con deslizarlo hacia adelante, para almacenar todo el plástico para su posterior comercialización.

La carcasa principal, se integra de una pluralidad de porciones tubulares de sección transversal, preferentemente rectangular, y que en un primer extremo cuenta con un arreglo lateral integrado por al menos tres porciones de tubo, en la zona media corresponde con un arreglo de soporte dispuesto de forma horizontal, en donde se tiene un bastidor o marco, que soporta las cuchillas, finalmente, se tiene que en cada uno de los extremos cuenta con un marco que se une a su parte central y media.

Las cuchillas de trituración como se ha mencionado con anterioridad, cumplen con la función de deformar el envase comercial de plástico. Cabe mencionar que esta acción es con el envase vacío, después de ser utilizado. Se integran en un conjunto de al menos 14 cuchillas dispuestas de forma lineal, acopladas a un eje central, en donde este eje cuenta con una forma generalmente cilíndrica, y la forma en cómo se acoplan las cuchillas al eje es, preferentemente, mediante una unión mecánica a un eje en común de forma geométrica cuadrada. Cuenta con un eje en acero templado con una longitud de 140 mm en un diámetro de ½ pulgada, una sección intermedia cuadrada. En el extremo lado rodamiento deberá tener una pista de 127 mm de largo para recibir un balero 6204 2RS/C3. En el extremo acoplamiento deberá tener una pista de 120 mm de largo, con un diámetro de 127 mm para recibir un rodamiento, preferentemente de tipo 6204 2RS/C3, y acoplar directamente al reductor. En los extremos acoplamiento de la flecha deberá tener una cara de forma cuadra para la unión de cople y el otro extremo será estriado de ½, para el cople de dado de media tipo cuñero.

Este eje principal se une al eje del motor eléctrico con una abrazadera y medios de sujeción mecánicos, los cuales promueven una correcta sujeción de las cuchillas al eje. Estas cuchillas de trituración tienen un diseño de gancho, con una superficie afilada capaz de desgarrar el plástico con el fenómeno físico de deformación mecánica, hasta alterar el material para convertirlo en pequeñas piezas del mismo, el diseño de ángulo de corte es de al menos 45°, lo cual representa un incremento de corte del material ingresado, se dispone de una porción de cuchilla más engrosada para incrementar el área o superficie

de contacto. Esta cuchilla y el eje central, permiten desgarrar la pieza y con un giro continuo triturarla completa hasta su desintegración total, y continuar con el siguiente envase. En la parte media de la cuchilla se encuentra un ranurado de forma cuadrangular que permite facilitar la transmisión de par torsional desde el motor.

La tolva de recepción dispone de una forma redonda al inicio para terminar en forma rectangular, adaptada a las necesidades de seguridad para el personal en uso.

CONCLUSIONES

La invención consiste en un aparato portátil capaz de triturar el plástico de envases vacios de hasta 1500 ml de capacidad. De modo tal, que su implementación permitirá optimizar el espacio en su almacenaje y facilitar su transporte para entrega, y que aquellos centros de acopio que cuentan con infraestructura para lavado y separación puedan concluir toda la fase de reciclado mecánico convencional, previo a su entrega a las empresas recicladoras; para de esta forma conseguir un mejor precio de venta.

Adicionalmente, la máquina mecánica para triturar plástico tiene la ventaja de ser portátil, esto es, se puede llevar de un lado a otro con apoyo de ruedas de transporte integradas. El calibre del cable de uso rudo evita la caída de tensión, y permita que se pueda utilizar con cualquier modo de generación de energía, solar, eólica, convencional hasta con un acumulador de energía, siempre que se utilice convertidor de energía alterna a 110 Volts, 60 Hz. Al final de la jornada de trabajo de ocho horas, el mantenimiento preventivo de la máquina requiere solo limpieza con lubricante.

Como parte del trabajo futuro de este desarrollo tecnológico, el prototipo se validará en laboratorio en condiciones que simulan un entorno real, para que posteriormente se pueda demostrar en un ambiente relevante, considerando todos los aspectos de manufacturabilidad, pruebas de usuarios a baja escala, y diseño de instalaciones de planta de manufactura. Actualmente, se realiza la integración de una solicitud de patente para la protección de la propiedad intelectual del prototipo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANIPAC. (s/f). Información de plásticos – Anipac. Recuperado el 1 de noviembre de 2019, de https://anipac.com/informacion-de-plasticos/

DOF. (2011, septiembre 21). DECLARATORIA de vigencia de las normas mexicanas NMX-E-232-CNCP-2011 y NMX-E-233-CNCP-2011. Recuperado el 1 de noviembre de 2019, de DOF - Diario Oficial de la Federación website: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5210376&fecha=21/09/2011

DOF. (2017, febrero 27). DECLARATORIA de vigencia de la Norma Mexicana NMX-E-263-CNCP-2016. Recuperado el 1 de noviembre de 2019, de DOF - Diario Oficial de la Federación website: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5473070&fecha=27/02/2017

DOF. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. , Diario Oficial de la Federación § (2018).

ECOCE. (2019). ECOCE | Cifras y estadísticas. Recuperado el 22 de agosto de 2019, de https://www.ecoce.mx/

Eva Verdejo, A. (2010). Informe de vigilancia tecnológica: PET reciclado Programa de fomento de la innovación en institutos tecnológicos 2010. Recuperado de https://www.observatorioplastico.com/ficheros/publicaciones/126155651RPET_version_diciembre_2010_version_web.pdf

Expok. (2018, mayo 17). Por 6 o año consecutivo México es líder en acopio y reciclaje de PET en América – ExpokNews. Recuperado el 22 de agosto de 2019, de https://www.expoknews.com/por-6-o-ano-consecutivo-mexico-es-lider-en-acopio-y-reciclaje-de-pet-en-america/

Greenpeace. (s/f). Plásticos. Recuperado el 1 de noviembre de 2019, de Greenpeace España website: https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/

PT México, P. T. M. (2016, enero 12). El reciclaje de PET en México es caso de éxito. Recuperado el 22 de agosto de 2019, de https://www.pt-mexico.com/articles/el-reciclaje-de-pet-en-mxico-es-caso-de-xito

Reyes, P. (2004, abril 18). Método TRIZ. Recuperado de https://www.icicm.com/files/MetodoTRIZ.pdf

Vázquez Morillas, A., Espinosa Valdemar, R. Ma., Beltrán Villavicencio, M., & Velasco Pérez, M. (s/f). El reciclaje de los plásticos. Recuperado de https://anipac.com/informacion-de-plasticos/#

ELABORACIÓN DE PAPEL A PARTIR DE RESIDUOS DE PASTO Y FOLLAJES.

JUAN MANUEL CHÁVEZ MENDOZA[1]

RESUMEN.

El presente trabajo describe la manera en la que se puede elaborar papel artesanal utilizando como materia prima los residuos de la poda de jardines y de canchas deportivas empastadas. Dado el tamaño de la superficie que regularmente es podada, y que el producto resultante no es aprovechado, surge la propuesta de procesarlo y obtener un artículo de uso común en el sector de las artes gráficas y con esto mitigar la tala de árboles para generar hojas de papel, lo que disminuirá a su vez la deforestación.

Para llevar a cabo este aprovechamiento de residuos, se desarrolló un método de trabajo que se describe en el presente trabajo, detallando la forma de convertir los restos de pasto y follajes en papel, apoyándose en componentes biodegradables para incrementar cohesión en las fibras vegetales y lograr un papel con resistencia más que suficiente a las tintas utilizadas en el dibujo y a las pruebas de desgarre hechas al propio papel.

Palabras clave: Ecología, conversión, sustentabilidad, deforestación.

INTRODUCCIÓN.

Describir la forma de elaborar papel de tipo artesanal con el pasto y follaje obtenido en la poda de jardines, evaluando sus características y propiedades para determinar sus posibles usos.

Historia del papel artesanal en México

A pesar de la importancia que el papel tuvo entre las civilizaciones antiguas de México, son muy escasos los datos que los primeros cronistas transmitieron acerca de los procedimientos para fabricarlo. Hernández (1943), comenta que se fabricaba

1 Tecnológico Nacional de México / Universidad Tecnológica Fidel Velázquez. chavez1963@gmail.com

papel de maguey, de algodón, de la planta llamada izote, del Amate y de la corteza de algunos árboles o de su raíz, pero se puede deducir que los principales elementos para fabricar papel se tomaban del maguey y del amate, pudiéndose utilizar otras fibras según su presencia y abundancia. Así mismo, este autor describe que para la fabricación del papel sólo se cortaban las ramas gruesas de algunos árboles, dejando los renuevos; se ablandaban en agua y se dejaban remojar durante una noche en los arroyos o corrientes de agua, al día siguiente se les arrancaba la corteza, y después de limpiarla de la cutícula superior, se extendía a golpes con una piedra plana.

El papel es un artículo esencial en la vida cotidiana, el cual se utiliza en cualquiera de nuestras actividades diarias; tradicionalmente se ha producido a base de fibras provenientes de árboles, lo que representa el consumo de millones de metros cúbicos y extracción de miles de árboles de los bosques anualmente. Si se aprovechan fibras vegetales provenientes de otros cultivos para la fabricación de papel, se estará en posibilidades de reducir la deforestación, aumentar el valor de esos cultivos y generar, por otro lado, alternativas de producción y empleo, en el caso de que sea factible la fabricación de papel artesanal con fibras no tradicionales como sería el caso de las provenientes de la corona de piña.

Transcurridos los siglos, al término de la lucha por la independencia, para el año de 1825 se instaló la primera máquina de papel en México y para el año de 1830 se logró promover la edificación de fábricas textiles de algodón y de papel. Más tarde, en el año de 1831 al no tenerse conocimiento de cómo operar las industrias papeleras, la maquinaria permanece almacenada durante varios años convirtiéndose en maquinaria obsoleta y de baja capacidad de producción. En 1890 se iniciaba la era de la madera como materia prima celulósica, de este tiempo para adelante las personas han constituido un gran número de sociedades dedicadas a la fabricación de cartón y papel.

Uso de fibras vegetales en el papel

Ábalos (2001), menciona que en México gran parte de los productos forestales no maderable (PFNM) están orientados a la exportación, entre éstos se pueden mencionar productos tan variados como el chicle, resina, hongos, plantas

ornamentales y plantas medicinales, pero en ninguno de los antes mencionados se encuentra la producción de fibras no maderables para la producción de papel, por lo que no se tiene mucha incursión en este tipo de productos.

Por otra parte, se conocen estudios para obtener pulpa para papel de materiales tales como malezas, lirio, tule, higuerilla, entre otros, además de los desechos agroindustriales como el bagazo de caña de azúcar y bagazo de maguey tequilero principalmente, al igual que trabajos con bambú, hoja de maíz (mazorca), desechos del plátano y algodón.

Índices de la calidad de pulpa para papel

Salinas (2000) comenta, que las características morfológicas de las fibras tienen una elevada influencia en las características y propiedades del papel elaborado a partir de dicho material. En este sentido, la longitud, diámetro de la fibra, diámetro del lumen (Cavidad de una estructura tubular) y el espesor de la pared celular imprimirán, tanto individualmente como en sus interrelaciones, diferentes propiedades como pueden ser resistencia, lisura, opacidad, porosidad, gramaje, etc. Por lo anterior, además de considerar el rendimiento de pulpa (en peso) de una determinada especie vegetal es importante analizar las características morfológicas del material fibroso. Este autor indica que si bien las dimensiones de longitud y diámetro de las fibras son las primeras que se toman en cuenta para clasificar las fibras –fibras largas, fibras cortas-, no son suficientes por si mismas para caracterizar a dicho material fibroso, sino que las relaciones existentes entre longitud y diámetro, pared y diámetro y lumen y diámetro, son más bien las que permiten conocer mejor las características de dichas fibras e inferir cómo será el papel elaborado a partir de dicho material.

Estas interrelaciones se definen como “Índices de calidad de pulpa para papel” los cuales son:

Coeficiente de Rigidez CR

Relación de Runkel RR

Coeficiente de Flexibilidad CF

Relación de esbeltez RE ó CP (Coeficiente de Peteri)

Porres y Valladares (1979), presentan una clasificación para calidad de pulpa, de acuerdo al valor resultante de la relación de Runkel:.

Clasificación de Runkel (Porres y Valladares 1979)

Grado	Rango	Calidad
I	Menor de0.25	Excelente para papel
II	0.25 a 0.50	Muy buena para papel
III	0.50 a 1.00	Buena para papel
IV	1.00 a 2.00	Regular para papel
V	Mayor a 2.00	Mala para papel

Salinas (2000) describe una tercera forma para obtener una referencia respecto a la proporción que hay entre la pared celular respecto al diámetro de una fibra, es lo que se conoce como coeficiente de flexibilidad, es decir:

CF = dl/D

Donde:

CF = Coeficiente de flexibilidad

dl =Diámetro del lumen

D =Diámetro de la fibra

Esta propiedad, comenta el autor, le aporta a la fibra mayores posibilidades de unión interfibrilar cuando se colapsa durante el proceso de secado, además de estar relacionado directamente con la resistencia al doblez.

Materiales y métodos

Materia prima y su obtención Como material vegetal se trabajó con pasto y arbustos delgados obtenidos de la poda de los jardines de la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez, recolectando 25 kg mismos que se vaciaron en una tina para su lavado.

Los materiales que necesitamos para realizar esta actividad son:

Una cubeta o recipiente en medidas más grandes que el cedazo

Botes de plástico para vaciar la pulpa

Una batidora.

Un colador o filtro y tela entretejida para colar

Esponjas y bayetas

El cedazo (molde más marco) de los tamaños que se quiera conseguir el papel. El molde tiene una malla estirada a través de él; el marco no tiene malla. Juntos conforman el cedazo.

Paños de fieltro u otro tipo de telas.

Una prensa para el secado

Tendedero cubierto.

Zona de agua con desagüe.

Componentes de la elaboración

FIBRAS: El proceso de fabricación del papel se inicia con la obtención de fibras. La fibra es cada uno de los filamentos que entran en la composición de los tejidos orgánicos vegetales o animales, de ciertos minerales y de algunos productos químicos. Se clasifican en función de su origen, de su estructura química o de ambos factores.

Longitud: Es el largo de la fibra antes de hilar. Puede ser: largo, mediano, corto o continuo Diámetro: Es la medida de la fibra en un corte transversal. Resistencia: se denomina resistencia a la fuerza que opone la fibra a la rotura.

Color: El color natural de una fibra lo determinan las materias colorantes que hay en su estructura celular. Puede ser: blanco, amarillento, gris, pardo, teñido o blanqueado.

Brillo: Es la capacidad de reflejar la luz.

Elasticidad: Capacidad de una fibra de volver a su estado primario después de sufrir un estiramiento o alargamiento forzoso.

Forma de la sección transversal: redondas, de hueso, triangulares, lobulares, en forma de frijol, planas o semejantes a pajillas huecas.

Composición química: La composición química sirve como base para clasificar las fibras en núcleos genéricos como celulósicas, proteicas y acrílicas.

AGLUTINANTES: la capacidad hidrófila de la celulosa hace que cada hoja de papel sea una esponja en potencia, absorba humedades y se deforme. Para evitar esto y dar mayor resistencia al papel frente al agua, se aplican las colas. Sin ellas la tinta se correría por el papel al escribir.

En general, la cola animal da un tono amarillo al papel, así como un brillo y carteo característicos, más duros y metálicos que con otras colas. Se considera ideal la cola de pescado. La cola vegetal puede ser de almidones de harina (trigo, arroz) o de resina. También existen colas sintéticas como látex, cola de carpintero, o cola celulósica. Éstas se comercializan y cumplen bien la misma función, aunque deben rebajarse con agua por su alto poder adhesivo.

CARGAS: En general, Asunción (2004) plantea que los productos de carga tienen la misión de rellenar todos los vacíos existentes entre las fibras, con lo cual los papeles adquieren una superficie uniforme, al mismo tiempo que se ablandan, reducen su transparencia y mejoran las condiciones para la impresión. La blancura del papel, su brillo así como la opacidad, dependen de la clase de producto de carga. Se usan cargas minerales y orgánicas. Las cargas minerales más empleadas son el caolín (es la de mejor calidad), el yeso, el talco, los carbonatos de cal, el nitro y las tierras naturales, y las cargas orgánicas como la fécula de maíz o de papa.

Proceso de elaboración

La primera fase del proceso de fabricación de la hoja de papel está determinada por la preparación de la carga, hasta lograr el punto de refino más idóneo según el tipo de papel.

Una vez preparada la carga llenaremos un recipiente con agua. En ella disolveremos la misma cantidad de pegamento blanco que la carga queramos utilizar.

Añadiremos la pulpa y removeremos para repartirla por toda la superficie del recipiente. Para hacer la hoja de papel tomaremos el cedazo con el marco sin rejilla sobre él y lo introduciremos en el recipiente sumergiéndolo. Inclinaremos el molde hasta que quede en posición horizontal y lo levantaremos con cuidado.

Manteniendo el molde en posición horizontal, se dará una pequeña sacudida de lado a lado y del frente hacia atrás antes de que se haya drenado toda el agua.

Esta acción dispersa las fibras evitando que todas ellas queden dispuestas en una misma dirección. Así obtendremos un papel homogéneo.

Una vez se haya extraído el agua mediante el drenaje natural, retiraremos el marco superior cuidando de no dañar el borde del papel.

En este momento puede tener lugar uno de los defectos más comunes: la gota, es decir, pequeños cráteres que se producen en la hoja todavía húmeda al caerle alguna gota de agua procedente del marco.

Para evitarlo, separaremos el marco con decisión para que no salpique ni gotee al pasar por encima de la forma.

A continuación, volcaremos el cedazo sobre una tela, presionaremos y dejaremos caer la hoja encima del paño.

Al presionar la parte posterior del molde la pulpa se adherirá a la tela.

Al levantar el molde veremos la nueva hoja y así sucesivamente colocaremos encima otra tela y formaremos una nueva hoja, hasta tener la cantidad para prensar y poner a secar.

Para obtener un buen resultado hay que dejar que el papel se seque durante el tiempo necesario.

Para escurrir bien el papel conviene colocarlo en una prensa.

Si no tenemos prensa podemos reemplazarla por dos tablillas y sobre estas colocar peso. La forma más habitual de secar el papel es tender cada tela sobre una baldosa o bien holgarla con el papel en una cuerda.

Cuando el papel esté completamente seco, lo separaremos de la tela con cuidado.

Para concluir prensaremos nuevamente las hojas de papel una vez secas y así corregir los volantes y arrugas del papel.

A continuación, se presentan algunas muestras del producto logrado.

Papel artesanal utilizado en el taller de dibujo

Papel artesanal elaborado únicamente con pasto

Papel artesanal elaborado con una mezcla de 50% pasto y 50% follaje

CONCLUSIONES

Se obtuvo un papel útil para dibujo con propiedades similares a las del cartoncillo, demostrando que es factible el aprovechamiento de materiales de desecho. Además, se desarrolló un método de trabajo que puede replicarse en el aula de clases de distintas instituciones académicas, con el propósito de generar una conciencia ecológica en la comunidad estudiantil, así como en el personal de la propia institución.

Este material ha generado interés en los dibujantes y caricaturistas por lo que están realizando pruebas complementarias para determinar si es posible utilizarlo ya como un material de línea en sus trabajos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASUNCIÓN, Joseph: El papel (técnicas y métodos tradicionales de elaboración), Parramón ediciones S.A., 2ª edición 2004.

Ábalos R. M. 2001. Productos forestales no madereros en América Latina. Santiago de Chile. 198 p. Disponible en:

http://documentacion.sirefor.go.cr/archivo/pfmn/Pfnm.pdf

Lenz H. 2001. Historia del papel en México y cosas relacionadas: 1525-1950. Porrúa. México, D.F. 798 p.

Hernández F. 1943. Historia de las plantas de Nueva España. Tomo II. México. 377 p.

Porres J. y Valladares. 1979. Producción de pulpa y papel con materias primas autóctonas centroamericanas. Producción de pulpa con 17 maderas de Peten,

Guatemala, empleando el proceso kraft o al sulfito. División de investigación aplicada, Guatemala

Salinas S. H. 2000. Sistemas de clasificación de las características, propiedades y procesos de transformación primaria de las maderas. Tesis Profesional.

Texcoco. 196 p.

APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA LIGNOCELULÓSICA PARA LA FABRICACIÓN DE ENVASES BIODEGRADABLES.

ARTURO VELASCO BERNAL1 RAYMUNDO SÁNCHEZ OROZCO2

RESUMEN.

En la actualidad el uso de plásticos como el poliestireno se ha convertido en uno de los problemas ambientales más evidentes, estos materiales están conformados por largas cadenas de carbono, pueden ser moldeados a través de calor y presión debido a sus propiedades como color, peso y resistencia a la degradación ambiental. De forma particular, la mayoría de los envases de alimentos tienen un tiempo de uso demasiado corto, se pueden descomponer en cientos de años y dañan de forma irreversible el medio ambiente. El objetivo del presente trabajo es desarrollar un prototipo de envase biodegradable-compostable a través de moldeado por termocompresión utilizando biomasa lignocelulósica proveniente de residuos agrícolas (rastrojo de maíz, RM). La etapa inicial implica el diseño (Solidworks) y construcción de un molde de acero por torno-fresado. La segunda etapa evalúa las variables de procesamiento de biomasa. Además, se determinarán algunas características fisicoquímicas y mecánicas (microscopía electrónica de barrido, espectroscopía infrarroja y análisis termogravimétrico). Adicionalmente, se analizarán los recipientes fabricados en condiciones de uso real (biodegradabilidad, permeabilidad, deterioro en suelo). También se estudiará la incorporación de una película de recubrimiento sobre la superficie del cuerpo principal.

Palabras clave: Envase biodegradable, biomasa lignocelulósica, termocompresión.

1 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. r2ro3000@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. r.sanchez@tesjo.edu.mx

INTRODUCCIÓN.

Con el fin de reducir la cantidad de residuos de plástico a los vertederos, así como la dependencia de los combustibles fósiles, en los últimos años se ha generado gran interés en la fabricación de productos biodegradables (Chen et al., 2019; Briassoulis and Giannoulis, 2018). La lignocelulosa es el principal componente de la pared celular de las plantas, esta biomasa producida por la fotosíntesis es la fuente de carbono renovable más prometedora para solucionar los problemas actuales de energía y materias primas (Madera-Santana et al., 2014). De los principales componentes de los materiales lignocelulósicos, la celulosa es uno de los biopolímeros más abundantes en la naturaleza y su biosíntesis, química y su estructura aún permanecen activos como campo de investigación (Hayes et al., 2017). Así, en las últimas décadas ha habido un creciente interés por desarrollar proyectos sostenibles basados en la química verde, lo que ha conducido a la generación de materiales celulósicos novedosos y materiales compuestos que incluyen materiales celulósicos (Bandopadhyay et al., 2018; Bhuvaneswari et al., 2017; Heredia-Guerrero et al., 2017; Henry et al., 2019). Se han desarrollado diferentes tecnologías para la fabricación de bioplásticos a partir de residuos agrícolas y almidón (Cerda et al., 2018). Así, diferentes trabajos han propuesto la fabricación de platos hechos con fibra de trigo y almidón de maíz que pueden ser usados varias veces, incluso hasta se pueden lavar y reutilizarse (Emadian et al., 2017). A diferencia de un producto convencional, terminado su uso simplemente se puede romper y utilizarse en una composta como fertilizante. Otros productos típicos de desperdicios agrícolas que se han utilizado son el perejil, las espinacas, las cáscaras de vainas de cacao, la cascarilla de arroz y las cáscaras de naranja (Adhikari et al., 2016; Bilo et al., 2018). El interés en los envases plásticos biodegradables se debe principalmente a su uso como materias primas renovables (cultivos en lugar de petróleo crudo) y al manejo de los residuos al final de su vida útil mediante el compostaje o la digestión anaeróbica. Estos polímeros renovables podrían sustituir los materiales utilizados actualmente para elaborar platos de plástico, o bolsas de supermercado, entre otros, que son derivados de la industria petrolera y que podrían tardar hasta 150 años en degradarse. Los recipientes fabricados a base de material biodegradable, hace más fácil su reincorporación al medio ambiente a diferencia

de los polímeros utilizados comúnmente como el polietileno y polipropileno (Henry et al., 2019). Por otra parte, los productos agrícolas son grandes generadores de residuos y en la mayoría de los casos son desvalorizados utilizándose únicamente para la alimentación de ganado. Para dar solución a esto es necesario evaluar la viabilidad de su utilización en la generación de productos o subproductos generadores de beneficios tanto para el medio ambiente cómo económico, tal es el caso de los recipientes biodegradables.

Materiales y métodos.

Recolección y acondicionamiento de la biomasa

La biomasa lignocelulósica que se empleó en el presente estudio corresponde a residuos agrícolas (subproducto del cultivo de maíz). La muestra, incluyendo tallos y hojas fue cortada en segmentos pequeños y posteriormente sometida a un proceso de reducción de tamaño por molienda mecánica. Finalmente, la biomasa fue tamizada a través de la malla No. 100.

Análisis proximal

La biomasa (rastrojo de maíz) se analizó con el objetivo de determinar diferentes parámetros tales como: materia seca, humedad, proteína, fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y ácido detergente lignina (ADL). En donde la proporción referida a hemicelulosa se calculó partir de la diferencia entre FDN y FDA y la de lignina mediante la diferencia entre AFD y celulosa. Los métodos de análisis se realizaron siguiendo los procedimientos correspondientes (AOAC, 1998).

Fabricación de los envases

Una cantidad determinada de biomasa lignocelulósica se colocó sobre un molde circular. Luego, el molde relleno se colocó entre dos placas calientes de acero inoxidable y se aplicó la presión necesaria utilizando una prensa hidráulica. Las placas circulares fueron removidas después de la compactación y posteriormente se realizó la extracción de la pasta que previamente fue moldeada en caliente.

Caracterización de la biomasa

Los cambios en la morfología superficial de la biomasa se observaron mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). El estudio de grupos funcionales se realizó utilizando un espectrofotómetro FTIR con accesorio de muestreo UATR. La biomasa se

analizó mediante termogravimetría (TGA) con el propósito de evaluar las etapas de degradación. Dicho análisis se llevó a cabo utilizando un equipo TGA Q50 TA instruments, empleando flujo de nitrógeno de 50 mL/min. Para obtener el termograma se registró la pérdida de peso de la muestra desde 25 °C hasta 600 °C a intervalos de cuatro segundos. La velocidad de calentamiento aplicada en los análisis fue de 50 °C/min.

Ensayos de biodegradabilidad y grado de desintegración

Los envases fueron colocados en la parte superior de suelo agrícola. Dicho suelo estuvo contenido en un recipiente plástico. El recipiente estuvo expuesto a condiciones atmosféricas durante 3 meses. Se observaron las variaciones morfológicas a diferentes periodos de tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIONES.

La fabricación de envases plásticos biodegradables requiere estudios técnico-científicos, así como la optimización de condiciones de procesamiento a nivel laboratorio, la caracterización del material y su evaluación bajo diferentes condiciones implicó de forma preliminar:

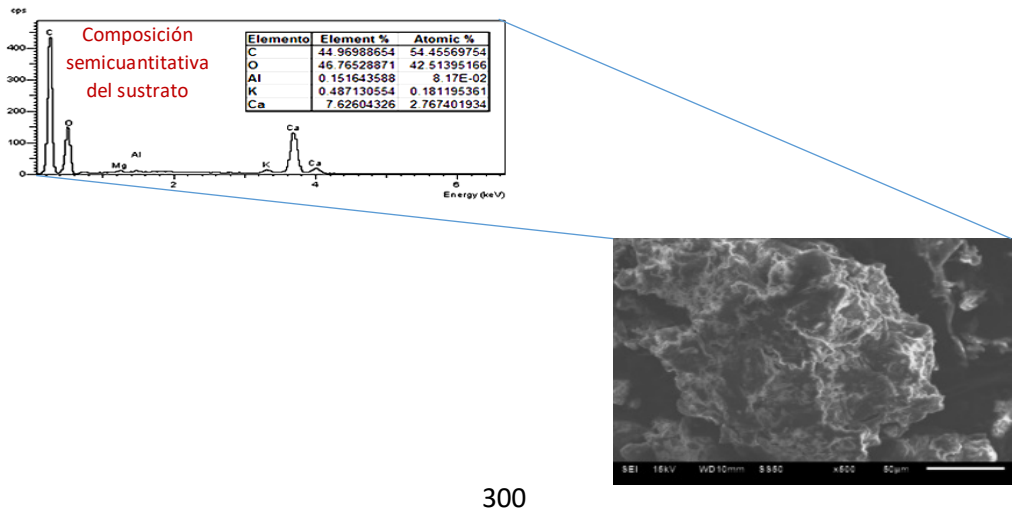
Caracterización por SEM y EDS (Figura 1).

Espectroscopía infrarroja (Figura 2).

Análisis de composición proximal (Tabla 1).

Análisis termogravimétrico (Figura 3).

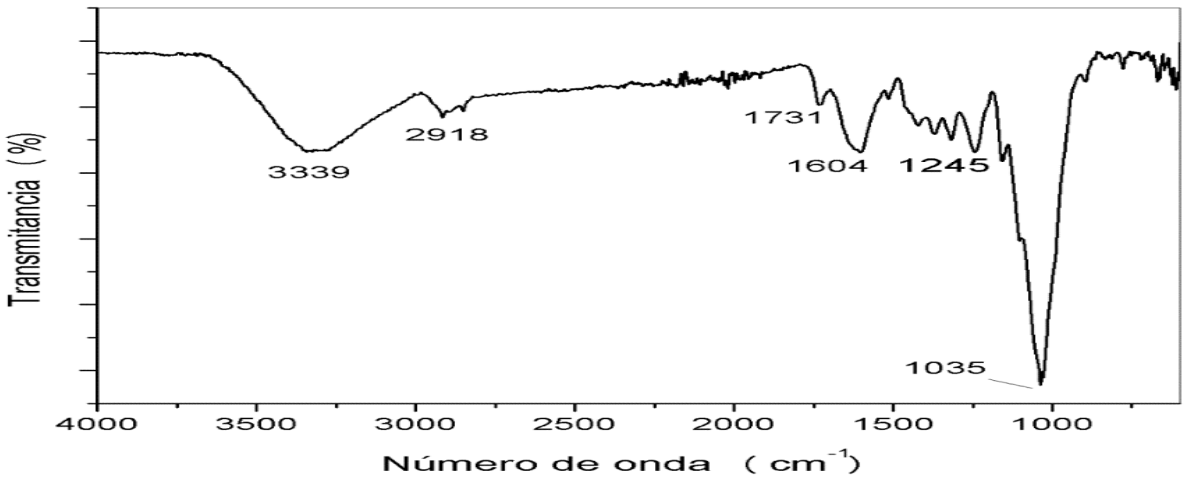
Figura 1. Análisis semicuantitativo para la biomasa (rastrojo de maíz) y micrografías obtenidas por microscopio electrónico de barrido.



En la Figura 1 se muestra el análisis por microscopía electrónica de barrido de la biomasa y se evidencia la presencia se fragmentos irregulares, esto atribuido al proceso de acondicionamiento (molienda de la biomasa). La composición semicuantitativa de la biomasa indica que el rastrojo de maíz está constituido fundamentalmente por carbono y oxígeno, además de elementos adicionales como calcio y potasio.

La Figura 2 muestra el espectro IR de la biomasa utilizada para la fabricación de los envases biodegradables. En la región de 3339 cm-1 se localiza el grupo O-H, atribuido a la presencia de carbohidratos o bien a humedad retenida en la biomasa. Se observó una banda a 2918 cm-1 indicando vibraciones de estiramiento C-H debido a la presencia grupos -CH2- y -CH3 que están presentes en los carbohidratos y en algunas unidades de lignina; la presencia de una banda a 1731 cm-1 hace referencia a los grupos acetilo presentes en las estructuras de la celulosa y hemicelulosa. En la región ubicada en 1604 cm-1 se encuentra la vibración del enlace –C=C- del anillo aromático, que muestra la existencia de grupos fenólicos.

Figura 2. Espectro de infrarrojo para el rastrojo de maíz (RM), evidenciando la presencia de grupos funcionales asociados a los principales componentes de la biomasa



En la Tabla 1 se muestra la caracterización del sustrato (materia prima) por análisis proximal, permitió identificar que el contenido de celulosa se ubicó en 13.29%, hemicelulosa 42%, mientras que la composición de lignina fue de 2.49%. La cantidad de materia seca en base húmeda fue del 18.65% en peso.

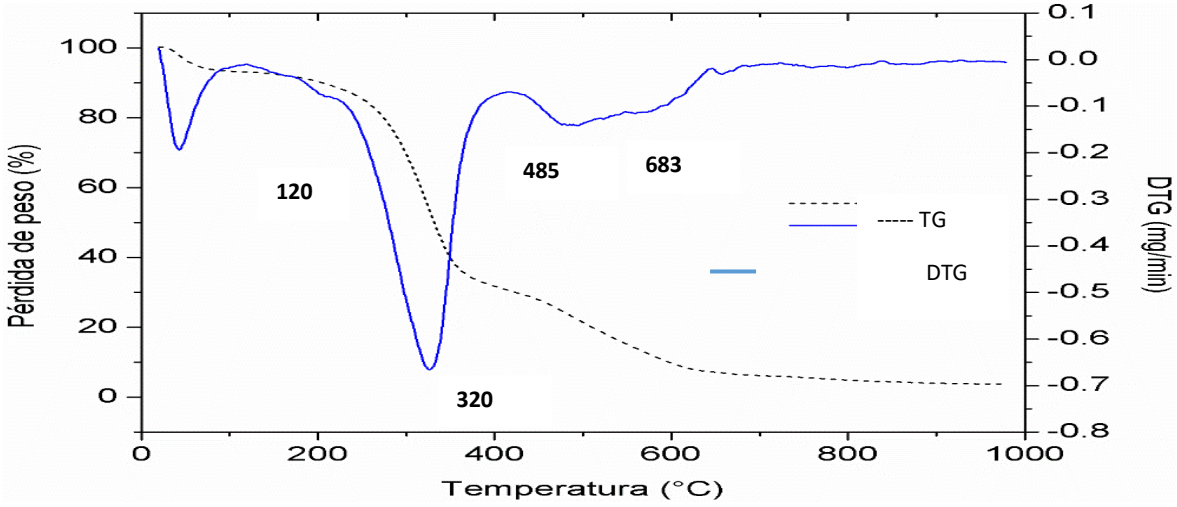
Tabla 1. Análisis de composición proximal de la biomasa lignocelulósica (rastrojo de maíz, RM).

Determinación	RM, %
Hemicelulosa	42
Celulosa	13.29
Lignina	2.49
Cenizas	2.99
E. Etéreo	3.28
Humedad	81.35
Materia seca	18.65

Caracterización por Termogravimetría (TG)

La composición lignocelulósica de la biomasa puede ser cuantitativamente identificada a partir del análisis termogravimétrico. De forma adicional a las curvas (TG), la derivada de la curva de pérdida de masa (DTG) permitió identificar el valor de las tasas de descomposición y así mismo verificar la etapa de máxima degradación (punto de mayor formación de volátiles ligeros), lo cual es relevante para determinar las fracciones de celulosa, hemicelulosa y lignina en la biomasa. El perfil térmico de la biomasa sin tratamiento (control), obtenido por TG-DTG se muestra en la Figura 3. En general, al menos cuatro eventos térmicos principales pueden ser claramente distinguidos hasta 1000 °C. Se puede observar que la masa de la muestra disminuye continuamente entre la temperatura ambiente y 635 °C, lo cual está relacionado con el proceso de deshidratación y degradación térmica de la biomasa. La pérdida de masa inicial (5.49 % en masa), por debajo de 100 ºC, está asociada con la liberación de moléculas de agua débilmente unidas (agua adsorbida). Mientras que las principales pérdidas de masa en 154, 296, 408, y 544 °C (curva DTG) están asociados a la descomposición extractiva de la biomasa y esencialmente, a sus tres componentes principales (hemicelulosa, celulosa y lignina). La última etapa, para la cual la temperatura varía de 635 °C a 900 °C, se caracteriza por la combustión de carbón, producción de volátiles y residuos sólidos.

Figura 3. Curvas TG-DTG de la biomasa lignocelulósica.



Adicionalmente se realizó un ensayo de calentamiento del envase biodegradable en horno de microondas convencional. En este caso, la transmisión de calor se llevó a cabo desde la superficie del envase hacia el centro, como suele ocurrir con los alimentos. El calentamiento se prolongó por un periodo de tiempo de 5 minutos iniciando desde la temperatura ambiente (18 °C) hasta los 200 °C como máximo. Después de la exposición al calor, no se observó ablandamiento, cambio de color o modificación de la textura del plato. La temperatura del plato fue medida a través de un termómetro digital de infrarrojo. Por otra parte, en los ensayos de composteo se pudo verificar que los envases fueron atacados por los microorganismos desde la superficie (Figura 4). Cuando el envase se fragmentó en pedazos más pequeños, el compostaje se realizó con mayor rapidez. Posterior a los 2.5 meses de exposición de los platos a la degradación, se observó un color uniforme (marrón o casi negro) de la materia orgánica y no de colores como al inicio, además el olor percibido correspondía a tierra y no a la presencia de un olor desagradable.

Figura 4. Descomposición de la biomasa por vía aeróbica (con presencia de oxígeno) posterior a 30 días.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo revelan que el modelo de envase compostable-biodegradable propuesto puede emplearse como una alternativa potencial para la sustitución de los plásticos desechables.

La caracterización preliminar por SEM y FTIR muestran la disposición física de las fibras así como los grupos funcionales característicos respectivamente.

Las pruebas preliminares revelan que el modelo de envase puede someterse a calentamiento en horno de microondas convencional hasta la temperatura de 200 °C sin presentar deformaciones, ablandamiento o degradación.

Debido a la excelente compactación y adhesión de las partículas, la cantidad de humedad absorbida sobre la superficie del plato es mínima, sin embargo se requiere de la adición de una película impermeable (biodegradable).

El material puede degradarse en por lo menos 30 días, incorporándose nuevamente al ciclo biológico.

De forma preliminar, el plato puede emplearse para contener materiales sólidos o semisólidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adhikari, D., Mukai, M., Kubota, K., Kai, T., Kaneko, N. (2016). Degradation of bioplastics in soil and their degradation effects on environmental microorganisms. J. Agric. Chem. Env., 23–34.

Bandopadhyay, S., Martin-Closas, L., Pelacho, A.M., DeBruyn, J.M. (2018). Biodegradable plastic mulch films: impacts on soil microbial communities and ecosystem functions. Front. Microbiol. 9, 1–7.

Bhuvaneswari, H., Vinayaka, D., Ilangovan, M., Reddy, N. (2017). Completely biodegradable banana fiber-wheat gluten composites for dielectric applications. J. Mater. 1–8.

Bilo, F., Pandini, S., Sartore, L., Depero, L. E., Gargiulo, G., Bonassi, A., Bontempi, E. (2018). A sustainable bioplastic obtained from rice straw. J Cleaner Prod, 200, 357–368.

Briassoulis and Giannoulis (2018). D. Briassoulis, A. Giannoulis. Evaluation of the functionality of bio-based food packaging films. Polym. Test., 69 (2018), pp. 39-51.

Cerda, A., A. Artola, X. Font, R. Barrena, T. Gea, A. Sánchez. (2018). Composting of food wastes: status and challenges. Bioresour. Technol. 248 (2018), pp. 57-67.

Chen, M., Li, R., Runge, T., Feng, J., Hu, S., Shi, Q.-S. (2019). Degradable polymeric package from whole cell wall biomass. Mater Today Sust, 100008.

Emadian, S. M., Onay, T. T., Demirel, B. (2017). Biodegradation of bioplastics in natural environments. Waste Manag, 59, 526–536.

Hayes, D.G., Wadsworth, L.C., Sintim, H.Y., Flury, M., English, M., Schaeffer, S., Saxton, A.M. (2017). Effect of diverse weathering conditions on the physicochemical properties of biodegradable plastic mulches. Polym. Test. 62, 454–467.

Henry, Y. S., Sreejata B., Marie, E. E., Andy, I. B., Jennifer, M. D., Sean, M. (2019). Impacts of biodegradable plastic mulches on soil health, Agric Ecosys Env, 273, 36-49.

Heredia-Guerrero, J. A., Heredia, A., Domínguez, E., Cingolani, R., Bayer, I. S., Athanassiou, A., Benítez, J. J. (2017). Cutin from agro-waste as a raw material for the production of bioplastics. J. Exp. Bot, 68(19), 5401–5410.

AOAC Association of Official Analytical Chemists. 1998. Official methods of analysis of the association of analytical chemists. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists: Washington, D C.

POTENCIAL ECONOMICO DEL RECICLAJE DE ENVASES MULTICAPA EN LA ZONA CENTRO DE MÉXICO

IVONNE MALDONADO HERNÁNDEZ[1], HÉCTOR DOMÍNGUEZ MARTINEZ[2] JORGE LUIS CASTAÑEDA GUTIÉRREZ[3]

RESUMEN.

El presente artículo aborda el potencial económico que representa el reciclaje de envases multicapa en la zona centro del país, debido a que en esta zona se genera la mayor densidad de desechos de envases, dicho potencial es proyectado desde una perspectiva de los niveles de producción de la celulosa, la cual es la principal materia prima obtenida a través del reciclaje de envases multicapa y que sirve de materia prima para la fabricación del papel y la producción de papel. La proyección se realiza mediante el estudio correlacional de variables como el crecimiento demográfico, la producción de papel y la producción de celulosa, las cuales son variables que delimitan el potencial económico del reciclado de multicapas. El estudio se basa en análisis correlacional entre las variables, así como proyecciones de las mismas, demostrando así la existencia de un potencial económico atractivo para el reciclaje de estos desechos.

Palabras clave: Reciclaje, envases multicapa, proyección económica, análisis correlacional.

ABSTRACT.

This article addresses the economic potential of multilayer packaging recycling in the central area of the country, because in this area the highest density of packaging waste is generated, this potential is projected from a perspective of production levels of Cellulose, which is the main raw material obtained through the recycling of multilayer containers and which serves as raw material for papermaking and paper production. The projection is carried out through the correlational study of variables such as population

1 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco. maldonadohernandez.ivonne@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco. phdhector.dmz@gmail.com

3 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco. gustavo.sanchez@uptlax.edu.mx

growth, paper production and cellulose production, which are variables that define the economic potential of multilayer recycling. The study is based on a correlational analysis between the variables, as well as their projections, thus demonstrating the existence of an attractive economic potential for the recycling of these wastes.

INTRODUCCIÓN.

El cuidado del medio ambiente es hoy en día uno de los temas que toman mayor relevancia a nivel mundial y nacional, ya que el deterioro del mismo trae costos económicos para la sociedad (González A. 2001), ante este panorama, el reciclaje es una alternativa viable para combatir los efectos negativos de la contaminación, tanto a nivel ecológico como económico y que además bien canalizado puede producir buenos dividendos financieros desde una perspectiva lucrativa.

Actualmente, debido a diferentes factores en la industria, existe una tendencia del uso de materias primas obtenidas a través del reciclaje en los procesos de producción, el envase multicapa es un desecho el cual tiene un porcentaje de composición de celulosa muy alto, además de poder obtener otros productos como aluminio granulado y polímeros. (Hidalgo M. 2013). Es por esto, la importancia de explorar y determinar el posible potencial económico que puede alcanzar el reciclaje de estos materiales el cual es el tema abordado en el presente artículo.

REVISIÓN DE LITERATURA

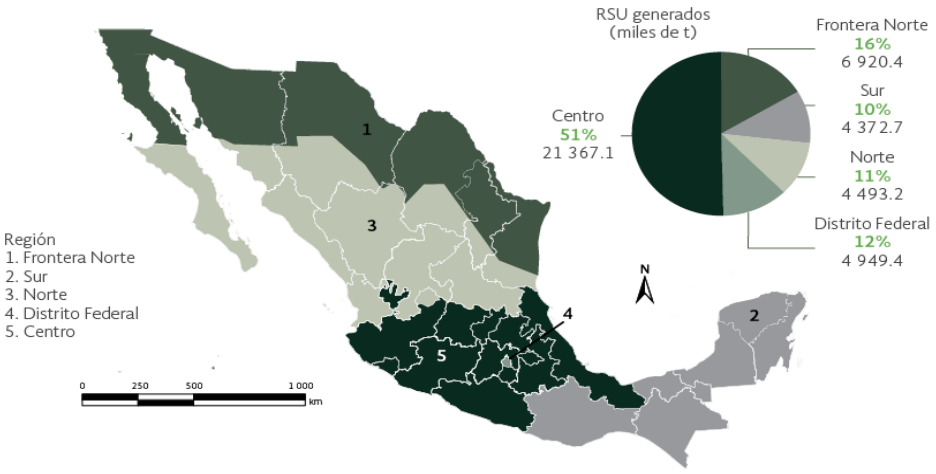
A continuación, se presenta un panorama general del reciclaje en México y un análisis que aborda los envases multicapa desde una perspectiva técnica, lo cual refuerza los ejes de investigación en los que se sustenta el presente trabajo.

reciclaje en la zona centro del país

México, en los últimos tiempos ha ido adaptándose a las tendencias globales del reciclaje y el desarrollo sustentable, ya que los residuos sólidos urbanos, nombrados en lo subsecuente como (RSU) a los que comúnmente se les denomina basura, representan un riesgo para el ecosistema y la salud humana, según INEGI, en México se generan diariamente alrededor de 102,895 toneladas de basura o RSU, estos residuos se

concentran en su mayoría en la región centro del país como se muestra en la figura 1, lo cual es un incentivo para la localización del proyecto.

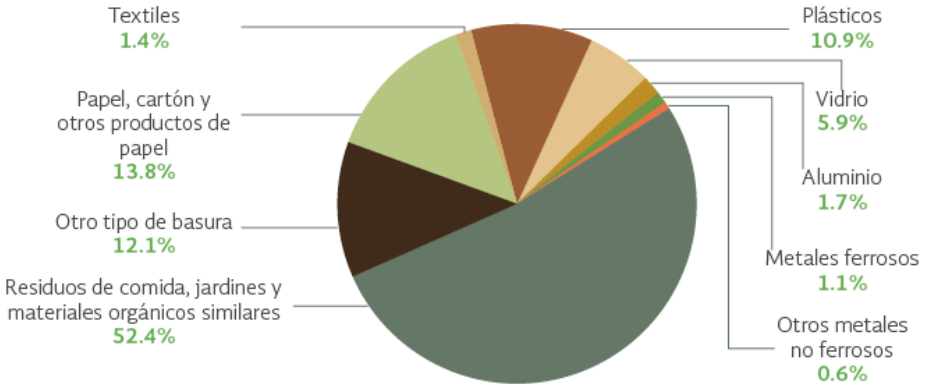
FIGURA 1 Generación de RSU por región 2012.



FUENTE: Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en zonas urbano-marginadas SEDESOL 2013

Los RSU que se generan llegan a ser de diferente índole, clasificándose en orgánicos e inorgánicos, sin embargo, son los residuos inorgánicos, que además tienen una composición solida los que representan un mayor riesgo para la humanidad. Dentro de este tipo de desechos, los que más sobresalen son el papel, cartón y otros productos de papel con más del 13% del total, Figura 2.

FIGURA 2. Composición de los RSU.



FUENTE: Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en zonas urbano-marginadas SEDESOL 2013

Los RSU que más se reciclan actualmente, son el papel, el aluminio, el vidrio, el cartón, el plástico, el pet y los envases multicapa, aunque estos en poca medida, los detalles se han discutido a priori en el planteamiento del problema.

Dentro de los residuos que componen el rubro de papel, cartón y otros productos de papel, se encuentran los envases multicapa, los cuales representan alrededor del 1.5% de los RSU, según la SEMARNAT 2013, en materia de reciclado, según la Cámara Nacional del Papel, se recicla el 47% de los residuos generados en este rubro, representando un volumen de 3.3 millones de toneladas, sin embargo en referencia a los envases multicapa, se recicla alrededor del 8% de más de 500,000 toneladas surgidas en México, esto debido a la complejidad que tiene el separar los componentes de los envases multicapa, teniendo que pasar por un proceso industrial previo a poder ser reutilizado.

Por último, mencionar que la zona centro del país es la que cuenta con más centros de acopio de RSU con alrededor de unos 98 centros, y cerca de 50 rellenos sanitarios estos manejan entre el 80% y 90% del total de RSU generados en la región lo que representa la mayor fuente de abastecimiento de envases multicapa

Envases Multicapa

Según el Banco Nacional de Comercio Exterior el envase se define como el material que envuelve, contiene y protege los productos envasados. Por otra parte, Becerril (2017) menciona que los envases multicapa son el resultado de la evaluación tecnológica, estos envases están compuestos de varias capas alternadas, pero de diferentes materiales, los cuales se caracterizan por ligereza manejabilidad, facilidad de transportación, no requieren cadena de frío hasta una vez abiertos y se abren y cierran varias veces, su sunción es conservar y proteger los alimentos de la luz, del ambiente y de los microorganismos.

Los envases multicapa tardan en degradarse aproximadamente 30 años, su composición es de cartón en un 75%, el cual proporciona rigidez, polietileno en una proporción del 20% que da estanquiedad y de aluminio con un 5% que evita que la luz y el oxígeno penetren al envase. (Velázquez 2012)

METODOLOGÍA.

La estrategia metodológica para el presente trabajo basa en un análisis de tipo cuantitativo y correlacional. considerando las variables de crecimiento demográfico, consumo de papel y producción de celulosa. El periodo comprendido para dicho análisis es del año 2000 al año 2015, ya que sólo las fuentes de datos, sólo abarcan hasta ese periodo. Para la recolección de la información se utilizaron bases de datos provenientes del INEGI para el crecimiento poblacional, la Cámara Nacional del Papel para producción de papel y de la FAO para los datos de producción de celulosa.

Para establecer la proyección del mercado del papel, se usó un análisis correlacional entre el crecimiento demográfico y el comportamiento histórico de la producción de papel, para posteriormente realizar la proyección con base al crecimiento esperado de la población en los próximos cinco años.

Para delimitar el mercado de la celulosa, se realizó una proyección de la producción de celulosa a lo largo del tiempo en función del crecimiento poblacional y se comparó contra la proyección de consumo del papel, con la finalidad de establecer el potencial de la celulosa como materia prima.

Finalmente, para establecer el potencial económico del reciclado de los envases multicapa, se realizó una proyección para cuantificar la cantidad de desechos de envases multicapa generados al año en función del incremento poblacional y la generación de RSU generados y asi establecer el tamaño de mercado que se podría abastecer con el reciclaje del mismo, con lo que se visualiza el potencial económico del objeto en cuestión.

Con base a lo establecido, se plantean diferentes hipótesis que tienen como objeto establecer cuál es el potencial económico del reciclaje de envases multicapa. Dichas hipótesis son:

En función de las proyecciones de consumo del papel.

Ho: No Existe una relación entre las variables de crecimiento demográfico y los niveles de fabricación de papel.

H1: Existe una relación entre las variables de crecimiento demográfico y los niveles de fabricación de papel.

En función del mercado potencial de la celulosa.

Ho: No Existe una relación entre las variables de crecimiento demográfico y la producción de celulosa.

H1: Existe una relación entre las variables de crecimiento demográfico y la producción de celulosa.

En función al reciclaje de envases multicapa y la generación de RSU.

Ho: No Existe una relación entre las variables de crecimiento demográfico y la generación de RSU en México.

H1: Existe una relación entre las variables de crecimiento demográfico la generación de RSU en México.

Los datos utilizados para la realización de los estudios, fueron investigados con base a datos de INEGI, SEMARNAT, FAO y la Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y Papel y se resumen en la Tabla 1.

TABLA 1. Datos para realizar los análisis.

AÑO	CRECIMIENTO POBLACIONAL (INEGI)	GENERACIÓN DE RSU EN MILLONES DE TONELADAS (SEMARNAT)	PRODUCCIÓN DE CELULOSA EN MILLONES DE METROS CUBICOS (FAO)	PRODUCCIÓN DE PAPEL EN MILLONES DE TON. (CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL PAPEL)
2000	97483412	31	1250	520
2001	98584473	31.5	1750	549.824
2002	100070051	32	1950	579.648
2003	101555629	33.2	2150	609.472
2004	103041207	34.3	2500	639.296
2005	103263388	35.2	2820	669.12
2006	106012363	36.1	3200	698.944
2007	107497941	37	3420	728.768
2008	108983519	37.8	3710	758.592
2009	110469097	38.2	4000	788.416
2010	112336538	40	4200	818.24
2011	113440253	41.2	4405	848.064
2012	114925831	42	4500	877.888
2013	116411409	42.8	4600	907.712
2014	117896987	43.1	4700	937.536
2015	119938473	44	4750	967.36

FUENTE: Elaboración propia con datos de INEGI, SEMARNAT, FAO y Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y Papel

RESULTADOS.

Para realizar los análisis de correlación entre variables y de proyección de las variables, se utilizó el modelo de regresión corrido en Minitab 17. La regresión investiga y modela la relación entre una respuesta (Y) y el o los predictores (X).

En particular, el análisis de regresión suele utilizarse para determinar cómo cambia la variable de respuesta cuando cambia una variable predictora específica. Se usa este procedimiento para ajustar los modelos de cuadrados mínimos, almacenar los estadísticos de regresión, examinar los diagnósticos de residuos y realizar pruebas de falta de ajuste.

Minitab 17 arroja en su corrida una tabla que muestra los resultados de la selección del modelo paso a paso en cada paso de acuerdo con el valor. La tabla incluye el coeficiente y el valor p para los predictores incluidos. Los valores p son los resultados más importantes a considerar ya que se utiliza para analizar si los coeficientes de regresión son significativamente diferentes de cero. Si el valor p es más pequeño que un nivel (α) preseleccionado, se puede deducir que por lo menos un coeficiente no es cero. Un nivel de significancia (α) frecuentemente utilizado es 0.05 (Creswell, 2005).

Otro parámetro para medir la relación entre variables es la variable de correlación R, Sampieri, Collado y Lucio (2006) utilizan una escala para determinar el grado de correlación, indicando que cuando el coeficiente de correlación está entre 0,25 y 0,50 es una correlación media, cuando está entre 0,50 y 0,75 es una correlación positiva y mayor a estos intervalos se considera que la correlación es muy alta. La tabla de resultados de la corrida de Minitab también incluye los estadísticos de resumen del modelo para cada paso que se pueden utilizar para seleccionar un modelo. Los estadísticos incluyen

R-cuad. es la proporción de la variación en los datos de respuesta explicada por el modelo. Mientras más grande sea R , mejor se ajusta el modelo a los datos.

R-cuad.(ajust.) es un R modificado que ha sido ajustado para el número de términos del modelo.

R-cuad.(pred.) es otro estadístico similar al R que refleja qué tan bien predecirá el modelo los datos futuros.

Minitab 17 proporciona una ecuación de regresión separada para cada nivel de cada predictor categórico en el modelo. La ecuación de regresión es una representación algebraica de la línea de regresión y describe la relación entre la respuesta y las variables predictoras. La ecuación de regresión toma la forma de:

Respuesta = constante + coeficiente * predictor + ... + coeficiente * predictor

O bien $y = bo + b1X1 + b2X2 + ... + bkXk$

Donde:

Respuesta (Y) es el valor de la respuesta.

Constante (bo) es el valor de la variable de respuesta cuando las variables predictoras son cero. La constante también se llama intersección, porque determina el lugar en el que la línea de regresión intersecta (se encuentra con) el eje Y.

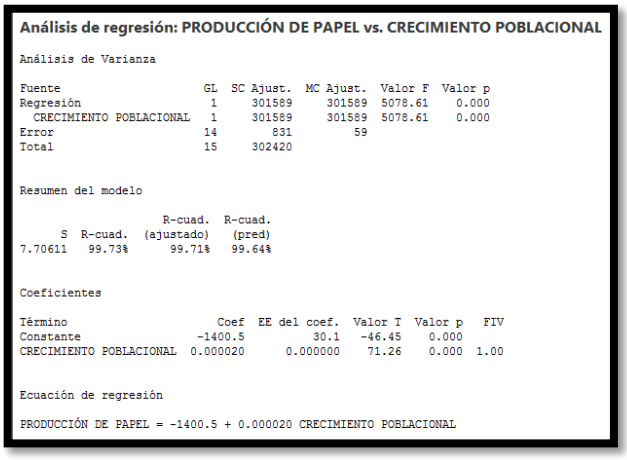
Los predictores (X) son el valor de las variables predictoras. El predictor puede ser un término polinomial.

· Coeficientes (b1, b2, ... , bk) representan el cambio estimado en la respuesta media para cada cambio de unidad en el valor predictor. En otras palabras, es el cambio en Y que ocurre cuando X aumenta en una unidad.

A continuación, se presentan los resultados de las corridas y análisis realizados en Minitab 17 para las hipótesis a analizar.

Proyecciones de producción de papel.

FIGURA 3. Resultado de la corrida del análisis de regresión entre las variables de consumo de papel y crecimiento poblacional.



Análisis de regresión: PRODUCCIÓN DE PAPEL vs. CRECIMIENTO POBLACIONAL

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	1	301589	301589	5078.61	0.000
CRECIMIENTO POBLACIONAL	1	301589	301589	5078.61	0.000
Error	14	831	59		
Total	15	302420			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
7.70611	99.73%	99.71%	99.64%

Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	-1400.5	30.1	-46.45	0.000	
CRECIMIENTO POBLACIONAL	0.000020	0.000000	71.26	0.000	1.00

Ecuación de regresión

PRODUCCIÓN DE PAPEL = -1400.5 + 0.000020 CRECIMIENTO POBLACIONAL

FUENTE: Elaboración propia en Minitab 17.

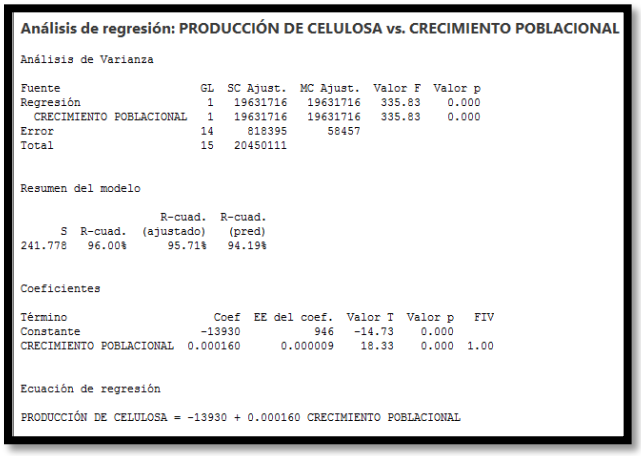
De acuerdo a los datos mostrados en la Figura 3. Se observa que el valor P arrojado para el estudio es de 0.000, con lo cual se rechaza Ho y se demuestra que si hay una relación entre el crecimiento poblacional y el consumo de papel, por otra parte, la corrida arroja un valor de R-cuad. De 99.73%, lo que representa una alta relación de las variables.

Por último otro aspecto relevante del estudio es la ecuación de regresión, con la que se pueden realizar las proyecciones de las variables, la cual fue:

PRODUCCIÓN DE PAPEL = -1400.5 + 0.000020 CRECIMIENTO POBLACIONAL

Mercado potencial de la celulosa.

FIGURA 4. Resultado de la corrida del análisis de regresión entre las variables de producción de papel y crecimiento poblacional.



Análisis de regresión: PRODUCCIÓN DE CELULOSA vs. CRECIMIENTO POBLACIONAL

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	1	19631716	19631716	335.83	0.000
CRECIMIENTO POBLACIONAL	1	19631716	19631716	335.83	0.000
Error	14	818395	58457		
Total	15	20450111			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
241.778	96.00%	95.71%	94.19%

Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	-13930	946	-14.73	0.000	
CRECIMIENTO POBLACIONAL	0.000160	0.000009	18.33	0.000	1.00

Ecuación de regresión

PRODUCCIÓN DE CELULOSA = -13930 + 0.000160 CRECIMIENTO POBLACIONAL

FUENTE: Elaboración propia en Minitab 17.

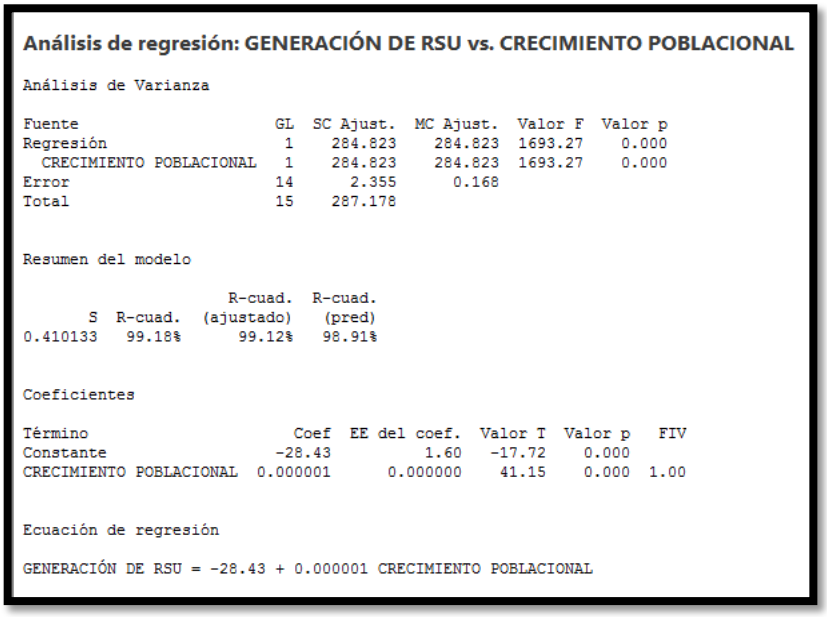
Conforme a los datos mostrados en la Figura 4. Se observa que el valor P arrojado para el estudio es de 0.000, con lo cual se rechaza Ho y se demuestra que si hay una relación entre el crecimiento poblacional y el consumo de papel, por otra parte, la corrida arroja un valor de R-cuad. De 96%, lo que representa una alta relación de las variables.

Por otra parte, la ecuación de regresión, con la que se pueden realizar las proyecciones de las variables, es:

PRODUCCIÓN DE CELULOSA = -13930 + 0.000160 CRECIMIENTO POBLACIONAL

Reciclaje de envases multicapa y la generación de RSU.

FIGURA 5. Resultado de la corrida del análisis de regresión entre las variables de generación de RSU y crecimiento poblacional.



Análisis de regresión: GENERACIÓN DE RSU vs. CRECIMIENTO POBLACIONAL

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	1	284.823	284.823	1693.27	0.000
CRECIMIENTO POBLACIONAL	1	284.823	284.823	1693.27	0.000
Error	14	2.355	0.168		
Total	15	287.178			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.410133	99.18%	99.12%	98.91%

Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	-28.43	1.60	-17.72	0.000	
CRECIMIENTO POBLACIONAL	0.000001	0.000000	41.15	0.000	1.00

Ecuación de regresión

GENERACIÓN DE RSU = -28.43 + 0.000001 CRECIMIENTO POBLACIONAL

FUENTE: Elaboración propia en Minitab 17

En los datos mostrados en la Figura 5. Se observa que el valor P arrojado para el estudio es de 0.000, con lo cual se rechaza Ho y se demuestra que si hay una relación entre el crecimiento poblacional y el consumo de papel, por otra parte, la corrida arroja un valor de R-cuad. De 99.18%, lo que representa una alta relación de las variables.

Por último otro aspecto relevante del estudio es la ecuación de regresión, con la que se pueden realizar las proyecciones de las variables, la cual fue:

GENERACIÓN DE RSU = -28.43 + 0.000001 CRECIMIENTO POBLACIONAL

RESULTADOS

Una vez comprobado la correlación de las variables analizadas y tomando como punto de partida las ecuaciones predictorias arrojadas por el análisis correlacional descrito en el punto anterior, se realiza una proyección de las mismas para los siguientes años, comprendiendo un periodo del año 2019 al 2014, dichas proyecciones se muestran en la Tabla 2.

TABLA 2. Proyecciones de las variables

	PROYECCIONES DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL	PROYECCIONES DEL CONSUMO DE PAPEL EN MILLONES DE TONELADAS CON RESPECTO AL CRECIMIENTO POBLACIONAL	PROYECCIONES DE LA FABRICACIÓN DE CELULOSA EN MILLONES DE M3 CON RESPECTO AL CRECIMIENTO POBLACIONAL	PROYECCIONES DEL RECICLAJE EN MÉXICO EN MILLONES DE TONELADAS CON RESPECTO AL CRECIMIENTO POBLACIONAL
2019	125324877	1105.99754	1346.83567	96.894877
2020	126810455	1135.7091	1399.12802	98.380455
2021	128296033	1165.42066	1451.42036	99.866033
2022	129781611	1195.13222	1503.71271	101.351611
2023	131267189	1224.84378	1556.00505	102.837189
2024	132752767	1254.55534	1608.2974	104.322767

FUENTE: Elaboración propia

NOTA: La proyección de la demanda se realizó con un factor de conversión de metros cúbicos de celulosa a toneladas, el cual es de .24 de acuerdo a datos de la Cámara de la industria del papel y la celulosa.

Tomando en cuenta datos de la Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y Papel, se tiene que para producir una tonelada de papel, se requiere alrededor de 1.5 toneladas de celulosa, transformando la producción de celulosa a papel y tomando como referencia las proyecciones de la tabla 2, se observa que existe un déficit de producción nacional, el cual es atendido por las exportaciones, lo que representa un área de oportunidad y crecimiento para la industria nacional, incluyendo la industria productora de celulosa a través del reciclaje, por otra parte considerando un precio base de la celulosa en el mercado el cual ronda los $250, se observa un nicho económico que va de los $22740 millones en el 2019 a los $5656 millones en el 2014, también se puede observar que

dicho mercado se habrá de reducir con el paso del tiempo, sin embargo representa un nicho de oportunidad económico muy atractivo para las inversiones. Las proyecciones son mostradas en la Tabla 3.

TABLA 3. Proyecciones del análisis del mercado potencial insatisfecho por la industria nacional.

AÑO	PROYECCIONES DE LA PRODUCCIÓN DE PAPEL EN MILLONES DE TONELADAS CON RESPECTO AL CRECIMIENTO POBLACIONAL	PROYECCIONES DE TONELADAS DE CELULOSA PRODUCIDA	TONELADAS DE PAPEL PRODUCIDAS CON LA CELULOSA MANUFACTURADA	DEFICIT DE PRODUCCIÓN DE PAPEL PRODUCIDO CON CELULOSA NACIONAL VS PRODUCCIÓN DE PAPEL TOTAL	PROYECCIÓN DE LAS TONELADAS DE CELULOSA REQUERIDAS PARA SOLVENTAR EL DEFICIT	PROYECCIÓN TAMAÑO DEL MERCADO INSATISFECHO POR LA PRODUCCIÓN NACIONAL EN TERMINOS ECONOMICOS
2019	1105.99754	1346.83567	1036.02744	69.9701012	90.9611316	22740.2829
2020	1135.7091	1399.12802	1076.25232	59.45678	77.293814	19323.4535
2021	1165.42066	1451.42036	1116.4772	48.9434588	63.6264964	15906.6241
2022	1195.13222	1503.71271	1156.70208	38.4301375	49.9591788	12489.7947
2023	1224.84378	1556.00505	1196.92696	27.9168163	36.2918612	9072.9653
2024	1254.55534	1608.2974	1237.15184	17.4034951	22.6245436	5656.1359

FUENTE: Elaboración propia

Por último y tomando como referencia datos mencionados anteriormente, como son el hecho de que el 51% de los RSU generados en el país, se concentran en la zona centro del país y que de estos el 1.5% pertenecen a los envases multicapa, se hace un análisis de que porcentaje del mercado insatisfecho por la producción nacional podría ser atendido por el reciclaje de los envase multicapa en la zona centro de México, tomando como base las proyecciones de la Tabla 2. Estableciendo así el potencial económico que representa dicha actividad, toda vez que se ha demostrado un mercado potencial y atractivo para incursionar en la producción de celulosa, dicho potencial va de los $132 millones en el 2019 a los $142 millones en el 2024, esto bajo el supuesto de que se reciclara el 100% de los envases desechados y que se vendiera el 100% de la celulosa

manufacturada, además de que se observa que el potencial económico tiende a crecer a través del tiempo. El análisis se muestra en la Tabla 4.

TABLA 4. Proyecciones del potencial económico del reciclado de envases multicapa en la zona centro de México.

AÑO	PROYECCIÓN DE ENVASES MULTICAPA GENERADOS EN LA ZONA CENTRO DEL PAÍS EN MILLONES DE TONELADAS	PROYECCIÓN DE LA CELULOSA QUE PUEDEN SER FABRICADAS MEDIANTE LOS ENVASES MULTICAPA EN MILONES DE TONELADAS	PROYECCIÓN DEL POTENCIAL ECONOMICO QUE PODRÍA ALCANZAR EN VENTAS LA CELULOSA PRODUCIDA MEDIANTE EL RECICLAJE DE ENVASES MULTICAPA EN MILLONES DE PESOS
2019	0.741245809	0.529461292	132.365323
2020	0.752610481	0.537578915	134.3947287
2021	0.763975152	0.545696537	136.4241344
2022	0.775339824	0.55381416	138.45354
2023	0.786704496	0.561931783	140.4829457
2024	0.798069168	0.570049405	142.5123513

FUENTE: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Se concluye recomendando invertir en el reciclado de envases multicapa en la zona centro de México, ya que hay un mercado potencial muy atractivo derivado del déficit de producción de celulosa en la industria nacional y que puede ser cubierto en un porcentaje por el reciclaje de los multicapa.

Por otra parte, si bien es cierto que existe un potencial económico atractivo, también es cierto que dicho potencial está restringido por aspectos como la logística en el ámbito del reciclaje en aspectos esenciales como el acopio, la distribución y los costos que estos puedan generar, recomendando ahondar con más profundidad en este tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Becerril, M. C. (2017). Impacto ambiental de envases multicapa. México. UNAM.

Creswell, J. (2005). Educational research: planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research. Upper saddle river. Pearson education.

Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y el Papel. Programa de desarrollo 2011-2016. (2019). http://www.camaradelpapel.mx/pdf/Programa_Desarrollo_2011-2016.pdf.

González A. Costos y beneficios ambientales del reciclaje en México Una aproximación monetaria. Gaceta ecológica. (México) 2001. P 17-20.

Hidalgo M. Posibilidades de fabricación con el polietileno aluminio obtenido del reciclaje de envases multicapa. Informador Técnico (Colombia). 2013. Vol. 7. P 101-102.

Instituto Nacional de Geografía e Historia INEGI. Informe anual 2015. (2019) https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/.

Neves, F.L. Recycling of aluminum and polyethylene from Tetra Pak cartón packages as plastic composite. Proc GPEC 2003- Global Pastics Environm Concil–fev (Detroit – USA), 2003. p 371-378.

Novales A. (2010). Análisis de regresión. España. Universidad Complutense.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. Informe 2018. (2019). fao.org/3/j2215s/j2215s08.htm.

Sampieri, R., Collado, C. y Lucio, P. (2006). Metodología de la Investigación. México DF: Mc Graw Hill.

Valdivia R. Valoración económica del reciclaje de desechos urbanos. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. (México). 2012. P 435-437.

Velázquez, Y. El reciclaje: una opción para minimizar la generación de residuos sólidos domiciliarios. DELOS (México). 2012. P 2-3.

PRODUCCIÓN DE BIOSURFACTANTES CON UN CULTIVO BACTERIANO MIXTO

ANDRES CASTRO SIERRA[1] ELENA RUSTRIÁN PORTILLA[2] MICHEL DE LA CRUZ CANUL CHAN[3]

RESUMEN.

El agua sufre un deterioro debido a la presencia de diversos contaminantes. Uno de estos, es el aceite usado de origen doméstico. Debido a ello, diversas tecnologías han sido planteadas para removerlos, una de ellas es la biodegradación. La cual emplea microorganismos para remover los contaminantes presentes en el agua. En el presente trabajo, se evaluó la capacidad de producir biosurfactantes por un cultivo mixto bacteriano artificial, formulado a partir de 5 cepas aisladas, capaces de degradador de hidrocarburos del petróleo. Se emplearon diferentes concentraciones (0.2, 0.5, 1.0, 2.5 y 5.0 % v/v) de aceite usado de origen doméstico. En todos los experimentos se evaluó la producción de biosurfactantes, la degradación del aceite y el crecimiento microbiano. Los resultados indicaron una mayor producción de biosurfactantes (3.86 mg/L equivalentes de Tween 20), cuando el cultivo mixto fue expuesto a una concentración de 5.0 % v/v de aceite usado. Se obtuvieron los valores de la ecuación de Monod μmax y ks, los cuales fueron 0.046 h-1 y 0.20 %v/v, respectivamente. La mayor degradación (33.19 %) de aceite usado se observó en presencia de 2.5 % v/v. De acuerdo a los resultados obtenidos, fue factible producir biosurfactantes a partir de aceite usado de origen doméstico en aguas residuales. Siendo esta, una opción para la obtención de un producto de valor agregado, a partir de un residuo peligroso.

Palabras clave: Biotensoactivos, Agua contaminada, Aceite doméstico usado

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Boca del Río. m19990513@bdelrio.tecnm.mx

2 Universidad Veracruzana / Facultad de Ciencias Quimicas

3 Universidad Veracruzana / Facultad de Ciencias Quimicas

INTRODUCCIÓN.

La constante actividad humana y el desarrollo industrial, están alterando el ambiente. El problema es tan grave, que ni la naturaleza ni el hombre son capaces de remediar el daño producido (González-Canal et al., 2017). Existen elementos más susceptibles, dentro de los que se destaca el agua, debido a que se encuentra íntimamente ligada al desarrollo poblacional, y a su vez la pone en contacto con múltiples agentes contaminantes (Cirelli, 2012). Aunado a lo anterior, también es necesario considerar los flujos de aguas residuales, compuestos por residuos minerales provienen de subproductos industriales, tuberías de abastecimiento y actividades antropogénicas, las cuales también derivan residuos orgánicos como carbohidratos, grasas y proteínas (Rojas, 2002).

Uno de los contaminantes de desecho común y con gran afectación al ambiente es el aceite usado de origen doméstico. Ya que, contamina el agua y altera el intercambio de oxígeno propiciando la eutrofización del medio y otros daños por su toxicidad. Además, es un compuesto hidrófobo con una compleja estructura química, lo cual provoca dificultades en durante su degradación cuando se emplean métodos convencionales (Russell, 2012), dando como resultado elevados costos en las plantas de tratamiento. De ahí que, al enfrentarse con problemáticas similares, Castells (2012) propuso el uso de sistemas integrales de tratamiento, que permiten el aprovechamiento de los residuos, y al mismo tiempo obteniendo un nuevo producto o servicio. Un ejemplo de ello, se basa en el empleo del aceite de cocina usado como sustrato para la obtención de productos biotecnológicos (Gómez et al., 2012).

El interés en los biosurfactantes se ha incrementado considerablemente en años recientes por sus aplicaciones en la industria y en el medio ambiente. Por ello, se ha observado un incremento significativo en el registro en el número de patentes internacionales para su aplicación en los sectores de alimentos, limpieza doméstica, cosméticos, recuperación de crudo, remediación de sitios contaminados y aplicaciones en agricultura, (Hung y Shreve 2001). No obstante, uno de los factores que limita su comercialización, en algunos casos, es el elevado costo asociado a su producción en gran escala. Por esta razón, las investigaciones recientes se han enfocado tanto a la

optimización de los procesos de producción como a la búsqueda de sustratos económicos (Jiménez et al., 2010). La producción de biosurfactantes se relaciona a menudo con el consumo de hidrocarburos, incluyendo residuos oleosos, y generalmente se produce durante el crecimiento celular exponencial (Neves et al., 2007). Pero también pueden producirse a partir de los azúcares (sacarosa, glucosa y lactosa), aceites vegetales, o almidón como fuentes de carbono (Sen, 2010). En la literatura, diferentes recursos renovables y residuos agroindustriales se han utilizado para la producción biosurfactante. Como, melazas (Saimmai et al., 2011), aguas residuales de la yuca (Nitschke y Pastore, 2002), efluentes de plantas de aceite de oliva (Ramírez et al., 2015), los aceites usados en fritura, residuos de destilería y suero de leche (Gomaa, 2013) han sido estudiados como sustratos de bajo costo para el crecimiento microbiano y la producción biosurfactante.

Los biosurfactantes son moléculas capaces de la reducción de la tensión superficial, formación de emulsiones para incrementar el contacto entre las dos fases inmiscibles (Hassan et al., 2014). Los biosurfactantes son una opción viable para reemplazar los surfactantes sintetizadores por vía química. Debido a que pueden ser biodegradables, de baja toxicidad, aceptables ecológicamente, incrementan la actividad superficial, por su alta capacidad de producir espuma, disminuyen la concentración micelar critica, son de alta selectividad y especificidad a temperaturas extremas, pH y rangos de salinidad (Joy et al., 2017).

A nivel mundial, el mercado de los biosurfactantes fue de 370,500 t/año en 2015. El cual se espera que para el año del 2018 sea de alrededor de 476,500 t/año, lo cual equivaldría a 2.21 billones de dólares, y para el año 2023 esto podría aumentar hasta 2.69 billones de dólares (Joy et al., 2017). Los biosurfactantes son un diverso grupo de compuestos que poseen una parte hidrofílica y otra hidrofóbica. Pueden ser agrupados de acuerdo a sus cargas iónicas, peso molecular y tipo de secreción. La clasificación más empleada, es la determinada con relación a su estructura química, los cuales son: glicolípidos, polipéptidos, fosfolípidos, ácidos grasos y surfactantes poliméricos (Hassan et al., 2014; McClements y Gumus, 2016). A pesar de la diversa cantidad de tipos de biosurfactantes, los glicolípidos y los lipopéptidos producidos por Pseudomonas aeruginosa y Bacillus

subtilis son los más conocidos y estudiados. La secreción de estos metabolitos secundarios, es relacionada principalmente con mecanismos de estrés, ya que juegan un papel primordial en la supervivencia de los microorganismos degradadores de hidrocarburos, pues les facilita el transporte del sustrato, garantizando así, la biodisponibilidad del mismo.

Los biosurfactantes mejoran la biodegradación de hidrocarburos promoviendo la emulsificación de compuestos hidrófobos a través de la formación de micelas e induciendo una mayor hidrofobicidad de la superficie celular, aumentando así el contacto físico directo entre la célula y el sustrato poco soluble en agua (Tzintzun et al.,2012). Adicionalmente, los biosurfactantes interfieren en las interacciones microbianas y los mecanismos de quorum sensing, esto debido a su acción antimicrobiana e insecticida, además evitan la formación de biopelículas y agentes adhesivos (Moussavi et al., 2017; y Paulino et al., 2016).

En el presente trabajo se evaluó la producción de biosurfactantes por un cultivo mixto bacteriano en presencia de aguas contaminadas por aceites usados de origen doméstico. El cultivo mixto empleado en el presente estudio fue formulado a partir de cepas aisladas de un consorcio microbiano degradador de hidrocarburos del petróleo.

METODOLOGÍA.

La metodología que se empleó en el presente trabajo, se dividió en dos etapas. La primera, donde se efectuó la adaptación y formulación del cultivo bacteriano mixto. La segunda etapa, se centró en la evaluación del crecimiento microbiano, degradación de aceite y producción de biosurfactantes como respuesta a la presencia del cultivo bacteriano mixto en diferentes concentraciones del sustrato.

Establecimiento del cultivo bacteriano mixto

Se emplearon cinco cepas bacterianas de un consorcio microbiano degradador de hidrocarburos, las cuales poseen la capacidad de degradar grasas y producir biosurfactantes. La reactivación se llevó acabo en caldo nutritivo con agitación y temperatura constante, 120 rpm y 35ºC, respectivamente. Para la formulación del cultivo

bacteriano se emplearon concentraciones iguales de las cinco cepas, las cuales fueron ajustadas por DO600nm.

Evaluación del cultivo bacteriano mixto

Los experimentos fueron llevados a cabo en matraces Erlenmeyer de 250 mL con un volumen de operación de 100 mL. Se empleó el medio Bushnell Haas, y aceite usado de origen doméstico, en distintas concentraciones (0.2, 0.5, 1.0, 2.5 y 5.0 % v/v). Los sistemas se inocularon con 100 μL del cultivo bacteriano mixto, ajustado a una DO600nm de 0.500. Los sistemas fueron incubados a temperatura y agitación constante, 37ºC y 120 rpm por 96 h, los experimentos se llevaron a cabo por duplicado.

Producción de biosurfactantes

La producción de biosurfactantes se evaluó a través del empleo de la técnica de desplazamiento de petróleo, que consiste en añadir 30 mL de agua destilada en una caja de Petri de 90 mm de diámetro, seguido de la adición de 50 µL de petróleo con el fin de formar una capa delgada sobre el agua. Posteriormente, se adiciono 10 µL de la muestra sobre la capa de aceite. La curva de calibración fue elaborada con Tween 20 (Hassan et al., 2014).

Crecimiento microbiano

Para la evaluación del crecimiento, se empleó a través de la determinación de la DO600nm. Las velocidades específicas de crecimiento se calcularon mediante la Ecuación 1.

$$\mu_{max} = \frac{\log(X_{MAX}) - \log(X_{MIN})}{Y_1 - Y_0} \qquad [1]$$

Dónde; $\log(X_{MAX})$ es el logaritmo natural de la concentración máxima, $\log(X_{MIN})$ es el logaritmo natural de la concentración mínima, Y_0 es el tiempo inicial (h), Y_1 es el tiempo final (h).

Degradación de aceites usados

La evaluación de la degradación del aceite usado se empleó lo establecido en la NMX-AA-005-SCFI-2013. El porcentaje de degradación se determinó de acuerdo con la ecuación 2.

$$\%D = \frac{(m_0 - m_{96})}{m_0} * 100 \qquad [2]$$

Dónde; %D es el porcentaje de degradación del aceite usado de origen doméstico, m_0 es la masa del aceite residual de la muestra a la hora inicial en g, m_{96} es la masa del aceite residual de la muestra a la hora 96 en g.

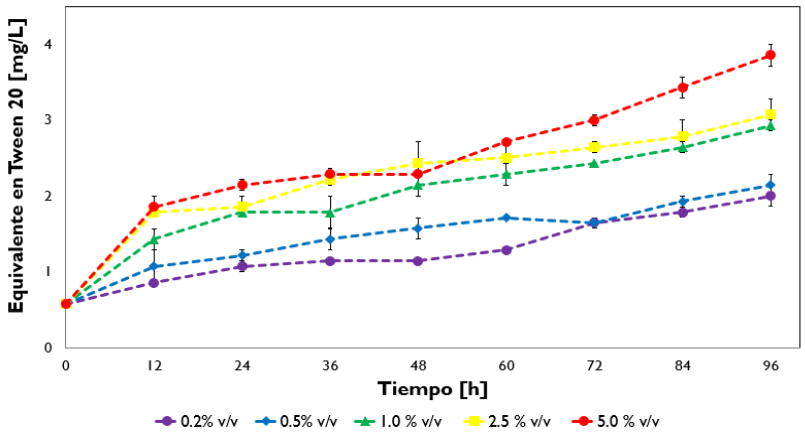
RESULTADOS

Determinación de producción de biosurfactantes

La producción de biosurfactantes fue evaluada durante el proceso de remoción de los aceites usados de origen doméstico presente en el agua contaminada. Los resultados se presentan en la Figura 1. Donde se puede observar una mayor producción de biosurfactantes al aumentar la concentración la concentración de aceites usados, ya que a bajas concentraciones (0.2%) se obtuvieron los valores más bajos de producción.

Por lo tanto, la máxima concentración de producción de biosurfactantes (3.8571 mg/L equivalentes de Tween 20) fue observado a las 96 h, en presencia de 5% de aceite usado. Por otra parte, la menor (2.1428 mg/L equivalentes de Tween 20) concentración se obtuvo cuando el agua residual contenía 0.2 y 0.5 % de aceite usado. De acuerdo con los resultados obtenidos se puede decir que la concentración de aceite usado en el agua tuvo una relación directa en la producción de biosurfactantes.

Figura 1.- Producción de biosurfactantes del cultivo bacteriano mixto en equivalencias de Tween 20 a diferentes concentraciones de aceite usado de origen doméstico.



Reportes previos de Colorado-Vazquez et al. (2018), demostraron la capacidad de la cepa Acinetobacter Calcoaceticus para producir biosurfactantes de 1.49 mg/L de equivalentes de Tween 20 bajo condiciones semejantes del presente trabajo. Sin embargo, en este trabajo se reporta una producción mucho mayor la cual equivale a un incremento del 158.86%. Quizá esto fue debido a que en el trabajo reportado por Colorado-Vázquez (2018) se empleó una sola cepa y en el presente trabajo se empleó un ensamble microbiano de cinco cepas productoras de biosurfactantes. Lo cual pudo indicar que un cultivo bacteriano mixto tiene un mayor potencial de producción de biosurfactantes, permitiendo asimilar mayores cantidades de su sustrato sin inhibirse.

Oliveira et al. (2013) empleó a una cepa genéticamente modificada de Bacillus subtilis LAMI005 expuesta a altas concentraciones de azúcares, para obtener una producción de 319.3 mg/L de biosurfactantes. Sin embargo, al comparar la complejidad del sustrato, se puede decir que los azúcares son más fáciles de asimilar en comparación con los aceites usados de origen, ya que estos últimos suelen contener materia orgánica y son insolubles en el agua, razones por las cuales son más difíciles para tomar como sustrato.

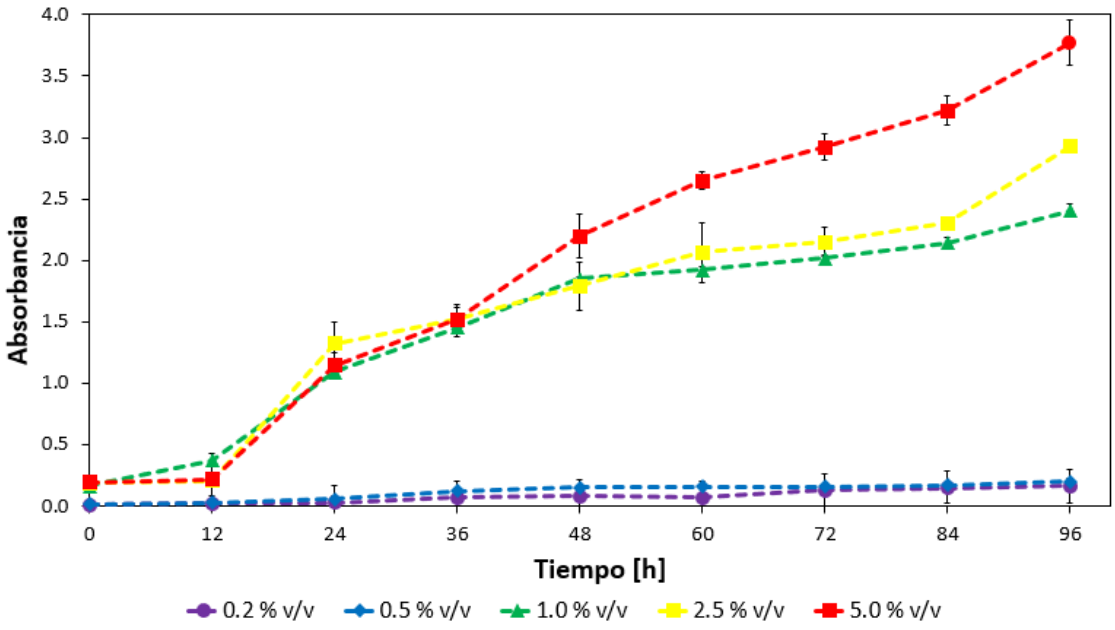
De acuerdo con Antonio-Canesin et al. (2014), el uso de sustratos que puedan tener una aplicación como alimento o materia prima aumenta la problemática del hambre y de la obtención de energéticos, lo que puede generar un desequilibrio ecológico de escala global. Además, de que en muchos casos fue necesario la modificación genética de los microorganismos lo que genera un incremento en costos y en la dificultad de la replicación

de esta. Por otra parte, está el enfoque holístico y sostenible, el cual, puede tener una aplicación real en la actualidad sin afectar el equilibrio ecológico. Como en el presente trabajo, donde se usó un cultivo bacteriano mixto formulado a partir, de cepas extraídas de un consorcio con capacidades de degradación de hidrocarburos. Así mismo, se empleó aceite usado de origen doméstico, el cual es considerado un residuo peligroso. Por lo tanto, se puede dar una correcta disposición del residuo a la vez que se produce un producto de valor agregado.

Evaluación del crecimiento microbiano

Para determinar el efecto que tuvo, la presencia de aceite usado, en el crecimiento microbiano (Figura 2) se determinó el incremento en la absorbancia en cada concentración de aceite usado.

Figura 2.- Densidad óptica a una longitud de onda de 600 nm como medida indirecta del crecimiento celular del cultivo bacteriano mixto a diferentes concentraciones de aceite usado de origen doméstico

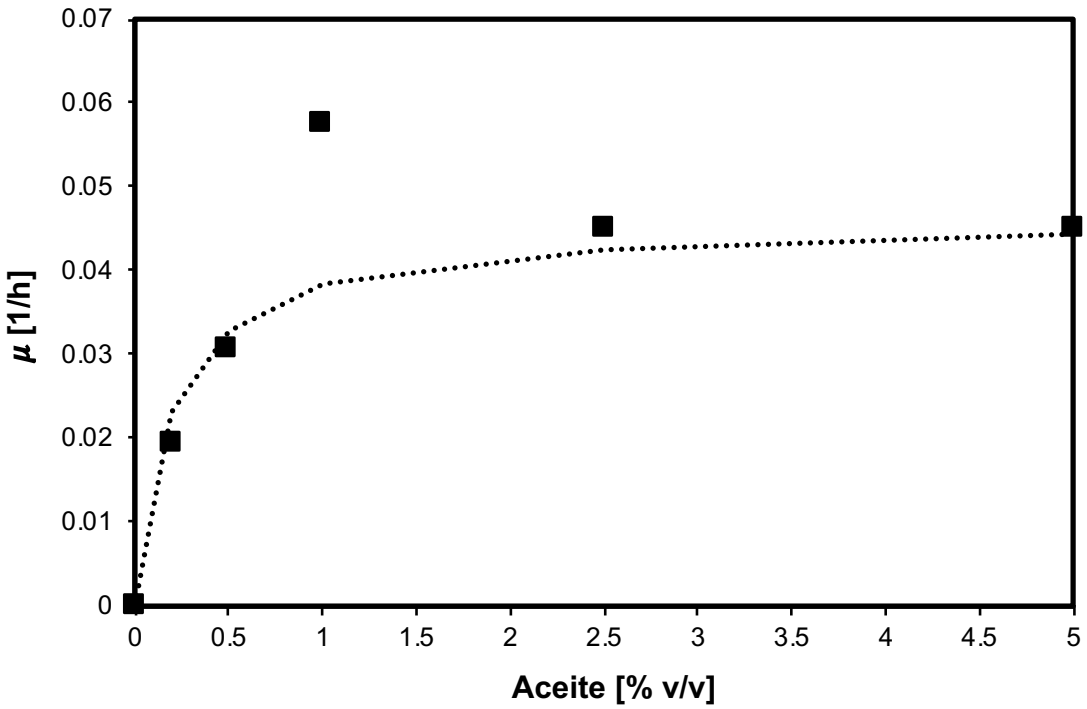


Se puede observar que en presencia de concentraciones de 0.2 y 0.5 % v/v el crecimiento fue menor en comparación con los demás experimentos. Quizá esto pudo deberse a que estas concentraciones no se estimuló la producción de biosurfactantes, debido a que no representaba un impedimento para la transferencia de oxígeno y la respiración de los microorganismos.

Por otro lado, las concentraciones de 1.0, 2.5 y 5.0 % v/v obtuvieron valores de producción semejantes hasta las 48 h. Posteriormente, exposición del cultivo bacteriano mixto presentó el mayor crecimiento con un valor de absorbancia de 3.77 al final del proceso de degradación.

La evaluación de la velocidad de crecimiento microbiano demostró que, al incrementar la concentración del aceite en el agua, el cultivo bacteriano mixto fue capaz de crecer. Lo anterior puede observarse en la Figura 3.

Figura 3.- Efecto de la concentración de aceite sobre la velocidad de crecimiento.



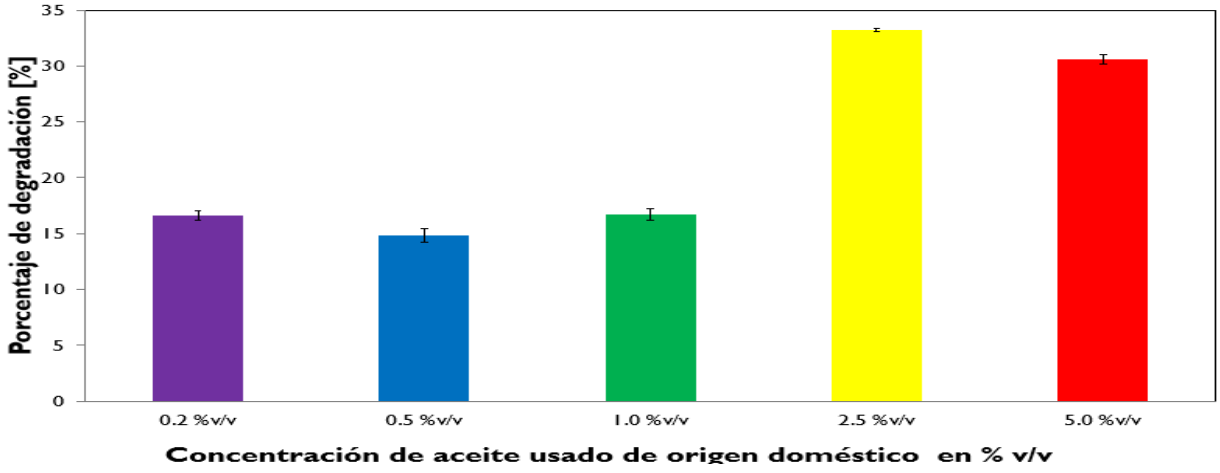
Los resultados de las diferentes velocidades de crecimiento fueron evaluados a través del modelo de Monod. Donde, se obtuvo un valor de μmax y ks de 0.046 h-1 y 0.20 %v/v. Lo que significa el consorcio es capaz de crecer de forma ideal en porcentajes cercanos al 0.20% v/v de aceite usado de origen doméstico, puesto que en esta concentración se puede obtener la máxima velocidad de crecimiento. Sin embargo, la producción de biosurfactantes fue mayor en concentraciones de 5% v/v de aceite usado.

En general, se puede decir que a mayores concentraciones las bacterias se desarrollaron de manera exponencial, quizá debido al trabajo en conjunto de las bacterias, lo cual, hacen más eficiente la asimilación de estas a la fuente de carbono optimizando el crecimiento microbiano (e Silva et al., 2014). Adicionalmente, los resultados obtenidos son concordantes a los reportes previos, donde se reporta que un mayor crecimiento microbiano se relaciona con una mayor producción de biosurfactantes (Riojas-González et al., 2010).

Estimación de la degradación de aceite usado

Para determinar el consumo de aceite, se empleó, la técnica de extracción de grasas por el método del soxhlet y hexanos en todas las concentraciones. Está, se realizó a la hora 0, es decir; recién inoculando, y la final después de haber incubado por 96 h como se muestra en la Figura 4.

Figura 4.- Porcentaje de degradación del aceite usado de origen doméstico en sus diferentes concentraciones en relación con la presencia del cultivo bacteriano mixto



Como se puede observar, la mayor degradación fue de 33.19 % y se dio en la concentración de 2.5 %v/v. Por lo contrario, la menor degradación 14.86 %, cuando se empleó una concentración de 0.5 %v/v. Con lo que se puede indicar que al igual que el crecimiento, la degradación tiene una relación con el porcentaje de degradación del aceite usado presente en el agua.

Los porcentajes de degradación obtenidos en el presente trabajo fueron superiores a los reportados por Colorado-Vazquez et al. (2018), quién obtuvo a través de la cepa Acinetobacter calcoaceticus un 21.08 % de degradación en un periodo igual y usando el mismo sustrato. Sin embargo, e Silva et al. (2014) logró una degradación del 80 % empleando a Pseudomonas cepacia con el mismo sustrato, pero en un periodo mayor, 144 horas.

CONCLUSIONES

Es factible emplear un cultivo bacteriano mixto para la degradación del aceite usado presente en agua residuales y producir biosurfactantes. El cultivo bacteriano mixto fue capaz de producir concentraciones mayores (3.86 mg/L) en presencia de 5% de aceite usado. Sin embargo, las velocidades de crecimiento y los porcentajes de degradación se obtuvieron en presencia de altas (2.5 y 5.0 %) concentraciones de aceite. Los resultados indicaron que el aceite usado presente en el agua puede ser empleados como una tecnología prometedora para la obtención de un metabolito de interés como son los biosurfactantes. Adicionalmente, puede permitir la correcta disposición de los aceites usados de origen doméstico, ya que es un residuo peligroso que causa el deterioro del ambiente y específicamente del agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castells, X. E. (2012). Aprovechamiento de residuos agrícolas y forestales: Reciclaje de residuos industriales. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Cirelli, A. F. (2012). El agua: un recurso esencial. Química viva, 11(3), 147-170.

Colorado-Vazquez, C., Castro-Sierra, A., Gracida-Rodríguez, J. N., Zepeda, A., Houbron, E., Rustrián-Portilla, E., y Canul-Chan, M. (2018). Producción de biosurfactantes a partir de aguas contaminadas con aceite usado de origen doméstico. Revista del Centro de Graduados e Investigación Instituto Tecnológico de Mérida, 33(73), 207-210.

e Silva, N., Rufino, R., Luna, J., Santos, V., y Sarubbo, L. (2014). Screening of Pseudomonas species for biosurfactant production using low-cost substrates. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 3(1), 132-139.

Gomaa, E. Z. (2013). Antimicrobial activity of a biosurfactant produced by Bacillus licheniformis strain M104 grown on whey. Brazilian Archives of Biology and Technology. Vol 56, No. 2 pp 259-268. Dubey, K., y Juwarkar, A. (2001). Distillery and curd whey wastes as viable alternative sources for biosurfactant production. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 17(1), 61-69.

González-Canal, I., Bizkaia, C. D. A. B., y González-Ubierna, J. A. (2017). Aceites usados de cocina. problemática ambiental, incidencias en redes de saneamiento y coste del tratamiento en depuradoras.

Hassan M., Essam T., Yassin A.S., y Salama A. (2014). Screening of bio-surfactant production ability among organic pollutants degrading isolates collected from Egyptian environment. Microbial y Biochemical Tecnology. 6, 195-201.

Hung, H. y C., y Shreve, G. S. (2001). Effect of the hydrocarbon phase on interfacial and thermodynamic properties of two anionic glycolipid biosurfactants in hydrocarbon/water systems. The Journal of Physical Chemistry B. Vol, 105, No. (50), pp 12596-12600.

Jiménez Islas, D., Medina Moreno, S. A., y Gracida Rodríguez, J. (2010). Propiedades, aplicaciones y producción de biotensoactivos. Revista internacional de Contaminación Ambiental. Vol 26, No. 1 pp 65-84.

Joy S., Rahman P.K.SM., Sharm S. (2017). Biosurfactant production and concomitant hydrocarbon degradation potentials of bacteria isolated from extreme and hydrocarbon contaminated environments. Chemical Engineering Journal. 317, 232-241.

McClements D.J., Gumus C.E. (2016). Natural emulsifiers-Biosurfactants, phospholipids, biopolymers, and colloidal particles: Molecular and physicochemical basis of functional performance. Advances in Colloid and Interface Science. 243, 3-26.

Moussavi G., Shekoohiyan S., Naddafi K. (2017). The accelerated enzymatic biodegradation and COD removal of petroleum hydrocarbons in the SCR using

active bacterial biomass capable of in-situ generating peroxidase and biosurfactants. Chemical Engineering Journal. 308, 1081-1089.

Neves, L. C. M., De Oliveira, K. S., Kobayashi, M. J., Penna, T. C. V., y Converti, A. (2007). Biosurfactant production by cultivation of Bacillus atrophaeus ATCC 9372 in semidefined glucose/casein-based media. In Applied Biochemistry and Biotecnology (pp. 539-554).. Humana Pres. Vol 135 pp 539-554.

Nitschke, M., y Pastore, G. M. (2002). Biossurfactantes: propriedades e aplicações. Química Nova.

Paulino B.N., Pessôa M.G., Rodriguez Mano M.C., Molina G., Neri-Numa I.A., Pastore G.M. (2016). Current status in biotecnological production and applications of glycolipid biosurfactants. Appl Microbiol Biotechnol. 100, 10265-10293.

Ramírez, I. et al. (2015). Rhamnolipid and surfactin production from olive oil mill waste as sole carbon source. Bioresource technology. Vol 198 pp 231-236Mercade, M. E., y Manresa, M. A. (1994). The use of agroindustrial by-products for biosurfactant production. Journal of the American Oil Chemists' Society, 71(1), 61-64.

Riojas-González, H. H., Torres-Bustillo, L. G., Mondaca-Fernández, I., Balderas-Cortes, J., y Gortares-Moroyoqui, P. (2010). Efectos de los surfactantes en la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos. QuímicaViva, 3(9).

Rojas, R. (2002). Sistemas de tratamiento de aguas residuales. Gestion integral de Tratamiento de Aguas Residuales, 1(1), 8-15.

Russell, D. L. (2012). Tratamiento de aguas residuales. Un enfoque práctico. Barcelona, España: Reverté.

Saimmai, A., Sobhon, V., y Maneerat, S. (2011). Molasses as a whole medium for biosurfactants production by Bacillus strains

Sen, R. (Ed.). (2010). Biosurfactants (Vol. 672). Advances in experimental medicine and biology.). Springer Science y Business Media. Vol 672. y Business Media.

AUTOMATIZACIÓN DE LA ESTACION METEOROLÓGICA DEL ITSTB

FRANCISCO JAVIER TRÁPAGA PÉREZ[1] YAMILET SALOMÓN RUIZ[2] ROSAURA RASGADO CHANONA[3]. OSCAR CASTRO URRUTIA[4]

RESUMEN.

El proyecto se realiza con base al registro de las temperaturas tomadas de la Estación Meteorológica del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca y el concepto consiste en sustituir el proceso manual, mediante un sistema basado en software y hardware libre de Arduino, la 1. Toma de datos de forma autónoma, 2. Registro y control de información en servicio web, 3. Actualización y almacenamiento cada 60 minutos durante las 24 horas. Presentación de los resultados compilados en una página web accesible ya sea en red privada o internet, dependiendo las demandas presentadas por las entidades involucradas.

INTRODUCCIÓN.

La toma de datos para un servicio meteorológico se aplica a casi todos los aspectos cotidianos, que van desde algo tan sencillo como la presentación de un evento a cielo abierto, su toma de decisiones de suspenderlo, programarlo o adecuarse para ellos, hasta situaciones de alimentación mundial con base a la información que se recabe, inclusive situaciones de supervivencia, en la que la mayoría de los grupos de prevención o previsión a nivel nacional se apoyan de esta información. Por ello es tan importante la actividad realizada por el instituto en apoyo a CONAGUA, ejemplo de ello puede ser 1. La toma de decisión para cambiar la tarifa asignada de 1B a 1D a los usuarios domésticos de la compañía suministradora de energía eléctrica (Comisión Federal de Electricidad

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. ftrapaga@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. yami2711@gmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. rosy_chani87@hotmail.com

4 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. ingocastro@hotmail.com

CFE) con base al promedio anual tomado durante cinco días consecutivos para los meses considerados como verano, recabados por CONAGUA y obtenidos de la Estación Meteorológica del TEC TBL., como elemento principal de requerimientos por CFE y presentados por los diputados del Congreso de la Unión para cumplir con la demanda de la circunscripción política que abarca y se encuentra demarcada por el municipio de Tierra Blanca, Veracruz, en los meses más calurosos del año. 2. Información que presenta en espacios informativos de los diferentes medios masivos de comunicación en formato impreso, televisivo, radiofónico, internet o apps. 3. Apoyos de investigación pedagógico y didáctico para las diferentes ingenierías del instituto y materias de ciencias básicas como Probabilidad y Estadística entre otras. 4.Pronósticos para el inicio de siembras controladas y supervisadas de diferentes hortalizas y fruticultura dentro de los invernaderos del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca.

METODOLOGÍA.

El planteamiento del proyecto se realiza con base al registro de las temperaturas tomadas de la Estación Meteorológica del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, que se realiza de forma manual por parte de un alumno asignado a Beca-Trabajo dentro de la Institución, de manera periódica al día, cada tres veces, esto a:

1.- 7 AM

2.- 12 AM

3.- 7 PM

Este registro lo efectúa mediante la toma de lectura de un termómetro instalado dentro de un nicho en las instalaciones de área verde del instituto, lo recopila y registra en una hoja basada en Excel, y el instituto lo envía vía correo electrónico a la CONAGUA en la Ciudad de Xalapa, Veracruz.

Con la hoja de datos en Excel, CONAGUA efectúa los procesos matemáticos para la estadística y de ahí partir, para su pronóstico meteorológico y la información que presenta a las diferentes entidades que demanden dicha información.

El concepto consiste en sustituir el proceso manual, mediante sistema basado en software y hardware libre en Arduino, para la:

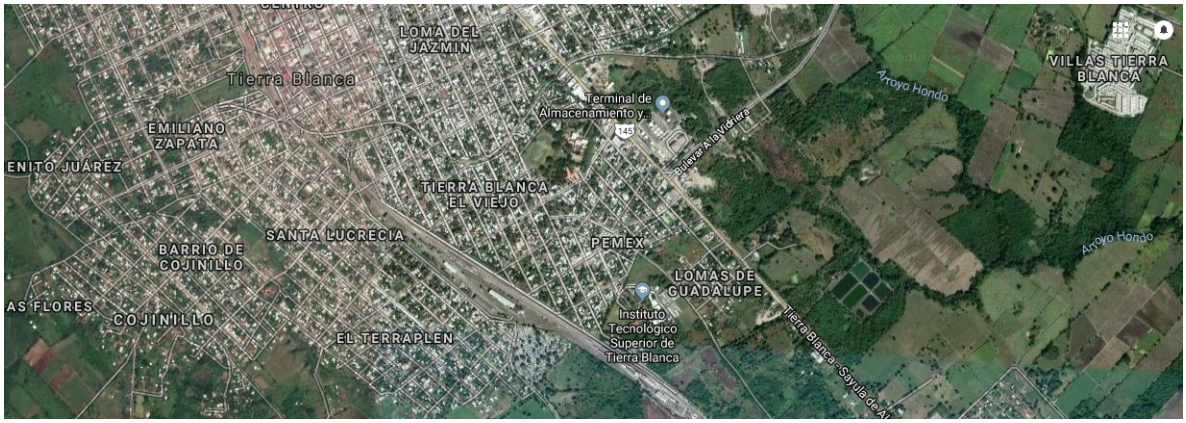
Toma de datos de forma autónoma

a) Registro y control de la información en servicio web
b) Renovación y almacenamiento cada 5 minutos durante las 24 horas
c) Presentación de los resultados compilados en una página web, accesible ya sea en una red privada o internet, dependiendo de las demandas presentadas por las entidades involucradas.

LUGAR DE REALIZACIÓN DEL PROYECTO

Dentro de las instalaciones asignadas para la estación meteorológica del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca en la Ciudad de Tierra Blanca, Veracruz siendo esta, un nicho dentro de las áreas verdes más septentrional de dicho Instituto, a la cual cursan, de forma cercana redes de energía eléctricas y comunicaciones desde y hacia el instituto, tal como se muestra en la Figura 1.

Figura 5 Ubicación del ITSTB



Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

Héroes de Puebla esquina Veracruz s/n

Colonia Pemex CP 95180

Tierra Blanca, Veracruz, México

JUSTIFICACIÓN

El proceso actual para la obtención de datos se realiza de forma manual, un alumno que asiste tres veces al día en la toma de temperatura entre otros parámetros físicos que

contiene la estación meteorológica, siendo este último el que se considera para este proyecto.

Se sustituirá este proceso manual, usando la plataforma de hardware y software libre denominado “arduino”-

Se usará una interface mediante un servidor web configurado para acceso a través de los diferentes exploradores de internet, como internet explorer, mozilla Firefox, entre otros, para la lectura en tiempo real de la medición de temperatura y su presentación visual de dicha lectura, desde cualquier parte del mundo de usuarios de internet.

Implementación de una base de datos para el registro, control y uso de herramientas básicas para presentar las diferentes variables estadísticas de los datos recopilados y obtener lecturas de las lecturas máximas, mínimas y promedio diaria, semanal y mensual.

Envío de la información a la plataforma de recopilación de datos a CONAGUA.

Al implicar diferentes ámbitos en diferentes disciplinas de Ingeniería del Instituto, se implementará para las Ingenierías en Electrónica, Sistemas Computacionales, Ambiental y Mecatrónica, además de Industrial para los procesos de construcción y logística para el desarrollo y término de dicho proyecto.

Se considera la materia de Ciencias Básicas de Probabilidad y Estadística como principal beneficiario para el desarrollo de las competencias que contiene dicho programa.

OBJETIVOS GENERALES

Automatizar el registro, control y procesamiento básico de los datos obtenidos para la información de temperatura, usando “arduino” para ello.

Diseñar, construir y presentar el hardware basado en “arduino” necesario para el desarrollo de este proyecto físicamente.

Compilar el código del software en “arduino” para completar la presentación en un servidor web, que entregue datos en tiempo real, además de valores estadísticos diarios, semanales y mensuales.

Configurar el servicio de base de datos para la presentación de información a CONAGUA, que sustituya el proceso manual con certidumbre, repetición y precisión de los datos obtenidos en la estación meteorológica del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca.

Historia de la medición de temperatura

La temperatura de los cuerpos es un concepto que el hombre primitivo (precientífico) captó a través de sus sentidos.

Si tocamos dos piedras iguales, una a la sombra y otra calentada por el sol (o por el fuego de una hoguera) las encontramos diferentes. Tienen algo distinto que detecta nuestro tacto, la temperatura.

La temperatura no depende de si la piedra se desplaza o de si está quieta y tampoco varía si se fragmenta.

Las primeras valoraciones de la temperatura dadas a través del tacto son simples y poco matizadas. De una sustancia sólo podemos decir que está caliente, tibia (caliente como el cuerpo humano), templada (a la temperatura del ambiente), fría y muy fría.

Con el diseño de aparatos se pudieron establecer escalas para una valoración más precisa de la temperatura.

El sensor de temperatura bimetálico fue inventado al final del siglo XIX. Este sensor utiliza la diferencia en la expansión de dos placas de metal unidas. Los cambios de temperatura crean una curva que puede ser usada para activar un termostato o un medidor similar a los que se usan en parrillas a gas. La precisión es baja, más o menos 2 grados, pero estos sensores de temperatura son baratos, y por lo tanto tienen muchas aplicaciones.

El termómetro como lo conocemos a día de hoy fue inventado en 1612 por Santorio Santorio en Italia. Santorio selló un líquido dentro de un tubo de vidrio, observó que el líquido se movía hacia arriba mientras se expandía. Una escala en el tubo facilitaba la visualización de los cambios, pero el sistema no tenía unidades de temperatura precisas.

Sensor de humedad utilizando Arduino

Antes de comenzar a programar nuestro sensor, debemos conocer la plataforma en donde vamos a trabajar en este caso “ARDUINO”

Primero que nada ¿Qué es Arduino? y ¿para que se utiliza?

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinares.

Nos proporciona un software consistente en un entorno de desarrollo (IDE) que implementa el lenguaje de programación de Arduino y el bootloader ejecutado en la placa. La principal característica del software de programación y del lenguaje de programación es su sencillez y facilidad de uso

¿Para qué sirve Arduino? Arduino se puede utilizar para desarrollar elementos autónomos, conectándose a dispositivos e interactuar tanto con el hardware como con el software. Nos sirve tanto para controlar un elemento, pongamos por ejemplo un motor que nos suba o baje una persiana basada en la luz existente es una habitación, gracias a un sensor de luz conectado al Arduino, o bien para leer la información de una fuente, como puede ser un teclado, y convertir la información en una acción como puede ser encender una luz y pasar por un display lo tecleado.

Objetivo del elemento:

Medir la temperatura.

Medir la humedad.

Figura 1-Arduino

Figura 2-Arduino

Conociendo el sensor DHT11.

El DHT11, Figura 2, es un sensor de humedad y temperatura ambiente. Entre sus principales ventajas esta su bajo coste y que proporciona una salida digital de los datos. Esta segunda ventaja hace al sensor mucho más estable que los sensores analógicos similares.

Figura 6- Sensor DHT11

Su única desventaja es que solo proporciona números enteros en su salida de datos, lo que hace que este sensor no sea una buena elección si se necesitan lecturas más precisas en las que sean necesarios los decimales.

Características técnicas:

- Rango de medida de temperatura: 0º-60º
- Rango de medida de humedad: 20%-90%
- Tensión de alimentación: 3,3V a 5V
- Tiempo de respuesta < 0,5s.
- Dimensiones: 23,5 mm x 12 mm x 5,5 mm.

Del mismo modo, se realiza el código de Arduino para la lectura de los datos de temperatura obtenidos por el sensor DHT11.

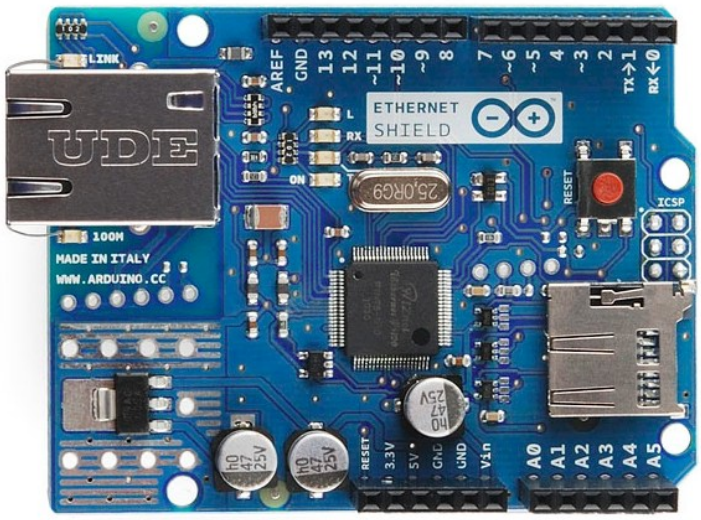
Figura 7 - Código Arduino con DHT11

```
#include "DHT.h"//Incluye librería de control del sensor
#define DHTPIN 8//Defiene el pin al que se conectará el sensor
#define DHTTYPE DHT11//Seleciona el tipo de sensor
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);//Configura la librería

int temperatura = 0;//Declara la variable temperatura
int humedad = 0;//Declara la variable humedad

void setup() {
Serial.begin(9600);//Inicializa el puerto serie
dht.begin();//Inicializa la libraria dht
}
void loop() {

humedad = dht.readHumidity();// Lee la humedad
temperatura = dht.readTemperature();//Lee la temperatura

Serial.print("Humedad: ");//Imprime "Humedad: "
Serial.print(humedad);//Imprime el valor de la humedad.
Serial.println("%");//Imprime "%"
Serial.print(" Temperatura: ");//Imprime " Temperatura: "
Serial.print(temperatura);//Imprime el valor de la temperatura
Serial.println("C");//Imprime "C"
delay (2000);//Espera 2 segundos para hacer la siguiente medida.

}
```

El Arduino ethernet shield.

Nos da la capacidad de conectar un Arduino a una red ethernet. Es la parte física que implementa la pila de protocolos TCP/IP. Está basada en el chip ethernet Wiznet W5100. El Wiznet W5100 provee de una pila de red IP capaz de soportar TCP y UDP. Soporta hasta cuatro conexiones de sockets simultáneas. Usa la librería Ethernet para leer y escribir los flujos de datos que pasan por el puerto ethernet. Me permitirá escribir sketches que se conecten a internet usando la shield.

Figura 8 - Arduino Shield



El shield provee un conector ethernet estándar RJ45. La ethernet shield dispone de unos conectores que permiten conectar a su vez otras placas encima y apilarlas sobre la placa Arduino.

Arduino usa los pines digitales 10, 11, 12, y 13 (SPI) para comunicarse con el W5100 en la ethernet shield. Estos pines no pueden ser usados para e/s genéricas.

El botón de reset en la shield resetea ambos, el W5100 y la placa Arduino.

La shield contiene varios LEDs para información:

- ON: indica que la placa y la shield están alimentadas
- LINK: indica la presencia de un enlace de red y parpadea cuando la shield envía o recibe datos
- 100M: indica la presencia de una conexión de red de 100 Mb/s (de forma opuesta a una de 10Mb/s)
- RX: parpadea cuando el shield recibe datos
- TX: parpadea cuando el shield envía datos

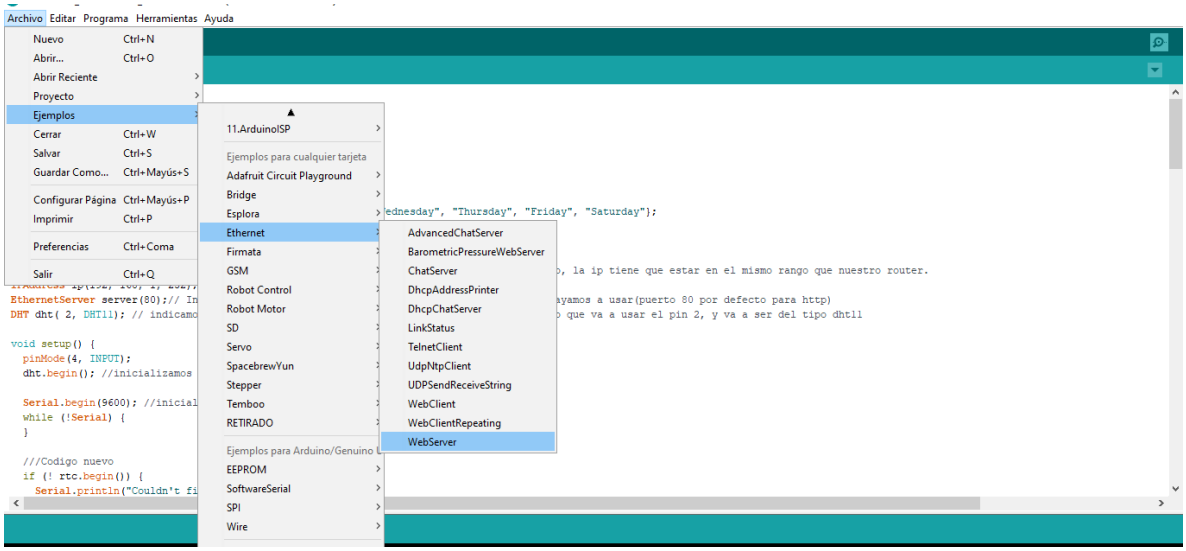
Para usar la Ethernet Shield solo hay que montarla sobre la placa Arduino. Para cargar los sketches a la placa con el shield, conectarla al ordenador mediante el cable USB como se hace normalmente. Luego conectar la Ethernet a un ordenador, a un switch o a un router utilizando un cable ethernet standard (CAT5 o CAT6 con conectores RJ45). La conexión al ordenador puede requerir el uso de un cable cruzado (aunque muchos ordenadores actuales, pueden hacer el cruce de forma interna).

Figura 9 - Montaje de la Shield sobre la placa Arduino

Para continuar con la implementación del dispositivo, se procede a realizar la vinculación con algún servidor web, que sea que reciba los datos provenientes desde el sensor y que sean almacenados para su posterior análisis.

Tenemos en la figura de abajo en la que se observa como cargar un ejemplo para nuestro ethernet para esto nos dirigimos a la pestaña Archivo >Ethernet >WebServer.

Figura 10 - Vinculación con Ethernet del Arduino



Al hacer esto, nos dará un código ya establecido.

Corremos y cargamos este código en nuestro Arduino.

Lo único que hace es crear una página muy sencilla y ponerla en el servidor web para comprobar que las conexiones a la red son correctas.

Enseguida volveremos para ver en detalle el funcionamiento del programa. Por ahora solo queremos comprobar que estamos en la red.

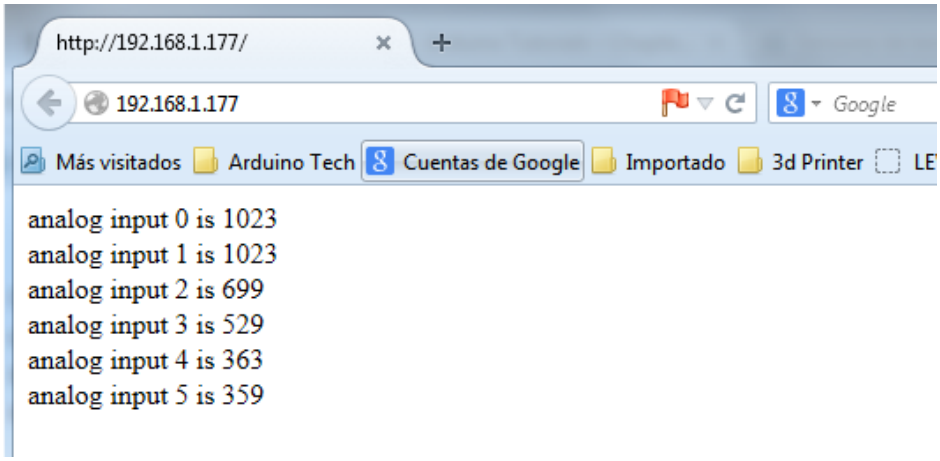
Ese programa incluye al principio una línea así: IPAddress ip(192, 168, 1, 177);

Que es la dirección IP que asignamos al Shield Ethernet. Si esta dirección sirve, porque está en la misma subred, no hay que modificarla, pero en caso contrario asegurarse de ponerle una dirección IP válida para nuestra red.

Lo que hace este programa hace, es mostrar los valores de las puertas analógicas en una página web cuya dirección IP es la que le hemos asignado en el paso anterior.

Si usa un PC, abra su navegador preferido y escribir en la página de direcciones la IP de su Shield Ethernet. En este caso es la 192.168.1.177. Se debe apreciar algo parecido a esto:

Figura 11 - Comprobación de la conexión vía Ethernet

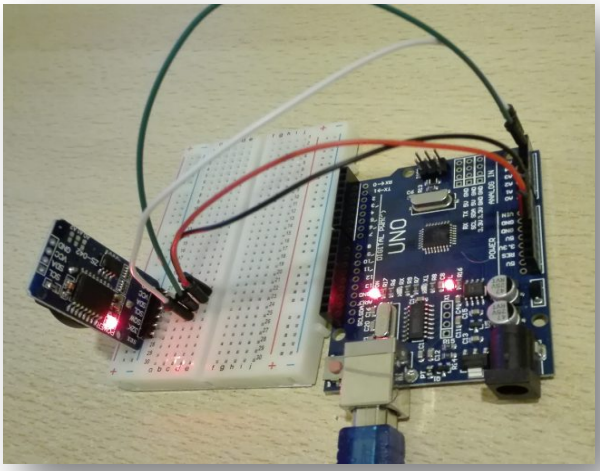


Implementación del módulo RTC DS3231

El módulo RTC DS3231 que les presento es uno de varios que resuelve la necesidad de tener un reloj de tiempo real conectado a nuestro Arduino. El RTC es un recurso muy útil en algunos proyectos. Generalmente vienen con la opción de ponerles una pila que en mi caso puede ser recargable o no (de litio), y que le permite al módulo mantener la hora aun cuando le desconectemos a nuestro Arduino la energía.

El RTC DS3231 incorpora el chip DS3231 que es uno de los dos más comunes para estas aplicaciones. El otro es el DS1307 y la mayoría de las explicaciones son válidas para ambos chips.

Figura 12 - Módulo DS3231 con Arduino



Posterior a ello, se debe llevar a cabo la conexión entre los diversos dispositivos y por eso se elabora el siguiente código:

Figura 13 - Código para DS3231 (parte 1)

```
// Librería para convertir de BCD a decimal y viceversa
#include <bcdlib.h>

// Incluimos la librería del proyecto Arduino para I2C
#include "Wire.h"

// Esta es la dirección de nuestro módulo
#define DS3231_I2C_ADDRESS 0x68

void setup() {
  // Inicializamos el Monitor Serial para nuestras pruebas
  Serial.begin(9600);

  // Inicializamos nuestra librería
  Wire.begin();

  // Opcional: configuramos la hora
  Wire.beginTransmission(DS3231_I2C_ADDRESS);

  Wire.write(0x00); // El primer byte es la dirección en la que escribiremos

  // Para nuestro ejemplo usé Junio 8, 2017 a las 18:25:30
  Wire.write(bcdlib::dec2bcd(30)); // Segundos 0-59
  Wire.write(bcdlib::dec2bcd(25)); // Minutos 0-59
  Wire.write(bcdlib::dec2bcd(18)); // Hora 0-23 en formato de 24 horas (aunque soporta formato 12h no lo
  Wire.write(bcdlib::dec2bcd(5));  // Día de la semana 1-7
  Wire.write(bcdlib::dec2bcd(8));  // Dia 1-31
  Wire.write(bcdlib::dec2bcd(6));  // Mes 1-12
  Wire.write(bcdlib::dec2bcd(17)); // Anio 0-99
  Wire.endTransmission();
```

Figura 14 - Código para DS3231 (parte 2)

```
  Wire.endTransmission();
}

void loop() {
  int x;
  byte buffer[7];

  // Para leer el reloj simplemente iniciamos una transmision y enviamos un 0 solamente
  Wire.beginTransmission(DS3231_I2C_ADDRESS);
  Wire.write(0); // set DS3231 register pointer to 00h
  Wire.endTransmission();

  // Solo leeremos 7 bytes ya que nos alcanza para la fecha y hora
  Wire.requestFrom(DS3231_I2C_ADDRESS, 7);

  // Leemos 7 bytes
  for (x=0; x<7; x++) {
    buffer[x] = Wire.read();
  }

  // Mostramos la fecha y hora leida
  Serial.println(String("Fecha (D/M/Y) ") + bcdlib::bcd2dec(buffer[4]) + "/" + bcdlib::bcd2dec(buffer[5])
    + "/20" + bcdlib::bcd2dec(buffer[6]) + ", Hora " + bcdlib::bcd2dec(buffer[2])
    + ":" + bcdlib::bcd2dec(buffer[1]) + ":" + bcdlib::bcd2dec(buffer[0]));
  Serial.println("");

  // Leeremos la hora cada 5 segundos
  delay(5000);
}
```

Una vez probadas todas las secciones del proyecto de forma individual, se procede a realizar el ensamblado de ellos, englobando para ello un solo código generado en el Arduino, el cual se muestra a continuación:

Figura 15 - Código para la realización del Servidor Web (Parte 1)

PROYECTO_SW Arduino 1.8.7 (Windows Store 1.8.15.0)

Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

PROYECTO_SW

```
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <DHT.h>

#include <Wire.h>
#include "RTClib.h"
RTC_DS3231 rtc;

char daysOfTheWeek[7][12] = {"Sunday", "Monday", "Tuesday", "Wednesday", "Thursday", "Friday", "Saturday"};
boolean flagg = true;
String Tiempo = "";

byte mac[] = {0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED}; // Ingresamos la MAC y la IP del arduino, la ip tiene que estar en el mismo rango que nuestro router.
IPAddress ip(192, 168, 1, 252);
EthernetServer server(80);// Iniciamos la libreria de ethernet con la ip y el puerto que vayamos a usar(puerto 80 por defecto para http)
DHT dht( 2, DHT11); // indicamos que dentro de la libreria del DHT, vamos a crear un objeto que va a usar el pin 2, y va a ser del tipo dht11

void setup() {
  pinMode(4, INPUT);
  dht.begin(); //inicializamos la libreria DHT

  Serial.begin(9600); //inicializamos la comunicacion serie
  while (!Serial) {
  }

  ///Codigo nuevo
  if (! rtc.begin()) {
    Serial.println("Couldn't find RTC");
```

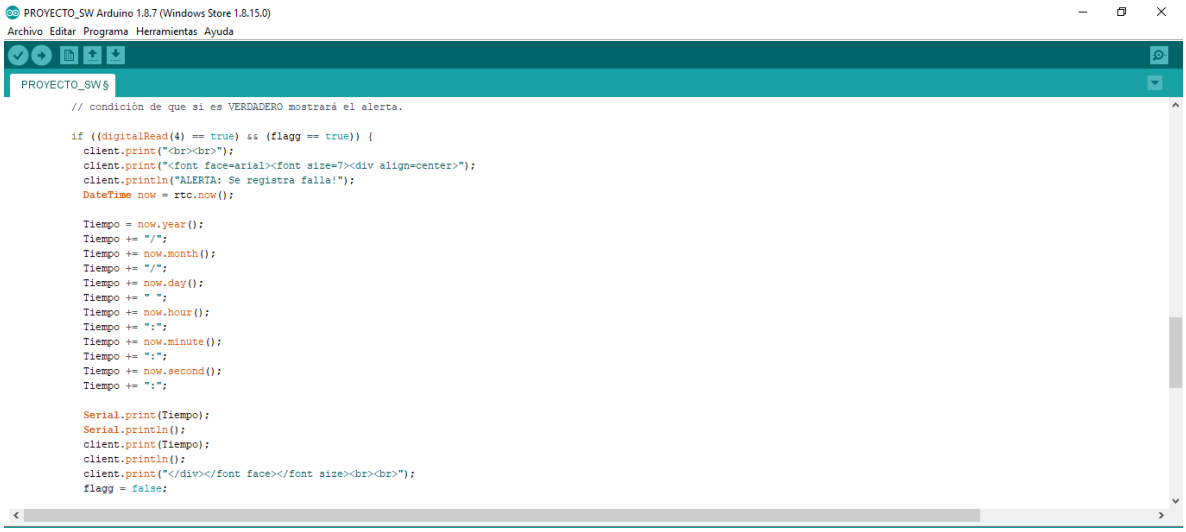
Figura 16 – cont. parte 2

```
    Serial.println("Couldn't find RTC");
    while (1);
  }
  if (rtc.lostPower()) {
    Serial.println("RTC lost power, lets set the time!");
    //rtc.adjust(DateTime(F(_DATE_), F(_TIME_)));
  }
  //Codigo nuevo \\

  // comienza la conexion con internet:
  Ethernet.begin(mac, ip);//inicializa cual es la mac y la ip
  server.begin();//inicializa el servidor
  Serial.print("servidor esta en ");//imprime
  Serial.println(Ethernet.localIP());//imprime la ip local
}

void loop() {

  EthernetClient client = server.available();                // se crea el objeto cliente cuando el servidor esté disponible
  if (client) {                                              // si el cliente esta conectado
    Serial.println("Nuevo cliente");                         //imprime
    // una respuesta http termina con una linea en blanco
    boolean currentLineIsBlank = true;                       // y detecta una linea en blanco
    while (client.connected()) {                             //mientras el cliente esté conectado
      if (client.available()) {                              // y si el cliente está disponible
        char c = client.read();                              // crea un objeto llamado c para leer al cliente
        Serial.write(c);
```

Figura 17 - cont. parte 3

```
      Serial.write(c);

      if (c == '\n' && currentLineIsBlank) {
        // send a standard http response header
        client.println("HTTP/1.1 200 OK");
        client.println("Content-Type: text/html");
        client.println("Connection: close");  // the connection will be closed after completion of the response
        client.println("Refresh: 5");  // refresh the page automatically every 5 sec
        client.println();
        client.println("<!DOCTYPE HTML>");
        client.println("<html>");
        client.print("<head><title>TEMPERATURA</title><head>");
        client.print("<body background=http://static.vueling.com/cms/media/1217000/santander.jpg>");

        float t = dht.readTemperature();

        client.print("<hr weidth=130 noshade>");// una linea horizontal de 150 que no tiene sombra
        client.print("<font face=arial><font size=4><div align=right>Mexico</font></div>");
        client.print("<font face=arial><font size=4><div align=right>Dep. Conmutacion y Transmision</font></div>");
        client.print("<br><br><br><br>");// espacio de separacion
        client.print("<font face=arial><font size=6><div align=center>Temperatura actual del cuarto</div></font face></font size><br>"); // fuente, tamaño y alineamiento del texto, el tamañ
        client.print("<br><br>");
        client.print("<font face=arial><font size=7><div align=center>");
        client.print(t);
        client.print(" &degC</div></font face></font size>");
        client.print("<br><br>");

        // condición de que si es VERDADERO mostrará el alerta.
```

Figura 18 - cont. parte 4

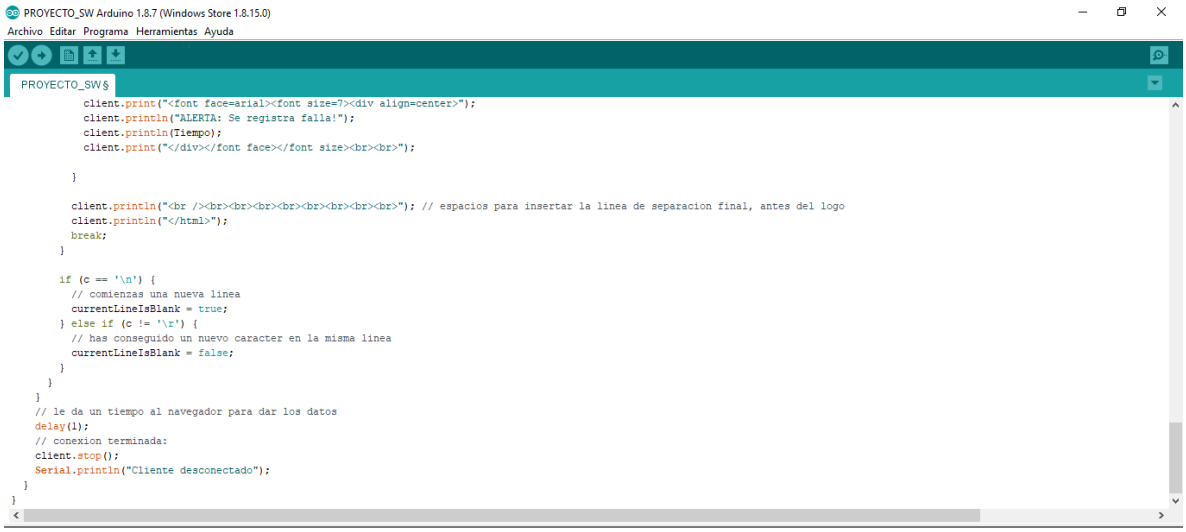



```
        // condición de que si es VERDADERO mostrará el alerta.

        if ((digitalRead(4) == true) && (flagg == true)) {
          client.print("<br><br>");
          client.print("<font face=arial><font size=7><div align=center>");
          client.println("ALERTA: Se registra falla!");
          DateTime now = rtc.now();

          Tiempo = now.year();
          Tiempo += "/";
          Tiempo += now.month();
          Tiempo += "/";
          Tiempo += now.day();
          Tiempo += " ";
          Tiempo += now.hour();
          Tiempo += ":";
          Tiempo += now.minute();
          Tiempo += ":";
          Tiempo += now.second();
          Tiempo += ":";

          Serial.print(Tiempo);
          Serial.println();
          client.print(Tiempo);
          client.println();
          client.print("</div></font face></font size><br><br>");
          flagg = false;
```

Figura 19 - cont. parte 5

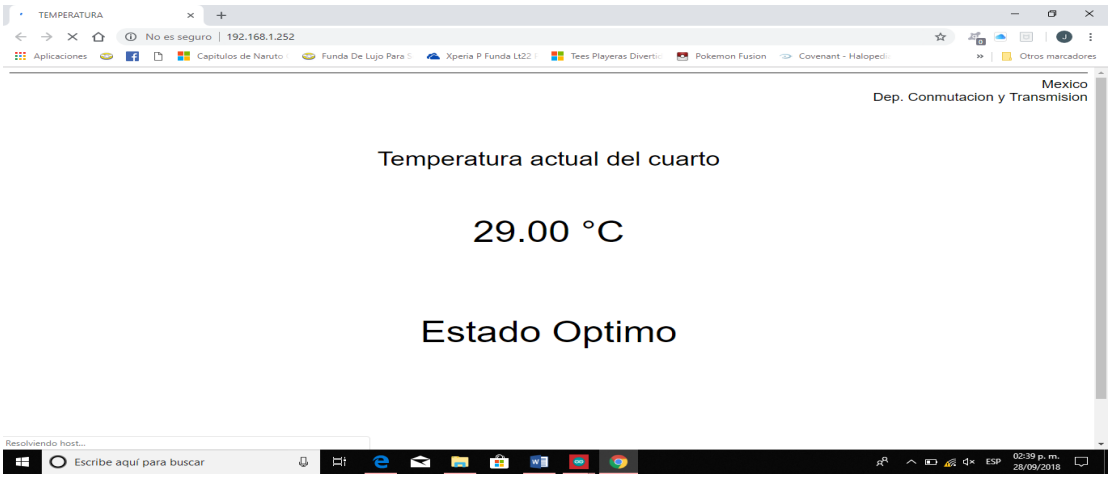
```
          flagg = false;

        }

        else if (flagg == true) {
          client.print("<br><br>");
          client.print("<font face=arial><font size=7><div align=center>");
          client.print("Estado Optimo");

          client.print("</div></font face></font size><br><br>");

        }

        else if (flagg == false) {
          client.print("<br><br>");
          client.print("<font face=arial><font size=7><div align=center>");
          client.println("ALERTA: Se registra falla!");
          client.println(Tiempo);
          client.print("</div></font face></font size><br><br>");

        }

        client.println("<br /><br><br><br><br><br><br><br><br>"); // espacios para insertar la linea de separacion final, antes del logo
        client.println("</html>");
        break;
      }

      if (c == '\n') {
```

Figura 20 - cont. parte 6



Una vez realizado las operaciones previamente mencionadas y depurando los errores generados durante la implementación de todas las distintas partes involucradas en la realización del presente proyecto, se lleva a cabo un periodo de “testing”, mediante el cual se deberán observar los resultados obtenidos a través del dispositivo armado completamente. Se prevee que los datos puedan ser observados en la pantalla de un computador y que posteriormente puedan sen vinculados a la CONAGUA.

Figura 21 - El servidor muestra la lectura del dispositivo en tiempo real.



Se observa el correcto funcionamiento del dispositivo y las lecturas arrojadas en tiempo real.

De la misma forma se simulará, mediante la desconexión de la tierra del circuito, que existe una posible falla e interrupción del envío de la información desde el dispositivo hacia el servidor web.

Figura 22 - Simulación de falla en el sistema

CONCLUSIÓN

Como se mostró desde un inicio, la medición de la temperatura ha existido desde tiempos ancestrales, y ha sido de vital importancia para muchos aspectos de la vida del hombre. Desde la temperatura ambiental para las siembras y las cosechas, hasta en términos médicos con los primeros doctores, los egipcios, para saber la salud de los faraones.

Por todo ello, la temperatura juega un papel vital en muchos de los procesos importantes del hombre y debido a ello la necesidad de poder monitorearla se hace cada vez más prioritario. En un mundo altamente globalizado es imperativo tener datos fiables de la temperatura en diversos puntos, ya que, como todos sabemos hoy en día, un aumento de solo dos grados en la temperatura global, se reflejará en el deshielo de aproximadamente 2 000 toneladas de hielo de los polos.

El presente proyecto contribuye en alguna medida a llevar a cabo estas lecturas y mediciones de temperatura en puntos remotos y nos brinda la facilidad de poder verlos y registrarlos en dispositivos electrónicos más accesibles. Con ello, se puede tener información confiable y precisa del comportamiento de los datos en el punto establecido. Sin duda, a través del desarrollo del mismo, podremos llegar a implementarlo en diversos ámbitos, como los ya mencionados, agricultura, ganadería, explotación razonable de recursos hídricos entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Equisoain, D. L. (2017). Arduino práctico. Edición 2017. Lima: Tapa Blanda.

Vizcaíno, J. R. (2015). Sistemas integrados con arduino . España: AlfaOmega. https://forum.arduino.cc/

IMPACTO EN EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN MIPYMES A TRAVÉS DE UN ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA FINANCIERA

MARÍA DEL CARMEN DE JESÚS GONZÁLEZ MARTÍNEZ1 GUADALUPE SANTILLÁN FERREIRA2 JAIME CONTRERAS ROMERO3 ANGÉLICA DEL CARMEN LÓPEZ TOTO4 OSCAR LUIS PEÑA VALERIO5

RESUMEN.

Actualmente el planeta enfrenta problemas ambientales, tales como el agotamiento de la capa de ozono, la acumulación de residuos, cambio climático entre otros. Por lo que el ser humano en su necesidad de encontrar nuevas fuentes de energía, ha desarrollado como una alternativa viable la energía solar fotovoltaica para el aprovechamiento de una fuente inagotable de energía como es el sol.

Esta investigación se dirige a las MIPYMES y el impacto de uso de energías renovables, el cual se caracteriza por generar energía eléctrica a partir de un panel solar para luego ser utilizada en el negocio, a manera de autoconsumo. Así como a su viabilidad técnica financiera para la inversión de energía alterna, a través de la Reforma Energética se construye un entorno de certidumbre a largo plazo para la inversión privada en el sector de generación solar FV distribuida, así como incentivos fiscales y económicos que se consideran como ingresos en los flujos de efectivo de la inversión.

Palabras clave: MIPYME, Viabilidad, Energía solar fotovoltaica, Cambio climático, Responsabilidad Social

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Alvarado. carglezmtez42@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Alvarado. lupita_marzo@hotmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Alvarado. jaime.contreras.romero@gmail.com

4 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Alvarado. mtra.angelica_itsav@hotmail.com

5 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Alvarado

INTRODUCCIÓN.

En este contexto vertiginoso a nivel mundial se ha apostado por disminuir el consumo de energía ya que se tiene una crisis tendiente a la baja, por lo que se ha visto como una oportunidad la potencialización del uso de las energías renovables, estas son fuentes de energía limpias, inagotables y crecientemente competitivas.

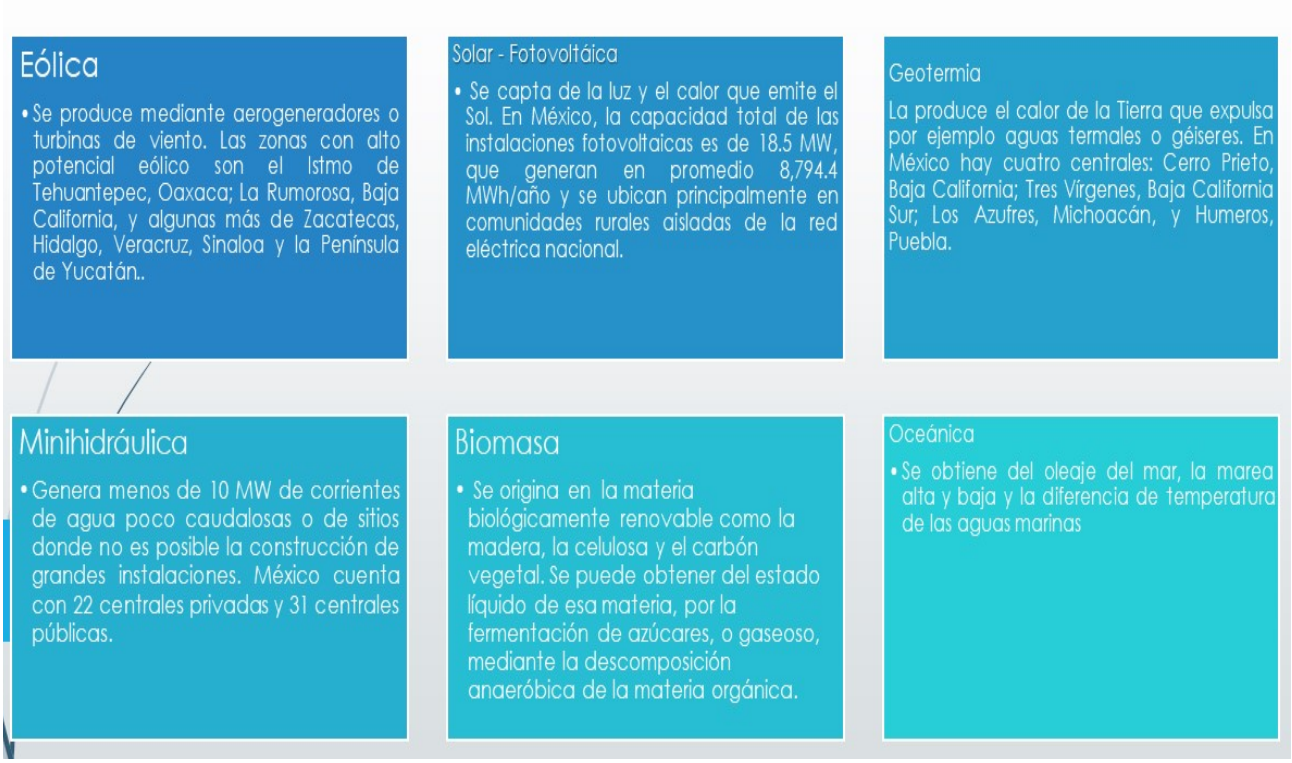
Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del mundo, pero su principal ventaja ante la crisis ambiental que enfrenta la humanidad es que no producen gases de efecto invernadero ni emisiones contaminantes. Además, sus costos evolucionan a la baja de forma sostenida, mientras que la tendencia general de costos de los combustibles fósiles es la opuesta, al margen de su volatilidad coyuntural (Cedrick & Wei, 2017). Por lo que la energía es protagonista en esta nueva era. Es un tema transversal al crecimiento y desarrollo económico y de vital importancia para analizar y construir la mejor estrategia para hacer frente a los retos que conlleva.

La energía eléctrica es un insumo primordial de las empresas, es por ello que en el presente trabajo se aborda el impacto de energías limpias en MIPYMES de la ciudad de Alvarado; Veracruz., se mostrará a través de un estudio de viabilidad técnica financiera y fundamentado en incentivos tributarios que ofrece la Ley.

Energías Renovables

Las energías renovables son aquellas que se regeneran y son tan abundantes que perdurarán cientos o miles de años. Por lo tanto, se consideran inagotables, de libre disposición, y se distribuyen en amplias zonas con impactos ambientales poco significativos. Estas se clasifican en función de los recursos en

Ilustración 8 Tipos de Energía Renovable (2018)



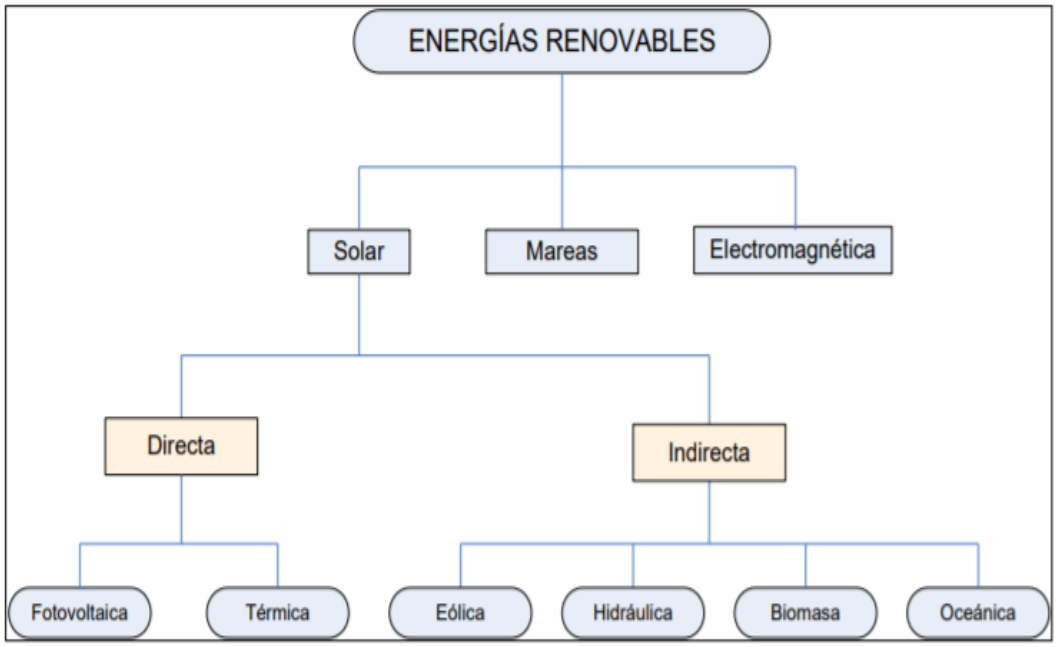
Elaboración Propia

Las energías renovables han experimentado un fuerte crecimiento en los últimos años, destacando la energía fotovoltaica y la eólica.

Con el propósito de intensificar la aplicación de energías renovables dentro de la matriz energética internacional, la ONU designó el 2012 como el año oficial de las energías renovables. El resultado se ve reflejado en la iniciativa Energía Sostenible para Todos - SE4ALL, mediante la cual se plantean tres objetivos que deberán ser alcanzados con la participación y contribución de los países miembros de la ONU: 1) Acceso universal a servicios modernos de energía, 2) Mejora en eficiencia energética y 3) Duplicación de la participación de energías renovables en la matriz energética mundial (SE4ALL, 2012).

Ilustración 9 Clasificación de las energías renovables según su origen.

Fausto Posso (2014)



Beneficios de energías limpias en las MIPYMES

En las economías desarrolladas (OCDE; 2004) las MIPYMES conforman una porción muy importante de la actividad económica, significando más del 90% de las empresas y generan más de la mitad del empleo que ofrece la actividad economía empresarial. Para la generalidad de estas economías constituyen un factor de gran dinamismo, brindando un componente de competencia, de ideas, productos y trabajos nuevos.

En algunos países buscan estrategias para que las micro, pequeñas y medianas empresas puedan implementar proyectos de eficiencia energética y energías renovables para autoconsumo, con el objetivo de incrementar su productividad y disminuir su gasto de energía.

En materia fiscal, actualmente se ofrece una tarifa preferencial que condona a quienes generan energía mediante fuentes renovables y de cogeneración de la tasa de transmisión de carga, aplicada a los recursos tradicionales; hay esquemas que privilegian a los productores particulares y a los proyectos de pequeña escala con reducciones tarifarias; exención de impuestos para la importación y exportación de equipos

anticontaminantes; y, deducción inmediata de las inversiones en maquinaria y equipo para la generación de energía a través de fuentes renovables y la cogeneración eficiente. Esta ventana de oportunidad que México tiene de implementar tecnologías que nos permitan elevar el nivel de crecimiento económico nacional en un ambiente de sustentabilidad, implica no sólo atraer inversión para productores que generan energías limpias, sino que las empresas mexicanas, en particular las MIPYME realicen sus actividades con tecnología verde.

La Ley del Impuesto Sobre la Renta, establece en el artículo 34 fracción XIII, el beneficio fiscal de deducir al cien por ciento la inversión de los bienes nuevos de activo fijo para la generación de energía a través de fuentes renovables y la cogeneración eficiente, siempre y cuando a partir de su adquisición, dichos activos se mantengan en operación durante los cinco años inmediatos después de que se haya aplicado la deducción de impuesto, de lo contrario será necesario pagar el monto correspondiente. Por su parte, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) ofrece apoyo para hacer la conexión de un sistema fotovoltaico a la red para reducir nuestro consumo de energía de la CFE y por tanto, ahorrar en la cuenta que tenemos que pagar bimestralmente. (Mase-Energy, 2016) Además, la utilización de paneles solares fotovoltaicos ayuda a contribuir con el medio ambiente al no generar ningún tipo de contaminantes que degraden nuestro planeta. Siendo una fuente de captación de energía inagotable.

MIPYME

En México, de acuerdo a la CANACO las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) constituyen el segmento más importante para conseguir el desarrollo del país; representan el 99.8 por ciento del total de las empresas; crean 7 de cada 10 empleos, y generan más de la mitad de la riqueza (52 por ciento del producto interno bruto). Estas constituyen la columna vertebral de la economía nacional por su alto impacto en la generación de empleos y en la producción nacional.

Cambio Climático y Responsabilidad Social

De acuerdo con Posso Fausto (2002), es imperativo el desarrollo de fuentes energéticas alternas que sean armónicas ambientalmente, renovables e inagotables. En donde el cambio climático es el fenómeno ambiental cuyo efecto principal es el recalentamiento

de la superficie terrestre; sus causas se relacionan con actividades humanas que están alterando la composición de la atmósfera al incrementar la concentración de los gases que producen el efecto invernadero (GEI), el cual causa todos estos radicales cambios climáticos siendo tema durante las últimas dos décadas de preocupación en el mundo, por lo que se ha discernido en reuniones de índole internacional (Protocolo de Kyoto, 1997).

METODOLOGÍA.

Consiste en realizar la factibilidad a partir de un estudio técnico, que atienda los requerimientos específicos del Motel MIAMI ubicado en Alvarado; Ver., en cuanto a disminuir gastos operacionales administrativos relacionados al consumo eléctrico locativo.

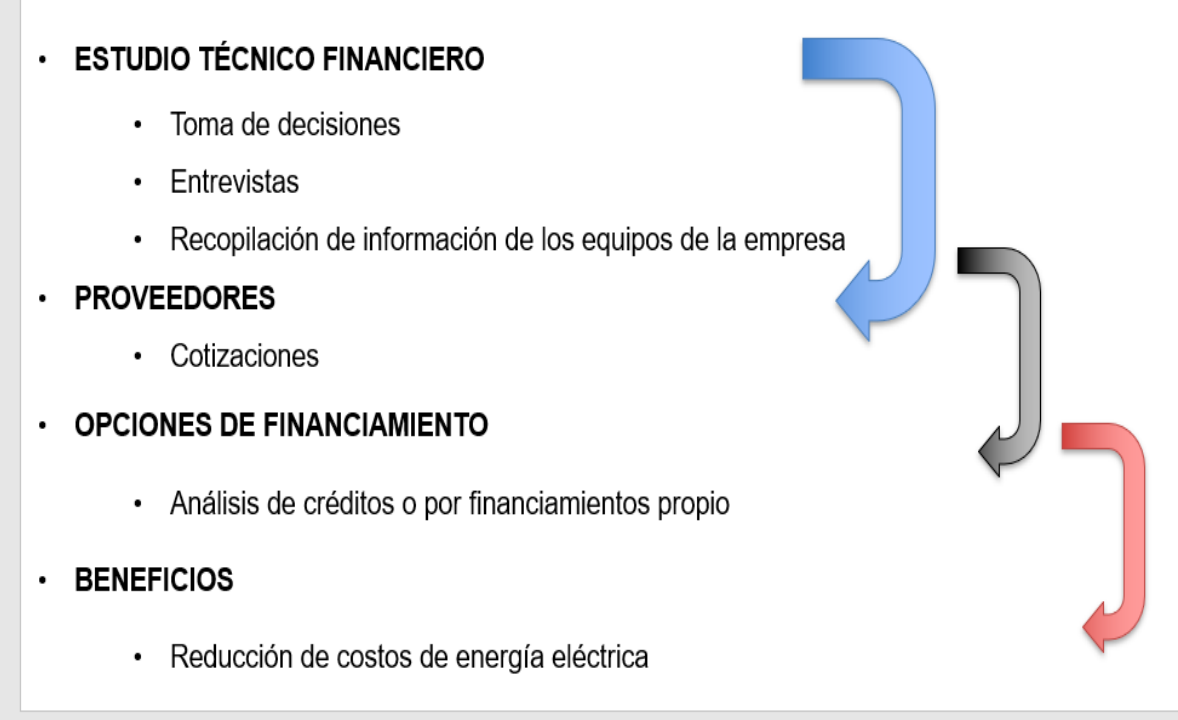
Se definieron para el proyecto los tipos de diseño documental y de campo.

Diseño (documental) consiste en una revisión y análisis del estado del arte sobre la tecnología solar fotovoltaica incluyendo el marco legal vigente en México y el componente técnico incluyendo proveedores y una evaluación del nivel de implementación de este tipo de proyectos en la región.

Diseño (Campo), se basa en recolección de datos a través de reuniones y entrevistas con los Stakeholders (socios, administrador y proveedores) que permita obtener información como consumo energético máximo vigente, planos arquitectónicos del establecimiento, restricciones por parte de los Stakeholders y de la tecnología, y la observación activa por parte de los expertos técnicos.

Dentro de las actividades realizadas se encuentran:

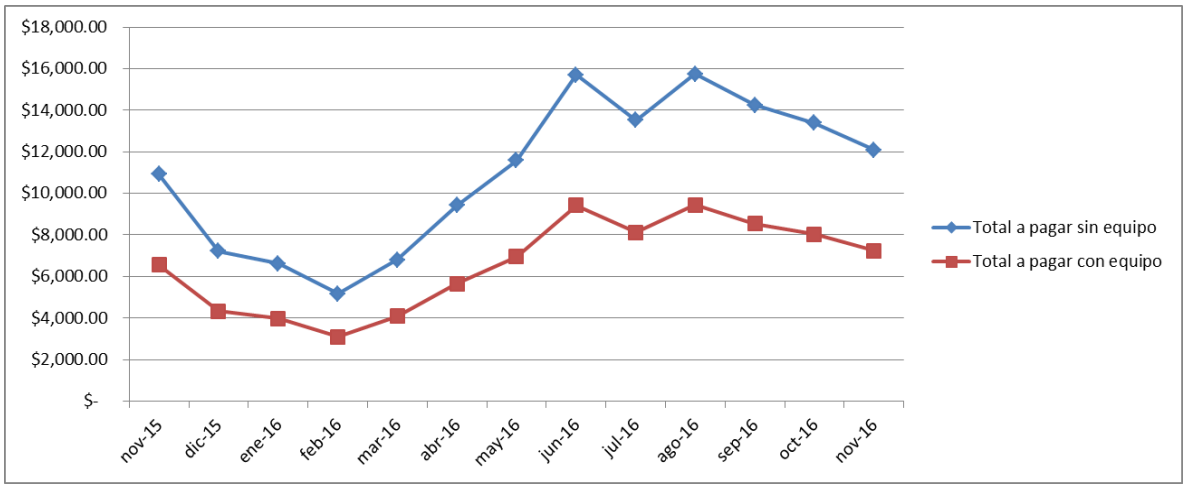
Ilustración 10 Procedimiento.



Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se analizan los resultados de equipo y sin equipo fotovoltaico.

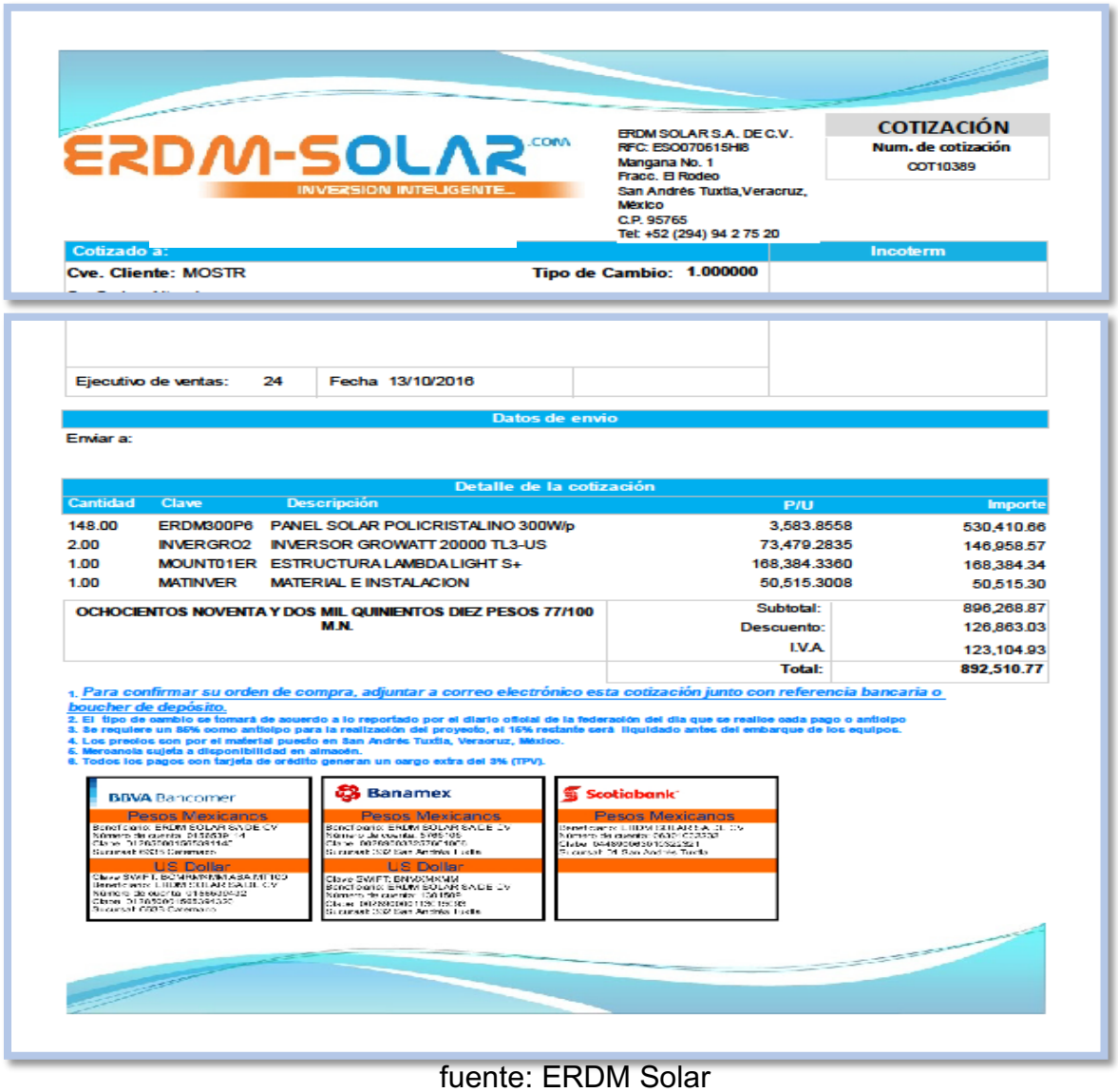
Ilustración 11 Gráfica de Resultados de con y sin equipo.



Fuente: Elaboración Propia

ERDM SOLAR es una empresa familiar que opera en San Andrés Tuxtla, Veracruz. “Desde el inicio de operaciones en 2003, se tratado a cada uno de nuestros clientes como parte de nuestra familia. Otras empresas ofrecen servicios similares, pero nuestros productos son los mejores, ya que se acompañan con un toque personal”

Ilustración 12 Cotización cubriendo el 100% de la demanda de energía eléctrica en la empresa.



ERDM-SOLAR.com
INVERSION INTELIGENTE_

ERDM SOLAR S.A. DE C.V.
RFC: ESO070615HI8
Mangana No. 1
Fracc. El Rodeo
San Andrés Tuxtla,Veracruz,
México
C.P. 95765
Tel: +52 (294) 94 2 75 20

COTIZACIÓN
Num. de cotización
COT10389

Cotizado a:		Incoterm
Cve. Cliente: MOSTR	Tipo de Cambio: 1.000000	

Ejecutivo de ventas:	24	Fecha 13/10/2016

Datos de envio

Enviar a:

Detalle de la cotización

Cantidad	Clave	Descripción	P/U	Importe
148.00	ERDM300P6	PANEL SOLAR POLICRISTALINO 300W/p	3,583.8558	530,410.66
2.00	INVERGRO2	INVERSOR GROWATT 20000 TL3-US	73,479.2835	146,958.57
1.00	MOUNT01ER	ESTRUCTURA LAMBDA LIGHT S+	168,384.3360	168,384.34
1.00	MATINVER	MATERIAL E INSTALACION	50,515.3008	50,515.30

OCHOCIENTOS NOVENTA Y DOS MIL QUINIENTOS DIEZ PESOS 77/100 M.N.

Subtotal:	896,268.87
Descuento:	126,863.03
I.V.A.	123,104.93
Total:	892,510.77

1. *Para confirmar su orden de compra, adjuntar a correo electrónico esta cotización junto con referencia bancaria o boucher de depósito.*
2. El tipo de cambio se tomará de acuerdo a lo reportado por el diario oficial de la federación del día que se realice cada pago o anticipo
3. Se requiere un 85% como anticipo para la realización del proyecto, el 15% restante será liquidado antes del embarque de los equipos.
4. Los precios son por el material puesto en San Andrés Tuxtla, Veracruz, México.
5. Mercancía sujeta a disponibilidad en almacén.
6. Todos los pagos con tarjeta de crédito generan un cargo extra del 3% (TPV).

BBVA Bancomer — Pesos Mexicanos — U.S. Dollar
Banamex — Pesos Mexicanos — U.S. Dollar
Scotiabank — Pesos Mexicanos

fuente: ERDM Solar

El análisis de créditos se realizó mediante el banco CIBancos, el cual nos proporcionó el siguiente financiamiento:

Ilustración 13 Financiamiento CIBanco

CIBanco

PLAN CIPANEL SOLAR TRADICIONAL

COTIZACION

Fecha Cotizacion: 04/12/2016

Nombre del cliente: Carlos Altamirano Reyes Tipo de Persona: Fisica

Descripción del Crédito:

Descripción: 50 paneles solares, inversor, estructura para montar, material e instalación
Nombre del Plan: CIPanel Solar Tradicional
Tasa de interés Anual: 15.00 %
Plazo: 36 meses
Tipo de Seguro: Financiado
Aseguradora: Mapfre
Comisión por Apertura (2.0%): 6,540.89
Costo seguro anual Daños: 9,598.53

Detalle de Cotización:

+ Valor del Panel:	318,983.84
+ Accesorios:	0.00
+ Garantía Extendida:	0.00
- Valor del Enganche:	47,847.58 (15.00 %)
Subtotal a Financiar:	**271,136.26**
+ Seguro Daños:	9,598.53
+ Seguro VyD:	1,200.00
Total a Financiar:	**281,934.79**

Ilustración 14 Cotización de crédito del CIBancos para el financiamiento de paneles solares en el Motel Miami a 3 año

Pago No.	Fecha de Pago	Pago Mensual a Capital (a)	Pago Mensual Interés (b)	Pago Mensual IVA Interés (c)	Pago Total Mensual (a+b+c)	Saldo
1	01/01/2017	6,589.53	3,171.77	507.48	10,268.78	275,345.26
2	01/02/2017	6,319.48	3,441.82	550.69	10,311.99	269,025.78
3	01/03/2017	6,398.47	3,362.82	538.06	10,299.35	262,627.31
4	01/04/2017	6,478.45	3,282.84	525.25	10,286.55	256,148.85
5	01/05/2017	6,559.44	3,201.86	512.30	10,273.59	249,589.42
6	01/06/2017	6,641.43	3,119.87	499.18	10,260.48	242,947.99
7	01/07/2017	6,724.45	3,036.85	485.90	10,247.19	236,223.54
8	01/08/2017	6,808.50	2,952.79	472.45	10,233.74	229,415.04
9	01/09/2017	6,893.61	2,867.69	458.83	10,220.13	222,521.43
10	01/10/2017	6,979.78	2,781.52	445.04	10,206.34	215,541.65
11	01/11/2017	7,067.03	2,694.27	431.08	10,192.38	208,474.63
12	01/12/2017	7,155.36	2,605.93	416.96	10,178.25	201,319.26
13	01/01/2018	7,244.81	2,516.49	402.64	10,163.93	194,074.46
14	01/02/2018	7,335.37	2,425.93	388.15	10,149.45	186,739.09
15	01/03/2018	7,427.06	2,334.24	373.48	10,134.77	179,312.03
16	01/04/2018	7,519.90	2,241.40	358.62	10,119.92	171,792.14
17	01/05/2018	7,613.89	2,147.40	343.58	10,104.88	164,178.24
18	01/06/2018	7,709.07	2,052.23	328.36	10,089.65	156,469.18
19	01/07/2018	7,805.43	1,955.86	312.94	10,074.23	148,663.74
20	01/08/2018	7,903.00	1,858.30	297.33	10,058.62	140,760.74
21	01/09/2018	8,001.79	1,759.51	281.52	10,042.82	132,758.96
22	01/10/2018	8,101.81	1,659.49	265.52	10,026.81	124,657.15
23	01/11/2018	8,203.08	1,558.21	249.31	10,010.61	116,454.07
24	01/12/2018	8,305.62	1,455.68	232.91	9,994.20	108,148.45
25	01/01/2019	8,409.44	1,351.86	216.30	9,977.59	99,739.01
26	01/02/2019	8,514.56	1,246.74	199.48	9,960.77	91,224.45
27	01/03/2019	8,620.99	1,140.31	182.45	9,943.75	82,603.46
28	01/04/2019	8,728.75	1,032.54	165.21	9,926.50	73,874.70
29	01/05/2019	8,837.86	923.43	147.75	9,909.05	65,036.84
30	01/06/2019	8,948.34	812.96	130.07	9,891.37	56,088.50
31	01/07/2019	9,060.19	701.11	112.18	9,873.47	47,028.32
32	01/08/2019	9,173.44	587.85	94.06	9,855.35	37,854.87
33	01/09/2019	9,288.11	473.19	75.71	9,837.01	28,566.76
34	01/10/2019	9,404.21	357.08	57.13	9,818.43	19,162.55
35	01/11/2019	9,521.76	239.53	38.33	9,799.62	9,640.79
36	01/12/2019	9,640.79	120.51	19.28	9,780.58	-0.00
		281,934.79	69,471.87	11,115.50	362,522.16	

CAT PROMEDIO ANUAL es del 27.8 % SIN IVA. Para fines informativos y de comparación.
La presente tabla es de carácter informativo ya que esta cotización no implica obligación o compromiso legal o comercial, por parte de CIBanco, S.A.
La fecha de pago que se muestra es informativa, ya que dependerá del día que se otorgue el crédito.
Este documento no tiene validez oficial y esta sujeta a autorización de crédito. Se aplican restricciones.

Fuente: CIBancos

CONCLUSIONES

Se llevo a cabo la inversión en paneles solares fotovoltaicos que redujeran los montos pagados por el servicio de energía eléctrica a la Comisión Federal de Electricidad. Dado que la cotización recibida por el proveedor de paneles solares ERDM SOLAR que cubre un 40% del consumo mensual promedio de la empresa, la cual fue analizada y aceptada por el administrador. Tenemos un monto de inversión de **$318,983.84** pesos, el cual es financiamiento interno. El monto que se pagaba bimestral promedio a la Comisión Federal de Electricidad por el servicio que presta es de **$13,235.34** pesos.

Ilustración 15 Recibos CFE para el gasto promedio mensual de energía eléctrica

Fuente: CFE

Por lo tanto, tenemos $13,235.34 * 40% (capacidad instalada con base al gasto promedio mensual) = $5,294.14 pesos. Esta cantidad es el ahorro mensual promedio que se obtuvo inmediatamente después de la instalación del equipo.

Con base al ahorro mensual promedio, se realiza el cálculo del tiempo que le tomará a la empresa cubrir el monto desembolsado en la inversión del equipo. Con una inversión de ($318,983.84 / $5,294.14 (ahorro mensual promedio)) / 12 meses = 5 años; es el tiempo expresado en años que le tomaría a la empresa cubrir con las ganancias de ahorro, el costo de la inversión.

Conociendo que los sistemas de paneles solares fotovoltaicos tienen una vida útil de 25 años, se tendría como ganancia y parte fundamental de la viabilidad del estudio realizado, 21.10 años. Expresado en dinero: $5,294.14 * 20 años = $1,270,593.60, monto que se estima como ganancia a partir del momento en que queda cubierto el costo de la inversión y hasta el final de la vida útil del sistema fotovoltaico.

Después de ver las las grandes ganancias que se obtienen al utilizar el sistema de paneles solares, se debe hacer mención de otra parte primordial dentro de los beneficios

que darán como resultado un proyecto ampliamente aceptable, la deducción acelerada de sistemas de generación de energías limpias; siendo deducibles en un 100% la inversión dentro del primer ejercicio fiscal. Realizando el cálculo obtendremos el beneficio siguiente:

Ilustración 16 Cálculo del monto de deducción acelerada (art. 34, Fracción XIII,LISR)

Monto original de la inversión	$318,983.84
I.V.A.	$43,997.77
No. De ejercicios	1
% de deducción	100%
Monto de deducción al término del ejercicio	$43,997.77

RECOMENDACIONES

El sistema fotovoltaico constituye un impulsor del cambio sustentable, sostenible y con responsabilidad social en las MIPYMES.

Los resultados nos demuestran la que inversión directa en los negocios es positiva tanto para atacar altos costos, como para ayudar a la deducción del pago de impuestos y sobre salir en el giro de la misma.

Se recomienda implementar la propuesta de generación distribuida en la forma de sistema fotovoltaico por las siguientes razones: Generar beneficios económicos sostenibles durante la vida útil del proyecto. Tiene beneficios en el medio ambiente. Permite contribuir con el cambio y diversificación de la matriz energética en el marco de la política de Estado sobre promoción de energías renovables. Se recomienda aplicar sistemas de financiamiento para la implementación de micro generadores fotovoltaicos, que posibiliten utilizar los equipos como garantía para los créditos a obtener.

Referencias Bibliográficas

CANACO, Consultada el 20 de Agosto del 2019 http://www.concanaco.com.mx/documentos/BoletinPyME1.pdf, p.1.

Cedrick, B., Y Wei, L. (2017). Investment Motivation in Renewable Energy: A PPP Approach. Energy Procedia, 115, 229- 238.

Fausto Posso . (2014) El Impacto Económico de las energías renovables. Revista de Investigación e ingeniería. Vol. 2. Núm. 2. Consultado el 10 de Agosto de 2019. https://www.researchgate.net/profile/FAUSTO_POSSO/publication/288623495_El_impacto_economico_de_las_energias_renovables/links/56b089fa08ae8e37214f8818/El-impacto-economico-de-las-energias-renovables.pdf

Mase-Energy. (07 de 03 de 2016). Incentivos fiscales para el aprovechamiento de energías renovables. Recuperado el 15 de 08 de 2019, de Mase Energy: http://www.maseenergy.com/incentivos-fiscales-para-el-aprovechamiento-de-energias-renovables/

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2004), Promoting entrepreneurship and innovative SMEs in a global economy. Towards a more responsible and inclusive globalization, Second OCDE Ministerial Conference on SMEs, 2-5 junio, Estambul.

Secretaría de medio ambiente y recursos naturales. Recuperado el 10 de 08 de 2019, Disponible en. https://www.gob.mx/semarnat/es/articulos/que-son-las-energias-renovables?idiom=es

SE4ALL, Sustainable Energy for all [En línea] [Citado en 15 de Agosto de 2019] Disponible en: https://www.se4ll.org/

ANÁLISIS DE LA IRRADIANCIA SOBRE LA ZONA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SAN MARTÍN PARA EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES.

FERNANDO RODRÍGUEZ GARCÍA[1], ERIKSSEN AQUINO DÍAZ[2], ARACELI VIVALDO VICUÑA[3]

RESUMEN

En este trabajo vamos a evaluar la cantidad de radiación solar global que se presenta en San Martin Texmelucan específicamente dentro de la superficie de 20 hectáreas y la cantidad de energía eléctrica que se puede obtener para diferentes áreas que se determinaran para generar la cantidad de 20KWp para el autoconsumo con un centro de generación fotovoltaico que nos genere la cantidad de Potencia necesaria. Los resultados nos darán información necesaria para determinar la viabilidad de los proyectos fotovoltaicos que se generen o que se desarrollarán dentro del Instituto. Se presenta el área adecuadas para la instalación del centro de generación con paneles solares.

Palabras clave: cogeneración,turbina, vapor.

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de la energía solar en la actualidad es uno de los métodos más limpios de producción de energía que conocemos en el mundo, este proceso se realiza en paneles solares por un procedimiento llamado efecto fotovoltaico, (FV) siendo uno de los métodos más accesibles de implementar para convertir la energía del sol en energía eléctrica aprovechable, garantizando así que ésta transformación no genere productos o residuos peligrosos para el medio ambiente. Las celdas solares son elementos indispensables de cualquier sistema solar fotovoltaico.

1 Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. ferogar_1@hotmail.com.

2 Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. engineer.ead@gmail.com

3 Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan.

El deterioro del medio ambiente que se presenta día con día ya es posible observarlo a simple vista en la sobreexplotación los ecosistemas, siendo una consecuencia grave de la falta de cultura social y preocupación por el medio ambiente. Por esto, hoy en día se puede hablar de algo más que de simples problemas ambientales. La sociedad se enfrenta a una auténtica crisis ambiental y la gravedad de ésta se manifiesta en su carácter global. (Fuentealba 2011). Pero no ya o es suficiente limitase solamente identificar problemas ambientales, es aquí la importancia de la aplicación de Ingeniería ambiental responsable, del diseño de tecnologías encaminadas a evitar, controlar y disminuir la contaminación del medio ambiente provocado por las actividades del hombre; así como revertir sus efectos.

México tiene una meta en cuanto a las energías renovables: para 2024, espera que el 35% de electricidad producida en el país vengan de fuentes limpias, lo aseguró a principios de año el Secretario de Energía, Pedro Joaquín Coldwell.

De entre las energías renovables, la solar fotovoltaica tendría quizá unas de las mejores perspectivas para su crecimiento. Actualmente el país tiene una capacidad instalada de 36.8 megawatts (MW) en proyectos solares, principalmente para electrificación rural e industrial, según datos de Proméxico.

De acuerdo con la secretaria de energía, México es uno de los cinco países en el mundo con mayor atractivo para invertir en energía solar, ya que su ubicación geográfica permite el desarrollo de estos proyectos y es el mayor productor de módulos fotovoltaicos en América Latina.

Generador de vapor –turbina de vapor

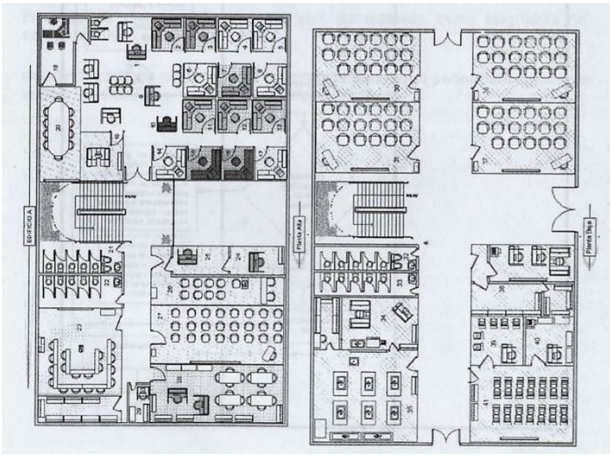
La instalación tiene por objeto instalar en el área superior de cada edificio un numero de paneles solares para abastecer los edificios con energía solar.

En el edificio A tenemos un consumo de energía eléctrica en alumbrado de 8220W.

Se midieron las superficies del edificio A con una superficie de 312.9M2.

A continuación, se muestran vistas aéreas del lay out. Como se muestra en la fig.1

Fig. 1 Lay Out del Edificio A



Fuente: ITSSMT

CARGA TOTAL DEL EDIFCIO A	
Fuerza	31261W
Alumbrado	8220W
Total	39.48KW1

Fuente: Carga total del edificio A

Elaboración propia ITSSMT.

AREA DE EDIFICIO A	
Largo	7.5m
Ancho	20.86m
AREA	156.45m2

Fuente: Área para colocar los paneles solares edificio A

Elaboración propia ITSSMT.

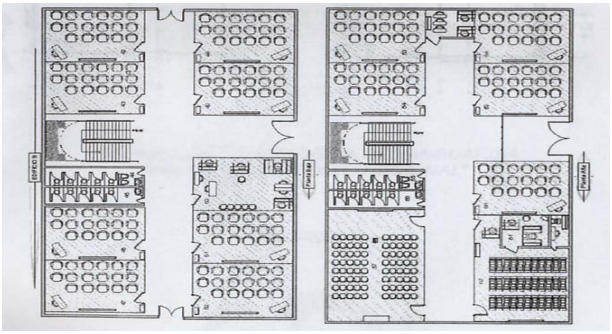
Para un sistema ideal, que dispone de 5 módulos de 200Wp, con un área de 10M2 nos genera 1KWp, por lo que en el área de 156.45M2 que se dispone del edificio A se genera 15.645KW, que nos sirven para suministrar todos sus contactos (fuerza).

En el edificio B tenemos un consumo de energía eléctrica en alumbrado de 12450W.

Se midieron las superficies del edificio B con una superficie de 469.35M2.

A continuación, se muestran vistas aéreas del lay out. Como se muestra en la fig. 2

Fig. 2 Lay Out del Edificio B



Fuente: ITSSMT

CARGA TOTAL DEL EDIFCIO B	
Fuerza	26200W
Alumbrado	12450W
Total	38.65KW

Fuente: Carga total del edificio B

Elaboración propia ITSSMT.

AREA DE EDIFICIO B	
Largo	15m
Ancho	20.86m
AREA	312.9m2

Fuente: Área para colocar los paneles solares edificio B

Elaboración propia ITSSMT.

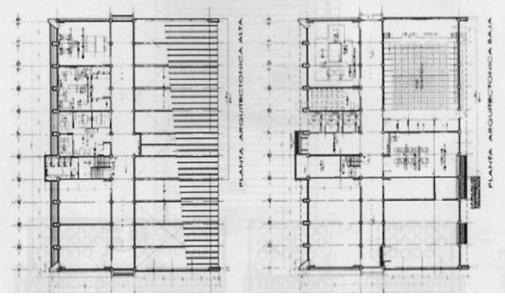
Para el edificio B que tiene un área de 312.9M2 se genera 31.29KW, que nos sirven para suministrar todos sus contactos (fuerza).

En el edificio C tenemos un consumo de energía eléctrica en alumbrado de 4110W.

Se midieron las superficies del edificio B con una superficie de 180M2.

A continuación, se muestran vistas aéreas del lay out. Como se muestra en la fig. 3.

Figura 3 Lay Out del Edificio C



Fuente: ITSSMT

CARGA TOTAL DEL EDIFCIO C	
Fuerza	28300W
Alumbrado	4110W
Total	32.41KW

Fuente: Carga total del edificio B

Elaboración propia ITSSMT.

AREA DE EDIFICIO C	
Largo	10m
Ancho	18m
AREA	180m2

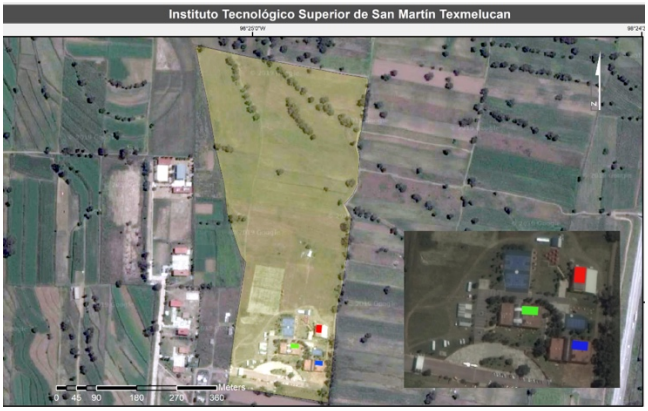
Fuente: Área para colocar los paneles solares edificio C

Elaboración propia ITSSMT.

COMENTARIOS FINALES

1. *Resumen de resultados*

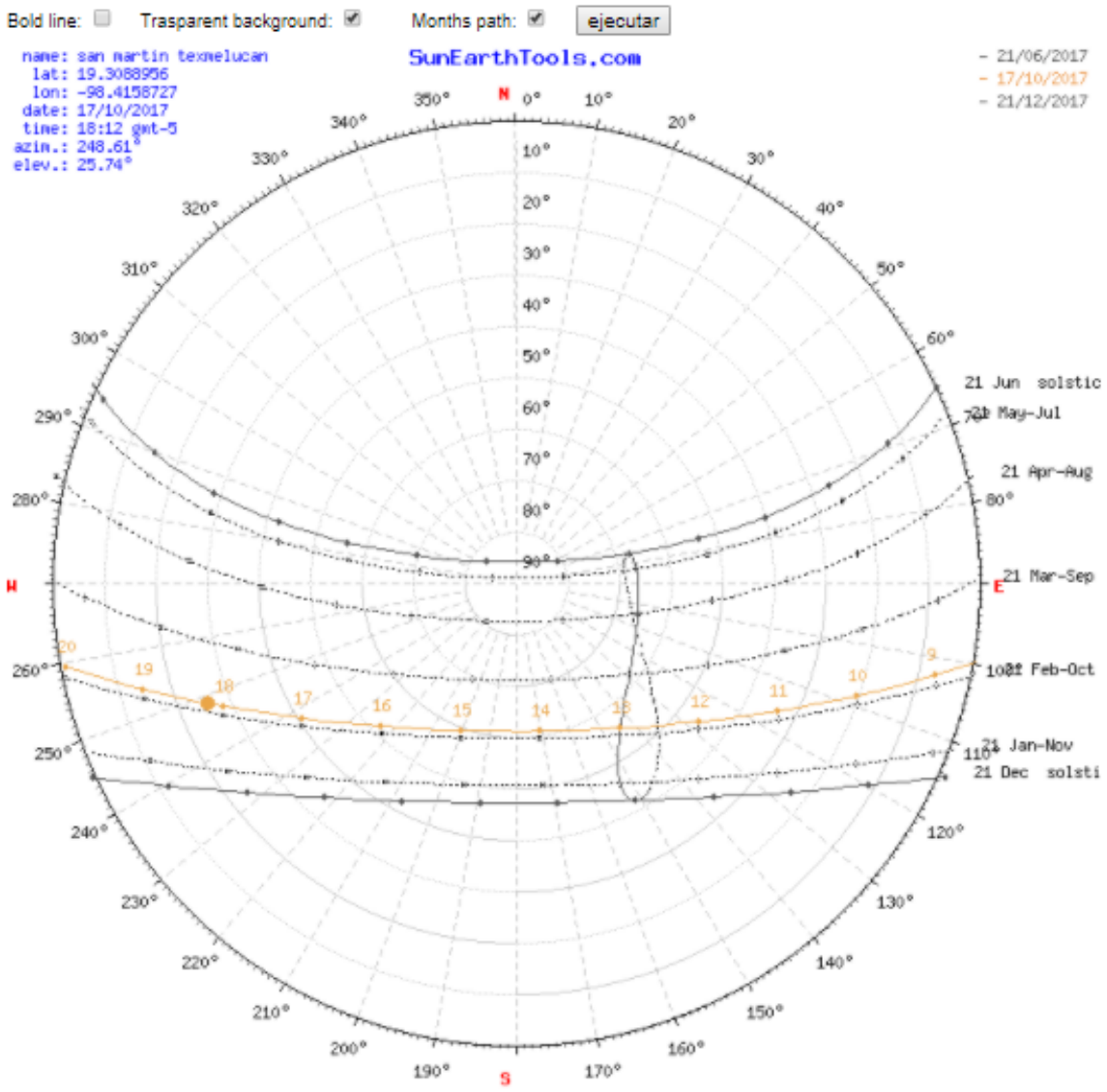
Fig. 4 Vista aérea con una superficie de 20 hectáreas del ITSSMT



CONCLUSIONES

La Fig. 5 muestra la trayectoria aparente del Sol sobre México, Puebla Instituto Tecnológico Superior de San Martin Texmelucan puebla, indicando ángulo de incidencia y azimut del Sol, durante diferentes horas del día y diferentes meses del año. Para fines prácticos este dibujo se puede usar para todos los países de Centroamérica.

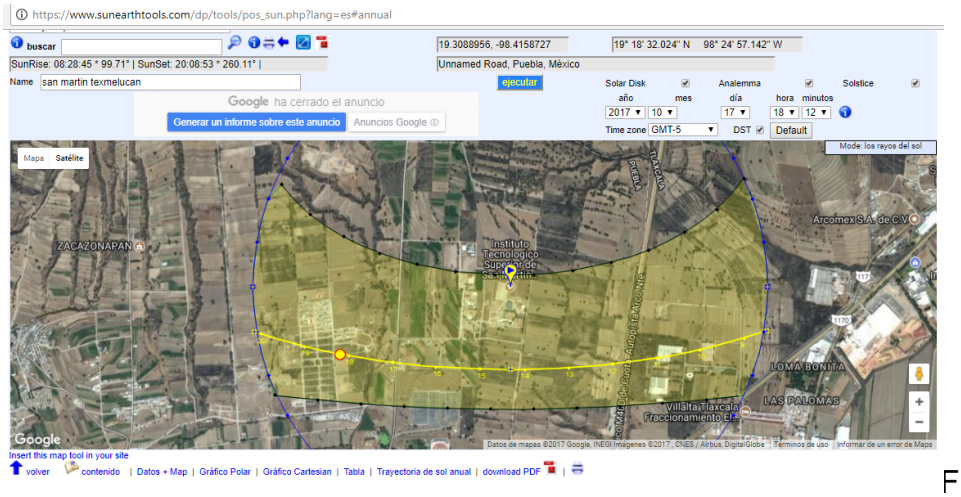
Fig. 5 Posicionamiento del sol sobre México



Fuente: sunearhtools.com

En relación con la ubicación de los captadores, aunque es muy recomendable que los colectores se ubiquen de manera tal que los rayos solares inciden perpendicularmente sobre ellos usando la Fig. 6, pero no es siempre posible mover el captador para satisfacer esta acción. En mayorías de los casos el colector va estar fijado a una estructura.

Fig. 6 Trayectoria del sol y rayos del sol sobre el ISSMT



Fuente: sunearhtools.com

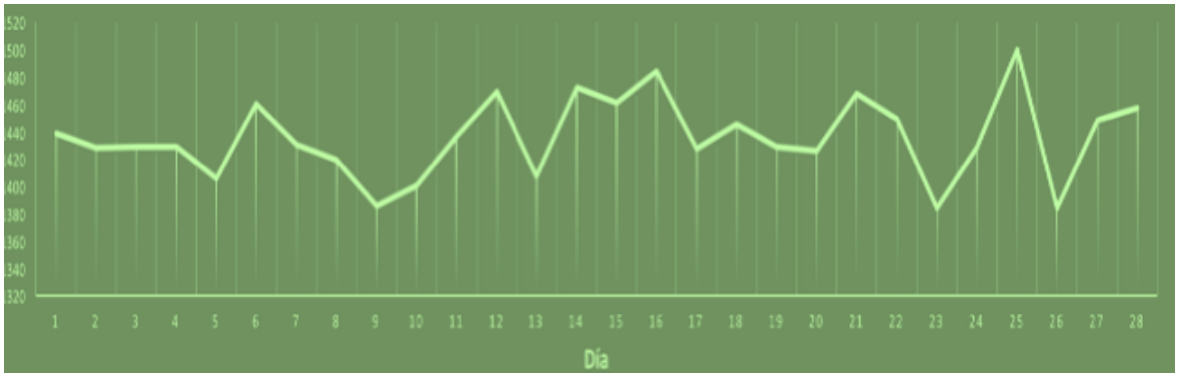
Se llevó a cabo una investigación documental para tener la información de campo en el ITSSMT, Las cantidades utilizadas para el estudio se fundamentaron en las mediciones adquiridas con el medidor de radiación SM206 mostrado en la fig. 7

Las mediciones tomadas a lo largo del semestre enero-julio 2019 arrojaron unas graficas en las que se mostraba la radiación promedio por mes.

Figura 7. Medidor de radiación solar SM206.

Un ejemplo de esto se puede observar en la figura 8, donde se puede ver la radiación promedio de los días del mes de febrero.

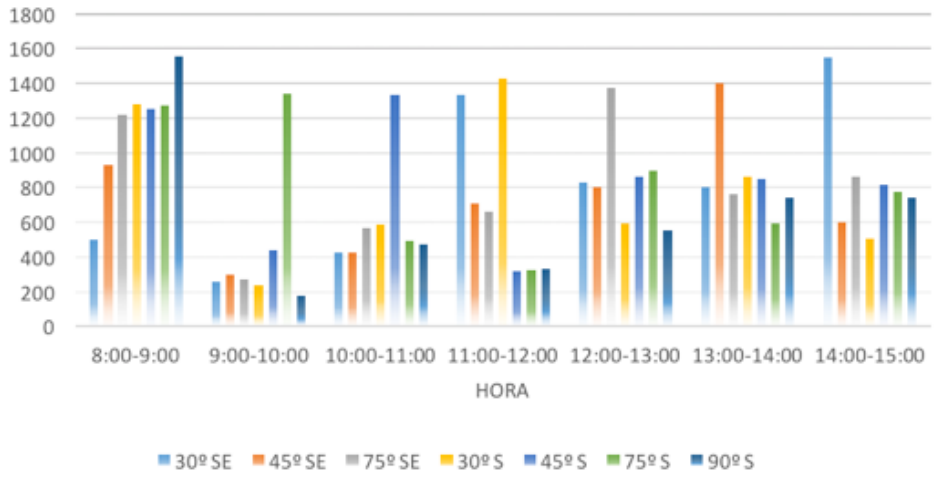
Figura 8. Niveles de Irradiación del mes de febrero



(Elaboración Propia)

En la figura 3 se puede ver las mediciones tomadas durante el día 25 de febrero, en promedio la radian alcanza los 500w/m^2.

Figura 9. Se muestra un promedio diario de irradiación



(Elaboración Propia)

Las mediciones se realizaron a diversas horas del día, así mismo con distintas orientaciones, mediante una base calibrada, para poder determinar con precisión el ángulo y la cantidad de radiación.

Con los datos obtenidos se comprueba que el índice de radiación solar es el indicado para desarrollar proyectos de energía solar, cabe mencionar que dentro de la adquisición de datos, se presentaron algunas dificultades técnicas dentro de las cuales se hizo la observación de mejorar el diseño de la plataforma de medición, que a este momento es de operación manual, por un dispositivo automatizado, que permita tomar mediciones en intervalos de tiempo más cortos teniendo así un rango más fino de datos para análisis de eficiencia.

El desarrollo de este estudio también nos dio un índice específico para instituto tecnológico superior de San Martin Texmelucan, con lo cual ahora también se puede determinar expectativas de generación de energía, y métodos de aprovechamiento de la misma, además de los proyectos que involucran orientación e infraestructura para la captación de energía solar.

El área total con la que se cuenta es de 649.35m2 que nos da una generación eléctrica de 64.935KW.Que reduciría nuestro consumo de energía considerablemente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CENSOLAR, (2009), Energía solar aplicaciones prácticas. Sevilla España: PROGENSA.

Pertzel, A. (2012). Energía solar: Una Solución Renovable. (Español). Contenido, (592), 78-84.

Sánchez M.M.A, (2014), Energía solar fotovoltaica, México: Limusa

Rodriguez, F (2017) Monitoreo de radiación solar en el Instituto Tecnológico Superior de San Martin Texmelucan

SAGARPA, Secretaría de Energía: Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México, 2009

Tonda J., (2003), El oro solar y otras fuentes de energía. México, D.F.: Fondo de cultura económica.

SEMARNAT (2016) Guía de Programas de Fomento a la Generación de Energía con Recursos Renovables. Consultado el 3 de septiembre de 2017, recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/47854/Guia_de_programas_de_fom ento.pdf

SENER (2016) Prospectiva de Energías Renovables 2016-2030. Consultado el 04 de septiembre de 2017, recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/177622/Prospectiva_de_Energ_as_ Renovables_2016-2030.pdf

SENER (2015) Estrategia Nacional de Energía 2014-2028. Consultado el 18 de septiembre de 2017, recuperado de https://www.gob.mx/sener/documentos/estrategia-nacional-de-energia

Calva J. L., y Alarcón G. (2007). Política energética volumen 8, Editorial Porrúa, España.

RED IBAI

RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN

ISBN: 978-607-8617-39-5

©Red Iberoamericana de Academias de Investigación A.C. 2019