

ISSN 2444-4987

Volumen 4, Número 14 – Octubre – Diciembre - 2018

Revista de Investigación y Desarrollo

ECORFAN[®]

ECORFAN-Spain

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

Revista de Investigación y Desarrollo

Volumen 4, Número 14, de Octubre a Diciembre -2018, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Spain.

Calle Matacerquillas 38, CP: 28411. Morzarzal -Madrid. WEB: www.ecorfan.org/spain,

revista@ecorfan.org. Editora en Jefe:

RAMOS – ESCAMILLA, María, PhD,

Co-Editor: MIRANDA – GARCÍA,

Marta, PhD. ISSN-2444-4928.

Responsables de la última actualización

de este número de la

Unidad de Informática ECORFAN.

ESCAMILLA –BOUCHÁN, Imelda,

LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al

31 de Diciembre 2018.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Centro Español de Ciencia y Tecnología.

Revista de Investigación y Desarrollo

Definición del Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Humanidades y Ciencias de la Conducta, en las Subdisciplinas Ética de la ciencia, Ética económica, Ética nacional, Transnacional, Ética ética, Código de ética, Ética ética, Motivación religiosa.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista de Investigación y Desarrollo es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Spain, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de la Ética de la ciencia, Ética económica, Ética nacional, Transnacional, Ética ética, Código de ética, Ética ética, Motivación religiosa con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Humanidades y Ciencias de la Conducta. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

MONTERO-PANTOJA, Carlos. PhD
Universidad de Valladolid

MARTINEZ-LICONA, José Francisco. PhD
University of Lehman College

MOLAR-OROZCO, María Eugenia. PhD
Universidad Politécnica de Catalunya

AZOR-HERNÁNDEZ, Ileana. PhD
Instituto Superior de Arte

GARCÍA-Y BARRAGÁN, Luis Felipe. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

ARELLANEZ-HERNÁNDEZ, Jorge Luis. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

BOJÓRQUEZ-MORALES, Gonzalo. PhD
Universidad de Colima

VILLALOBOS-ALONZO, María de los Ángeles. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

ROMÁN-KALISCH, Manuel Arturo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

Comité Arbitral

MERCADO-IBARRA, Santa Magdalena. PhD
Universidad Marista de México

CHAVEZ-GONZALEZ, Guadalupe. PhD
Universidad Autónoma de Nuevo León

DE LA MORA-ESPINOSA, Rosa Imelda. PhD
Universidad Autónoma de Querétaro

GARCÍA-VILLANUEVA, Jorge. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

CORTÉS-DILLANES, Yolanda Emperatriz. PhD
Centro Eleia

FIGUEROA-DÍAZ, María Elena. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

DELGADO-CAMPOS, Genaro Javier. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Investigación y Desarrollo emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Spain considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

Detección de Plagio

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de Ética de la ciencia, Ética económica, Ética nacional, Transnacional, Ética ética, Código de ética, Ética ética, Motivación religiosa y a otros temas vinculados a las Humanidades y Ciencias de la Conducta.

Presentación del Contenido

Como primer artículo *Estudio de los caudales del río Huazuntlán para el aprovechamiento del potencial minihidráulico para el auto-abastecimiento* por ESPINOSA-ARENAL, Francisco, ALCALÁ-PEREA, Gerardo, SANTIAGO-CEBALLOS, Emerson y ZETINA-BASILIO, Kevin Pastor con adscripción en la Universidad Veracruzana, como siguiente artículo está *Estudio del contexto de la especie capsicum chinense en el municipio de Centro del estado de Tabasco, para la generación de una propuesta de desarrollo* por DE LEÓN- DE LOS SANTOS, Brissa Roxana, FUENTES-LÓPEZ, Mayra Edilia, MADRIGAL-CANO, José Luis y GARCÍA-REYES, David Antonio con adscripción en el Instituto Tecnológico de Villahermosa, como siguiente artículo está *Caracterización del viento de Ciudad del Carmen, Campeche* por ROSADO-VÁZQUEZ, María Esther, SIERRA-GRAJEDA, Juan Manuel, GUERRA-SANTIAGO, Gilberto y ROSADO-VÁZQUEZ, Eduardo Alonso con adscripción en la Universidad Autónoma del Carmen, como siguiente artículo está *Análisis de Precipitaciones Pluviales Registradas por la Estación DAVYS-2013, Durante el Periodo 2017, para la Captación y Aplicaciones Sustentables en el Municipio de Centla, Tabasco* por ZARATE, Marco Antonio; PEREZ-DURAN, Marco Antonio, SUAREZ-GARCÍA, Sandra Manuela y PEDRERO-HERNÁNDEZ, Sandra Elena con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Centla, como siguiente artículo presentamos, *Coeficiente de aprovechamiento en un aserradero ejidal del estado de Puebla*, por FUENTES-LÓPEZ, Martha Elena, SUÁREZ-PATLÁN, Edna Elena, CARRILLO-ÁVILA, Noel y FLORES-VELÁZQUEZ, Rogelio, con adscripción en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, como último artículo presentamos, *20 años de la energía eólica en Galicia: el papel de las barreras legislativas desde el auge al declive (1995-2015)*, por MONTES-SOLLA, Paulino, con adscripción en University of A Coruña.

Contenido

Artículo	Página
Estudio de los caudales del río Huazuntlán para el aprovechamiento del potencial minihidráulico para el auto-abastecimiento ESPINOSA-ARENAL, Francisco, ALCALÁ-PEREA, Gerardo, SANTIAGO-CEBALLOS, Emerson y ZETINA-BASILIO, Kevin Pastor <i>Universidad Veracruzana</i>	1-9
Estudio del contexto de la especie capsicum chinense en el municipio de Centro del estado de Tabasco, para la generación de una propuesta de desarrollo DE LEÓN- DE LOS SANTOS, Brissa Roxana, FUENTES-LÓPEZ, Mayra Edilia, MADRIGAL-CANO, José Luis y GARCÍA-REYES, David Antonio <i>Instituto Tecnológico de Villahermosa</i>	10-16
Caracterización del viento de Ciudad del Carmen, Campeche ROSADO-VÁZQUEZ, María Esther, SIERRA-GRAJEDA, Juan Manuel, GUERRA-SANTIAGO, Gilberto y ROSADO-VÁZQUEZ, Eduardo Alonso <i>Universidad Autónoma del Carmen</i>	17-26
Análisis de Precipitaciones Pluviales Registradas por la Estación DAVYS-2013, Durante el Periodo 2017, para la Captación y Aplicaciones Sustentables en el Municipio de Centla, Tabasco ZARATE, Marco Antonio; PEREZ-DURAN, Marco Antonio, SUAREZ-GARCÍA, Sandra Manuela y PEDRERO-HERNÁNDEZ, Sandra Elena <i>Instituto Tecnológico Superior de Centla</i>	27-31
Coefficiente de aprovechamiento en un aserradero ejidal del estado de Puebla FUENTES-LÓPEZ, Martha Elena, SUÁREZ-PATLÁN, Edna Elena, CARRILLO-ÁVILA, Noel y FLORES-VELÁZQUEZ, Rogelio <i>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias</i>	32-38
20 años de la energía eólica en Galicia: el papel de las barreras legislativas desde el auge al declive (1995-2015) MONTES-SOLLA, Paulino <i>University of A Coruña</i>	39-47

Estudio de los caudales del río Huazuntlán para el aprovechamiento del potencial minihidráulico para el auto-abastecimiento

Study of the flows of the Huazuntlán River for the use of the mini-hydraulic potential for self-supply

ESPINOSA-ARENAL, Francisco^{†*}, ALCALÁ-PEREA, Gerardo, SANTIAGO-CEBALLOS, Emerson y ZETINA-BASILIO, Kevin Pastor

*Fac. De Ingeniería, Universidad Veracruzana, Av. Universidad km. 7.5, Coatzacoalcos, Veracruz 96538, México.
Centro de Investigación en Recursos Energéticos y Sustentables, , Av. Universidad km. 7.5, Coatzacoalcos, Veracruz 96538, México*

ID 1^{er} Autor: *Francisco, Espinosa-Arenal* / ORC ID: 0000-0002-3800-757X, CVU CONACYT ID: 45862

ID 1^{er} Coautor: *Gerardo, Alcalá-Perea* / ORC ID: 0000-0003-2186-2323, Researcher ID Thomson: O-7148-2018, CVU CONACYT ID: 270995

ID 2^{do} Coautor: *Emerson, Santiago-Ceballos* / CVU CONACYT ID: 201366

ID 3^{er} Coautor: *Kevin Pastor, Zetina-Basilio* / ORC ID: 0000-0002-2563-9180

Recibido 9 de Octubre, 2018; Aceptado 3 De Diciembre, 2018

Resumen

La Sierra de Santa Marta, la cual forma parte de la biosfera de los Tuxtlas en el Sur de Veracruz, es una región intercultural que aunque es rica en recursos naturales, se encuentra en condiciones de marginación y pobreza. Por este motivo, es importante realizar acciones que aprovechen adecuadamente los recursos naturales existentes, como es el caso de las energías renovables. En particular, esta región posee un recurso hídrico muy importante, el cual abastece a más de 600,000 habitantes de las localidades más importantes del sur de Veracruz. No obstante, pocos estudios se han hecho en esta zona para establecer la viabilidad del aprovechamiento del potencial hídrico y en especial el minihidráulico. Con esta motivación, en el presente trabajo se estiman los caudales de manera remota a lo largo del año para el río Huazuntlán, el cual es uno de los más importantes en esta cuenca hidrográfica. Con base en la caracterización de los distintos puntos, se puede estimar el potencial minihidráulico para la generación de energía eléctrica.

Minihidráulica, Energías renovables, Sierra de los tuxtlas

Abstract

The "Sierra de Santa Marta" (Santa Marta Mountains), which is part of the biosphere of the Tuxtlas in the South of Veracruz, is an intercultural region that is rich in natural resources, but in conditions of poverty and marginalization. For this reason, it is important to carry out actions that adequately take advantage of existing natural resources, such as renewable energies. In particular, this region has a very important water resource, which supplies more than 600,000 inhabitants of the most important towns in southern Veracruz. However, few studies have been carried out in this area to establish the feasibility of using the hydric and specially the minihydraulic potential. Given this motivation, in the present work the flows are estimated remotely throughout the year for the Huazuntlán River, which is one of the most important in this hydrographic basin. Based on the characterization of the different points, the mini-hydraulic potential for the generation of electrical energy can be estimated.

Minihidro, Renewable energies, Tuxtlas mountains

Citación: ESPINOSA-ARENAL, Francisco, ALCALÁ-PEREA, Gerardo, SANTIAGO-CEBALLOS, Emerson y ZETINA-BASILIO, Kevin Pastor. Estudio de los caudales del río Huazuntlán para el aprovechamiento del potencial minihidráulico para el auto-abastecimiento. Revista de Investigación y Desarrollo. 2018, 4-14: 1-9

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: franciespinosa@uv.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En el mundo contemporáneo, la energía eléctrica juega un papel fundamental para el desarrollo de la sociedad, siendo considerada un factor clave para la generación de riqueza, desarrollo social, así como una palanca capaz de ayudar a mejorar la calidad de vida tanto de los países desarrollados como los que se encuentran en vías de desarrollo (Ferreira et al, 2016). En este contexto, Williamson et al. (2014) mencionan que hay un vínculo muy claro entre la pobreza y el acceso a la energía moderna; de tal manera que hay una distinción muy marcada entre las áreas urbanas en donde el porcentaje de la población con acceso a la electricidad es alto, en comparación con las zonas rurales donde los altos costos de conexión de la corriente, complican el abastecimiento óptimo de electricidad para estas; generando adicionalmente gastos en intentar suplir esta necesidad, condiciones de inseguridad, problemas de salud, entre otras afectaciones.

Dada la aspiración que tienen los países de mantener un crecimiento económico continuo, la demanda energética está en aumento constante, siendo a menudo imposible satisfacer las necesidades de los consumidores (Doolla y Bhatti, 2006), manteniendo así una economía sensible a la volatilidad de los precios de los hidrocarburos (Kosa et al., 2011). Además de esto, el consumo irracional de combustibles fósiles ha generado problemas como el calentamiento global, la desertificación y la acidificación del océano. Bajo estas circunstancias es importante sustituir la generación térmica basadas en carbón, petróleo, y gas natural a formas de generación eléctrica que causen un menor impacto ambiental (i.e. gases de efecto invernadero, SO₂, emisiones de NO_x) (Rojanamon et al., 2009). Una de las alternativas a los combustibles fósiles es la energía nuclear, no obstante ha mostrado ser peligrosa. De hecho en Japón todas las operaciones de plantas nucleares han parado desde el accidente nuclear en la estación de Fukushima (Fujii et al., 2017).

La tercera de las alternativas para satisfacer la demanda energética son las energías renovables, las cuales permiten lograr un desarrollo limpio y económicamente sostenible (Panic et al., 2013), además que a diferencia de los combustibles fósiles y de la energía nuclear, la disponibilidad y potencial de este recurso energético renovable son determinados geográficamente, encontrándose así bien distribuidos (Okot, 2013), de tal manera que la dependencia del combustible (sistemas diésel) y también del suministro de red puede reducirse si se tienen generaciones independientes para cumplir con la demanda eléctrica local, (Doolla y Bhatti, 2006), siendo estas por tanto, un área de oportunidad muy importante para el desarrollo. Entre las fuentes de energías renovables más importante se encuentran los recursos hídricos, los cuales tienen un vasto potencial por explotar, así como una tasa de retorno alta, y el menor impacto ambiental de las fuentes de generación eléctrica (Rojanamon et al., 2009). Además, se pueden desarrollar proyectos hidroeléctricos de distintos tipos y escalas, de tal forma que pueden ajustarse a las necesidades y condiciones de cada caso particular (Okot, 2013). La mayor parte del aprovechamiento hídrico es llevado a cabo en centrales hidroeléctricas de gran tamaño, por lo que son las pequeñas y minihidroeléctricas (MHE) en donde hay un gran potencial capaz de hacer contribución significativa a las futuras necesidades energéticas, además de que es una tecnología probada, eficaz y eficiente pero con un margen considerable para la investigación (Doolla y Bhatti, 2006). En particular en zonas montañosas las cuales usualmente son económicamente pasivas y de difícil acceso, las hidroeléctricas a pequeñas escalas son una alternativa energética costeablemente efectiva, desempeñando un rol clave en la electrificación rural en muchos países (Panic et al., 2013). México, tiene varias regiones con gran potencial para el desarrollo a escala mini/micro, siendo en particular, la región de los Tuxtlas, una zona rica en recursos hídricos, con una geografía óptima para su aprovechamiento. Con base en este contexto, en el siguiente trabajo se estudiaría el aprovechamiento hídrico, en específico de la MHE en la Sierra de los Tuxtlas, sin considerar los factores económicos ambientales y sociales.

Potencial mini/micro hidráulico

Los sistemas hidroeléctricos de pequeña escala se pueden dividir en mini, micro y pico hidroeléctrica, con valores máximos a 1 MW, 0.1 MW y 0.01 MW respectivamente. No obstante, no hay un consenso internacional, y esta clasificación puede variar de país en país, adaptándose en muchos casos a las características de cada uno, aunque en general las MHE se consideran para valores menores a 1 MW. La forma de operación de estas centrales se basa en el esquema “a orilla del río”, que consta en almacenar muy poca o nada de agua, de tal manera que la la turbina genera electricidad siempre que el agua esté disponible en el río. Para esto, parte del cauce se desvía mediante una verdadero y se canaliza hasta llegar a un tanque de compensación, en donde el movimiento del agua es amortiguado lo suficiente para que las partículas arrastradas como gravas, madera o basura puedan asentarse y no dañen la turbina. Posteriormente se le permite fluir al agua por una compuerta hasta el cuarto de máquinas en donde hará rotar una turbina para generar electricidad. Por último, el agua empleada es reintegrada nuevamente al río por un conducto (Rojanamon et al., 2009).

El potencial bruto de generación para una MHE (P, kW), depende tanto del caudal, como de la energía potencial asociado a este, y se puede calcular de acuerdo a la siguiente ecuación (Fujii et al., 2017)

$$P = \rho g \eta Q H \quad (1)$$

En donde ($\rho, 1000 \text{ kg m}^{-3}$) es la densidad del agua, ($g, 9.8 \text{ m s}^{-2}$) es la constante gravitacional; η es la eficiencia del MHE; ($Q, \text{m}^3 \text{s}^{-1}$) es la descarga del río; y (H, m) es la cabeza natural, que es la distancia vertical en la que el agua cae. Además la eficiencia η es el producto de la eficiencia de la turbina η_t con el generador η_g , pudiendo tomar valores característicos que oscilan entre 0.6 y 0.9 de acuerdo a la tecnología utilizada.

La energía correspondiente a la potencia que se produce en un intervalo de tiempo Δt (s) es

$$E = \rho g \eta Q H \Delta t \quad (2)$$

El potencial neto de generación, será menor de acuerdo a las restricciones de diseño (P_d, kW)

$$P = \rho g \eta_n Q_d H_n \quad (3)$$

En donde Q_d es el caudal de diseño ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) relacionada con diversos factores como el caudal ecológico (Moiz et al., 2016), y H_n es la carga que resulta de la carga útil menos las cargas por pérdidas por fricción (Kosa et al., 2011).

Cabe mencionar que en México la CFE tiene 42 pequeñas plantas hidroeléctricas en operación con una capacidad total instalada de 301 MW, y no se contempla el potencial de las pequeñas, mini y micro hidroeléctricas. Esto a que los potenciales estimados por la CFE corresponden a proyectos con una capacidad de generación mayor a los 40 GWh/año (Secretaría de Energía, 2012).

Caso de Estudio

El sistema hidrográfico del río Coatzacoalcos es el tercero de importancia en el país por su caudal, después de los sistemas Grijalva-Usumacinta y Papaloapan. Está constituido por importantes afluentes, entre los que destacan los ríos Uxpanapa, Jaltepec, Coachapa y Calzadas. Los primeros nacen en las sierras que delimitan el parteaguas del Istmo de Tehuantepec y el último en la Sierra de los Tuxtlas (CONAGUA, 2015). Por otro lado, el río Calzadas (Figura 1) con una longitud de 126.9232 Km se origina en la vertiente oriental de la Sierra de San Andrés Tuxtla, con el nombre de río Huazuntlán a 1400 msnm; fluye en dirección norte y sur y después circula de occidente a oriente con el nombre de Río Calzadas, para unirse al Coatzacoalcos por la margen izquierda, 4 km aguas arriba de su desembocadura. Su disponibilidad media de acuerdo con el diario oficial de la federación con fecha de 27 de Marzo del 2014 es de 224.53 m^3 (CONAGUA, 2015)

La cuenca del Río Calzadas (Figura 1) con un área de 1215.693 km^2 se encuentra en la Sierra de Santa Marta, y forma parte de la biósfera de los Tuxtlas en el sur de Veracruz. Es una región intercultural abarcando los municipios de Sotepan, Mecayapan y Pajapan (Figura 1) en donde en donde gran porcentaje de la población habla el Popoloca y/o el Náhuatl.

Tiene como actividades económicas principales la agricultura (maíz, café cereza, palma de aceite y frijol) y una ganadería basada principalmente en bovinos.

Esta región abastece a más de 600,000 habitantes de las localidades más importantes del sur de Veracruz. No obstante los importantes recursos de la zona, las poblaciones que la integran se encuentra en condiciones de marginación y pobreza (SEFIPLAN, 2015), obligando en muchos casos a sus habitantes a dejar sus lugares de origen, para buscar mejores oportunidades, en comparación con las pocas opciones que tienen, las cuales en la mayoría de los casos son mal remuneradas.

En este sentido es pertinente realizar estudios de los recursos hídricos que puedan contribuir en el mejoramiento de las condiciones y las oportunidades de los pobladores.

En específico se quiere estudiar el potencial de generación eléctrica mediante una MHE para el río Huazuntán, el cual se observa en la Figura 1. Cerca de la desembocadura, dicho río cambia su nombre a Calzadas y luego a Coatzacoalcos.

Cabe mencionar que en la región ya existía una minihidráulica de aproximadamente 2MW, pero que cerró que actualmente no se encuentra en funcionamiento, en gran medida a cuestiones sociales. Esto es algo que se ha tenido muy presente en el estudio de esta región.

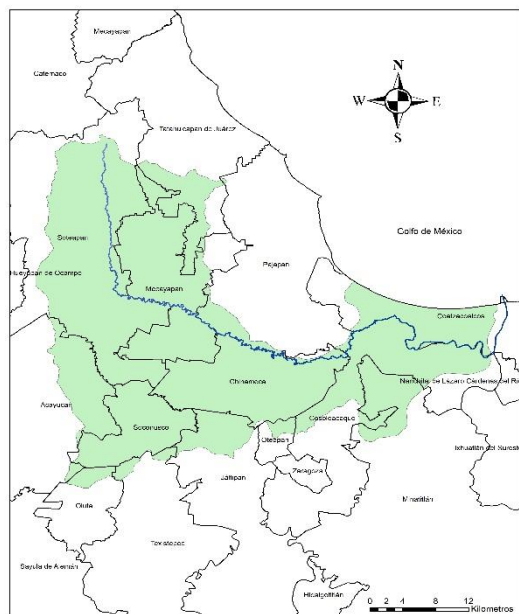


Figura 1 Cuenca del Río Calzadas

Fuente: Mapa generado mediante archivos (INEGI, 2018)

Metodología

El potencial minihidráulico puede ser estudiado ya sea realizando mediciones in situ, o de manera remota, mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), siendo estos últimos una alternativa adecuada para los casos en que es complicado el acceso a los lugares de medición, o se quieren reducir los costos (Larentis et al., 2010; Punys, 2011). La intención en este trabajo fue minimizar la cantidad de intervenciones en campo, haciendo énfasis en la evaluación de manera remota.

SIG

De acuerdo a la Ecuación 1, el potencial de generación depende tanto del caudal como de la caída natural del agua. Si se quieren caídas naturales con valores altos hay que ir aguas arriba de los ríos, en donde la geografía es más sinuosa, pero con áreas de captación relativamente pequeñas; mientras que en la parte del río cerca de la desembocadura, las cuencas hidrográficas se aproximan a su tamaño máximo, aunque las pendientes son prácticamente despreciables. Se tiene por tanto que para encontrar el potencial óptimo de generación, debe haber un equilibrio entre el tamaño de la cuenca y la cabeza natural.

Como restricción para tener un aprovechamiento factible de la MHE, la carga estática debe tener un mínimo de 2m, siendo las cargas menores a 5 m consideradas como pequeñas, y las menores a 15 m, como cabezas medianas. En este caso vamos a buscar cabezas superiores a 15 m.

Elección de lugar

Para obtener las caídas de agua del cauce, se empleó un mapa digital de elevaciones (MDE), con una resolución espacial horizontal de 15 x 15 m y en la vertical de 1 m, obtenido del Continuo de Elevaciones Mexicanos 3.0 (INEGI, 2018). Con base en el MDE, se generó una red hídrica mediante geoprocetos, utilizando el software libre QGIS. En esta red se identifica el cauce del río Huazuntán y se traza su perfil de alturas (Gráfico 1), sobre el cual se buscan sitios cuya carga estática natural se encuentre preferentemente arriba de 15 m para una longitud que no exceda 1 km para evitar altas pérdidas por fricción.

En el Gráfico 1 se puede observar que el río descende por debajo de los 100 msnm en una longitud (a lo largo del río) de 29 km. Con base en el cual se eligieron cinco puntos de interés (S_1, S_2, S_3, S_4, S_5) para los cuales también se consideró el acceso vial y a la red eléctrica y cuyas coordenadas se encuentran en la Tabla 1.

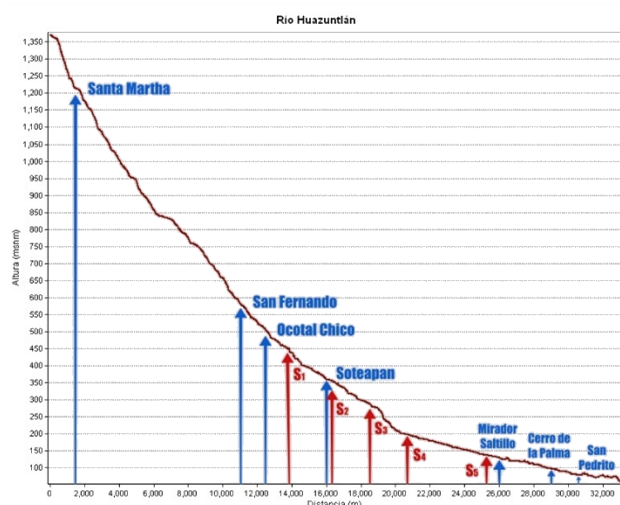


Gráfico 1 Perfil de alturas del río Huazuntlán.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI

Sitio	Longitud	Latitud
S ₁	-94.86589838	18.24725217
S ₂	-94.86482714	18.22695296
S ₃	-94.86666878	18.21143174
S ₄	-94.86464002	18.19517118
S ₅	-94.85691627	18.16837711

Tabla 1 Coordenadas de los cinco distintos sitios de medición

Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente, mediante el MDE se obtiene cuenca hidrográfica para los sitios de interés, un ejemplo se puede ver en la Figura 2.

Estimación del Gasto

Se asume que el volumen (V, m^3) de agua descargada a un río está determinado por la precipitación ($P, mm \text{ km}^2$), el área de la cuenca (A, km^2) y el coeficiente de descarga (L).

Para estimar la descarga al río (V, m^3) en cada elemento de área de la cuenca se ocupa la siguiente fórmula

$$V = PAL \quad (4)$$

De tal manera que el gasto medio ($Q, m^3 s^{-1}$) durante ese mes se expresa como

$$Q = V/\Delta t \quad (5)$$

Los elementos de área vienen dados por la resolución del MDE. Mientras que para estimar la precipitación sobre cada unidad de superficie, los valores de distintas estaciones meteorológicas, obtenidos de (FAO, 2014) se interpolan sobre toda la cuenca estableciendo una dependencia lineal con la altura (Figura 2). Finalmente, para obtener los coeficientes de descarga, se realiza una clasificación supervisada de uso de suelo (Figura 3) utilizando imágenes multiespectrales Land sat8 (EOS, 2018), y la red hidrográfica y de caminos (INEGI, 2018), cuyos valores se asignan de acuerdo a los criterios de la Tabla 2.

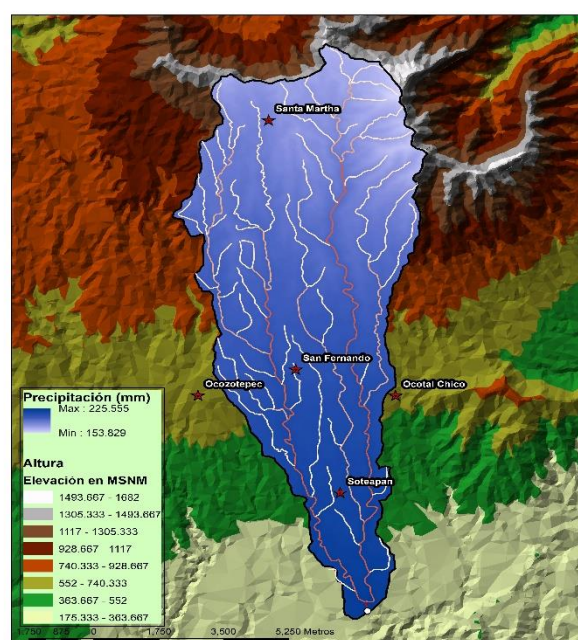


Figura 2 Mapa de precipitaciones

Fuente: Elaboración Propia

Tipo de Suelo	Valor
Cuerpos de agua	1.0
Bosques	0.3
Vegetación	0.4
Suelo desnudo	0.5
Construcciones	0.9
Caminos	0.9

Tabla 2 Coeficientes de descarga

Fuente: (Fujii et al., 2017)

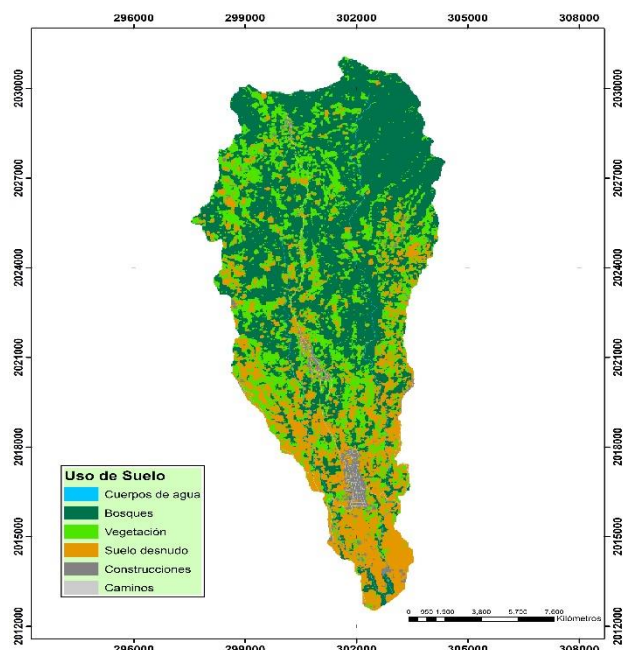


Figura 3 Clasificación de uso de suelo

Fuente: *Elaboración Propia*

Mediciones in situ

Dado que en esta zona no hay estaciones de medición que puedan monitorear los caudales (mediante la profundidad del río) de manera continua; para comparar las estimaciones obtenidas mediante el uso de SIG, se realizaron algunas mediciones in situ de la descarga de las vías fluviales en momentos determinados para los lugares de interés.

La descarga instantánea se obtuvo mediante el método de velocidad-área, de acuerdo a AS3778.3.1 ISO 748 (Australian Standard, 2001), lo cual es el producto de la velocidad promedio de la sección transversal del cauce medida directamente por un medidor de flujo, y el área de descarga de esta. El área de descarga es obtenida integrando con el ancho y la profundidad del río, eligiendo intervalos lo suficientemente cerca para definir el perfil de la sección transversal de manera exacta. De tal manera que la sección transversal está hecha de un número de segmentos cada cual acotado por líneas verticales como se observa en la Figura 4. Se tiene por tanto que las mediciones de la profundidad (sondeos) son tomados en los puntos elegidos (verticales) a través de la corriente, a lo largo de los cuales las velocidades también serán medidas.

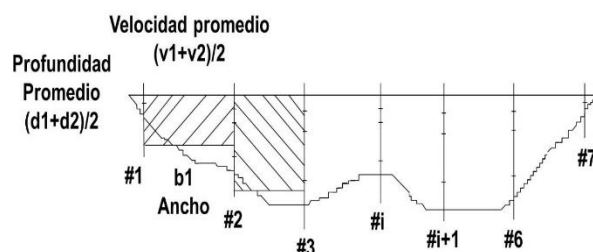


Figura 4 Sección transversal de acuerdo al Método de sección media

Fuente: *Imagen modificada de (Australian Standard, 2001)*

Velocidad media

Para determinar la velocidad media a lo largo de las verticales, se ocupa el método de los puntos reducidos. Para esto las velocidades a distintas profundidades se miden mediante un medidor de flujo de agua (de la marca *flowatch*), y sus valores son ponderados de acuerdo a la cantidad de mediciones realizadas a lo largo de la vertical, conforme lo estipulado en el Australian Standard AS3778.3.1 ISO 748, y así obtener la velocidad media.

Gasto

El gasto Q se integra usando el método de las secciones medias (Australian Standard, 2001), en donde el gasto para cada elemento $q_{(i,i+1)}$, definido para la sección transversal entre las verticales i e $i+1$, corresponde a la siguiente ecuación

$$q_{(i,i+1)} = 0.25(v_i + v_{i+1})(d_i + d_{i+1})b_i \quad (6)$$

Los resultados obtenidos por este procedimiento se muestran en la Tabla 4, y fueron comparados con la metodología SIG.

Resultados

En la Tabla 3 se muestran los caudales obtenidos SIG, para los cinco sitios, en donde Q_i representa el caudal del sitio correspondiente, obteniendo valores mínimos de $0.58 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ para Q_1 y máximos de $21.40 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ para Q_5 .

Gastos Mensuales

Mes	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅
Enero	0.69	0.76	1.00	2.01	3.25
Febrero	0.73	0.81	1.07	2.16	3.50
Marzo	0.64	0.72	0.94	1.90	3.08
Abril	0.58	0.66	0.87	1.76	2.82
Mayo	0.94	1.00	1.31	2.63	4.19
Junio	3.77	4.30	5.58	11.17	17.80
Julio	4.85	5.18	6.72	13.43	21.40
Agosto	3.58	3.96	5.14	10.29	16.40
Septiembre	3.93	4.34	5.65	11.31	18.05
Octubre	2.21	2.45	3.19	6.40	10.23
Noviembre	1.27	1.41	1.84	3.68	5.91
Diciembre	0.88	0.97	1.24	2.55	4.09

Tabla 3 Gasto mensual (Q, m^3s^{-1}) estimado en SIGFuente: *Elaboración Propia*

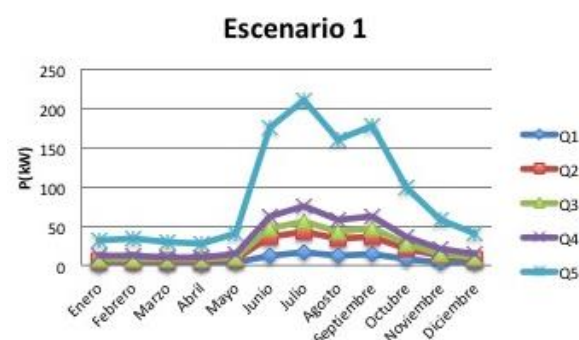
En la Tabla 4 se hace un comparativo de las mediciones in situ las estimaciones mediante SIG. Se observa que al menos para los sitios y fechas en que dichas mediciones pudieron llevarse a cabo, los resultados empatan aceptablemente bien, con una diferencia mínima del 15% y máxima de 58%.

Con base en los gastos se estimaron las potencias (considerando a η con un valor de 0.7) para los escenarios (1,2,3), en donde se consideraron las caídas correspondientes de 500 m, 1 km, 500 y 2 km aguas arriba del punto de interés, respectivamente. Hay que aclarar que estas longitudes son a lo largo del río y no en línea recta, la cual podría ser mínima, dependiendo de tortuosidad del río en la sección de estudio.

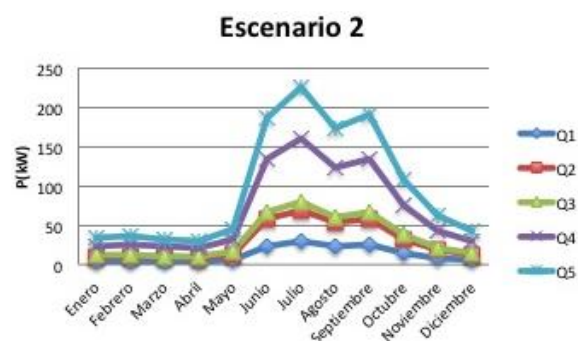
Sitio/fecha	Q _(in situ)	Q _{SIG}	Dif. (%)
S ₂ (27/03)	1.14	0.72	58-37%
S ₄ (14/04)	2.07	1.76	15-18%
S ₄ (05/05)	2.21	2.63	16-19%

Tabla 4 Comparación Gasto (Q, m^3s^{-1}) medido in situ contra estimadoFuente: *Elaboración Propia*

Para el Escenario 1 (Gráfico 2) se observa que el sitio correspondiente al caudal Q₅ tiene una potencia de generación muy alta (llegando a los 210 kW) con respecto a los otros sitios para el periodo que abarca de Junio a Octubre.

**Gráfico 2** Potencia de generación para el Escenario 1
Fuente: *Elaboración Propia*

Para el escenario 2 (Gráfico 3) tanto los sitios correspondientes a los caudales Q₅ y Q₄ pueden generar una contribución importante, llegando a tener valores por de los 200 y 150 kW para cada sitio respectivamente, mientras que el sitio de Q₅ tiene una contribucion muy baja en comparación, que oscila entre los 5 y 30 kW.

**Gráfico 3** Potencia de generación para el Escenario 2
Fuente: *Elaboración Propia*

Por último para el escenario 3 hay valores de generación para todos los sitios excepto el correspondiente a Q₁. En este caso Q₅ sigue siendo debido a su gran caudal, el escenario con una potencia muy por encima del resto (cerca de los 500 kW), no obstante Q₄ y Q₃ tienen una contribución también alta y similar, lo cual nos indica que para este escenario la region ubicada para estos sitios tiene potenciales alrededor de los 300 kW.

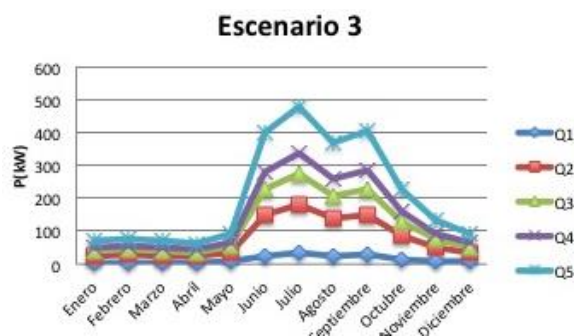


Gráfico 4 Potencia de generación para el Escenario 3
Fuente: *Elaboración Propia*

Conclusiones

En este trabajo se pudo estimar el potencial hidráulico de manera remota mediante Sistemas de Información Geográfica, en lugares en los cuales el acceso y las mediciones son complicados por motivos tanto técnicos como sociales. Estas herramientas también fueron útiles para decidir los sitios de interés.

Además, se realizaron un mínimo de in situ, los cuales se asimilaban aceptablemente con los obtenidos mediante Sistemas de Información Geográfica.

Con base en este estudio se conocen tanto los caudales como los potenciales de generación eléctrica en distintas regiones mediante lo cual podemos proponer el escalamiento de hidroeléctrica así como la tecnología de turbina que puede usarse.

Como trabajo a futuro se espera hacer mediciones in situ, en más lugares y en más épocas del año para hacer una mejor comparación con los métodos por SIG. También se espera usar estas herramientas para ampliar los estudios de tal manera que también se puedan incluir aspectos económicos ambientales y sociales.

Referencias

Australian Standard. (2001). *AS778.3.1 ISO 748. Measurement of water flow in open channels. Part 3.1: Velocity-area methods- Measurement by current-meters and floats*. Sydney: Standards Australia International Ltd.

CONAGUA. (2015) Estudios de Alternativas de solución para suministrar agua potable a las ciudades de Minatitlán y Coatzacoalcos. Disponibilidad.

Doolla, S., & Bhatti, T. S. (2006). Automatic generation control of an isolated small-hydro power plant. *Electric Power Systems Research*, 76(9-10), 889-896.

Earth Observing System [EOS]. (2018). Land Viewer. Recuperado el 1 de Junio de 2018 de: <https://eos.com/landviewer/#%2F>

Ferreira, J. H. I., Camacho, J. R., Malagoli, J. A., & Júnior, S. C. G. (2016). Assessment of the potential of small hydropower development in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, 380-387.

Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2014). Web LocClim: Local Monthly Climate Estimator. Recuperado el 1 de Junio de 2018 de: http://www.fao.org/nr/climpag/locclim/locclim_en.asp

Fujii, M., Tanabe, S., Yamada, M., Mishima, T., Sawadate, T., & Ohsawa, S. (2017). Assessment of the potential for developing mini/micro hydropower: A case study in Beppu City, Japan. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 11, 107-116.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2018). Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM). Recuperado el 1 de Junio de 2018 de: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/index.jsp>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2018). Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 (Distribución por Entidad Federativa). Recuperado el 1 de Junio de 2018 de: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/vectoriales_carreteras.aspx

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2018). Red Hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0. Recuperado el 1 de Junio de 2018 de: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/regiones_hidrograficas.aspx

Kosa, P., Kulworawanichpong, T., Srivoramas, R., Chinkulkijniwat, A., Horpibulsuk, S., & Teaumroong, N. (2011). The potential micro-hydropower projects in Nakhon Ratchasima province, Thailand. *Renewable Energy*, 36(3), 1133-1137.

Larentis, D. G., Collischonn, W., Olivera, F., & Tucci, C. E. (2010). Gis-based procedures for hydropower potential spotting. *Energy*, 35(10), 4237-4243.

Moiz, A., Kawasaki, A., Koike, T., & Shrestha, M. (2018). A systematic decision support tool for robust hydropower site selection in poorly gauged basins. *Applied Energy*, 224, 309-321.

Okot, D. K. (2013). Review of small hydropower technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 515-520.

Panic, M., Urosev, M., Pesic, A. M., Brankov, J., & Bjeljic, Z. (2013). Small hydropower plants in Serbia: hydropower potential, current state and perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 23, 341-349.

Punys, P., Dumbrasukas, A., Kvaraciejus, A., & Vyciene, G. (2011). Tools for small hydropower plant resource planning and development: A review of technology and applications. *Energies* 4 (9) 1258–1277.

Rojanamon, P., Chaisomphob, T., & Bureekul, T. (2009). Application of geographical information system to site selection of small run-of-river hydropower project by considering engineering/economic/environmental criteria and social impact. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), 2336-2348.

Secretaría de Energía. (2012). *Prospectivas de Energías Renovables 2012-2026*

Secretaría de Finanzas y Planeación del Estado de Veracruz [SEFIPLAN]. (2015). *Cuadernillos Municipales, 2015*. Soteapan. Recuperado el 1 de Junio de 2018 de: <http://www.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/2/2015/05/Soteapan.pdf>

Secretaría de Finanzas y Planeación del Estado de Veracruz [SEFIPLAN]. (2015). *Cuadernillos Municipales, 2015*. Mecayapan. Recuperado el 1 de Junio de 2018 de: <http://www.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/2/2015/05/Mecayapan.pdf>

Secretaría de Finanzas y Planeación del Estado de Veracruz [SEFIPLAN]. (2015). *Cuadernillos Municipales, 2015*. Pajapan. Recuperado el 1 de Junio de 2018 de: <http://www.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/2/2015/05/Pajapan.pdf>

Williamson, S. J., Stark, B. H., & Booker, J. D. (2014). Low head pico hydro turbine selection using a multi-criteria analysis. *Renewable Energy*, 61, 43-50.

Estudio del contexto de la especie capsicum chinense en el municipio de Centro del estado de Tabasco, para la generación de una propuesta de desarrollo

Study of the context of the capsicum chinense species in the municipality of the Center of the State of Tabasco, for the generation of a development proposal

DE LEÓN- DE LOS SANTOS, Brissa Roxana†*, FUENTES-LÓPEZ, Mayra Edilia, MADRIGAL-CANO, José Luis y GARCÍA-REYES, David Antonio

TecNM/Instituto Tecnológico de Villahermosa

ID 1^{er} Autor: *Brissa Roxana, De León-De los Santos* / ORC ID: 0000-0002-4775-6185, Researcher ID Thomson: G-3140-2018, CVU CONACYT ID: 778437

ID 1^{er} Coautor: *Mayra Edilia, Fuentes-López*/ ORC ID: 0000-0003-1075-7931, Researcher ID Thomson: G-3870-2018, CVU CONACYT ID: 868333

ID 2^{do} Coautor: *José Luis, Madrigal-Cano*/ ORC ID: 0000-0002-8333-8677, Researcher ID Thomson: G-5713-2018, CVU CONACYT ID: 560154

ID 3^{er} Coautor: *David Antonio, García- Reyes*/ ORC ID: 0000-0002-6083-079X, Researcher ID Thomson: D-4836-2018, CVU CONACYT ID: 883868

Recibido 19 de Octubre, 2018; Aceptado 2 De Noviembre, 2018

Resumen

El capsicum chinense es una de las cinco especies domesticadas de los chiles. Dentro de sus variedades se encuentra el chile habanero (capsicum chinense Jacq.), la más común. Actualmente el capsicum chinense es muypreciado para la exportación debido a su alto contenido de capsaicina, que es la sustancia que le proporciona el sabor picante, de acuerdo a la escala Scoville que mide la pungencia de los chiles. El presente estudio es un trabajo de investigación que pretende analizar la evolución del cultivo de la especie capsicum chinense en el municipio de Centro del estado de Tabasco, de manera que se puedan identificar las deficiencias en el sistema productivo implementado actualmente por los pequeños productores, misma que impide el alcance de la calidad deseada en sus cosechas; así como también detectar los factores específicos derivados de las variables del contexto que impactan al sector primario de manera directa y significativa, con el objetivo de diseñar y proponer un modelo para el desarrollo óptimo de dicho sector, que permita obtener productividad en el sector primario, y de igual forma oportunidad para ser competitivo en un sector globalizado.

Capsicum chinense, Competitividad, Enfoque integral

Citación: DE LEÓN- DE LOS SANTOS, Brissa Roxana, FUENTES-LÓPEZ, Mayra Edilia, MADRIGAL-CANO, José Luis y GARCÍA-REYES, David Antonio. Estudio del contexto de la especie capsicum chinense en el municipio de Centro del estado de Tabasco, para la generación de una propuesta de desarrollo. Revista de Investigación y Desarrollo. 2018, 4-14: 10-16

Abstract

The chinense capsicum is one of the five domesticated species of chili peppers. Among its varieties is Habanero pepper (capsicum chinense Jacq.), the most common. At the moment the chinense capsicum is very prized for the export due to its high content of capsaicina, that is the substance that provides the spicy flavor, according to the scale Scoville that measures the pungency of the chilies. The present study is a research work that aims to analyze the evolution of the cultivation of the capsicum chinense species in the municipality of Centro of the state of Tabasco, so that deficiencies in the productive system currently implemented by small producers can be identified. that prevents the reach of the desired quality in your crops; as well as detecting the specific factors derived from the context variables that impact the primary sector in a direct and significant way, with the aim of designing and proposing a model for the optimal development of said sector, which allows obtaining productivity in the primary sector, and likewise an opportunity to be competitive in a globalized sector.

Capsicum chinense, Competitiveness, Comprehensive approach

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: brissaroxana@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Por sus características de vida en anaquel y pungencia, el chile habanero de la Península de Yucatán se considera de calidad superior a los cultivados en el resto del mundo (Medina, 2008). Las zonas de producción aptas para el cultivo del chile habanero son definidas en función de los requerimientos del clima y el suelo, los cuales permiten obtener los mayores rendimientos y potenciar las características particulares del "Chile habanero de la Península de Yucatán" (SE, 2016).

En junio de 2010 se obtuvo la denominación de origen del "chile habanero de la Península de Yucatán" comprendiendo los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, referidos como "la Península de Yucatán" (Diario Oficial de la Federación, 2010). Después fue emitida la NORMA Oficial Mexicana (NOM-189-SCFI-2012) la cual señala que, dadas las características del chile habanero de la península de Yucatán, el mercado nacional e internacional distingue al Chile Habanero producido en estas zonas a los provenientes de otras zonas productoras, por sus características de sabor, aroma, pungencia, color y vida de anaquel, debiéndose éstas a las condiciones especiales de la región, como clima, suelo y ubicación (Borges et al., 2014).

En el municipio de Centro del estado de Tabasco se encuentra ubicada la Sociedad de Producción Rural "La Sopera" (una sociedad compuesta por 198 productores rurales –de los cuales 18 son productores de chile habanero-) que se constituyó en el 2007 poniendo en operación 18 módulos tipo invernadero de agricultura protegida de mil metros cuadrados cada uno para la producción de hortalizas, especialmente de chile habanero y pepino.

Actualmente el estado de Tabasco, como el resto del territorio nacional, se ve afectado por la regresión económica que sufre el país. Debido a la aprobación de nuevas reformas, específicamente la energética, que ha impactado negativamente al sector petrolero que se había posicionado como la base de la economía nacional, siendo el estado de Tabasco uno de los principales proveedores de petróleo.

A pesar que los pequeño productores del municipio de Centro del estado de Tabasco tiene la disposición de implementar nuevos sistemas de producción más eficientes en sus cultivos y que el gobierno ha aportado ayuda económica al sector primario de la zona de La Isla no logran el desarrollo productivo de sus cosechas siendo la falta de conocimientos y la deficiencia en cuanto al control de plagas en sus cosechas las necesidades que más se afloran en dicho sector.

Metodología

La presente estudio es de tipo cuantitativa-subjetiva, puesto que se cuantifican las percepciones de los principales involucrados con respecto a los factores situacionales que identifican como significativos dentro de su entorno, de manera que se diseñe un escenario confiable a partir de la medición formal del contexto estudiado, que se analiza por el autor con el fin de determinar los factores que propician la deficiencia del sector, esbozando así, un diagnóstico que funge como base del diseño de un modelo de desarrollo que es propuesto a la agroindustria de la especie capsicum chinense para su implementación en el *modus operandi* de la misma.

El surgimiento de la idea de la investigación parte de la premisa de que actualmente existe una gran necesidad de desarrollo económico en todo el territorio nacional. Debido a que la industria del petróleo funge como base económica del país y el estado de Tabasco, uno de los estados con mayor aportación a dicha industria, se crea un conflicto de alto impacto al declararse Petróleos Mexicanos en crisis económica, dado que es este el sustento de muchas familias mexicanas, así como de las pequeñas y medianas empresas que ofrecían servicios al sector petrolero y, que también contribuían a la generación de empleos y al incremento del PIB nacional.

Por ello, el presente estudio pretende fomentar el desarrollo del sector primario, el cual ha pasado a segundo plano, a pesar de contar con la rentabilidad para poder restaurar la eficiencia económica del estado, ya que Tabasco ofrece tierras fértiles y un clima adecuado para que estas produzcan.

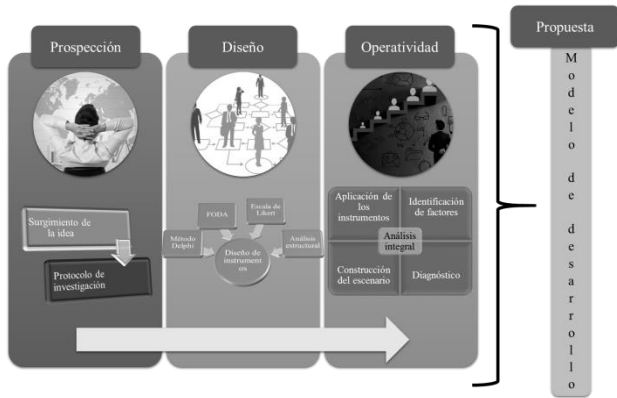


Figura 1 Metodología para la investigación
Fuente: Percepción del autor (2017)

Análisis

El *modus operandi* del productor agrícola es de forma artesanal-tradicional, situación que impacta en el rendimiento productivo. Son pocos los que aplican las técnicas estandarizadas que establecen los paquetes tecnológicos referentes al cultivo de capsicum chinense, mismos que incluyen las labores de mecanización (desvare, barbecho, rastreo y siembra).

Se identificaron dentro del territorio municipal (Centro, Tabasco) diecisiete localidades dedicadas a la producción y comercialización del chile habanero, de acuerdo a los datos recopilados del H. Ayuntamiento de Centro (2012) y de SEDESOL (2010).

Análisis a partir de la metodología Delphi (Identificación de los expertos)

Se determinó la comunidad de “La Isla” como el punto común para la realización de las reuniones con los actores interesados a fin de proceder a la selección de los expertos. Se trabajó con 37 actores interesados, con los cuales se realizaron rondas periódicas de entrevistas diseñadas para facilitar su identificación.

El resultado obtenido fue un total de 14 expertos identificados, los cuales se encuentran distribuidos en el municipio de Centro de la siguiente manera:

Localidad	No. de expertos
Corregidora Ortiz 1ra. Sección	2
Corregidora Ortiz 3ra. Sección (San Pedrito)	2
Acachapan y Colmena 4ta. Sección	1
Boquerón 5ta. Sección (La Lagartera)	2
Medellín y Madero 2da. Sección	2
Plátano y Cacao 3ra. Sección	2
La Huasteca 1ra. Sección	1
Buena Vista Río Nuevo 1ra. Sección	1
Chacté	1

Tabla 1 Número de expertos identificados en cada localidad
Fuente: Elaboración Propia (2017)

Variable Tecnológica

La tecnología es un aspecto de desventaja para el sector estudiado, puesto que los agricultores no cuentan con las herramientas tecnológicas necesarias para tener un rendimiento óptimo en sus cultivos, aunado a la dificultad para distribuir las cosechas, lo cual además genera la incapacidad de competir en el mercado en contraste con los productores de capsicum chinense de otras regiones.

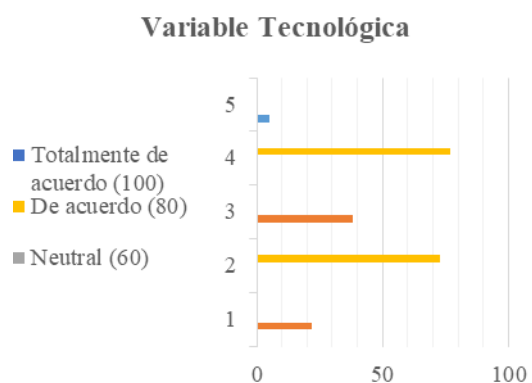


Gráfico 1 Presentación del estado actual de la variable tecnológica
Fuente: Elaboración Propia (2017)

Variable Cultural

La siguiente variable evaluada es la cultural, en la cual se pueden observar los siguientes resultados:

Variable Cultural

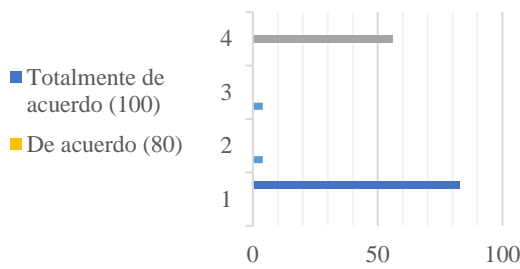


Gráfico 2 Presentación del estado actual de la variable cultural

Fuente: *Elaboración Propia (2017)*

Partiendo de la premisa de que los expertos provienen de comunidades con un grado considerable de marginación, se ve reflejado en el gráfico 2 que la actitud ante la entrada de nuevas tecnologías/procesos es renuente, no por la actitud de los trabajadores sino más bien por la gran dificultad que presentan a la adaptación de las nuevas formas de trabajo, de modo que se generan demoras/pérdidas en los procesos productivos cada vez que se pretende modificar el método tradicional de producción.

A pesar de lo anterior, los productores sostienen relaciones solidarias entre ellos, aspecto que ha sido ventajoso en la producción, puesto que comparten conocimientos, materiales y herramientas, así como canales de distribución del producto que fortalecen el sector y le permite a los productores subsistir, aunque de manera deficiente, en el mercado local.

Variable Social

La variable social, por otra parte, incide de manera significativa en el sector, pero este no tiene gran impacto en la sociedad, tal como se puede apreciar en el gráfico 3.

Variable Social

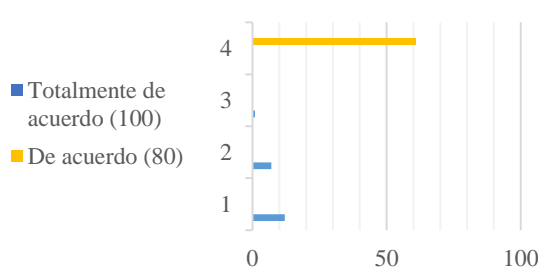


Gráfico 3 Presentación del estado actual de la variable social

Fuente: *Elaboración Propia (2017)*

Los productores procuran adaptarse a las exigencias que sus clientes les solicitan. Entre las más relevantes se puede mencionar la calidad del fruto, debido a las plagas a la que se enfrentan actualmente que afectan la pigmentación del fruto se ha tenido que incurrir en métodos de selección de la cosecha, pues los frutos que presenten defectos son rechazados por los clientes además de generar un cierto desapego con el productor de parte del cliente. Otro aspecto es la cantidad demandada de la especie capsicum chinense, ya que los agricultores no cuentan con la cosecha suficiente para satisfacerla. Por último, se tiene el “regateo” del precio del producto, debido a que en variadas ocasiones se han visto en la necesidad de rebajar los precios que ya estaban establecidos con el fin de cerrar la venta.

Por el contrario, la sociedad en que desempeñan sus operaciones comerciales los productores, impacta de gran manera a las actividades de los mismos pues al verse inmersos en un entorno marginado sufren altos índices de discriminación y menosprecio, lo cual causa desmotivación en ellos para ejercer de manera efectiva sus labores de producción al igual que de distribución de los frutos por lo que se ven afectados.

Variable Económica

En el ámbito económico se presentaron ciertas conflictos en la comprensión de las preguntas, debido a que los productores muestran dificultad para visualizarse como empresa formal y comprender, por ende lo que una organización como sistema implica, aspecto que propicia sesgo de incertidumbre en los resultados obtenidos, los cuales se pueden apreciar en el gráfico 4.

Variable Económica

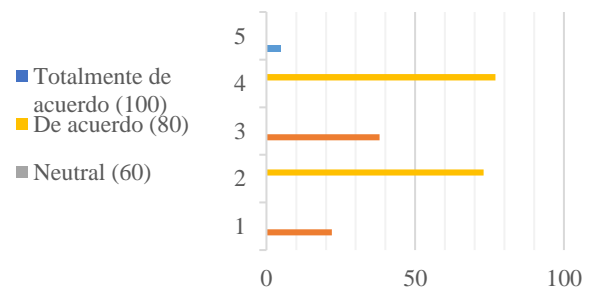


Gráfico 4 Presentación del estado actual de la variable económica

Fuente: *Elaboración Propia (2017)*

La principal problemática a la que se enfrentan los pequeños agricultores en el rubro económico es la inflación, ya que el alza de precios de sus materias primas y la liberación del precio de la gasolina aumenta los costos de producción generando que la utilidad obtenida disminuya. Sustentando lo anterior con lo dicho en el rubro de variable social sobre la negociación del cambio de precio que los clientes proponen a los comerciantes del fruto con el fin de adquirir a menor costo el producto dañando la economía del productor.

Por otra parte se percibe que la inserción de nuevas maquinarias y equipos en el proceso productivo generaría un cambio positivo al rendimiento de la producción, lo contrario a la inversión de capacitaciones, aspecto que es percibido como un gasto innecesario por los productores de capsicum chinense, haciendo hincapié en el nivel de analfabetismo existente en la comunidad agrícola productora de dicha especie, situación que elevaría los costos de capacitación por el carácter personalizador que requieren las mismas para lograr su alcance.

Variable Política

En cuestiones de política, no existen normas establecidas en los procesos productivos de capsicum chinense por parte de los productores aunque si se han dictado de manera informal, lo cual ayuda a regularizar en pequeña medida el proceso artesanal que es utilizado para la producción de este fruto. En cuanto a materia de las normas oficiales establecidas por órganos reguladores formales tales como las normas de seguridad ocupacional o ambiental, no son aplicadas durante sus procesos. Cabe mencionar que en la mayor proporción son totalmente desconocidas.

Variable Política

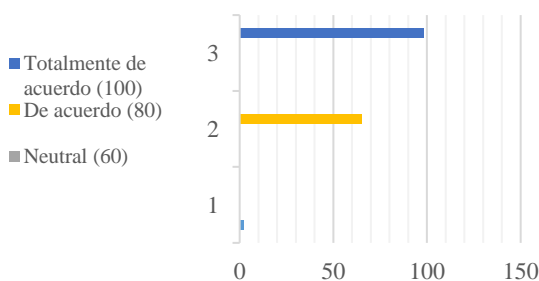


Gráfico 5 Presentación del estado actual de la variable política
Fuente: *Elaboración Propia (2017)*

Variable Ambiental

En última instancia se hace referencia a la variable ambiental, en la cual se evalúa el afecto del medio ambiente que envuelve al sector estudiado, de tal modo que puedan medirse su incidencia en el desarrollo de la industria agroalimentaria productora de capsicum chinense.

Tal como muestra el gráfico 6, el medio ambiente actualmente impacta de manera directa en la producción, considerando que el método de riego utilizado en el proceso es por temporal, en las estaciones calurosas (considerando el clima del estado) se sufre de sequía en ocasiones lo cual afecta el cultivo. De igual manera se genera la proliferación de plagas que dañan la producción. Con base en el impacto negativo que genera la situación anteriormente mencionada, los productores en este rubro si consideran, aunque no de manera prioritaria, que se debe invertir en capacitación para mitigar las problemáticas surgentes.

Variable Ambiental

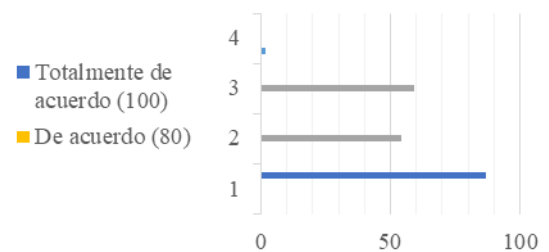


Gráfico 6 Presentación del estado actual de la variable ambiental
Fuente: *Elaboración Propia (2017)*

Aportaciones

El modelo propuesto para la industria productora de la especie capsicum chinense en el municipio de Centro del estado de Tabasco, el cual se muestra a continuación ha sido diseñado específicamente con la finalidad de fomentar el desarrollo en el contexto objeto de estudio, tomando como base para la estructuración del mismo acciones que mitiguen los focos rojos identificados durante la realización de la investigación que limitan la competitividad del sector.

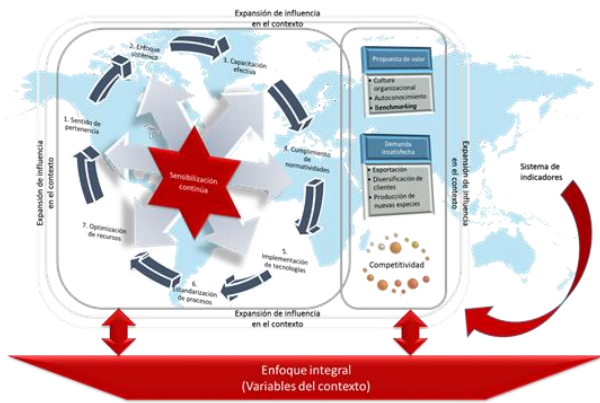


Figura 1 Modelo de desarrollo
Fuente: Elaboración Propia (2018)

Tomando como punto de partida la problemática que esbozó el diagnóstico del sector estudiado, en el cual se determinó que los principales problemas que se encuentran afectando a la industria del capsicum chinense son originados en mayor proporción por el *statu quo* de alta marginación que viven los productores de esta especie en el municipio de Centro, se plantea el diseño de un modelo para el desarrollo del sector, cuyo epicentro es la sensibilización continua de carácter multidireccional que permita no solo la sensibilización de los productores sino también la de los involucrados que estructuran el contexto objeto de estudio con la finalidad de avanzar en la erradicación de la marginación, acompañada de siete aspectos relevantes para el funcionamiento óptimo de esta industria a fin de conseguir la estructura organizada formal (como empresa constituida) de los productores para la generación de competitividad y, de esta manera, contribuir a la expansión del círculo de influencia que la agroindustria del capsicum chinense posee sobre su contexto. Lo anterior con base en el enfoque integral, el cual dota a la empresa de la capacidad de respuesta y adaptabilidad eficiente y eficaz ante los acontecimientos tanto internos como externos que se presenten en un escenario futuro, así como una cultura con tendencia global que asegure la longevidad de las empresas que conforman el contexto del capsicum chinense en el municipio de Centro del estado de Tabasco.

Referencias

Andrews, J. Peppers. (1995). The domesticated capsicums. Austin, Texas: University of Texas Press.

Belcher, J. (1991). Productividad Total. Buenos Aires: Garnica.

Borges, L., Moo, C., Ruíz, J., Osalde, M., González, C., Yam, C., & Can, F.. (2014, junio).

Suelos destinados a la producción de chile habanero en Yucatán: características físicas y químicas predominantes. *Agrociencia*, 48, p.4.

Bruna, G., Campos, A. & Bravo, J.. (1990). AJOS: MARGENES DE COMERCIALIZACION. *INIA*, 59, 27-33.

González, S.M.R. y Orellana, P. (2006). Recolección de germoplasma de chile tipo habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en el Departamento del Peten. Guatemala, C. A. In: Memoria de resúmenes. XXI Congreso Nacional y I Internacional de Filogenética. Tuxtla Gutiérrez Chiapas, México.

H. Ayuntamiento de Centro (2016). Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018. Villahermosa, pp.64-65.

Hall, E. (1959). El lenguaje silencioso. Madrid, (1989): Alianza Editorial.

ISO. (2015). ISO 9001:2015. Abril 03, 2017, de Organización Internacional de Normalización Sitio web: <http://www.bsccconsultores.com.co/wp-content/uploads/2016/05/Norma-ISO-9001-2015.pdf>

Kazukiyo, K.. (1991). Productivity Measurement and Management at the Company Level: The Japanese Experience. N.Y., U.S.A.: Elsevier.

López, R. & Mirafuentes, F. (2004). Sistema de fertirrigación y Acolchado plástico en la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* JACQ.). En Primera Convención Mundial de Chile. León, Guanajuato, México. pp: 223-229.

Martinez Cruzado, Juan C. (2002). El uso del ADN mitocondrial para descubrir las migraciones precolombinas al Caribe: Resultados para Puerto Rico y expectativas para la Republica Dominicana. *KACIKE: Revista de la historia y antropología de los indígenas del Caribe [Revista electronica]*, Edición Especial, Lynne Guitar, redactora. Disponible en: <http://www.kacike.org/MartinezEspanol.pdf>

DE LEÓN- DE LOS SANTOS, Brissa Roxana, FUENTES-LÓPEZ, Mayra Edilia, MADRIGAL-CANO, José Luis y GARCÍA-REYES, David Antonio. Estudio del contexto de la especie capsicum chinense en el municipio de Centro del estado de Tabasco, para la generación de una propuesta de desarrollo. *Revista de Investigación y Desarrollo*. 2018

OIRSA. (2003). Producción ecológica de chile habanero. En Producción Ecológica con Énfasis en Cultivos Tropicales. Proyecto Regional de Fortalecimiento de la Vigilancia Fitosanitaria en Cultivos de Exportación No Tradicional-VIFINEX. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. Republica de china OIRSA. Peten, Guatemala, C.A.

Paredes López, O., Guevara Lara, F. y Bello Pérez, L. A. (2006). Los alimentos mágicos de las culturas indígenas

Pérez, M. L., Leyva, M.C., & Magaña, M. M. (2006). El mercado de chile habanero. En Memoria de la 1ra. Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal 4-8 de Septiembre Mérida Yucatán p. 88.

Poot, M.J.E., Gómez S, J. R & Grillo R, V.H. (2006). Alternativas ecológicas y sustentables para producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) en comunidades rurales de Tabasco. México, Memoria de la 1ra. Reunión Nacional de innovación Agrícola y Forestal 4-8 de septiembre Mérida Yucatán p.63.

Roos, EE; Davidson, DA (1992): Una longevidad sin precedentes de semillas de hortalizas en el almacenamiento. En Hort Ciencias 27, 393-396
SAGARPA. (2012). México, potencia productora de chile. Febrero 20, 2017, de Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación Sitio web: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/yucatan/Boletines/Paginas/201208B058.aspx>

SE. (2015). Denominaciones de Origen . Abril 11, 2017, de Secretaría de Economía Sitio web: <http://www.gob.mx/se/articulos/denominaciones-de-origen-orgullodemexico>

SEDAFOP. (2013). Inaugura Núñez Parque de agricultura Protegida en La Isla. Marzo 08, 2017, de Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesquero Sitio web: <https://tabasco.gob.mx/noticias/inaugura-nunez-parque-de-agricultura-prottegida-en-la-isla>.

Sepúlveda Villarreal, Ernesto. *Temas económicos y sociales de actualidad en México*. Charlas en mangas de camisa. México: Museo Interactivo de Economía, 2010. Pág. 287.

Siller-Cepeda, J.H., Báez, M.A., Sañudo, A. & Báez, R. (2002) Manual de Buenas Prácticas Agrícolas. México: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.

Spedding, C. R. W (1979) An Introduction to Agricultural Systems. Chapter 4, Biological Efficiency in Agriculture. England: Applied Science Publishers, pp. 43-60

Caracterización del viento de Ciudad del Carmen, Campeche

Carmen City's wind characterization in Campeche

ROSADO-VÁZQUEZ, María Esther†*, SIERRA-GRAJEDA, Juan Manuel, GUERRA-SANTIAGO, Gilberto y ROSADO-VÁZQUEZ, Eduardo Alonso

Universidad Autónoma del Carmen

ID 1^{er} Autor: *María Esther Rosado Vázquez* / ORC ID: 0000-0002-7550-4161, CVU CONACYT ID: 785673

ID 1^{er} Coautor: *Juan Manuel Sierra Grajeda* / ORC ID: 0000-0002-0565-6450, CVU CONACYT ID: 219284

ID 2^{do} Coautor: *Gilberto Guerra Santiago*

ID 3^{er} Coautor: *Eduardo Alonso Rosado Vázquez* / ORC ID: 0000-0002-8395-4808

Recibido 18 de Octubre, 2018; Aceptado 8 De Noviembre, 2018

Resumen

El viento se considera como un flujo másico de aire que se mueve con respecto a la superficie de la tierra. La atmósfera global transporta las masas de aire debido a los diferenciales de potencial térmico, generados por el sol. El calor latente del agua cuando varía de una fase a otra tiene más influencia en el clima. La energía disponible del viento varía de acuerdo a las estaciones del año. El objetivo principal de este trabajo es hacer una caracterización completa del viento en Cd. del Carmen, Campeche; puesto de otra forma, hacer una evaluación del recurso eólico en Ciudad del Carmen, Campeche. Para llegar a lo anterior se usarán datos históricos de velocidades, temperaturas, direcciones del viento etc, provenientes de la estación meteorológica de la Universidad Autónoma del Carmen, UNACAR. Las velocidades registradas en la estación se usarán para encontrar algunos marcadores importantes como: velocidades promedio, intensidad de turbulencia, rosas de viento, entre otros. Se va a comparar con los datos históricos de velocidad anuales del aeropuerto. La información proveniente de la estación de la UNACAR se midió cada 10 segundos durante 4 años haciendo un total de más de 202,710 datos por procesar en horas, semanas, meses y años para llegar a la evaluación del recurso eólico en Ciudad del Carmen.

Evaluación Recurso Eólico, Rosa de vientos, Densidad de potencia

Abstract

The wind is considered as a mass of flow moving respecting to earth surface. The global atmosphere transports air masses due to differential thermal potentials, powered by the sun. The water latent heat when changing from a phase to another has more influence in the weather. The wind energy available varies according to the seasons of the year. The mean objective in this work is to do a complete wind characterization at Carmen City, in other words a wind resource evaluation at Carmen city. To achieve this, we will use historical information from meteorological station at Carmen's University Autonomous, UNACAR. The measured velocities for days, months and years will be used to find some important wind markers like: average wind velocity, wind roses, turbulence intensity, wind power density among others. We will use the airport history wind velocity to compare with the data from the UNACAR. The wind velocities coming from UNACAR's meteorological station was measured every ten seconds for four years making more than 202,710 wind velocity data to process in weeks, months, years to have a wind resource evaluation from Carmen City.

Wind resource evaluation, wind rose, power density

Citación: ROSADO-VÁZQUEZ, María Esther, SIERRA-GRAJEDA, Juan Manuel, GUERRA-SANTIAGO, Gilberto y ROSADO-VÁZQUEZ, Eduardo Alonso. Caracterización del viento de Ciudad del Carmen, Campeche. Revista de Investigación y Desarrollo. 2018, 4-14: 17-26

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: vazquez@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El viento se considera como una masa de flujo que se mueve con respecto a la superficie de la tierra. Además de los vientos globales, también tenemos los sistemas de vientos locales. La diferencia de temperaturas es la causa principal. Los sistemas de viento más importantes son: brisa del mar y circulación valle-montaña. Este estudio se llevó a cabo en el estado de Campeche, para ser más exactos en la Isla del Carmen, conocida como Ciudad del Carmen los vientos que se tienen aquí son tipo brisa del mar, se tiene un sistema de viento diurno y una alta diferencia de temperaturas entre el mar y la tierra; a la orilla del mar también se presentan dichos diferenciales, pero en menor intensidad. Durante el día la tierra se calienta mucho más que el mar que rodea a la isla; cuando cae la tarde la arena se refresca más rápido que el mar. Por lo que las direcciones de flujo se invierten (Gasch & Twele, 2012).

La evaluación de la factibilidad técnico-económica de un proyecto eoloelectrico exige un conocimiento detallado del comportamiento del viento, para ello es imprescindible llevar a cabo mediciones anemométricas en el área y lugar de interés (Borjas-Díaz, Medrano-Vaca, Huacuz-Villamar, & González Galara, 1998).

La información proveniente de la estación de la UNACAR se midió en promedio cada 10 minutos durante 4 años haciendo un total de más de 202,710 datos que incluyen velocidades de viento, temperaturas, orientación del viento, etc. El objetivo principal de este trabajo es hacer una evaluación del recurso eólico en Ciudad del Carmen, Campeche, considerando la información previamente mencionada. Para cumplir con el objetivo es necesario procesar todos los datos en horas, semanas, meses y años.

La estación de monitoreo se encuentra ubicada en la parte superior del edificio de la Facultad de Ingeniería de la UNACAR-Campus III en una torre (LENERSE del Laboratorio de Energías Renovables del Sureste), dicha torre cuenta con 3 anemómetros de copa o sensores; dos a una altura de 40m y el tercero a una altura de 30m, también cuenta con una veleta para registrar la dirección del viento así como un sensor de temperatura, toda la información recopilada se registra en un sistema de adquisición de datos.

Los datos provenientes del instrumento se usarán para encontrar algunos marcadores importantes como: velocidades promedio, intensidad de turbulencia, rosas de viento, entre otros.

La magnitud del histórico de velocidades, así como la dirección del viento son los parámetros más importantes en la predicción del rendimiento energético esperado (Gasch & Twele, 2012).

En la medición del viento, los sensores o instrumentos para la medición del viento deben de ser lo más exactos posibles en las lecturas de velocidad del viento, además, tener buena capacidad de almacenamiento para la información y lo más robusto posible para situarse a la intemperie. Un error del 10% en la medición del viento puede ocasionarnos un error de hasta el 33% en la estimación de la potencia de salida (Gasch & Twele, 2012).

Los anemómetros se componen de tres partes principales: sensor, acondicionador de señal y receptor de datos. Los instrumentos de medición, aún los de baja capacidad de almacenamiento, si registran cada 10 min la información de pueden llegar a almacenar hasta 4000 datos al mes (Spera, 1994)

Metodología

En la figura 1 se muestra un diagrama representativo de la metodología usada en este trabajo para la caracterización del viento.

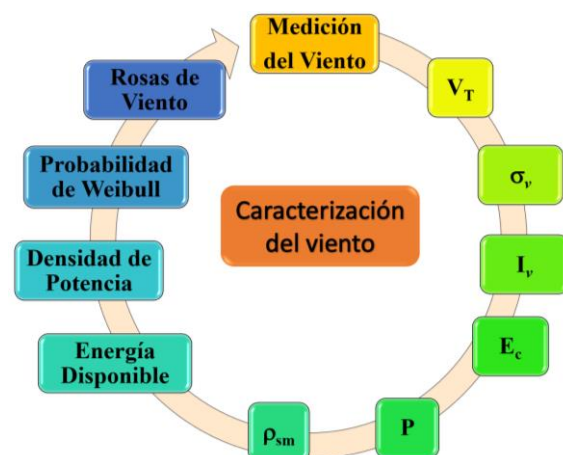


Figura 1 Metodología para la caracterización del viento
Fuente: Elaboración Propia

Ecuaciones y conceptos usados en la caracterización del viento

En el proceso de la caracterización es importante tener presente algunos conceptos:

La velocidad estacionaria es la suma de las variaciones medidas en la velocidad del viento, en un intervalo de 10 minutos dividido entre el total de muestras durante el mismo período de tiempo se obtiene con la ecuación 1 (Borjas-Díaz, Medrano-Vaca, Huacuz-Villamar, & González Galara, 1998).

$$V_e = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n V_i \quad (1)$$

La velocidad promedio es la suma de las velocidades estacionarias en un período de tiempo dividido entre el número de intervalos de 10 min en el mismo período de tiempo de las velocidades estacionarias ecuación 2 (Gasch & Twele, 2012).

$$V_T = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n V_{e_i} \quad (2)$$

La varianza es una medida de las irregularidades del viento, está dado por el promedio de la diferencia al cuadrado de la velocidad real (en el período de 10 min.) y la velocidad estacionaria ecuación 3 (Manwell, Mcgowan, & Rogers, 2009)

$$\overline{V^2} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^n (V_i - V_e)^2 \quad (3)$$

La desviación estandar es la raíz cuadrada de la varianza ecuación 4 (Manwell, Mcgowan, & Rogers, 2009).

$$\sigma_e = \sqrt{\overline{V^2}} \quad (4)$$

Intensidad de turbulencia es la relación entre la desviación estándar y la velocidad promedio ecuación 5 (Gasch & Twele, 2012).

$$I_e = \frac{\sigma_e}{V_T} \quad (5)$$

La desviación promedio, es la diferencia al cuadrado de la velocidad estacionaria y la velocidad promedio.

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^n (V_{e_i} - V_T)^2} \quad (6)$$

Intensidad de turbulencia total

$$I_T = \frac{\sigma_T}{V_T} \quad (7)$$

La energía cinética del viento considera el aire en movimiento, como la energía del viento a través de una sección de área perpendicular a la dirección del viento durante un período de tiempo ecuación 8 (Gasch & Twele, 2012).

$$E_c = \frac{1}{2} \rho A V^3 t \quad (8)$$

Potencia del viento es la potencia que se puede extraer del viento a través de un área transversal al paso de éste, ecuación 7 (Spera, 1994).

$$P = \frac{1}{2} \rho A V^3 \quad (9)$$

Densidad de potencia eólica es la potencia que experimenta un rotor aerodinámico de eje horizontal por unidad de área de barrido. De la ecuación 10 se observa que la potencia del viento es directamente proporcional al cubo de su velocidad (Spera, 1994) ecuación 8.

$$\frac{P}{A} = \frac{1}{2} \rho V^3 \quad (10)$$

Las variaciones diurnas de la densidad debido a cambios de presión son pequeñas comparadas con los efectos de la temperatura estacional y la altura respecto al nivel del mar. En este caso el promedio de la densidad del aire para un período mensual en un sitio específico se puede estimar mediante la ecuación 11 (Borjas-Díaz, Medrano-Vaca, Huacuz-Villamar, & González Galara, 1998).

$$\rho_{sm} = 1.225 e^{\left[\left(\frac{-z}{8435} \right) - \left(\frac{T_m - 15}{288} \right) \right]} \quad (11)$$

Energía disponible en el período por unidad de área ecuación 12 (Borjas-Díaz, Medrano-Vaca, Huacuz-Villamar, & González Galara, 1998).

$$\frac{E_{D,T}}{A} = \frac{1}{12} \rho_s \sum_{i=1}^N V_{e_i}^3 \quad (12)$$

Densidad de potencia promedio en el período, ecuación 13 (Borjas-Díaz, Medrano-Vaca, Huacuz-Villamar, & González Galara, 1998).

$$\frac{\overline{P_T}}{A} = \frac{1}{2N} \rho_s \sum_{i=1}^N V_{ei}^3 \quad (13)$$

El perfil vertical de velocidad del viento está dado por la ley de potencias de Hellman. El exponente a menudo se denomina exponente empírico de cizallamiento del viento, pero varía con la altura, la rugosidad, orografía del lugar, naturaleza y estratificación del terreno. La ecuación 14, da la descripción del perfil promedio del viento donde se simplifica para dos alturas conocidas, así como el valor de la rugosidad del terreno (Mertens, 2006). La tabla 1 presenta Las rugosidades para cada tipo de terreno de acuerdo a Wood.

$$Ve(z) = Ve(Zr) \left(\frac{\ln \frac{z}{Z_0}}{\ln \frac{Z_r}{Z_0}} \right) \quad (14)$$

Tipo de Terreno	Z ₀ (mm)
Mar abierto calmado	0.2
Superficie nevada	3.0
Pasto áspero	10
Cultivo	50
Árboles dispersos	100
Varios o hileras de árboles, pocas construcciones	250
Bosques, tierras cubiertas con árboles	500
Suburbios	1500
Centros de ciudades con edificios altos	3000

Tabla 1 Descripción del tipo de terreno y variación de Z₀
Fuente: Wood, 2011.

Pronóstico del recurso eoloenergético

La ecuación 15 aproxima la función de densidad de probabilidad de Weibull, sin embargo requiere del conocimiento de dos parámetros: k, un factor de forma y c, un factor de escala. (Manwell, Mcgowan, & Rogers, 2009).

$$p(Ve) = \frac{k}{c} \left(\frac{Ve}{c} \right)^{k-1} \exp \left[- \left(\frac{Ve}{c} \right)^k \right] \quad (15)$$

La ecuación 16 nos da la probabilidad de ocurrencia de tener vientos mayores o menores a un cierto valor pre-establecido (Manwell, Mcgowan, & Rogers, 2009).

$$P(v_{ex} \leq v_e \leq v_{ey}) = \int_{v_{ex}}^{v_{ey}} p(v) dv \quad (16)$$

En el caso de un proyecto eólico es esencial tener caracterizado el viento de la región con información de por lo menos un año, además de conocer la frecuencia y distribución de la velocidad del viento para diferentes direcciones con el fin de saber la orientación de los aerogeneradores y evitar la interferencia entre ellos mismos, por esta razón se usan las rosas de viento (Gasch & Twele, 2012).

Una rosa de vientos es una forma de saber gráficamente la dirección y distribución del viento en un lugar. Cada círculo concéntrico representa la frecuencia con la que se presenta una cierta velocidad por medio de rangos de velocidad marcados con diferentes colores.

Desarrollo de la metodología

Ciudad del Carmen se ubica al suroeste de la península de Yucatán, en la parte occidente de la Isla del Carmen, está situada entre el Golfo de México y la Laguna de Términos. En la figura 2 se muestra un mapa de Cd. del Carmen, así como las ubicaciones de los lugares donde se midió la información, UNACAR-Campus III (punto rojo) y el aeropuerto de dicha ciudad (punto azul).

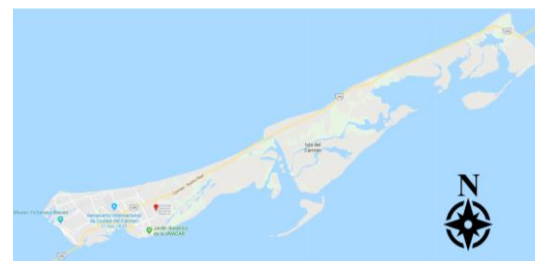


Figura 2 Punto rojo Campus-III, punto azul el Aeropuerto en estas ubicaciones se midió la información meteorológica
Fuente: Imagen tomada de Googlemaps

A partir de la información que se registró de la torre LENERSE se genera un archivo Raw Wind Data (RWD) por cada día para una variable se registran 144 datos aproximadamente, esta información se pasó a hojas de Excel; sólo se usó la información de 9 canales de los 15 que tiene; los canales registran: fechas, horas y minutos en que se tomó la lectura, sensores 1 y 2 ubicados a 40m, sensor 3 ubicado a 30m los tres miden velocidad del viento, además se registra la temperatura ambiente, la dirección del viento, tres canales más para las desviaciones estandar estacionaria, uno por cada sensor de velocidad.

Se consideraron los datos históricos anuales de velocidad del viento así como la temperatura ambiente provenientes del aeropuerto de Cd. del Carmen. Estos datos sirvieron para cotejar la información que se obtuvo de la estación meteorológica de la UNACAR.

Desarrollo de la caracterización del viento

Con la información disponible se fue procesando la información y los cálculos de las ecuaciones del 1 al 15 en una hoja de Excel; la información se tuvo que trabajar de forma que se tuvieran valores de la velocidad en horas, semanas, meses, años, dependiendo de la variable que se estaba trabajando.

Finalmente se usó un software gratis de internet Wind Rose Plot, WRPLOT, para graficar las rosas de viento, para esto se tuvo que organizar la información en el formato de entrada: año, mes, semana, hora, velocidad y dirección del viento, en el programa se indicó mostrar la rosa de vientos con dirección de donde viene el viento.

Resultados de la evaluación.

Caracterización del viento

De la ecuación 2 se obtuvieron los siguientes valores para las velocidades promedio.

$$V_{T1 \text{ a } 40m} = 5.07086m/s$$

$$V_{T2 \text{ a } 40m} = 5.05336m/s$$

$$V_{T3 \text{ a } 30m} = 4.60000m/s$$

En el gráfico 1 se muestra la información de velocidades del viento del sensor 1, ésta información se graficó mensual y se variaron los colores para identificarla anual. En este tipo de gráficos es importante ver si existe una tendencia estacional por lo que los rectángulos ayudan a identificar las estaciones de la siguiente forma: Invierno (recuadro azul) incluye los meses 12, 1 y 2 que corresponden a Diciembre, Enero y Febrero; Primavera (recuadro verde) incluye los meses 3, 4 y 5 los cuales corresponden a Marzo, Abril y Mayo; Verano (recuadro morado) aquí se tienen los meses 6, 7 y 8 que vienen siendo Junio, Julio y Agosto; finalmente tenemos Otoño (recuadro naranja) incluye los meses 9, 10 y 11 los cuales son: Septiembre, Octubre y Noviembre.

Cabe mencionar que no se cuenta con los meses completos de los años 2011 y 2015 motivo por el cual no se aprecian todos los puntos, sin embargo, para 2012, 2013 y 2014 se observa una variación continua de los datos, de forma que presentan el mismo comportamiento con el paso de los años.

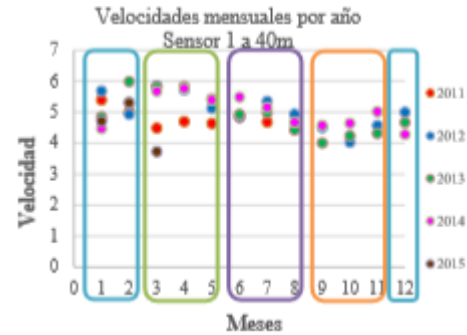


Gráfico 1 Velocidades mensuales por años
Fuente (con información de la UNACAR-LENERSE)

Con el histórico de los datos de velocidades anuales del aeropuerto de Cd. del Carmen (Punto A) se realizó el gráfico 2, donde además se añadieron las velocidades anuales de los sensores 1 y 3; se observa como la información registrada por dichos sensores conserva la misma tendencia que traen los datos registrados en el Punto A, además para el caso del sensor 1 su comportamiento es muy similar a los del Punto A observándose que en el período de estudio la mayoría de sus puntos se encuentran sobrepuestos.

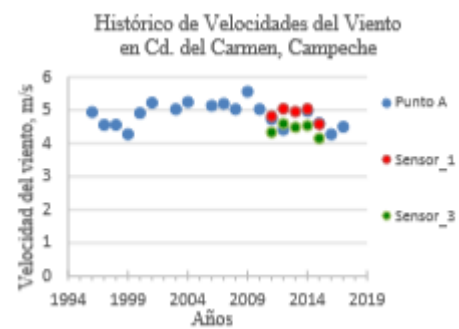


Gráfico 2 Histórico de velocidades del viento.
Fuente (con datos de UNACAR-LENERSE)

Con el histórico de los datos de temperaturas anuales del Punto A se realizó el gráfico 3, donde además se añadieron las temperaturas anuales del sensor 1, se aprecia un comportamiento muy similar a los del Punto A

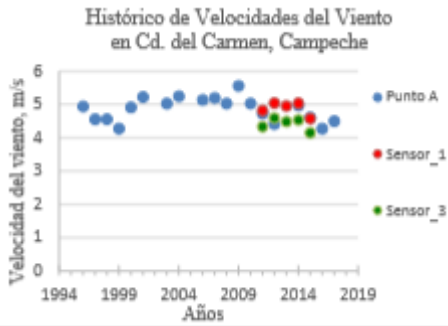


Gráfico 3 Histórico de temperaturas
Fuente (con datos de Tutiempo Network y UNACARLENERSE)

Las fluctuaciones turbulentas son de suma importancia en el diseño estructural de aerogeneradores, de aquí la necesidad de conocer la intensidad de turbulencia (Borjas Díaz, Medrano-Vaca, Huacuz-Villamar, & González Galara, 1998).

Una forma simple de medir la turbulencia es por medio del gráfico de Intensidad de turbulencia, de la ecuación 5 y con la información de los sensores 1 a 40m, 2 a 40m y 3 a 30m se calculó y gráficoó la intensidad de turbulencia para las velocidades en un lapso de 10min, estos son los gráficos 4, 5 y 6 respectivamente. Se aprecia una variación en la intensidad de turbulencia en el rango entre 0 a 1.2 sin embargo la mayoría de los puntos van de 0 a 0.5 en la escala de la intensidad de turbulencia, presentándose a velocidades bajas como en el rango de 0 a 6m/s. También se aprecia que a velocidades más altas del viento la intensidad de turbulencia disminuye debido a que el flujo del viento es más estable.

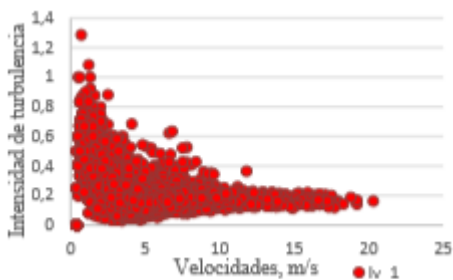


Gráfico 4 Intensidad de turbulencia sensor 1
Fuente (con datos de UNACAR-LENERSE)

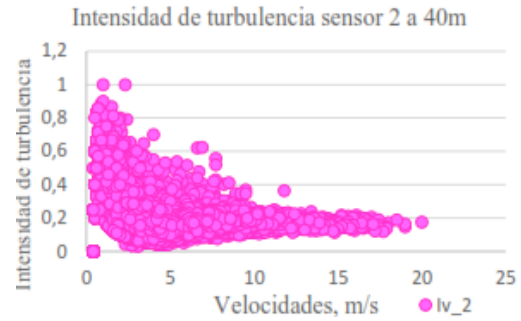


Gráfico 5 Intensidad de turbulencia sensor 2
Fuente (con datos de UNACAR-LENERSE)

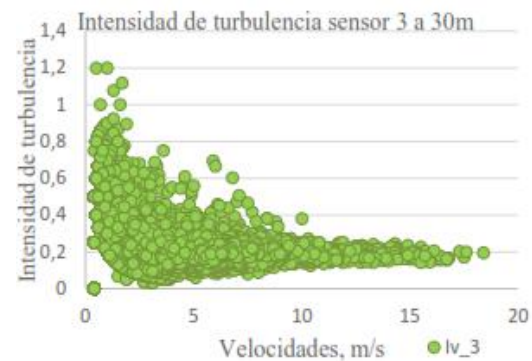


Gráfico 6 Intensidad de turbulencia sensor 3.
Fuente (con datos de UNACAR-LENERSE).

De la ecuación 6 se obtuvieron los siguientes valores para la desviación estándar promedio.

$$\begin{aligned} \sigma_{T1 \text{ a } 40m} &= 1.9987 \\ \sigma_{T2 \text{ a } 40m} &= 2.00719 \\ \sigma_{T3 \text{ a } 30m} &= 1.8684 \end{aligned}$$

Con los datos anteriores se obtuvo la intensidad de turbulencia promedio con la ecuación 7, para el sitio de estudio.

$$\begin{aligned} I_{T1 \text{ a } 40m} &= 0.203951 \\ I_{T2 \text{ a } 40m} &= 0.200719 \\ I_{T3 \text{ a } 30m} &= 0.209938 \end{aligned}$$

La densidad de potencia eólica es directamente proporcional a la densidad del aire, lo podemos apreciar en la ecuación 13.

Con la ecuación 11 se realizó la gráfica 7 correspondiente a la variación de la densidad del viento mensual por años, se observa una tendencia horizontal continua del orden de 1.17kg/m³.



Gráfico 7 Variación de la densidad del viento mensual
Fuente (con información de la UNACAR-LENERSE)

De la ecuación 12 y 13 se calcularon: la energía eólica disponible en todo el período de estudio y la densidad de potencia promedio en el mismo período para los sensores 1 a 40m y 3 a 30m.

En lo que respecta a la evaluación del recurso del viento se clasifica como escaso si se tienen valores menores a 100 W/m² en la densidad de potencia (Manwell, MCGOWAN, & ROGERS, 2009).

A 40m

$$\frac{E_{D,T}}{A} = 3,651.361 \text{ kWh/m}^2$$

$$\frac{\bar{P}_T}{A} = 109.34 \text{ W/m}^2$$

A 30m

$$\frac{E_{D,T}}{A} = 2,717.044 \text{ kWh/m}^2$$

$$\frac{\bar{P}_T}{A} = 81.36 \text{ W/m}^2$$

El viento se encuentra influenciado por la rugosidad la cual relaciona los obstáculos como edificios o árboles que se encuentran en el lugar de medición de los datos. Para considerar el perfil de velocidades del viento se consideró la ecuación 14 con un valor de $Z_0=250\text{mm}$ ya que en el sitio solo se tienen dos edificios, sobre uno de ellos es donde se encuentra la estación.

Se realizaron estimaciones de la altura de 40m a 100m para ver que velocidades se podrían encontrar, el gráfico 8 muestra los resultados obtenidos con velocidades del orden de 5.6m/s para alturas de 100m

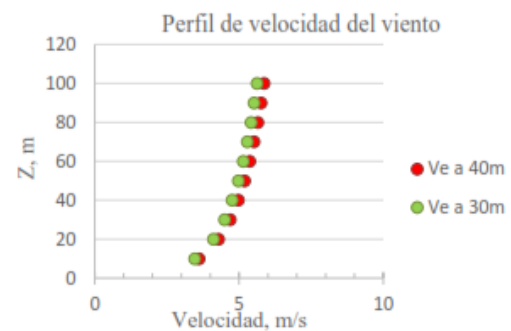


Gráfico 8 Perfil de velocidad del viento
Fuente (con datos de UNACAR-LENERSE)

En el gráfico 9 se muestra la densidad de potencia que se puede tener para diferentes velocidades, considerando una densidad del aire de 1.169380 kg/m³ para alturas de 30 m, 40 m y 80 m este último viene de la ecuación 14).

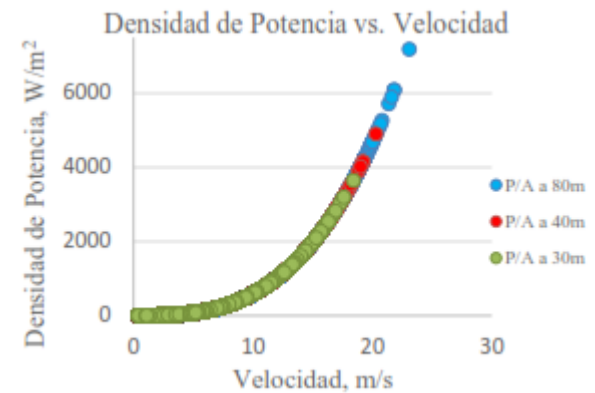


Gráfico 9 Densidad de potencia vs. Velocidad
Fuente (con datos de UNACAR-LENERSE)

El gráfico 10 de distribución de Weibull se obtuvo con la ecuación 15. Comparando la f.d.p. de Weibull del sensor 1 con la correspondiente a la del sensor 3 vemos que la curva del sensor 1 es más ancha y está corrida hacia la derecha lo cual es consistente con los valores calculados de la desviación estandar y el valor promedio de la velocidad.

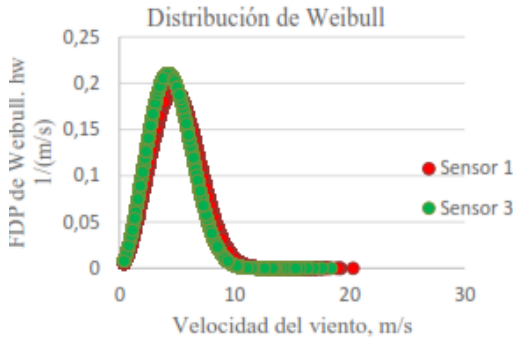


Gráfico 10 Distribución de Weibull para $V_r=5\text{m/s}$
Fuente (con datos de UNACAR-LENERSE).

La tabla 2 se generó con la ecuación 16 en ella se muestran las probabilidades de ocurrencia de tener vientos mayores a un cierto valor V_e .

V_e	$V_e, \%$
4	66.7
5	47.6
6	29.7
7	15.9
8	7.1

Tabla 2 Probabilidades de ocurrencia de vientos

Se obtuvieron las gráficas 11, 12 y 13, con el programa WRPLOT para los años 2012, 2013 y 2014, respectivamente de forma general en las tres gráficas se nota que el viento viene del ESTE

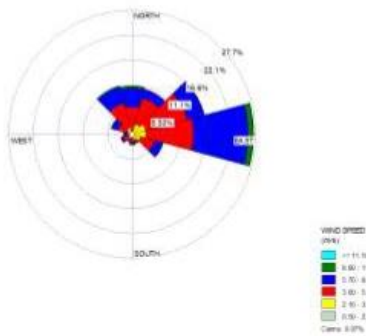


Gráfico 11 Rosa de frecuencia de vientos anual del 2012
Fuente (con datos de UNACAR-LENERSE y freewareWRPLOT)

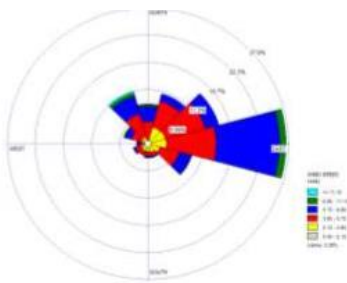


Gráfico 12 Rosa de frecuencia de vientos anual del 2013
Fuente (con datos de UNACAR-LENERSE y freewareWRPLOT)

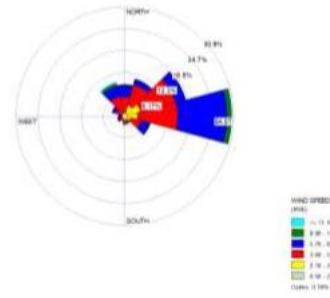


Gráfico 13 Rosa de frecuencia de vientos anual del 2014
Fuente (con datos de UNACAR-LENERSE y freewareWRPLOT)

Simbología

c , factor de escala de la f.d.p. de Weibull, m/s.

E_C , energía cinética del viento, Joules.

$\frac{E_{D,T}}{A}$, Energía eólica disponible en el período por unidad de área, $\frac{Wh}{m^2}$.

I_e , Intensidad de turbulencia estacionaria.

I_T , Intensidad de turbulencia promedio.

k , factor de forma de la f.d.p. de Weibull.

N , número de intervalos de diez minutos en el período de estudio.

n , número de datos que se tienen en el período de 10 minutos

P , potencia del viento, W

$\frac{P}{A}$, densidad de potencia eólica, W/m^2

$\frac{\overline{P}_T}{A}$ =Densidad de potencia promedio en el período, W/m^2

ρ , densidad del aire, $1.227kg/m^3$

ρ_{sm} , densidad del aire en función de la altura y temperatura

σ_e , desviación estándar estacionaria, m/s.

σ_T , desviación estándar promedio, m/s.

Tm , temperatura ambiente promedio en el sitio durante un período mensual.

V_i , promedio de velocidades medidas en un período de 10min, m/s.

V_e , velocidad estacionaria, m/s.

V_T , velocidad promedio, m/s.

$\overline{V^2}$, varianza.

$Ve(z)$, velocidad estacionaria estimada a una altura, z .

$Ve(Z_r)$, velocidad estacionaria estimada a una altura, Z_r .

z , altura del sitio sobre el nivel medio del mar, m.

Z_o , factor de rugosidad del terreno, mm.

Z , altura a la cual se desea estimar Ve , m

Z_r , altura de referencia donde se midió $Ve(Z_r)$, m.

Agradecimiento

A la *Universidad Autónoma del Carmen*, y a la Facultad de Ingeniería por permitirnos el uso de la información recopilada por medio de la torre *LENERSE* para el desarrollo de este artículo.

Al Laboratorio de Energías Renovables del Sureste, proyecto *LENERSE* No. 254667

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, por el apoyo económico para la realización de este proyecto

Al equipo de *Tutiempo Network* por tener disponible en su página web la información meteorológica reportada del aeropuerto de Ciudad del Carmen, Campeche.

Al equipo de Lakes Environmental por tener disponible el uso del freeware WRPLOT.

Conclusiones

La velocidad promedio en ciudad del Carmen de acuerdo a la información registrada en la torre *LENERSE* en Campus III es de 5m/s

En las gráficas de velocidad mensuales se observó una tendencia estacional para los años 2012, 2013 y 2014

Al graficas los datos de velocidad históricos del aeropuerto y los registrados en la torre *LENERSE* se observó un comportamiento muy similar en el caso de los sensores 1 y 3.

No se observó una variación significativa de la densidad del viento en el período de estudio.

La densidad de potencia resulto escaza ya que para el sensor 3 fue menor a 100 W/m^2 mientras que para el sensor 1 se obtuvo 109 W/m^2 según la tabla clasificación de densidad de potencias presentada por Manwell, Mcgowan & Roger 2009 en su libro *Wind Energy Explaine*.

Las probabilidades de ocurrencia de tener vientos mayores a 4, 5, 6 y 7m/s, va de 67, 48, 30 y 16%

De las 3 rosas de frecuencia del viento anuales se observó que el viento sopla del este con dirección al oeste.

Referencias

Borjas-Díaz, M., Medrano-Vaca, M., Huacuz-Villamar, J., & González Galara, R. (1998). *Estado del arte y tendencias de la tecnología eoloeléctrica*. México: UNAM-III.

Gasch, R., & Twele, J. (2012). *Wind Power Plants. Fundamentals, Design, Construction and Operation*. Berlin: Springer.

LakesEnvironmental. (17 de Abril de 2018). Obtenido de WRPLOT Freeware: <https://www.weblakes.com/products/wrplot/index.html>

Manwell, Mcgowan, & Rogers. (2009). *Wind Energy Explained, theory design and application*. Massachusetts, USA: Wiley.

Mertens, S. (2006). *Wind Energy in the Built Environment*. United Kingdom: Multi-Science.
Selzer, H. (1986). *Wind Energy*. Netherlands: Commission of the European Communities.

Spera, D. (1994). *Wind Turbine Technology, fundamental concepts of wind turbine engineering*. New York: ASME PRESS.
Tutiempo.net. (30 de Junio de 2018). Obtenido de <https://www.tutiempo.net/clima/ws-767493.html>

Wood, D. (2011). *Small Wind Turbines. Analysis, Design and Application*. New York: Springer.

Análisis de Precipitaciones Pluviales Registradas por la Estación DAVYS-2013, Durante el Periodo 2017, para la Captación y Aplicaciones Sustentables en el Municipio de Centla, Tabasco

Analysis of Rainfall Registered by the Station DAVYS-2013, during the 2017 Period, for the Capture and Sustainable Applications in the Municipality of Centla, Tabasco

ZARATE, Marco Antonio†*; PEREZ-DURAN, Marco Antonio, SUAREZ-GARCÍA, Sandra Manuela y PEDRERO-HERNÁNDEZ, Sandra Elena

Cuerpos Académicos en Formación Tecnologías y Energías Alternativas Sustentables / Conservación y Preservación de Recursos Naturales Tropicales, Instituto Tecnológico Superior de Centla

ID 1^{er} Autor: Marco Antonio, Zarate / ORC ID: 0000-0002-3977-5394, CVU: 549508

ID 1^{er} Coautor: Marco Antonio, Pérez-Duran/ ORC ID: 0000-0002-8267-1443, CVU: 497892

ID 2^{do} Coautor: Sandra Manuela, Suarez-García / ORC ID: 0000-0002-8573-6409, CVU: 565464

ID 3^{er} Coautor: Sandra Elena, Pedrero-Hernández/ ORC ID: 0000-0002-2095-7788, CVU: 549614

Recibido 1 de Octubre, 2018; Aceptado 18 De Noviembre, 2018

Resumen

La Ciudad de Frontera en el Municipio de Centla Tabasco, se enfrenta a un grave problema de abastecimiento de agua, por un lado la distancia del lugar de captación se encuentra en la ranchería Chichicaste primera sección, a 50 kilometros de la planta potabilizadora, por el otro, la distribución de la red municipal y los abastecimientos artesanos sin control (puyones), en ambos casos esta implícito el consumo de energía eléctrica para bombeo del líquido. También es importante recalcar que durante los meses de lluvia, es frecuente que se sufra de inundaciones, ya que la cantidad de lluvia supera la capacidad de drenaje. El presente trabajo consiste en analizar y estudiar los datos pluviales registrados en la estación "DAVIS-2013" ubicada en el Instituto Tecnológico Superior de Centla (ITSCe), con el propósito de identificar las temporalidades, las cantidades teóricas de captación pluvial para su posible aprovechamiento dentro de la Institución y el Municipio, ya que las lluvias en el estado de Tabasco son fenómenos abundantes, que incluso llegan a causar afectaciones, por lo que sería posible utilizarlas para proporcionar una alternativa al abastecimiento del vital líquido a los habitantes del Estado.

Temporalidad pluvial, Abastecimiento de agua, Captación pluvial, Precipitación pluvial promedio, Cálculos de captación pluvial

Abstract

The Border City in the Municipality of Centla Tabasco, faces a serious problem of water supply, on the one hand the distance of the catchment is located in the Chichicaste ranchería first section, 50 kilometers from the water treatment plant, on the other, the distribution of the municipal network and the artisan supplies without control (puyones), in both cases the consumption of electric power for pumping the liquid is implicit. It is also important to emphasize that during the rainy months it is frequent that it suffers from floods, since the amount of rain exceeds the drainage capacity. The present work consists of analyzing and studying the rainfall data recorded in the station "DAVIS-2013" located in the Higher Technological Institute of Centla (ITSCe), with the purpose of identifying the temporalities, the theoretical amounts of rainwater collection for its possible use within the Institution and the Municipality, since the rains in the state of Tabasco are abundant phenomena, which even cause damage, so it would be possible to use them to provide an alternative to supplying the vital liquid to the inhabitants of the state.

Rainfall weather, Water supply, Rainfall, Average rainfall, Rainfall collection calculations

Citación: ZARATE, Marco Antonio; PEREZ-DURAN, Marco Antonio, SUAREZ-GARCÍA, Sandra Manuela y PEDRERO-HERNÁNDEZ, Sandra Elena. Análisis de Precipitaciones Pluviales Registradas por la Estación DAVYS-2013, Durante el Periodo 2017, para la Captación y Aplicaciones Sustentables en el Municipio de Centla, Tabasco. Revista de Investigación y Desarrollo. 2018, 4-14: 27-31

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: marcoaz.13@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Dentro de los recursos naturales renovables, uno de los que se destaca por su importancia no solo para los procesos humanos, si no más bien para toda la vida en nuestro planeta es el agua. La humanidad y todos los seres vivos enfrentan hoy un grave problema por deforestación, contaminación y sobre explotación de los mantos acuíferos, lo que pone en riesgo la disponibilidad de este vital líquido.

En Frontera, Centla, Tabasco, el abastecimiento de agua esta acargo de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS), quienes tienen el compromiso de captarlo en el poblado de Chichicaste ubicado a 50 kilómetros de la cabecera Municipal (Ortiz, 2018), también se encarga de la red de distribución en las colonias, así como del drenaje. Los usuarios también se proveen de agua a través de pozos artesanos conocidos localmente como puyones.

Los problemas de sanidad y captación del agua para el estado se han visto manifestadas en varias ocasiones, ya en el 2015 la Comisión Estatal de los Derechos Humanos (CEDH) emitió 26 recomendaciones a la Secretaría de Salud (SS), a la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS) y al Sistema de Agua y Saneamiento (SAS), por una mala calidad de agua entubada que se sirve a comunidades de Tabasco (Pérez Marín, 2015).

Así mismo de acuerdo al anuario estadístico y geográfico del estado de Tabasco 2017, las principales fuentes y volumen promedio diario de extracción de agua para el municipio de Centla, se distribuye de la siguiente forma: 12 abastecimientos son de pozo profundo, 5 provienen de río y 1 de otras fuentes. El volumen promedio diario de extracción de estas fuentes en miles de metros cúbicos es de: no determinado para pozo profundo, 11 de río y no determinado de otras fuentes (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2017).

El presente trabajo de investigación, propone el aprovechamiento del agua de lluvia como parte de una de las soluciones sustentables al problema de abastecimiento que sufre el Municipio de Centla, e incluso el estado de Tabasco, ya que ayudaría a reducir la dependencia del sistema actual, disminuyendo la presión sobre el acuífero, con una inversión menor a cualquier obra de infraestructura hidráulica.

Objetivos

Analizar las precipitaciones pluviales registradas por la estación DAVYS-2013, durante el periodo 2017, para determinar la temporalidad.

Calcular la capacidad teórica para la captación de lluvia con respecto al techo del edificio B, ubicado en el Instituto Tecnológico Superior de Centla.

Desarrollo

El estado de Tabasco es uno de los estados con mayor posibilidad de captación de lluvia potencial, que podría ser aprovechado para disminuir la presión sobre los acuíferos y proveer de abastecimiento incluso a zonas marginadas o densamente pobladas, ya que la precipitación media anual del estado es de las más elevadas, como podrá apreciarse en el grafico 1 (SEIEG, 2018).

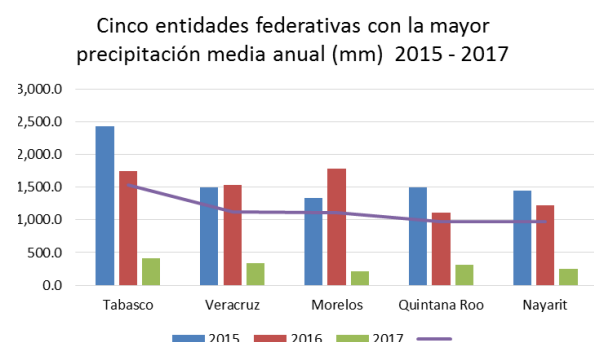


Grafico 1 Entidades federativas con la mayor precipitación media anual (mm)

Fuente: Elaboración Propia .con datos de Conagua, 2018

Metodología

El municipio de Centla se localiza en la región de los ríos teniendo como cabecera municipal a la ciudad y puerto de Frontera, que se ubica al norte del Estado, entre los paralelos 18°40' de latitud, al sur 18°02' de latitud norte, al este 92°16', y 93°05' de longitud oeste (Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México).

Los datos que se analizarán son registrados por la estación meteorológica DAVYS-2013 se encuentra ubicada en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de Centla.

Serán analizadas las precipitaciones pluviales correspondiente a los meses de enero a diciembre del año 2017, con las cuales será posible estimar la cantidad de precipitación pluvial que podría ser aprovechada, de acuerdo a la ecuación 1, propuesta por Gould y Nissen-Petersen (Gould, 1999), y considerando las recomendaciones de los lineamientos técnicos para sistemas de captación de agua de lluvia, emitidos por la Comisión Nacional del Agua (Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2016).

$$CA \text{ (litros)} = PP * AC * K \quad (1)$$

Donde los factores que intervienen son:

CA. Capacidad de abastecimiento de agua, es decir, cuántos litros de agua de lluvia potencialmente se pueden captar.

PP. Precipitación pluvial promedio de la temporada de lluvia del sitio de estudio. Es una variable que no se puede controlar aunque se puede predecir de forma aproximada. Para este trabajo se utilizarán los datos de la estación meteorológica DAVYS-2013.

AC. El área de captación es una variable que se puede controlar. La cantidad de agua que se puede captar es directamente proporcional a los m² de área de captación.

K. Es el coeficiente de captación que depende del tipo de superficie. Se recomienda usar $K = 0.8$ para techos de loza impermeabilizados.

El área que se tomará en consideración para la captación pluvial será el techo del edificio B, del ITSCe, el cual cuenta con loza impermeabilizada, una pendiente de 4° de inclinación y con 1,027 m², este edificio es actualmente alimentado con agua proveniente de un pozo artesano (puyón), además cuenta con una cisterna con capacidad de almacenaje de 31,500 litros.

De acuerdo con (Secretaría de Economía, 2013) la norma NMX-AA-164-SCFI-2013, Edificación sustentable - criterios y requerimientos ambientales mínimos, que en su apéndice Informativo 9; Metodología para el cálculo del agua de lluvia susceptible de ser captada en la edificación, delinea de forma clara los pasos para poder realizar la captación de agua de lluvia. Para lo cual se realizó la recopilación de los datos y el análisis de la precipitación pluvial promedio de la estación meteorológica DAVYS-2013, con esta información se realizó el cálculo promedio de captación utilizando el área del techo del edificio B del ITSCe. Cabe señalar que la fórmula utilizada para la captación teórica será la recomendada por Gould y Nissen-Petersen (Gould, 1999), ya que permite manejar la información en litros.

Resultados

La estación meteorológica DAVYS-2013, arroja lecturas de precipitación pluvial en mm, en intervalos de quince minutos, veinticuatro horas al día, los trescientos sesenta y cinco días del año. Para este trabajo se tomó como referencia el año 2017. A continuación se presenta la tabla 1, en la que se observan las precipitaciones medias en mm por mes, para el año 2017.

Mes	Precipitación Media en mm
Ene	325.1
Feb	0.0
Mar	33.0
Abr	1,061.7
May	294.6
Jun	629.9
Jul	462.3
Ago	496.3
Sep	662.9
Oct	2,156.5
Nov	4,180.8
Dic	756.9

Tabla 1 Precipitación media en mm, del año 2017
 Fuente: Elaboración Propia, con datos de estación meteorológica DAVIS-2013

La precipitación media en mm, del año 2017 presenta la temporalidad que se muestra en la gráfica 2.

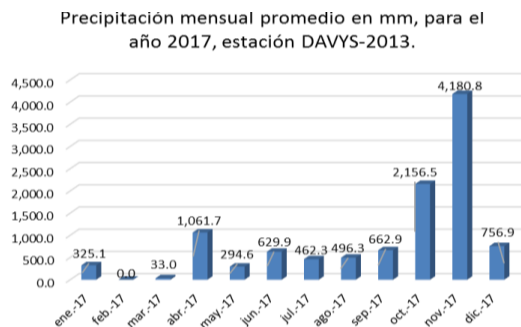


Gráfico 2 Precipitación media en mm, del año 2017
 Fuente: Elaboración Propia, con datos de estación meteorológica DAVIS-2013

Como se puede observar, existe la posibilidad de captar agua casi durante todo el año, siendo los meses de octubre y noviembre los de mayor precipitación pluvial, los meses de junio, julio, agosto, septiembre y diciembre muestran una tendencia muy parecida.

Para realizar los cálculos teóricos estimados de captación pluvial, es necesario utilizar la ecuación 1, los datos de precipitación media de la tabla 1, el área de captación (techo del edificio B con 1,027 m²), y el coeficiente de captación para techo de loza impermeabilizado, 0.8 (García Velázquez, 2012).

Sustituyendo la precipitación del mes de enero y los valores mencionados en la ecuación uno se tiene:

$$CA = PP * AC * K \tag{1}$$

$$CA = (325.12) (1,027) (0.8) = 267,118.6 \text{ litros}$$

La captación pluvial teórica anual se ilustra en la tabla 2.

Mes	PP (en mm)	AC (m ²)	K	CA (litros)
Ene	325.12	1,027	0.8	267,118.6
Feb	0.00	1,027	0.8	0.0
Mar	33.02	1,027	0.8	27,129.2
Abr	1,061.72	1,027	0.8	872,309.2
May	294.64	1,027	0.8	242,076.2
Jun	629.92	1,027	0.8	517,542.3
Jul	462.28	1,027	0.8	379,809.2
Ago	496.32	1,027	0.8	407,773.2
Sep	662.94	1,027	0.8	544,671.5
Oct	2,156.46	1,027	0.8	1,771,747
Nov	4,180.84	1,027	0.8	3,434,978
Dic	756.92	1,027	0.8	621,885.5

CA: Captación teórica mensual de lluvia. **PP:** Precipitación pluvial media. **AC:** Área de captación. **K:** Coeficiente de captación loza impermeabilizada.

Tabla 2 Captación teórica mensual en litros, utilizando el área del edificio B
 Fuente: Elaboración Propia, con datos de estación meteorológica DAVIS-2013

Conclusiones

El estado de Tabasco y en particular el Municipio de Centla, poseen uno de los mayores índices de comunidades de alta marginación (según información del INEGI), que no tienen acceso al agua entubada, energía eléctrica y servicios sanitarios.

Estas comunidades se provisionan de agua de los ríos, pozos artesanos y otras fuentes, por lo que este proyecto de captación pluvial podría ser desarrollado en el estado y permitiría el acceso al vital líquido durante gran parte del año.

Para el caso específico del ITSCE, y de acuerdo a la tabla 2. Captación teórica mensual en litros, utilizando el área del edificio B, podría captarse un total de 9, 087,040.6 litros de agua pluvial al año, con lo cual se disminuiría la extracción del subsuelo, y se tendría una alternativa viable de abastecimiento de agua para diversos usos.

Los trabajos futuros de investigación corresponderían al cálculo del consumo de agua, en el edificio B del ITSCe, de acuerdo a la norma Mexicana “NMX-AA-164-SCFI-2013, Edificación sustentable - criterios y requerimientos ambientales mínimos”, para comparar el consumo mes – año con la capacidad de captación pluvial, lo cual conducirá al diseño y construcción de un prototipo de captación. Por otro lado, para ampliar el área de interés al municipio y al Estado, será necesario el análisis de los datos de precipitaciones pluviales de otras estaciones meteorológicas de la región, así como realizar el análisis y tratamiento estadístico entre ellas.

La promoción de los resultados estadísticos, los cálculos de capacidades de captación de acuerdo a diferentes superficies y diferentes áreas, así como los resultados del prototipo, permitirían buscar los recursos financieros nacionales e internacionales para su aplicación en comunidades del municipio o el estado de Tabasco, incluso a nivel particular.

Por lo que la utilización planificada de la lluvia, sometida a análisis específicos de calidad de agua para consumo humano, bajo la norma NOM-127-SEMARNAT-2010, permitiría garantizar la soberanía y acceso al vital líquido, la recarga de acuíferos, facilitar la reducción de inundaciones y la supervivencia de ecosistemas endémicos de la región.

Referencias

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2016). *LINEAMIENTOS TÉCNICOS: SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA CON FINES DE ABASTO DE AGUA POTABLE A NIVEL VIVIENDA* (Abril 2016 ed.). México: CONAGUA. Recuperado el Enero de 2018

Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. (s.f.). Estado de Tabasco; Centla. México. Recuperado el 21 de 04 de 2018, de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM27tabasco/municipios/27003a.html>

García Velázquez, J. (2012). *Tesis: Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la Ciudad de México*. (F. d. Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería, Ed.) México.

Gould, J. N.-P. (1999). *Rainwater Catchment Systems for Domestic Supply*. EUA.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Anuario estadístico y geográfico de Tabasco 2017*. México: INEGI. Recuperado el marzo de 2018, de www.inegi.org.mx

Ortiz, N. (13 de 08 de 2018). 45 mil sin agua en Frontera. *Tabasco HOY*, págs. 1-4. Obtenido de <http://www.tabascohoj.com/nota/379768/45-mil-sin-agua-en-frontera>

Pérez Marín, L. (29 de 10 de 2015). Agua potable en Tabasco está contaminada: Derechos Humanos. *El Universal*, págs. 1-2. Obtenido de <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/estados/2015/10/29/agua-potable-en-tabasco-esta-contaminada-derechos-humanos>

Secretaría de Economía. (2013). *Norma Mexicana NMX-AA-16-SCFI-2013*. Diario Oficial de la Federación. Recuperado el Marzo de 2018

SEIEG. (2018). Precipitación media anual por entidad federativa 2015 a 2017. México. Obtenido de <http://www.aguascalientes.gob.mx/CEPLAP/SEIEG/inicio.asp?id=7>

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto Tecnológico Superior de Centla, por el apoyo y liderazgo mostrado en temas relacionados a la aplicación tecnológica con enfoque sustentable, que posibilitan estos estudios.

Agradecemos a los integrantes de los cuerpos académicos en formación: Tecnologías y Energías Alternativas Sustentables así como Conservación y Preservación de Recursos Naturales Tropicales, por su colaboración y apoyo en el proyecto de investigación que hemos puesto en marcha durante este año 2018.

Coeficiente de aprovechamiento en un aserradero ejidal del estado de Puebla

Sawmill conversion efficiency in community sawmill of Puebla State

FUENTES-LÓPEZ, Martha Elena†*, SUÁREZ-PATLÁN, Edna Elena, CARRILLO-ÁVILA, Noel y FLORES-VELÁZQUEZ, Rogelio

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, México

ID 1^{er} Autor: / *Martha Elena, Fuentes-López* / ORC ID: 0000-0002-2818-365X, CVU CONACYT ID: 35252

ID 1^{er} Coautor: / *Edna Elena, Suárez-Patlán* / ORC ID: 0000-0002-7883-625X, CVU CONACYT ID: 237694

ID 2^{do} Coautor: / *Noel, Carrillo-Ávila* / ORC ID: 0000-0001-7084-8101, CVU CONACYT ID: 215835

ID 3^{er} Coautor: / *Rogelio, Flores-Velázquez* / ORC ID: 0000-0003-4406-4412, CVU CONACYT ID: 35657

Recibido 20 de Octubre, 2018; Aceptado 21 de Diciembre, 2018

Resumen

Las empresas forestales comunitarias (EFC) y ejidales en el estado de Puebla, carecen de controles adecuados en las operaciones productivas y económicas. Estas empresas son pequeñas con inversiones menores, cuentan con equipos y herramientas de bajo nivel tecnológico, escasa eficiencia de conversión de materia prima, aunado, aplican prácticas inadecuadas en la operación de la maquinaria, realizan escaso mantenimiento de la misma, el personal operativo adolece de capacitación y adiestramiento, lo que resulta en registros bajos de coeficientes de aprovechamiento (CA) y baja rentabilidad de la empresa. Se capacitó personal operativo en las mejores prácticas de aserrío de la EFC "Piedra Ancha", ubicado en el Municipio de Chignahuapan, Puebla. Se realizó un índice de coeficiente de aserrío, utilizando 50 trozas de pino de 8 pies de longitud y diámetros variados, registrando 10.75 metros cúbicos rollo (m^3r) sin corteza. Antes de implementar las mejores practicas, el CA real era de 57.13 y el comercial de 45.99. El incremento obtenido fue 10% (62.97) en CA real y 6.5% (48.99) en CA comercial. La capacitación es básica para mantener un control eficiente en la conversión de rollo a madera aserrada, mejorar la capacidad productiva y reducir costos de producción.

Industria forestal, Madera aserrada, Rendimiento

Abstract

Community Forestry Company (CFC) of Puebla State do not have proper controls about productive and economics operations. These enterprises are small with minor investments, they have technologic level slight of machines and slight conversion efficiency of raw materials. In addition, they use improper practice in machine operation and limited maintenance of machines. The operation staff do not have capacitation and coaching. This situation allows low sawmill conversion efficiency (SCE) and enterprise profitability. The staff was capacited about sawmill best practices of CFC "Piedra Ancha". This is from Chignahuapan municipaly of Puebla State. It was done a sawmill coefficient rate by 50 pine logs of 8 foot large and various diameters, these were 10.75 cubic meter without bark. Before to apply the best practices, the real SCE was 57.13 and the comercial SCE 45.99. The obtained increase was 10% (62.97) of real SCE and 6.5% (48.99) comercial SCE. Capacitation is necessary to keep an efficient control in conversion of log to timber, to improve the productive capacity and to decrement production costs.

Forestry industry, Sawntimber, Sawmill outturn

Citación: FUENTES-LÓPEZ, Martha Elena, SUÁREZ-PATLÁN, Edna Elena, CARRILLO-ÁVILA, Noel y FLORES-VELÁZQUEZ, Rogelio. Coeficiente de aprovechamiento en un aserradero ejidal del estado de Puebla. Revista de Investigación y Desarrollo. 2018, 4-14: 32-38

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: fuentes.martha@inifap.gob.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Los bosques y selvas albergan a 5.6 millones de ejidatarios, comuneros indígenas y mestizos de bajo o nulo nivel de escolaridad, constituidos en 31,518 ejidos y comunidades agrarias que son propietarios del recurso forestal y habitan en conjunto, una superficie forestal de 105 millones de hectáreas. Estos grupos sociales son vulnerables y de alta marginalidad, en alto porcentaje carentes de los conocimientos y capacidades que la industria primaria necesita para lograr la eficiencia de conversión de materia prima a producto (CONAFOR, 2013).

El desarrollo de la industria forestal en México es insuficiente, se han perdido en los últimos 20 años, más de 1.5 millones de m² de infraestructura industrial de alto valor agregado (plantas de celulosa y papel, aglomerados, triplay y molduras) que ha llevado a una situación de bajo nivel competitivo, donde el actual modelo de desarrollo industrial sólo ha promovido aserraderos que mayoritariamente no han sido evaluados en eficiencia para saber si son los adecuados y abastecen la demanda del mercado; consecuencia derivada de la falta de atención, seguimiento e intervención y apoyo gubernamental, cuyo modelo no responde a objetivos claros. Considerando que el déficit de la balanza comercial en 2014 fue de 6000 millones de dólares, la proyección debiera enfocarse a la disminución de importaciones y a satisfacer la demanda interna.

La industria de aserrío no tiene un equilibrio entre la capacidad instalada y los volúmenes de abasto en los tiempos, costo y oportunidad. Aunado, el uso que se da a la madera, no responde a su calidad, se aplica de manera indistinta sin considerar aspectos de clasificación, que discrepan con la búsqueda de incrementos en los coeficientes de aprovechamiento. Los vacíos en la normatividad no propician la aplicación de tecnologías apropiadas, sustentables en el sector forestal. La falta de financiamiento, la desarticulación de la cadena productiva, problemas de tenencia de la tierra y la falta de organización en los ejidos y comunidades, no han permitido propulsar al sector de la industria forestal primaria en las zonas menos desarrolladas.

La competitividad de los mercados actuales exige que la industria adquiera alta eficiencia de conversión, posea conocimiento pleno de la tecnología aplicada y de las relaciones de la maquinaria con la madera, que disponga de información de mercado actualizada, entre otros. Esto además de permitir un incremento en el coeficiente de aprovechamiento en la infraestructura actual, puede facilitar en cada etapa del proceso productivo, la identificación de problemas operativos factibles de mejorar, así como de las características de la madera que influyen en el coeficiente de aprovechamiento.

La industria del aserrío seguirá realizando una de las actividades forestales más importantes en México cuyo principal objetivo debiera estar enfocado en la producción de madera aserrada con calidad y el máximo aprovechamiento de la materia prima. La combinación armoniosa de estos factores permiten incrementar la rentabilidad de los aserraderos. Para ello se requiere que el personal que opera la maquinaria esté capacitado, que la madera destinada al aserrío sea de calidad y que se mantenga un control eficiente en la transformación y aprovechamiento del producto, intrínsecamente ligado a la capacidad productiva y a los costos de producción de madera aserrada.

En México la generalidad de la industria del aserrío, no cuenta con información correcta de su coeficiente de aprovechamiento, ni los conocimientos técnicos para mejorar la instancia gubernamental correspondiente sólo les proporciona documentación forestal para el transporte de producto estimado en 50% del volumen de madera en rollo procesado, con lo cual se asume que el 50% del volumen restante se desperdicia en forma de aserrín, tiras y costeras.

Durante julio de 2017 a agosto de 2018 se desarrolló el estudio en la empresa forestal de tipo ejidal denominada "Ejido Piedra Ancha S.P.R. de R.L. de C.V.", con giro de Aserradero y Fábrica de Embalajes de Madera, con aserradero tipo banda. En este estudio se asistió al ejido Piedra Ancha, comprendido entre Puebla e Hidalgo, en los municipios de Chignahuapan, Puebla y Almoloya, Hidalgo. Se integra por 43 ejidatarios del sexo masculino, las estadísticas señalan que la localidad presenta un porcentaje de analfabetismo entre los adultos de 21.84% y un grado de escolaridad de 4. (INEGI, 2017).

FUENTES-LÓPEZ, Martha Elena, SUÁREZ-PATLÁN, Edna Elena, CARRILLO-ÁVILA, Noel y FLORES-VELÁZQUEZ, Rogelio. Coeficiente de aprovechamiento en un aserradero ejidal del estado de Puebla. Revista de Investigación y Desarrollo. 2018.

La superficie total del ejido es de 910.755 hectáreas y sus actividades económico-productivas son principalmente la forestal y la agrícola, teniendo mayor remuneración económica la actividad forestal. Cuenta con una superficie forestal bajo manejo de 831,566 Ha. La SEMARNAT les ha autorizado el usufructo y aprovechamiento de sus recursos en 66,234.241 m³r para el ciclo de corta de diez años (SEMARNAT, 2016). En las últimas décadas, la derrama económica derivada de la explotación del bosque ha tenido un impacto positivo y consecuentemente el beneficio de la población, ha generado empleos y ha mejorado los servicios urbanos.

La Comisión Nacional Forestal ha incidido fuertemente en el ejido, otorgándole apoyos económicos que les han permitido mantener el bosque en condiciones favorables. Han contribuido en la ejecución de prácticas de reforestación y manejo para asegurar la perpetuidad y sostenibilidad del recurso forestal y el abasto continuo de la industria del ejido. Han promovido y destinado recursos en la capacitación a los ejidatarios en temas diversos.

La falta de controles técnico-administrativos en la industria, ha limitado su desarrollo empresarial ya que no cuentan con la información necesaria para identificar el nivel de rentabilidad de sus empresas y han venido trabajando con déficit. Esto los lleva a un alto riesgo de permanencia en un mercado competitivo.

Lo anterior es un foco de atención de la necesidad de calcular el coeficiente de aprovechamiento en todas y cada una de las industrias dedicadas al aserrío, como herramienta útil para conocer el margen de utilidad o de pérdidas que predomine. Con base en esto, se propuso atender una empresa forestal de tipo ejidal, donde se elaboró un índice de coeficiente de aserrío con rollo primario de largas dimensiones (8 pies), para conocer su productividad. Además de capacitar al personal operativo e implementar las mejores prácticas en el proceso de producción, se evaluaron los resultados a través del coeficiente de aprovechamiento realizados antes y después de la capacitación.

Metodología

El estudio se realizó de julio de 2017 a agosto de 2018 en la empresa forestal de tipo ejidal denominada “Ejido Piedra Ancha S.P.R. de R.L. de C.V.”, con giro de Aserradero y Fábrica de Embalajes de Madera, con aserradero tipo banda. Se impartió la capacitación a productores y administradores del aserradero en la aplicación de mejores prácticas para el aserrío de madera, para ello se ejecutaron las siguientes acciones:

Control y manejo de madera en rollo en patio de aserradero. Registro de información del personal que interviene en el proceso de producción y salarios; recepción e ingreso de la madera y su disposición en patio. Revisión de documentación, verificación y cotejo de la información contenida en las remisiones respecto al volumen de madera en recepción; descripción, clasificación y costo de la trocería.

Revisión y control de funcionamiento en maquinaria y equipo de asierre. se revisó el estado de trabajo y se caracterizó el siguiente equipo: escuadra, carro, torre principal, desorilladora, sierra de corte transversal, sierra tabletera; características de las sierras cintas y condiciones de trabajo (filo y tensión); revisión del equipo y funcionamiento del taller de afilado, tomando en cuenta capacidad instalada, capacidad utilizada, consumo y fuente de energía, funcionalidad, requerimiento de personal y dimensiones del producto en proceso y terminado.

Medición y cubicación de trozas en rampa de aserradero. En esta actividad se realizó la medición en diámetros y longitud de 50 trozas. Para la cubicación de trocería se usó el diámetro promedio con corteza y sin corteza utilizando para el cálculo del volumen aserrado (Tabla 2), la fórmula de Huber que se indica:

$$V = AB * L \quad (1)$$

Donde:

V = Volumen (m³)

AB = Área Basal (0.7854 x D²)

L = Longitud.

Como lo determina el Manual de Procedimientos para Determinación de Coeficientes de Aserrío.

Técnica de asierre: control y registro de la producción diaria de madera aserrada. La información del volumen de las trozas y del volumen de transformación del rollo en producto, se determinó el coeficiente de aprovechamiento del aserradero. Los datos de cubicación de cada pieza aserrada, fueron registrados en formato Excel y en software para obtener la información real y precisa de la producción.

Se determinó el índice del coeficiente de aprovechamiento real y comercial, utilizando 25 trozas antes de las mejores prácticas y 25 trozas después, se aplicó como base la fórmula de Smalian para determinar el volumen de las trozas (V) y la expresión que se señala para calcular el coeficiente de aprovechamiento (C.A.) cuyos valores se muestran en las tablas 1 y 2.

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} * L \quad (2)$$

$$C.A = \left[\frac{\text{Vol.de producto aserrado en m}^3}{\text{Vol.de materia prima en m}^3} \right] * 100 \quad (3)$$

Donde:

V: volumen en m³r

A1 y A2: son áreas basales de las secciones de mayor y menor diámetro de las trozas.

L: longitud de la troza.

Se midieron todas las tablas aserradas que se produjeron para determinar el coeficiente de aserrío. A cada una de las piezas de largas dimensiones, se le tomaron seis mediciones del grosor con aproximación al centésimo de milímetro; para el ancho se tomaron tres mediciones con aproximación al mm y una sola medición de la longitud en cm.

Las mediciones del espesor se ubicaron espaciadas equidistantemente a lo largo de la tabla, la medición en los extremos se tomó a 12" de los cabezales, evitando pudriciones, nudos y otros defectos. Se cubicó cada una de las piezas obtenidas en función de su grosor, ancho y longitud promedios (Flores et al 1998, Hernández y Wiemann, 2006). En la determinación del Coeficiente de aserrío, se emplearon los promedios de las dimensiones reales tanto de la madera aserrada como de la madera en rollo con corteza.

También se determinó el coeficiente de aserrío nominal o comercial, para ello se usaron las dimensiones comerciales o nominales de la madera aserrada y del rollo sin corteza.

Estimación de proporciones de producto. Se calculó el porcentaje de madera aserrada de largas dimensiones, cortas dimensiones, subproductos y residuos, con el propósito de incidir en mejoras del aprovechamiento de la materia prima. Los residuos del aserrío se separaron por tipo de subproducto: tiras y pedacería se cubicaron juntas, costeras y aserrín, por separado, aplicando un coeficiente de apilamiento del 45.0% al momento de cubicar.

Medición de la variación de corte en grueso y ancho de tablas: En las operaciones de desorillado y dimensionado se puso énfasis para incrementar el volumen de madera en los mejores grados. Se registró el número de piezas por medidas y calidad. En el proceso se definió la velocidad de alimentación, velocidad de corte, refuerzos en el corte (largo, ancho y grueso).

Tamaño de muestra: Para dar validez a los datos de coeficiente de aserrío presentado en este estudio (Tabla 2), se realizó un muestreo considerando un muestreo de 100 tablas, a las que se les midió largo, ancho y grueso. A los datos de cada dimensión se les calculó la media, la varianza (S²), la desviación estándar (St) y el error (E). Se estimó el tamaño de muestra (n) mediante la siguiente expresión:

$$n = \frac{t^2 S^2}{E^2} \quad (4)$$

La variación del corte en el aserrío se determinó a través de la desviación estándar total del proceso, debida a la variación en espesor de las tablas, a la que se le denominó desviación estándar dentro de tablas. La variación que se presenta de una tabla a otra es conocida como desviación estándar entre tablas (Zamudio S., s/f; Zavala, 1996). El valor de la desviación estándar dentro de tablas es un indicador de la forma en que está cortando la sierra, y la desviación estándar entre tablas, es un indicador de la forma en que se encuentran los engranes de las escuadras, así como de la alineación de las guías del carro.

Capacitación a productores, técnicos y administrativos. Con el propósito de fortalecer las capacidades técnicas de la industria, útiles en la toma de decisiones. Se dieron las especificaciones técnicas para clasificación de madera aserrada por calidad y la capacitación práctica sobre las mejores prácticas.

Resultados

De la revisión y control de funcionamiento en maquinaria y equipo de asierre, se caracterizó la maquinaria que se utilizó para determinar el coeficiente de aserrío, resultando lo siguiente: una Sierra banda principal con un ancho máximo de corte de 90 cm, sierra con dientes recalcados, volantes de 1.12 m de diámetro y 10.0 cm de ancho, sierras banda de calibre 17 y ancho de 10.16 cm, Motor eléctrico de 60 HP. Carro escuadra de 12 pies de longitud (3.66 m), tres escuadras con movimiento mecanizado y apertura máxima de las escuadras a 70 cm. Un sistema de fricción para dar movimiento al carro con dos motores de 10 HP. Motor trifásico de inducción cerrado, y servicio continuo.

Una maquina desorilladora para dos sierras con diámetro de 14 pulgadas (35.56 cm), con motor trifásico de inducción cerrado. Una máquina péndulo de viga con sierra circular para corte transversal de 28 pulgadas de diámetro y motor de 10 HP. Motor trifásico de inducción cerrado. Las condiciones de trabajo de la maquinaria mostraron falta de mantenimiento, por las características de la torre principal se requiere el uso de sierras de calibre más delgadas (18) que el calibre usado, para evitar que se fisuren en el dobléz, así como la pérdida de tensión. El carro escuadra, requirió realizar acciones de alineación con respecto a la línea de corte. Se midieron y cubicaron un total de 50 trozas de pino de 2.55 m de longitud y diámetros variados desde 23 a 45 cm, los resultados de cubicación indicaron un volumen total de 12.60 metros cúbicos rollo (m^3r) con corteza y un volumen de 10.75 m^3r sin corteza. Del aserrado del volumen rollo se obtuvo la distribución de productos que se señala en la Tabla 1. De un total de 565 piezas 62.97% correspondió a producto madera aserrada de largas dimensiones, producto de mayor valor y sobre el que recae la recuperación de la inversión, los gastos administrativos, pago de salarios y aún debe generar una ganancia para dar rentabilidad a la empresa.

El 3.08% se generó de tabletas en dimensiones menores a 8 pies y 4.01% se transformó en costera desorillada, productos que con la venta, contribuyen en menor proporción a los ingresos de la empresa. Los subproductos restantes, tienen un valor de recuperación bajo e incierto, con el tiempo generan problemas por acumulaciones gravosas. No se generaron tablones y las tablas obtenidas se caracterizaron de acuerdo a lo especificado por la Norma Oficial Mexicana NOM-C18-1986, aún vigente.

Producto	Proporción (%)
Tablas de largas dimensiones	62.97
Tabletas	3.08
Tiras y recortes	9.41
Costera desperdicio	6.99
Costera desorillada	4.01
Aserrín	13.54
Total	100.00

Tabla 1 Proporción de productos obtenidos del aserrío de madera en rollo de *Pinus sp*
Fuente: Elaboración derivada del presente estudio

En relación con la determinación del coeficiente de aserrío, los resultados mostraron que antes de implementar las mejores practicas, el coeficiente de aserrío real fue de 57.13 y el comercial de 45.99. Después de la capacitación y con las prácticas de mejoras in situ y en aula, el coeficiente de aserrío real se incrementó a 62.97, lo que representó 10% más, el coeficiente de aserrío comercial resultó de 48.99, correspondiendo a un incremento de 6.5%.

De este resultado se concreta que la capacitación es básica para mantener un control eficiente en la conversión de rollo a madera aserrada, mejorando la capacidad productiva y reduciendo los costos de producción de la madera aserrada. El índice de coeficiente de aserrío se determinó de acuerdo a lo establecido en el anexo de la Circular No. 304-1433, emitida el 22 de abril de 1987 por la Dirección General de Normatividad Forestal de la Subsecretaría de Desarrollo y Fomento Agropecuario y Forestal y el Manual de Procedimientos para Determinación de Coeficientes de Aserrío, emitido por la Dirección de Desarrollo Industrial de la Subsecretaría Forestal en octubre de 1991, aún vigente.

En la Tabla 2 se muestran los valores del volumen resultante de cubicar los productos aserrados y sus respectivos coeficientes de aserrío.

Productos elaborados	Volumen aserrado m ³	Coeficiente de aserrío	
		Antes	Después
Madera aserrada largas dimensiones (vol real)	10.750	57.13	62.97
Madera aserrada (volumen comercial)	7.930	45.99	48.98
Tabletas	0.390	3.68	3.08
Costera desperdicio	0.880	8.33	6.99
Costera desorillada	0.510	6.80	4.01
Tiras y pedacería	1.190	11.43	9.41
Aserrín	1.700	12.63	13.54
Volumen total	12.600	100.00	100.00

Tabla 2 Volumen aserrado y coeficiente de aserrío por tipo de producto, antes y después de implementar las mejores prácticas

Fuente: Elaboración derivada del presente estudio

En relación con la variación de corte en el espesor a lo largo de las tablas, y del análisis de varianza de los datos, la desviación estándar señaló variaciones entre tablas y dentro de tablas, con un margen de 1 a 4 mm. Esto fue indicativo de problemas en el filo de los dientes de la sierra y en la alineación del carro. La variación en grueso de las piezas aserradas con la sierra de dientes recalcados fue incrementando gradualmente a medida que el desafilado se fue acentuando.

Una práctica recurrente fue el uso de sierras durante períodos de trabajo prolongados, lo que causó la pérdida de tensión de la sierra y del filo de los elementos de corte. Otro problema presentado es la carencia de un taller de afilado equipado, con equipo y la tecnología actualizada para proporcionar un afilado uniforme y adecuado. Actualmente se realiza en forma artesanal, con diferentes ángulos del diente, variaciones en la profundidad de garganta.

Esta deficiencia contribuye a la frecuencia de fisuras en la garganta del diente y al desafilado rápido (Flores *et al.* 1998, Flores *et al.* 2007; Hernández y Wiemann, 2006; Zavala y Hernández, 2000). Con la pérdida de tensión, la sierra tiende a hacer cortes curvos, causando variaciones en el grueso de la tabla y a tener los últimos cortes en forma de cuña.

Por consiguiente, esto incide en la pérdida de madera hasta por 4mm de diferencia entre piezas y dentro de una misma pieza. Las EFC, operan en la generalidad, aplicando las prácticas y costumbres del maestro antecesor.

El gerente o el encargado del área de producción no tiene en mente el alto costo por metro cúbico de la materia prima, dejando la inversión a criterio y responsabilidad del marcador, quién por otro lado, difícilmente se le capacita, lo cual se considera un factor importante y justificativo de las ineficiencias en estas empresas. Por otro lado, los aserraderos de tipo ejidal, adolecen de un programa de mantenimiento adecuado, lo que podría evitar costos por realizar acciones correctivas ligado a la pérdida de tiempo que conllevan estas acciones.

Se ratificó la urgente necesidad de capacitación para el personal involucrado directamente en la producción. Un factor importante de considerar para incrementar producción es que la madera destinada al aserrío debe clasificarse en calidad para mantener un control eficiente en la transformación y aprovechamiento del producto, intrínsecamente ligado a la capacidad productiva y a los costos de producción de madera aserrada.

Los principales clientes compran la madera recién aserrada, donde el 100 % de la producción se vende sin clasificar (millrun), sin un proceso de secado que les permita incrementar valor agregado.

Se ratificó la urgente necesidad de capacitación para el personal involucrado directamente en la producción. Un factor importante de considerar para incrementar producción es que la madera destinada al aserrío debe clasificarse en calidad para mantener un control eficiente en la transformación y aprovechamiento del producto, intrínsecamente ligado a la capacidad productiva y a los costos de producción de madera aserrada.

Agradecimientos

Se agradece al Ejido Piedra Ancha, las facilidades brindadas en la toma de datos y el interés mostrado en la capacitación impartida. Así también se agradece a la CONAFOR por el financiamiento otorgado al Ejido, a través del programa PRONAFOR.

Conclusiones

El presente trabajo concluye sobre los siguientes aspectos generales. Las dimensiones del producto influyen significativamente en el coeficiente de aserrío. Las empresas deben mejorar sus rendimientos y reducir costos de producción para lograr la competitividad.

Se requiere diseñar protocolos teórico-prácticos de mejores prácticas de aserrío y secado de maderas mexicanas provenientes de bosques, selvas y plantaciones comerciales, para incrementar coeficientes de aprovechamiento de la materia prima, reducir volúmenes de importación de madera y articular la cadena productiva.

Las EFC requieren un programa constante de capacitación para afianzar conocimientos, adquirir capacidades y habilidades que permitan incrementar producción y productividad de la empresa, así como el fomento al mayor aprovechamiento de la materia prima.

Referencias

- CONAFOR. (2013). Programa Estratégico Forestal para México 2025. 20 sept 2018, de Sistema Nacional de Información Forestal Sitio web:<https://www.cnf.gob.mx:8443/snif/portal/as-demas/publicaciones-forestales>
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (DOF). (1986). NORMA Oficial Mexicana NO-C-18-1986. Industria de la Construcción Tablas y tablonés de pino-Clasificación. . COMACO, 1-1.
- Flores V.R.; M.E. Fuentes L y J. Quintanar O. (1998). Desafilado de sierras banda en el aserrío de encinos. Inst. Nac. Invest. For. Agric y Pec. 45p.
- Flores-Velázquez, R., Serrano-Gálvez, E., Palacio-Muñoz, V.H. y Chapela G.. (2007). Análisis de la industria de la madera aserrada en México. *Madera y Bosques*, 13(1), 47-59.
- Hernández, R.; Wiemann, M.C. (2006). Lumber processing in selected sawmills in Durango and Oaxaca, México. General Technical Report FPL-TR-167. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 14 p.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016). Mujeres y hombres en México 2016. 20 sept 2018, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, c2016 Sitio web: http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/MHM_2016.pdf
- SEMARNAT. (2016). Producción maderable y no maderable. Volumen y valor. En Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2015 (228). México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Zamudio, S., E. (s/f). Datos necesarios para determinar la situación tecnológica de las industrias forestales a partir de la madera. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). México. 23 p.
- Zavala Z. D.; Hernández, C. R. (2000). Análisis del rendimiento y utilidad del proceso de aserrío de trocería de pino. *Madera y Bosques*, 6(2), 41-55.
- Zavala Z. D. (1996). Coeficiente de aprovechamiento de trocería de pino en aserraderos banda. *Revista Ciencia Forestal en México*, 21(79), 165-181.
- FUENTES-LÓPEZ, Martha Elena, SUÁREZ-PATLÁN, Edna Elena, CARRILLO-ÁVILA, Noel y FLORES-VELÁZQUEZ, Rogelio. Coeficiente de aprovechamiento en un aserradero ejidal del estado de Puebla. *Revista de Investigación y Desarrollo*. 2018.

20 años de la energía eólica en Galicia: el papel de las barreras legislativas desde el auge al declive (1995-2015)

20 years of wind energy in Galicia: the role of legislative barriers from the boom to the decline (1995-2015)

MONTES-SOLLA, Paulino †*

Group Jean Monnet C+D, Associate Researcher, Department of Economics, University of A Coruña

ID 1^{er} Autor: *Paulino, Montes-Solla* / ORC ID: 0000-0002-5608-6080, Researcher ID Thomson: L-3346-2014

Recibido 20 de Octubre, 2018; Aceptado 38 de Diciembre, 2018

Resumen

La actual concienciación medioambiental ha llevado a la Unión Europea (UE) a apostar por el uso de fuentes renovables de energía. Para ello promulga directivas que deben ser traspuestas por los países miembros, lo que, a veces, supone un freno para dichas medidas. Este trabajo tiene un doble objetivo de análisis. Por un lado, se analiza la influencia de los diferentes cambios legislativos sobre el impulso y el declive de la generación de energía eólica en Galicia durante el período de estudio. Por otro, se identifican los principales cambios y barreras normativas que causaron este declive tras el comienzo de la crisis económico-financiera del año 2008. Para ello, se realizan dos tipos de análisis. Un primer análisis (teórico) de las legislaciones, tanto regional como nacional, con influencia sobre esta tecnología en Galicia. Se realiza un segundo análisis (empírico descriptivo) para observar la influencia que dichas legislaciones han tenido sobre la evolución de la potencia instalada de la energía eólica en Galicia. Como contribuciones de este trabajo, se proponen medidas de política que ofrecen nuevas oportunidades de desarrollo a medio plazo para los agricultores y las explotaciones agrícolas de las áreas rurales y más despobladas del interior de Galicia.

Energía eólica, Barreras legislativas, Oportunidades

Abstract

The current environmental awareness has led the European Union (EU) to bet on the use of renewable energy sources. For this, it promulgates directives that must be transposed by the member countries, which, sometimes, supposes a brake for said measures. This work has a double objective of analysis. On the one hand, the influence of the different legislative changes on the impulse and decline of wind power generation in Galicia during the study period is analyzed. On the other hand, the main changes and normative barriers that caused this decline after the beginning of the economic-financial crisis of 2008 are identified. To do this, two types of analysis are performed. A first analysis (theoretical) of the legislations, both regional and national, with influence on this technology in Galicia. A second analysis (descriptive empirical) is carried out to observe the influence that these legislations have had on the evolution of the installed power of wind energy in Galicia. As contributions to this work, policy measures are proposed that offer new medium-term development opportunities for farmers and farms in the rural and more unpopulated areas of the interior of Galicia.

Wind Energy, Legislative Barriers, Opportunities

Citación: MONTES-SOLLA, Paulino. 20 años de la energía eólica en Galicia: el papel de las barreras legislativas desde el auge al declive (1995-2015). *Revista de Investigación y Desarrollo*. 2018, 4-14: 39-47.

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: paulino.montes.solla@udc.es)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Desde 1970, el aumento del consumo energético debido al aumento de la población mundial, el desarrollo económico, la volatilidad de los precios de la energía y el agotamiento de los recursos de energía fósil, ha provocado una fuerte concienciación medioambiental en los países desarrollados que ha impulsado la búsqueda de tecnologías más limpias y eficientes para producir, distribuir y utilizar la energía (Holm y Arch, 2005). Tras el pionero modelo danés de 1973 sobre la producción de energía eólica, Alemania lo adaptó con éxito en los años 90 mediante la Electricity Feed Act (1991) convirtiéndose en un ejemplo para otros países europeos.

Ya en los años 90, entró en vigor el primer marco jurídico sobre emisiones de gases contaminantes a la atmósfera mediante la aprobación la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992), lo que ha sido el germen para la firma del posterior Protocolo de Kyoto (1997). Así, el sector energético europeo ha iniciado en las últimas décadas la transición hacia un modelo más sostenible y respetuoso con el medioambiente que ponga fin a la dependencia de los combustibles fósiles.

Para ello, Europa impone restricciones económicas y medioambientales al modelo actual de desarrollo de los Estados Miembros para mejorar la sostenibilidad del sistema energético que está caracterizado por el uso de combustibles fósiles y un consumo energético en constante crecimiento. Pero fue a partir de la Renewable Energy Act de Alemania (2000) cuando se dio un verdadero impulso a las energías renovables buscando la protección de la inversión con tarifas reguladas para cada tipo de energía renovable ajustadas periódicamente (Lang y Lang, 2015).

Este sistema de tarifas reguladas se basaba en la compra de la energía producida por personas o pymes durante un período de veinte años a un precio fijo relativamente alto, pudiéndose estimar los ingresos con precisión y creando fuertes incentivos para invertir (Granoszewski et al., 2011).

Las fuentes de energía renovable suponen una gran oportunidad para los países y regiones europeas que apuesten por ellas, ya no solo a nivel medioambiental, sino fomentando el empleo y el desarrollo regional endógeno mediante una transformación industrial (REN21, 2015). Sin embargo, a pesar del decidido apoyo europeo, cada Estado miembro mantiene el derecho a “determinar las condiciones de explotación de sus recursos energéticos, sus posibilidades de elegir entre distintas fuentes de energía y la estructura general de su abastecimiento energético” (art. 194.2), lo que les confiere cierta libertad para elegir el mix energético de generación de energía. Para ello, existe un abanico de posibilidades a la hora de apostar por las energías renovables, pero cada país y región, además de disponer de una ventaja competitiva del recurso natural o de su explotación a nivel comercial, se hace necesario fomentar leyes y poner en marcha políticas que incorporen el objetivo de un desarrollo económico más sostenible.

En las dos últimas décadas, los países miembros de la Unión Europea (UE) han implementado políticas que han ayudado a mejorar las condiciones económicas de producción de energía mediante fuentes renovables (Gan et al., 2007). Así, España, y especialmente Galicia, se situaron a la cabeza del proceso de transformación, siendo referentes mundiales en energía eólica. Pero los cambios legislativos de los gobiernos españoles tras la crisis económica de 2008 y el exceso de potencia eléctrica total instalada han ralentizado esta transición hacia energías limpias en el momento de mayor apuesta global.

Las energías renovables en el marco nacional y europeo

La UE ocupa una posición aventajada en el terreno de las energías renovables, ya que posee el 40% de las patentes a nivel mundial de este tipo de tecnologías (OEPM, 2014). Cabe destacar que la tecnología renovable elegida como principal por cada región se verá influida por su localización y condiciones para lograr un buen aprovechamiento y un óptimo rendimiento de esa energía.

El sector renovable en Europa: Situación actual y perspectivas

La combinación de nuevas tecnologías de producción de energía origina un creciente grado de autosuficiencia en el suministro energético (OJEU, 2014). Por ello, la energía eólica tuvo un fuerte impulso dentro de la política energética de la UE desde los años 90, pero como otras tecnologías renovables, tuvo distintos grados de implantación según su aceptación social. Esto fue debido a las mejoras (reducción del coste de los equipamientos) que hace que las tecnologías renovables continúen experimentando a nivel europeo un gran progreso de expansión en los próximos años. Según las previsiones de demanda de energía manejadas por la Comisión Europea (Gráfico 1), ante un escenario de cambio de paradigma como el actual, la tecnología fotovoltaica podría proporcionar hasta el 12% de la demanda eléctrica europea en 2020 y hasta un 25% en 2030 (EPIA, 2009).

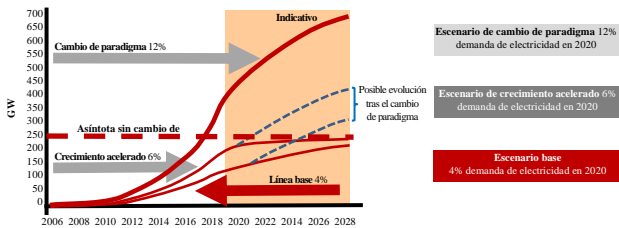


Gráfico 1 Escenarios de las energías renovables en UE Fuente: EPIA (2009)

En las dos últimas décadas, la UE y sus países miembros han implementado políticas que han ayudado a mejorar las condiciones económicas de producción de energía mediante fuentes renovables (Gan et al., 2007). A pesar del decidido apoyo comunitario, cada estado miembro mantiene el derecho a “determinar las condiciones de explotación de sus recursos energéticos, sus posibilidades de elegir entre distintas fuentes de energía y la estructura general de su abastecimiento energético” (art. 194.2 del TFUE), lo que les confiere cierta libertad para elegir el mix energético de generación de energía. Existe un amplio abanico de posibilidades a la hora de apostar por las energías renovables (D 2009/28). Cada país o región, además de disponer de una ventaja competitiva del recurso natural o de su explotación comercial, debe fomentar leyes e incentivar políticas que incorporen el objetivo de un desarrollo económico más sostenible.

Así, España, y especialmente Galicia, se situaron a la cabeza del proceso de transformación en los años 2000, siendo referentes mundiales en energía eólica.

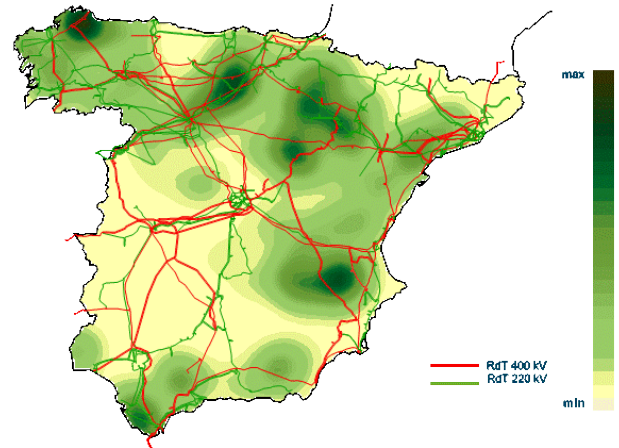


Figura 1 Distribución geográfica peninsular de las instalaciones de energía eólica a 31/12/2016 Fuente: REE (2016)

Pero, los países europeos han seguido diferentes estrategias en relación con este tipo de energías tras el inicio de la crisis económica de 2008 (Gráfico 2). Prueba de ello es que mientras España penalizó la generación renovable y optó por volver a los combustibles fósiles, Alemania puso en marcha su transformación energética (Energiewende) con el cierre progresivo de las centrales nucleares hasta 2022 y con el foco puesto en una generación casi totalmente renovable en 2050. Esta transformación hizo que Alemania sustituya a España como líder europeo en energía renovable. A finales de 2015, Alemania y España se situaban entre los países con más megavatios eólicos instalados, ocupando el tercer y quinto lugar a nivel mundial, con 45 GW y 23 GW, respectivamente (GWEC, 2015; IEA, 2015). Pero los cambios legislativos en España y el exceso de potencia eléctrica total instalada han ralentizado esta transición hacia energías limpias en el momento de mayor apuesta global.

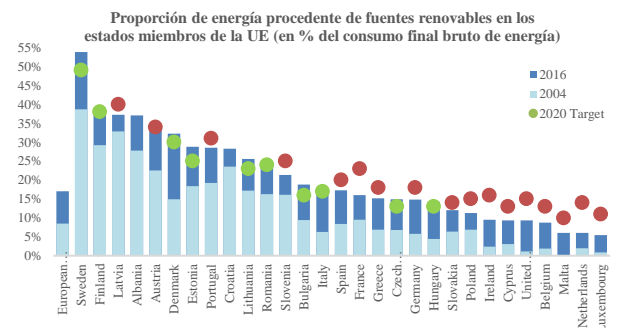


Gráfico 2 Nivel de cumplimiento de los objetivos de la D 2009/28 sobre energías renovables por países en 2016. Fuente: Eurostat

El sector renovable español: el marco normativo como barrera y la pérdida de la ventaja inicial.

El impulso de las energías renovables en España comienza en la década de los 80, con la Ley 82/1980 de conservación de la energía y fomento de la energía minihidráulica para hacer frente a la crisis del petróleo y reducir la dependencia del exterior.

En la década siguiente, con el Plan Energético Nacional 1991-2000, se consolida la apuesta legislativa por la generación eléctrica de régimen especial (renovables, cogeneración y residuos) mediante la aprobación de la Ley 40/1994 del sistema eléctrico nacional y del RD 2366/1994 sobre producción de energía eléctrica renovable, cogeneración e hidráulica de potencia menor a 100 MVA. Esta normativa fija el precio de venta de la energía mediante la combinación de un término de potencia y un término de consumo. Con la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico se fija el marco retributivo para cada modelo de generación eléctrica, tanto de régimen ordinario como de régimen especial con potencia menor a 50 MW.

Pero el mayor impulso a las energías de régimen especial llegó a España en 1998 de la mano del establecimiento del sistema de primas. El RD 2818/1998, sobre producción eléctrica por instalaciones abastecidas por fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración, establece la actualización anual de las primas del régimen especial y su revisión cada 4 años.

A lo largo de la primera década de los años 2000, en España se modifica el sistema de primas para incentivar la difusión de las energías renovables, por ello, el RD 436/2004 deroga el RD 2818/1998 y actualiza sus primas. Posteriormente, junto a otros factores coyunturales, el RD 661/2007 provoca un gran aumento de la inversión en este tipo de tecnologías al mejorar sus retribuciones por la venta a la red de la energía generada. Esto provoca un fuerte crecimiento de las energías renovables (eólica y fotovoltaica) durante 2007-2008, convirtiendo a las empresas españolas en referentes mundiales y al país en el principal motor renovable de la UE.

Pero la tendencia de apoyo a las energías renovables en España cambia drásticamente con el comienzo de la crisis financiera de finales de 2008. Así, en 2010, se producen los primeros recortes a las energías renovables al reducirse de forma significativa el valor de las primas y el número máximo de horas anuales retribuidas, lo que supuso un fuerte estancamiento de este tipo de energías. Pero con la entrada en vigor de la L 15/2012 (art. 8), sobre medidas fiscales para la sostenibilidad energética se va más allá, al imponer un gravamen a las tecnologías renovables del 7%.

Pero las penalizaciones más duras en el marco normativo sobre producción de electricidad para venta a red se dieron a partir de 2012, lo que hizo disminuir drásticamente su rentabilidad. Se impulsaron medidas limitadoras de incentivos (RDL 1/2012, moratoria renovable; L 24/2013 del Sector Eléctrico) destinadas a eliminar el déficit del sistema eléctrico, que redujeron gradualmente el sistema de primas (RDL 2/2013) y tarifas (RDL 9/2013) y establecieron con retroactividad un nuevo sistema de retribución basado en la rentabilidad razonable de las instalaciones, tal y como se menciona en la Disposición General I del RD 413/2014.

Además, estas modificaciones hicieron subir los costes fijos anulando la bajada de costes producida por el ahorro en el consumo, desincentivando nuevas inversiones y reduciendo fuertemente la rentabilidad de las ya en marcha (ENERCLUB, 2015). Según registros de la Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA), las energías renovables registraron su peor año en España desde los que existen datos, ya que la energía eólica no instaló un solo megavatio nuevo y la energía fotovoltaica únicamente instaló 47 MW nuevos.

No es hasta finales de 2015, con la aprobación del RD 900/2015 que regula el autoconsumo que se deroga la “moratoria verde” impuesta por el RDL 1/2012. Por ello, a pesar de las excepcionales condiciones medioambientales de España, la generación renovable se vio penalizada por un marco regulatorio desincentivador y haciendo que la capacidad instalada de nueva creación sea prácticamente nula (UNEF, 2016).

Pero, el efecto más grave de esta regulación desincentivadora en España ha sido el desplome de la inversión en este tipo de tecnologías originado por la gran incertidumbre sobre las inversiones y la inseguridad jurídica generadas. La desaparición de los incentivos públicos provoca el cierre de gran número de empresas, que eran referentes a nivel mundial, lo que conllevó una reducción drástica del empleo en el sector.

El marco legislativo de la energía eólica Galicia como barrera para su consolidación

Las características orográficas y atmosféricas de Galicia hacen que posea ventaja competitiva para la generación eléctrica mediante energía eólica. El desarrollo de esta tecnología hacía necesario el uso de una normativa que regulase su establecimiento.

Inicios (década de 1990)

Por ello, siguiendo el marco del Plan Energético Nacional 1991-2000 y el primer Plan Energético de Galicia, la Xunta de Galicia aprueba en 1995 el decreto D 205/1995 que regula aspectos industriales, socioeconómicos, técnicos y medioambientales relacionados con la energía eólica (Regueiro y Doldán, 2014), pero hasta 1997 no se aprobó el Plan Eólico Sectorial de Galicia (PESG). Esto significa que el primer marco normativo gallego llegó con retraso respecto al reparto de su territorio con potencial eólico (Montero et al., 2010).

Expansión (2000-2009)

A pesar de ello, la energía eólica se desarrolló ampliamente en Galicia desde comienzos de los años 2000. Según indican diversos autores (Montero et al., 2010; Regueiro y Doldán, 2014), el punto clave para la instalación de nueva potencia ha sido la aprobación del decreto D 302/2001 que reguló el acceso a la producción eléctrica de régimen especial y la creación de los parques eólicos singulares. Esta norma dio exclusividad a los beneficiarios de las convocatorias de parques eólicos para ponerlos en marcha en las zonas elegidas durante la duración del plan. Esto significó que en la práctica algunos de los parques se ubicaran dentro de zonas protegidas por la Red Natura 2000. En 2007 se aprobó el decreto D 242/2007, pero no supuso un cambio en materia ambiental durante sus dos años de vigor.

Estancamiento y pérdida del liderazgo (2009-2015)

Coincidiendo con el comienzo de la crisis económica se aprueba de forma urgente la Ley 8/2009 que regula la explotación eólica en Galicia, la creación de un canon eólico y el Fondo de Compensación Ambiental para indemnizar las alteraciones medioambientales de la instalación de Parques Eólicos.

Además, como indican Regueiro y Doldán (2014) esta normativa eliminó otros aspectos del decreto D 242/2007 que habían impulsado el desarrollo de eólico en Galicia, como el reparto del concurso eólico de 2008 o la participación del sector público en el capital social de las empresas eólicas. Este canon penaliza el proceso de implantación y desarrollo futuro (Varela y Sánchez, 2015) de la energía eólica, lo que no ocurre en otros procesos de otras grandes infraestructuras energéticas o de transporte (Alonso Álvarez, 2017) y no hace referencia al impacto neto (positivo o negativo) de la externalidad.

A pesar de la aprobación de la Orden 29703/2010 en la que se asignaban 2.325 MW de potencia para nuevos parques eólicos en Galicia, el marco restrictivo de la Ley 8/2009 hizo que se profundizara en el estancamiento del sector eólico gallego. En 2014, para tratar de incentivar un sector en estancamiento, se aprueba la Ley 4/2014, que elimina parte de las cargas financieras de las empresas con proyectos eólicos impuestas por la Ley 8/2009.

Evolución de la potencia eólica instalada en Galicia y España en función de la legislación

Descripción de los datos

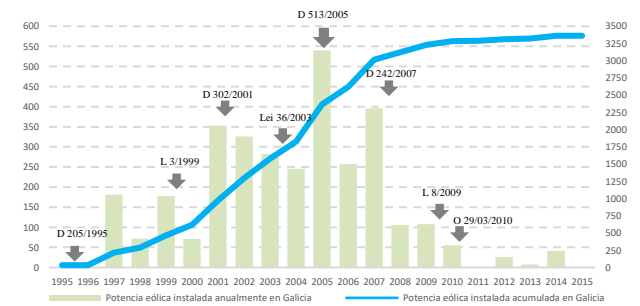
Como se ha visto, el marco normativo eólico gallego, junto al español, ha provocado fuertes contrastes desde sus inicios en los años 90, principalmente en la capacidad instalada. Como se puede observar en la Tabla 1, en lo referente a la potencia instalada existen tres fases bien diferenciadas, tanto en España como en Galicia. La primera sería una fase de inicio o eclosión de la tecnología (década de 1990) con pequeños pero continuados crecimientos de la potencia instalada. La segunda fase sería la de expansión (2000-2009), caracterizándose por un crecimiento fuerte de la potencia instalada, que en algunos años llega a ser superior al 50%.

Así, en 2007, la energía eólica española aumentó en más de 3.500 MW nuevos la potencia instalada hasta acumular casi los 15.000 MW (AEE, 2008). Según la Asociación Europea de la Energía Eólica (EWEA, 2008), ese año España encabezaba el crecimiento de la instalación de potencia eólica. Ranking que volvió a encabezar en 2009, con 2.460 MW.

La tercera y última fase, la de estancamiento y pérdida del liderazgo, comienza en 2009. En ese año la inestabilidad normativa se acentúa con una sucesión de decretos reguladores del sector. Además, la crisis económica y la reducción sistemática de las primas a las fuentes del régimen especial han provocado una fuerte contracción de nueva potencia instalada. En esta fase, la legislación española no permite nuevas instalaciones en el régimen especial con prima por la generación de electricidad.

A partir de 2009, la inestabilidad normativa provocada en Galicia por la Ley 8/2009, que modificó el importe de las primas. Además, también eliminó la participación del sector público y creó un canon eólico y el Fondo de Compensación Ambiental que grabó en exceso la instalación de Parques Eólicos.

Como se puede observar en el Gráfico 3, tras la puesta en marcha de la Ley 8/2009 se observa un exiguo crecimiento ese año y un estancamiento mantenido los años siguientes.



Año	Galicia anual	Galicia acumulada	España anual	España acumulada
1995	0	34	40	115
1996	0	34	120	235
1997	181	215	190	425
1998	72	287	409	834
1999	178	465	642	1476
2000	71	618	1026	2502
2001	353	971	835	3337
2002	326	1.297	1506	4843
2003	282	1.579	1160	6003
2004	245	1.824	2280	8283
2005	540	2.364	1552	9835
2006	257	2.621	1578	11413
2007	396	3.017	3502	14915
2008	105	3.122	1613	16528
2009	108	3.230	2455	18983
2010	55	3.285	1487	20470
2011	2	3.287	1048	21518
2012	26	3.313	1110	22628
2013	7	3.320	175	22803
2014	42	3.362	27	22830
2015	0	3.362	0	22830

Tabla 1 Potencia eólica instalada (MW) Galicia y España
Fuente: elaboración propia a través de los datos de ICE, INEGA e IGE para Galicia e AEE e INE para España

La legislación como barrera al impulso de la energía eólica en Galicia y España

Después de una fase de expansión continuada en los primeros años 2000, con crecimientos superiores al 50% (2005 y 2007), que habían puesto a España, y por efecto a Galicia, como líderes mundiales en producción eólica, se produjo un parón coincidiendo con el inicio de la crisis económica.

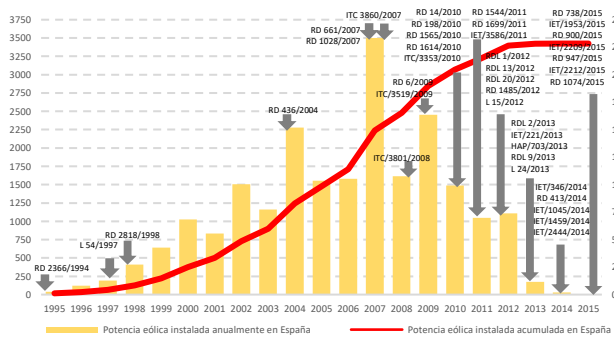
- D 205/1995 Se regula el aprovechamiento de la energía eólica en Galicia para parques eólicos cuya potencia eléctrica instalada sea ≤ 100 MVA (megavoltiamperios).
- L 3/1999 Se crea el Instituto Energético de Galicia para el fomento de la tecnología, la eficiencia y el uso racional de la energía, así como la gestión óptima de los recursos energéticos en los sectores económicos de Galicia.
- D 302/2001 Se elaboran el Plan Eólico de Galicia y los planes eólicos empresariales e infraestructuras necesarias (eléctricas e industriales) para la implantación de los parques eólicos cuya potencia instalada sea ≤ 50 MW.
- L 36/2003 Se adoptan nuevas deducciones sobre el impuesto de sociedades para el fomento de las energías renovables
- D 513/2005 Se regula el procedimiento de autorización y reconocimiento de utilidad pública de los parques eólicos.
- D 242/2007 Se regula el aprovechamiento de la energía eólica en Galicia.
- L 8/2009 Se regula un nuevo modelo eólico en Galicia, con un canon eólico como indemnización por las alteraciones medioambientales de la instalación de Parques Eólicos, dando lugar al Fondo de Compensación Ambiental.
- O 29/03/2010 Se asignan 2.325 MW de potencia para nuevos parques eólicos en Galicia
- L 4/2014 Se eliminan parte de las cargas financieras de las empresas con proyectos eólicos.

Gráfico 3 Evolución de la potencia eólica instalada en Galicia y su marco normativo (1995-2015)

Fuente: Elaboración propia a partir de CRS, Bloomberg New EnergyFinance e International Energy Agency

En España, los recortes a las primas (RDL 2/2013) y tarifas (RDL 9/2013) de las energías renovables del período 2010-2015 provocaron inestabilidad jurídica debido a la retroactividad del nuevo sistema que desincentivó las inversiones en nuevas instalaciones eólicas.

Además, la L 15/2012 (art. 8), sobre medidas fiscales para la sostenibilidad energética, agrava más este descenso en las inversiones renovables al aplicar un gravamen del 7% a estas tecnologías, haciendo, como se ve en el Gráfico 4, un descenso continuado de la potencia eólica instalada hasta el final del período.



- Se crea el reglamento sobre conservación de la energía para instalaciones de producción eléctrica de régimen especial con potencia ≤ 100 MVA (megavoltiamperios) atendiendo al plan energético general.
- RD 2366/1994
- Se regulan actividades de suministro eléctrico (generación, transporte, distribución, comercialización e intercambios internacionales) su gestión económica y técnica.
- Ley 54/1997
- Se desarrolla el reglamento del sector eléctrico renovable, fijando un régimen transitorio para instalaciones de ámbito renovable ya establecidas y determinando una prima para instalaciones renovables ≥ 50 MW.
- RD 2818/1998
- Se regula la posibilidad de poder recibir una tarifa fija o una prima de mercado para proyectos de energía renovable.
- RD 436/2004
- Se establecen nuevas tarifas renovables y precios mínimos y máximos para compensar las primas de mercado.
- RD 661/2007
- Se establece el procedimiento para solicitudes de instalaciones de generación eléctrica en el mar territorial.
- RD 1028/2007
- Se revisan las tarifas de venta de energía eléctrica que aplican las empresas distribuidoras y las tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución eléctrica teniendo en cuenta los costes y demanda previstos para el año 2008.
- ITC 3860/2007
- Se revisan las tarifas de venta y acceso a las redes de transporte y distribución eléctrica para 2009.
- ITC 3801/2008
- Se crea el registro de preasignación y el planificador de capacidad instalada para controlar las nuevas instalaciones.
- RD 6/2009
- Se revisan los peajes de acceso, tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial para el año 2010.
- ITC 3519/2009
- Se establecen medidas urgentes para corregir el déficit tarifario del sector, obligando a los generadores eléctricos a pagar 0.50 €/MWh por la electricidad suministrada a la red.
- RDL 14/2010
- Se adaptan determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico que modifican diversas leyes para adaptarlas a la ley 17/2009 de libre acceso del sector servicios.
- RD 198/2010

- Se prorroga la fecha máxima de adecuación al P.O. 12.3 impuesto por el RD 661/2007 hasta el 31/12/2010 y se crea un régimen económico específico para instalaciones experimentales de tecnología eólica en tierra.
- RD 1565/2010
- Se limitan las horas equivalentes de funcionamiento con derecho a prima para las instalaciones eólicas con potencia > 50 MW a un máximo de 2.589 horas/año.
- RD 1614/2010
- Se incorporan las modificaciones retributivas para la tecnología eólica incorporadas por el RD 1565/2010
- ITC 3353/2010
- Se establecen peajes de acceso a las redes de transporte y distribución para productores de energía eléctrica.
- RD 1544/2011
- Se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia (≤ 100 kW).
- RD 1699/2011
- Se establecen los peajes de acceso, tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial para el año 2012.
- IET/3586/2011
- Suspensión de los incentivos económicos para las nuevas instalaciones de electricidad renovable.
- RDL 1/2012
- Se transpone la Directiva 2009/72/CE sobre el mercado interior eléctrico y se adoptan medidas de corrección del déficit tarifario para el 2012, reduciendo la retribución de tarifas y primas pagadas a las instalaciones renovables.
- RDL 13/2012
- Medidas para garantizar la estabilidad presupuestaria y de fomento de la competitividad, suprimiendo para el año 2012, la paga extraordinaria del mes de diciembre y la paga adicional de complemento específico o pagas equivalentes.
- RDL 20/2012
- Se modifica el procedimiento administrativo de las instalaciones de generación eléctrica en el mar territorial para adaptarlo a la nueva denominación y estructura de los departamentos ministeriales.
- RD 1485/2012
- Se crean medidas fiscales para la sostenibilidad energética, mediante un impuesto sobre el valor de la producción de la energía eléctrica y un canon por el uso de las aguas continentales para la producción de energía eléctrica.
- L 15/2012
- Medidas urgentes en el sistema eléctrico y el sector financiero
- RDL 2/2013
- Se actualizan las retribuciones del sistema vinculadas al IPC eliminando la prima de producción renovable.
- IET/221/2013
- Aprobación del modelo 583 del impuesto sobre el valor de la producción eléctrica, y su forma y proceso de presentación.
- HAP/703/2013
- Se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico mediante los pagos por capacidad (incentivos a la inversión en capacidad a largo plazo y al servicio de disponibilidad a m/p) y se habilita al Gobierno para aprobar un nuevo régimen jurídico-económico para instalaciones renovables existentes.
- RDL 9/2013
- Se garantiza del suministro e incremento de la competencia en los sistemas eléctricos insulares y extrapeninsulares.
- L 17/2013
- Se establece una nueva regulación del sector eléctrico donde se regula la modalidad de autoconsumo y la obligatoria inscripción del autoconsumidor en el registro de actividad y pago de un peaje para mantener el sistema.
- L 24/2013
- Se modifica el mecanismo competitivo de asignación del servicio de gestión de la demanda de interrumpibilidad.
- IET/346/2014
- Se regula la autoproducción de electricidad mediante fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- RD 413/2014
- Se aprueban los parámetros retributivos para las instalaciones de producción de energías renovables.
- IET/1045/2014
- Se aprueban los parámetros y el mecanismo retributivo específico para nuevas instalaciones eólicas insulares.
- IET/1459/2014
- Se determinan los peajes de acceso de las instalaciones de energía eléctrica para el año 2015.
- IET/2444/2014
- Se modifica la actividad de producción eléctrica y el procedimiento de los sistemas eléctricos no peninsulares.
- RD 738/2015

- IET/1953/2015 Se modifican los parámetros y el mecanismo retributivo específico para nuevas instalaciones eólicas insulares.
- RD 900/2015 Regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas para el autoconsumo incluida su producción.
- IET/2209/2015 Se activa el Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2015-2020 con previsiones de demanda futura, recursos y evolución del mercado para garantizar el suministro y proteger el medio ambiente.
- RD 947/2015 Se autoriza la convocatoria para la asignación de hasta un máximo de 500 MW de potencia del régimen retributivo específico para nuevas instalaciones de producción eléctrica eólica peninsulares nuevas o modificadas.
- IET/2212/2015 Se regula el proceso de asignación de hasta un máximo de 500 MW de potencia del régimen retributivo específico para nuevas instalaciones de producción eléctrica eólica peninsulares nuevas o modificadas.
- RD 1074/2015 Se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico para garantizar el suministro de energía a largo plazo.

Gráfico 4 Evolución de la potencia eólica instalada en España y su marco normativo (1995-2015)

Fuente: Elaboración propia a partir de CRS, Bloomberg New Energy Finance e International Energy Agency

Conclusiones y oportunidades futuras para Galicia

Conclusiones sobre las barreras percibidas legislativas en el sector eólico gallego

A la vista de los datos de potencia instalada y de la tendencia legislativa actual en España y en Galicia, se puede decir que el futuro a corto plazo de esta tecnología no tiene visos de cambio, y más cuando desde el marco normativo actual se está apostando por el uso de fuentes fósiles lo que agrava todavía más la dependencia energética exterior y aumenta el déficit tarifario.

El actual marco legislativo en España y Galicia va en dirección contraria a los objetivos fijados por la Directiva Europa 2009/28 sobre energías renovables, que establece un 20% del consumo final bruto de energía proceda de fuentes renovables en 2020.

Recientemente, estos objetivos han sido ampliados hasta llegar al 27% de energías renovables en el mix energético comunitario para el año 2030.

Oportunidades y potenciales beneficios para Galicia

Decidido impulso europeo a favor de las energías renovables

A pesar de este panorama actual tan desolador, a medio plazo, el sector eólico gallego y español se verá impulsado por el compromiso y el impulso comunitario a las energías renovables para reducir la dependencia energética exterior y cambiar el paradigma productivo en Europa. Estos objetivos fueron fijados en la Directiva 2009/28 estableciendo que al menos un 20% del consumo final bruto de energía proceda de fuentes renovables en 2020. A pesar del actual exceso de potencia instalada en el mix energético español, donde las fuentes fósiles siguen teniendo un gran peso, las diferentes energías renovables irán ganando peso en este proceso transformador que impulsa Europa.

En este aspecto, Galicia tiene un gran potencial futuro, ya que la orografía y meteorología de la región y la infrautilización de la actual de su potencia eólica instalada (debido al exceso de oferta general) puede producir un mayor nivel de generación eléctrica eólica, además de poder realizar futuras instalaciones de potencia eólica y/o repotenciaciones de los actuales parques.

Posibilidades de fijación de la población en el ámbito rural y evitar la despoblación

Además del aspecto medioambiental, la energía eólica ofrece mayor valor añadido a los agentes del mercado (DG AGRI, 2011), ya que los consumidores ven reducido el coste por la energía consumida, el gestor del sistema tiene mayor capacidad de reacción ante alteraciones en la demanda, y la sociedad tiene una mayor garantía de suministro eléctrico por su carácter descentralizado. Además, el fomento de las energías renovables estimula la fijación de población joven en las áreas rurales (Del Río y Burguillo, 2009), al suponer que los parques eólicos generan mejores expectativas en la generación de empleo e ingresos para la población rural joven en una época donde las actividades económicas agrarias se encuentran bajo una coyuntura de presión a la baja de sus ingresos. Esta fijación de población es importante a nivel macroeconómico para evitar el despoblamiento y el envejecimiento de las áreas rurales de Galicia

References

Asociación Empresarial Eólica, AEE (2008). *Estudio macroeconómico del impacto del sector eólico en España*. Madrid.

Alonso Álvarez, I. (2017). *Regulación y características del sector eólico gallego. Nacimiento, auge y estancamiento* (TFG). Recuperado de Universidade da Coruña (RUC) <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/19841>

Del Río, Pablo y Burguillo, Mercedes (2009). An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 1314-1325. doi: 10.1016/j.rser.2008.08.001

EWEA. European Wind Energy Agency (2008). *Pure Power: wind energy scenarios up to 2030*. Brussels.

ENERCLUB (2015). *La energía hoy en España. 15 temas clave para la próxima legislatura*. Club Español de la Energía, España: Madrid.

EPIA (2009). *Set for 2020 - Solar Photovoltaic Electricity: A mainstream power source in Europe by 2020*. European Photovoltaic Industry Association (actual SolarPower Europe), Belgium: Brussels.

Gan, Lin, Eskeland, Gunnar S. y Kolshus, Hans H. (2007). Green electricity market development: Lessons from Europe and the US. *Energy Policy*, 35(1), 144-155. doi: 10.1016/j.enpol.2005.10.008

GWEC (2015). *Global Wind Report 2015. Annual Market Update*. Global Wind Energy Council: Belgium.

Granoszewski, K., Reise, C., Spiller, A. y Musshoff, O. (2011). The role of land use competition in farmers' engagement in renewable energy production. *VIII International Agribusiness Conference (PAA-PENSA 2011)*. Argentina.

Holm, Dieter y Arch., D. (2005). *Un Futuro Para el Mundo en Desarrollo Basada en las Fuentes Renovables de Energía*. Internacional Solar Energy Society (ISES), White Paper.

IEA (2015). *Snapshot of Global Photovoltaic Markets. IEA Photovoltaic Power Systems*

Programme Report T1-29:2016. International Energy Agency. France: Paris.

Lang, M. y Lang, A. (2015). *Overview Renewable Energy Sources Act*. German Energy Blog.

Montero, M., Simón, X., Giménez, E.L. y Castro, F. (2010). Os plans eólicos empresariais en Galicia. Unha análise do seu desenvolvemento. *Revista Galega de Economía*, 19(1), 101-108.

OJEU (2014). *Dictamen del Comité de las Regiones Libro Verde - Un marco para las políticas de clima y energía en 2030*. Official Journal of the European Union 2014/C 126/04. European Union.

REN21 (2015). *Renewables 2015: Global Status Report*. REN21 Annual Report, Renewable Policy Network for the 21st Century, France: Paris.

Regueiro-Ferreira, R.M. y Doldán García, X.R. (2014). Los pequeños inversores eólicos: reflexiones económicas y ambientales. *M+A. Revista Electrónica de Medio Ambiente*, 15(2), 28-36.

UNEF (2016). *Informe anual 2016. El tiempo de la energía solar fotovoltaica*. III Foro Solar Español, Fotovoltaica 2.0: la nueva oportunidad del sector, Unión Española Fotovoltaica.

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science – Techonology an Innovation.

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)

Citación: Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo Revista de Investigación y Desarrollo. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]

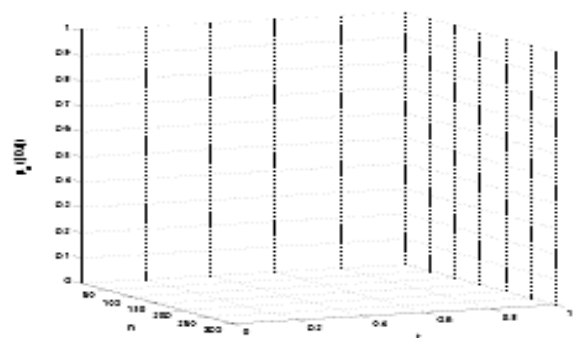


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

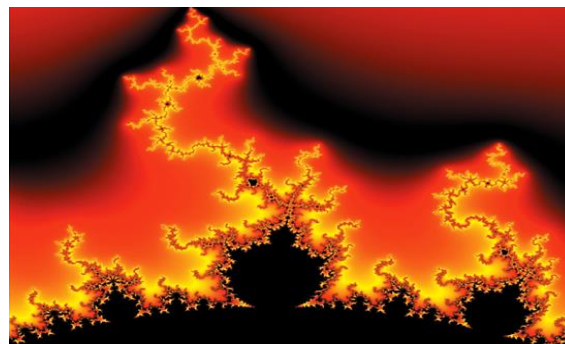


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

Revista de Investigación y Desarrollo se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Investigación y Desarrollo emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones serias para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.

-Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeado en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.

-Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.

- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Spain considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.

-Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.

-El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.

-No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.

-Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-Mexico, S.C en su Holding Spain para su Revista de Investigación y Desarrollo, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

LATINDEX (Revistas Científicas de América Latina, España y Portugal)

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

Servicios Editoriales:

Identificación de Citación e Índice H.

Administración del Formato de Originalidad y Autorización.

Testeo de Artículo con PLAGSCAN.

Evaluación de Artículo.

Emisión de Certificado de Arbitraje.

Edición de Artículo.

Maquetación Web.

Indización y Repositorio

Traducción.

Publicación de Obra.

Certificado de Obra.

Facturación por Servicio de Edición.

Política Editorial y Administración

244 - 2 Itzopan Calle. La Florida, Ecatepec Municipio México Estado, 55120 Código postal, MX. Tel: +52 1 55 2024 3918, +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 4640 1298; Correo electrónico: contact@ecorfan.org
www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

Editores Asociados

OLIVES-MALDONADO, Carlos. MsC

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

CHIATCHOUA, Cesaire. PhD

SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD

CENTENO-ROA, Ramona. MsC

ZAPATA-MONTES, Nery Javier. PhD

ALAS-SOLA, Gilberto Américo. PhD

MARTÍNEZ-HERRERA, Erick Obed. MsC

ILUNGA-MBUYAMBA, Elisée. MsC

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. MsC

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN®- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala-Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- Taiwan),sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

244 Itzopan, Ecatepec de Morelos–México.

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre–Bolivia.

38 Matacerquillas, CP-28411. Moralarzal –Madrid-España.

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenue, Salinas I - Santa Elena-Ecuador.

1047 La Raza Avenue -Santa Ana, Cusco-Peru.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Cameroon.

Southwest Avenue, San Sebastian – León-Nicaragua.

6593 Kinshasa 31 – Republique Démocratique du Congo.

San Quentin Avenue, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 Kilometro, American Highway, House Terra Alta, D7 Mixco Zona 1-Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Captain, CP-2060. Luque City- Paraguay.

Distrito YongHe, Zhongxin, calle 69. Taipei-Taiwán.

Revista de Investigación y Desarrollo

“Estudio de los caudales del río Huazuntlán para el aprovechamiento del potencial minihidráulico para el auto-abastecimiento”

ESPINOSA-ARENAL, Francisco, ALCALÁ-PEREA, Gerardo, SANTIAGO-CEBALLOS, Emerson y ZETINA-BASILIO, Kevin Pastor

Universidad Veracruzana

“Estudio del contexto de la especie capsicum chinense en el municipio de Centro del estado de Tabasco, para la generación de una propuesta de desarrollo”

DE LEÓN- DE LOS SANTOS, Brissa Roxana, FUENTES-LÓPEZ, Mayra Edilia, MADRIGAL-CANO, José Luis y GARCÍA-REYES, David Antonio

Instituto Tecnológico de Villahermosa

“Caracterización del viento de Ciudad del Carmen, Campeche”

ROSADO-VÁZQUEZ, María Esther, SIERRA-GRAJEDA, Juan Manuel, GUERRA-SANTIAGO, Gilberto y ROSADO-VÁZQUEZ, Eduardo Alonso

Universidad Autónoma del Carmen

“Análisis de Precipitaciones Pluviales Registradas por la Estación DAVYS-2013, Durante el Periodo 2017, para la Captación y Aplicaciones Sustentables en el Municipio de Centla, Tabasco”

ZARATE, Marco Antonio; PEREZ-DURAN, Marco Antonio, SUAREZ-GARCÍA, Sandra Manuela y PEDRERO-HERNÁNDEZ, Sandra Elena

Instituto Tecnológico Superior de Centla

“Coeficiente de aprovechamiento en un aserradero ejidal del estado de Puebla

FUENTES-LÓPEZ, Martha Elena, SUÁREZ-PATLÁN, Edna Elena, CARRILLO-ÁVILA, Noel y FLORES-VELÁZQUEZ, Rogelio”

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

“20 años de la energía eólica en Galicia: el papel de las barreras legislativas desde el auge al declive (1995-2015) ”

MONTES-SOLLA, Paulino

University of A Coruña

