



EAS 2020

EDUCACIÓN AMBIENTAL
PARA LA SUSTENTABILIDAD
PRIMER CONGRESO
INTERNACIONAL

ESFUERZOS PARA TRANSITAR HACIA LA SUSTENTABILIDAD

Aportaciones desde las IES

**COORDINADORAS: Mtra. Martha E. Zita Lagos, Mtra. Norma E.
Rebolledo Gloria y Dra. Edna C. Figueroa García**

Comisión Estatal de Planeación de la Educación Superior en Querétaro (COEPES)
Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro
Secretaría de Desarrollo Sustentable
Querétaro, Qro. febrero de 2021

POLITÉCNICA
SANTA ROSA



PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE
QUERÉTARO



COEPES
QUERÉTARO
Comisión Estatal para la Planeación de la Educación Superior

ORO **ORGULLO**
DE **MX**

LIC, JOSÉ ALFREDO BOTELLO MONTES

Secretario de Educación y
Presidente de la COEPES

ING. MARCO ANTONIO DEL PRETE TERCERO

Secretario de Desarrollo Sustentable

M.C. JOSÉ CARLOS ARREDONDO VELÁZQUEZ

Rector de la UTEQ y
Coordinador Ejecutivo de la COEPES

DR. ENRIQUE GERARDO SOSA GUTIÉRREZ

Rector de la UPSRJ
Comisión de Sustentabilidad de la COEPES

LIC. ALEJANDRO JIMÉNEZ GALLEGOS

Director de Planeación Ambiental de SEDESU

M. en A. MACARIO VALDEZ RESÉNDIZ

Director de Innovación y Desarrollo Tecnológico de la UTEQ
Coordinador Técnico de la COEPES

BIOL. ALEJANDRO ARELLANO SANAPHRE

Jefe del Departamento de Educación Ambiental de SEDESU y
Miembro del Comité Organizador del EAS 2020

DRA. MARIANELA TALAVERA RUZ

Líder de Proyecto de la UTEQ y
Miembro del Comité Organizador del EAS 2020

MGIC LUIS LEONEL HEATH MONCADA

Jefe del Departamento de Planeación y Gestión para la Sustentabilidad UPSRJ
Comisión de Planeación de la COEPES

Primera Edición 2021

Comisión Estatal de Planeación de la Educación Superior en Querétaro (COEPES)
Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro
Secretaría de Desarrollo Sustentable
Querétaro, Qro. febrero de 2021

**EAS 2020 EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LA SUSTENTABILIDAD
PRIMER CONGRESO INTERNACIONAL**

COMITÉ ORGANIZADOR

SECRETARÍA DE DESARROLLO SUSTENTABLE
PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE QUERÉTARO

**LIC. ALEJANDRO JIMÉNEZ GALLEGOS
BIOL. ALEJANDRO ARELLANO SANAPHRE**

COMISIÓN ESTATAL DE PLANEACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN
QUERÉTARO

**M. en A. MACARIO VALDEZ RESÉNDIZ
MGIC LUIS LEONEL HEATH MONCADA
DRA. MARIANELA TALAVERA RUZ**

COMIIÓN DEL COLOQUIO DE INVESTIGACIÓN
“LA SUSTENTABILIDAD EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR”

**MTRA. MARTHA E. ZITA LAGOS
MTRA. NORMA E. REBOLLEDO GLORIA
DRA. EDNA C. FIGUEROA GARCÍA**

COMISIÓN DE PATROCINIOS

LIC. MARÍA TERESA REYES TORRES

COMISIÓN DE LOGÍSTICA

ING. HÉCTOR JAVIER SOSA DÍAZ

COMISIÓN DE ECO FEST Y MERCADO SOLIDARIO

ING. AMB. ERIKA XIMENA GÓMEZ MEDELLÍN

ÍNDICE

1	Alianza del Ejido Charape La Joya y la Universidad Autónoma de Querétaro para la elaboración de un protocolo comunitario biocultural	7
	Universidad Autónoma de Querétaro	
2	Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico interconectado a la red, basado en el Artículo 690 de la NOM-001-SEDE-2012, con una potencia nominal de 79.20 kwp	16
	Universidad Tecnológica de San Juan del Río	
3	Producción de combustible tipo briqueta a partir de residuos de cebada	27
	Universidad Tecnológica de San Juan del Río	
4	Campus sustentable como laboratorio vivo para la sustentabilidad	42
	Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui	
5	Economía circular en Institución de Educación Superior	53
	Universidad Autónoma de Querétaro	
6	Jardines para polinizadores, un espacio para la recreación y la conservación de los servicios ecosistémicos	73
	Universidad Autónoma de Querétaro	
	Facultad de Ciencias Naturales	
7	Manejo sustentable del paisaje universitario: huertos comestibles, jardines medicinales y bosques	82
	Universidad Autónoma de Querétaro.	
	Campus Amealco	
8	Programa de Acción Institucional hacia la Sustentabilidad UTEQ (PAIS)	91
	Universidad Tecnológica de Querétaro	

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a todos los investigadores que participaron como revisores y cuyas valiosas contribuciones enriquecieron este texto:

Dr. Juan José García Machado
Universidad de Huelva, España.

Dr. Carlos Ramírez Martínez
Universidad Autónoma de Nuevo León

Dra. Luz Elena Narváez Hernández
Instituto Gastronómico de Estudios Superiores

Mtro. Eduardo Luna Sánchez
Universidad Autónoma de Querétaro

INTRODUCCIÓN

LUIS LEONEL HEATH MONCADA
COMISIÓN ESTATAL PARA LA PLANEACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN QUERÉTARO
COEPES- QUERÉTARO

Las Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros de Investigación (CI) integrantes de la Comisión Estatal de Planeación de la Educación Superior en Querétaro (COEPES) realizan, en forma cotidiana, una serie de acciones, buenas prácticas e investigación que contribuyen al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), las cuales merecen ser difundidas, no solo al interior de las instituciones, sino en forma interinstitucional, pero, sobre todo, entre toda la sociedad.

Con esta premisa, la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro, conjuntamente con la COEPES, deciden convocar a investigadores, docentes, estudiantes, empresarios, instituciones de educación superior y centros de investigación que estén desarrollando algún proyecto de investigación y/o realizando buenas prácticas en materia de sustentabilidad, a participar en el Coloquio “La Sustentabilidad en las IES” a realizarse del 20 al 21 de febrero de 2020, en el marco del EAS 2020, Educación Ambiental para la Sustentabilidad, Primer Congreso Internacional.

El objetivo del Coloquio fue el de divulgar y discutir resultados de investigación teórica y práctica, buenas prácticas y vivencias en materia de sustentabilidad en las IES, tomando como ejes temáticos: la sustentabilidad ambiental, la responsabilidad social, la viabilidad y sustentabilidad económica y la pertinencia.

Las ocho mejores ponencias evaluadas por el Comité Dictaminador del Coloquio, son las que se presentan en este documento, y nos hablan de: protocolo comunitario biocultural, sistemas fotovoltaicos, combustible a partir de residuos, laboratorio vivo para la sustentabilidad, economía circular en IES, manejo sustentable del paisaje universitario y del programa institucional hacia la sustentabilidad.

Los aportes y abordajes multidisciplinarios son valiosos y novedosos, y se centran básicamente en el objetivo 4 de los ODS: educación de calidad. Queda mucho por avanzar, especialmente en la contribución al combate a la pobreza y el hambre, y en el impulso al bienestar y salud de todos, desde la trinchera de la educación superior.

Estamos convencidos que los trabajos presentados en este Coloquio servirán como incentivo y guía para continuar con acciones, buenas prácticas e investigación en materia de sustentabilidad, de manera que puedan ser compartidas con la sociedad para la construcción conjunta de una sociedad más justa.

ALIANZA DEL EJIDO CHARAPE LA JOYA Y LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO PARA LA ELABORACIÓN DE UN PROTOCOLO COMUNITARIO BIOCULTURAL

Ponencia

TAMARA OSORNO SÁNCHEZ, ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO, CLAUDIA RAMOS BARRIOS,
J. CARLOS DORANTES CASTRO Y RAÚL PINEDA LÓPEZ
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

RESUMEN

La Maestría en Gestión Integrada de Cuencas y el Centro Regional en Capacitación de Cuencas, de la Universidad Autónoma de Querétaro, llevan ocho años de intervención en la microcuenca La Joya. Los principales proyectos que se han llevado a cabo son la implementación de un proceso de formación de grupos de aprendizaje, mediante la aplicación de dos líneas de trabajo: la conservación y buen manejo de los componentes naturales de la microcuenca (suelo, agua y biodiversidad) y el uso apropiado y sustentable de los componentes naturales para el mejoramiento social y económico de los habitantes de la microcuenca. En 2018, como parte de un proceso de empoderamiento, se inició la elaboración de un Protocolo Comunitario Biocultural, de ejido Charape La Joya. La primera fase fue la informativa, en asambleas se le explicó a la comunidad en qué consistía el proyecto. Una vez que se obtuvo la autorización del ejido, se trabajó en elaboración un cuadernillo informativo; se hizo un diagnóstico basado en la metodología KAP (Conocimientos, Actitudes y Prácticas), con la aplicación de cuestionarios para generar información en tres rubros: a) Organización comunitaria y conocimiento tradicional en torno a los recursos naturales; b) Protocolo de Nagoya, vínculos institucionales y reconocimiento de experiencias y c) Toma de decisiones y organización en torno a los subsidios y el territorio. También se hicieron entrevistas a actores clave de la comunidad. Finalmente se llevó a cabo un diagnóstico participativo y varias reuniones de revisión con la comunidad.

Con los insumos obtenidos a través de diferentes metodologías participativas, se iniciaron las etapas de deliberación sobre qué información integraría el documento e integración de la información. La última fase fue la de validación del Protocolo por la asamblea ejidal.

Palabras clave: Protocolo Comunitario Biocultural, Gestión Integrada de Cuenca, Territorio, Conocimiento Tradicional.

INTRODUCCIÓN

Para los habitantes de una localidad o región un Protocolo Comunitario Biocultural, es un instrumento que sirve para empoderarlos bajo un marco normativo. Apoya la articulación de sus normas y valores en sus propios términos; y representa un enfoque amplio que incluye no solamente beneficios obtenidos del acceso a los recursos genéticos y al conocimiento tradicional, sino también aquellos de todas las actividades relacionadas con el uso directo e indirecto de los recursos bioculturales. Mientras que, para los actores externos como agencias gubernamentales, investigadores, empresas y organizaciones de conservación, los ayuda a entender a las normas y valores, reconocer la importancia biocultural y del conocimiento tradicional y a identificar las leyes consuetudinarias que rigen el acceso y participación en los beneficios de los recursos y el conocimiento tradicional, de acuerdo con el concepto holístico de patrimonio biocultural colectivo (Barreto et al., 2016).

Ante la creciente presión sobre los recursos naturales en posesión de comunidades indígenas, locales y ejidales, se vuelve fundamental contar, con instrumentos como los Protocolos Comunitarios Bioculturales. Debido a que estos se basan en las capacidades que tiene la comunidad para la toma de decisiones y resolver sus necesidades en torno al manejo y aprovechamiento de los recursos naturales y la biodiversidad de su territorio, así como del conocimiento tradicional asociado. De igual manera, sirven para definir las condiciones de contacto y de negociación y desarrollo de acuerdos con actores externos (evitando que éstas condiciones sean impuestas por éstos) en proyectos y decisiones que puedan afectar a estas comunidades y sus recursos (Shrumm y Jonas, 2012).

El fomento de la elaboración de protocolos bioculturales abre una posibilidad de apoyar a los pueblos originarios y comunidades locales, quienes están arraigados a sus recursos y territorios tradicionales, en la autogestión que se han desarrollado a lo largo de muchas generaciones. Estos sistemas de toma de decisiones permiten a las comunidades mantener sus medios de subsistencia y garantizar el sustento de generaciones futuras dentro de los límites naturales de sus territorios y áreas (Boege, 2008).

El ejido Charape La Joya y la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), a través del Centro Regional en Capacitación de Cuencas (CRCC) han trabajado desde el 2009, los beneficios de esta colaboración son varios, entre ellos, el reconocer el trabajo de comunidades e individuos para formar parte del CRCC, hoy en día se cuenta con un circuito de buenas prácticas que sirve para la capacitación de otras comunidades o grupos que visitan la microcuenca La Joya. Esto promueve el buen manejo de los recursos naturales con énfasis en el agua, pero desde una visión integral. A partir de los lazos de confianza y reciprocidad que se han establecido entre la universidad y el Ejido La Joya en 2018; fue posible la elaboración del Protocolo Comunitario Biocultural de este ejido.

Para la elaboración del protocolo biocultural, se trabajó en diferentes fases, la primera consistió en acercarse a la comunidad a través de la asamblea ejidal para plantear el proyecto.

Después siguió una fase informativa donde se repartió a cada familia un tríptico con información referente a los beneficios de elaborar un protocolo comunitario biocultural que protegiera sus recursos y el conocimiento tradicional asociado a estos. En una siguiente etapa se llevaron a cabo, encuestas, entrevistas a profundidad, talleres participativos y se inició la etapa de integración de la información. Finalmente, a través de diferentes reuniones se llegó a la validación del documento. A partir del respeto y la confianza entre diferentes actores, se logró la participación de la comunidad en la elaboración del protocolo biocultural, expresando sus experiencias y conocimientos, en cada una de las etapas para la elaboración del mismo.

MARCO DE REFERENCIA

El Convenio de Diversidad Biológica (CDB) fue firmado el 29 de diciembre de 1993 y constituye el instrumento global más importante en la promoción de la conservación de la biodiversidad. Sus principales objetivos son: la conservación de la biodiversidad y uso sustentable de los recursos naturales y la participación justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de estos recursos. Para el alcance de sus objetivos, a partir del CDB se elaboraron dos protocolos, el Protocolo de Cartagena (Seguridad de la Biotecnología) y el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se deriven de su Utilización (ONU, 1992).

El objetivo del Protocolo de Nagoya es la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, contribuyendo por ende a la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes. Dentro de sus principios, este Protocolo establece que el acceso a los recursos genéticos requiere de Consentimiento Previo Fundamentado y de Condiciones Mutuamente Acordados (información del proyecto, negociación de los beneficios). En este sentido, se vuelven fundamental promover instrumentos reguladores internos de las comunidades como reglamentos y Protocolos Bioculturales (CBD, 2011).

Un Protocolo Comunitario puede ser una manera efectiva para que las comunidades determinen y comuniquen sus propios planes y prioridades, y aboguen por el respeto y el apoyo adecuado a sus formas de vida. Asimismo, puede servir como una plataforma para hacer valer sus derechos reafirmando las responsabilidades concebidas por el derecho nacional e internacional.

Los Protocolos Bioculturales se elaboran a partir de las prácticas consuetudinarias, reglas de uso, manejo, conservación y protección acordados por la propia comunidad. Esta herramienta debe contener la descripción de datos generales de la comunidad, reglas acordadas sobre organización comunitaria, autoridades y representantes, uso, manejo, conservación y protección de los recursos naturales, la biodiversidad y el conocimiento tradicional asociado, procedimientos para obtener el consentimiento de la comunidad previo a la realización de ciertas actividades en el territorio de la comunidad, incluyendo su derecho a decidir si se requiere o no la realización de dicha actividad (Shrumm y Jonas, 2012).

MÉTODOS

Descripción de las Localidades

Las localidades de La Joya y Charape La Joya son comunidades rurales que se encuentran en la zona rural del Municipio de Querétaro, pertenecen a la delegación de Santa Rosa Jáuregui. La población total es de 125 personas para Charape La Joya y 156 para La Joya. Ambas localidades conforman el Ejido Charape La Joya (INEGI, 2010) (Figura 1).

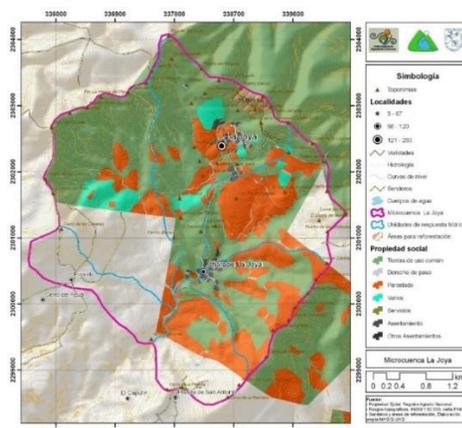


Figura 1. Mapa del Ejido Charape La Joya, Querétaro.

El trabajo se inició con la presentación del proyecto a las autoridades ejidales para acordar la dinámica, identificar los representantes de grupos de trabajo que participaron en el proceso; se acordaron fechas para llevar a cabo salidas de campo y el trabajo con informantes clave.

Se hizo el diseño de material didáctico como trípticos y mantas, los temas que se abordaron fueron sobre la importancia que tiene el conocimiento tradicional que tiene la comunidad de sus recursos, algunos aspectos sobre la forma en que los manejan y la utilidad de la elaboración de un Protocolo Comunitario Biocultural. La información se obtuvo a partir de diferentes trabajos de investigación, llevados a cabo en las comunidades, por estudiantes e investigadores de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas. Este material se repartió en cada casa, con la intención de que la información llegara a toda la población, y que se pudiera analizar y complementar en los talleres.

Para generar el protocolo comunitario biocultural, durante todo el proceso se implementaron diferentes metodologías participativas. Los talleres participativos se sustentaron con los aportes de Candelo et al (2003), los cuales señalan la elaboración de actividades por mesas de trabajo, donde los participantes puedan dialogar e identificar los elementos centrales para contestar a un objetivo específico. En este sentido se incluyó la técnica del CIMAS (2009) donde cada participante, y por mesa, escribe los elementos solicitados por el coordinador del taller, para el presente proyecto se pidió escribir en tarjetas de colores (agua=azul, plantas=verde, animales= rojo y suelo=amarillo) los nombres de todos los recursos naturales que reconocieran en el ejido. También se incluyó cartografía participativa, que a través de las bases

del FIDA (2009), los participantes identificaron espacialmente el sitio donde se localizan los elementos señalados por el coordinador del taller, además plasmaron en un mapa los recursos naturales que ya había identificado en el ejercicio anterior.

Para el abordar el tema de conocimientos tradicionales se aplicó el Diagnóstico Knowledge, Attitudes and Practices (KAP). El objetivo de este diagnóstico es entender la percepción, conocimientos, actitudes y prácticas de personas representantes de pueblos indígenas y comunidades locales en relación al acceso a recursos genéticos y la participación justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización y del conocimiento tradicional asociado. Específicamente para este trabajo la información sobre el conocimiento tradicional, se generó a partir de entrevistas a líderes comunitarios y diálogos informales con las personas de las comunidades de Charape La Joya y La Joya.

RESULTADOS

La publicación del protocolo comunitario biocultural del ejido la Charape La Joya, este documento contiene una síntesis de la historia de las comunidades, información socioeconómica de la población actual. Las personas de las comunidades de Charape La Joya y La Joya identifican sus recursos naturales en las categorías de Animales, Plantas, Agua y Suelo.

Reconocen alrededor de 17 especies animales, que utilizan para la producción, las labores, domésticos y los animales silvestres. Con respecto a sus plantas hay varias especies y las dividen en maderables y no maderables. Estas últimas, son muy importantes y destacan el árnica, hierba del sapo y sábila.

El agua es el recurso vital, por lo mismo se utiliza en todo; en actividades alimenticias, domésticas, aseo personal, animales, plantas y la siembra. Quienes hacen uso del agua para el aprovechamiento productivo son los hombres y los niños, mientras que las mujeres lo hacen a nivel del hogar. Los manantiales se encuentran cercanos a las comunidades y, por ende, a las áreas agrícolas.

Hay diversidad en los usos y manejo del suelo, las familias y los ejidatarios son quienes lo ocupan para las actividades agrícolas, también se utiliza el tepetate para la venta, actividad que está dirigida por los hombres, o como insumo para la construcción de viviendas y para la construcción de caminos y venta de material (figura 2). Los suelos amarillos y cafés, están próximos a las comunidades, mientras que los suelos negros se localizan lejanos a los hogares.



Figura 2. Campesino de La Joya cultivando en sistema milpa.

En general consideran que los conocimientos tradicionales deben comunicarse para que no se pierdan y que si externos tienen beneficio económico importante a partir de sus enseñanzas deberían dar algún tipo de remuneración, o en el caso de la investigación, desean saber, ¿por qué por ejemplo una planta ejerce poder curativo y de qué manera?

Las buenas prácticas para la conservación de suelo, agua y biodiversidad que existentes en las dos comunidades, han estado apoyadas por la intervención de distintas instituciones de gobierno y organizaciones civiles, sin embargo, el proyecto del Centro de Capacitación en Cuencas, implementando por la Universidad Autónoma de Querétaro ha sido de las más constantes y determinantes en el ámbito de la conservación.

Si bien la microcuenca La Joya fue protagonista de la primera etapa del proyecto del Centro Regional de Capacitación en Cuencas, consiguiendo los objetivos planteados en distintos rubros del manejo de cuencas, la conservación y el desarrollo comunitario; en la segunda etapa del proyecto se volvió fundamental la implementación de 20 nuevas buenas prácticas, algunas de estas fueron: la rotación de potreros para manejo de infiltración de agua y recuperación de suelos y biodiversidad, microviveros de uso múltiple para manejo de problemas de plagas y como banco de germoplasma, revegetación de cauces con especies nativas, desarrollo de corredores de fauna apoyados por manejo de la alimentación y disponibilidad de agua, manejo orgánico de azolves para su mejoramiento de suelos, control de hormigas arrieras para evitar problemas con la cobertura vegetal, caminos de uso múltiple, cercado integral de áreas prioritarias para el manejo de una unidad de escurrimiento, y la elaboración y uso de bocashi (figura 3).

En el ejido existen una serie de acuerdos y reglas que son concertados en las asambleas ejidales. Aun cuando generalmente estos acuerdos no son plasmados en ningún documento o reglamento interno, estos son reconocidos por la comunidad y acatados por sus miembros.

Las comunidades se organizan mediante comités para llevar a cabo la toma de decisiones y acciones en torno a cuestiones religiosas, escolares, ejidales, obras e infraestructura, salud,

vivienda e interacción con actores externos. A lo largo del tiempo las comunidades se han fortalecido en la toma de decisiones y administración del territorio, transformando su manera de administrar los recursos naturales y la biodiversidad. Hay dos factores que han influido de manera importante el primero es la emancipación de la hacienda y el otro, la institución del ejido.

A partir de que los habitantes de La Joya y Charape La Joya lograron conformar el Ejido, el comité representado por el presidente, secretario, tesorero, consejo de vigilancia y sus vocales, ha sido la principal fuente de la toma de decisiones, con el acuerdo legal de que el voto del 50% +1 es el que tiene la decisión final.

Otra Ley consuetudinaria palpable en las comunidades, es el respeto y la consideración que se le tiene a las opiniones de las personas mayores, es decir los que fundaron el ejido o bien que tenían 15 años cuando este se otorgó y que ya pudieron formar parte del grupo de ejidatarios. Son las personas que atesoran la experiencia, la historia, los conocimientos tradicionales, han modificado el acceso-aprovechamiento a los recursos naturales y en general son parte de los líderes comunitarios.



Figura 3. Obra construida en un patio con pendiente para evitar la erosión

CONCLUSIONES

En el año 2017 hubo un acercamiento de una empresa extranjera que solicitó el consentimiento de algunos habitantes del ejido Charape La Joya para acceder a una planta medicinal a través del Protocolo de Nagoya. En esta ocasión Investigadores y estudiantes de la maestría en gestión integrada de cuencas apoyaron como enlace para la difusión de la información y acompañaron el proceso hasta que se obtuvo el permiso. Esta experiencia sirvió como precedente para que ellos consideraran la importancia de estar organizados como ejido y dentro de las comunidades.

Sobre la fase informativa podemos decir que fue fundamental el trabajo que se ha que se ha desarrollado desde hace ocho años, entre las Comunidades de la Joya y Charape, la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas y el CRCC de la Universidad Autónoma de Querétaro, esto ha permitido la capacitación continua de las personas que participaron en el proceso, y el empoderamiento y la organización para llevar a cabo este ejercicio.

La reseña histórica se trabajó mediante una entrevista a los actores clave de la comunidad, posteriormente esta información fue validada en la asamblea, donde asistieron personas mayores, hombres, mujeres, jóvenes y niños. La fase deliberativa también se abordó en las asambleas, para definir el contenido del documento y quienes participarían. Además de proteger sus recursos genéticos y biológicos fue una constante en todo el proceso la preocupación de proteger su territorio, esto porque el crecimiento de la ciudad de Querétaro ha provocado que cada vez más haya personas que van a La Joya en motocicletas y se metan por las veredas pasen un rato en algún terreno y dejen basura o hagan algún destrozo.

En el proceso de elaboración del protocolo también hubo algunas dificultades como que los asistentes a las sesiones se quejaban de la falta de participación efectiva de otros ejidatarios. Por otro lado, en algunas ocasiones hubo dificultad para trasladar la información técnica a un lenguaje más accesible para la comunidad. No obstante, hay expectativas muy grandes sobre como este protocolo va a ser una herramienta que ayude a defender sus recursos y su territorio.

Otro punto importante, es que todavía hay retos para la comunidad porque a pesar de que diversos tratados internacionales, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley Agraria, entre otras leyes generales, confieren a los ejidos y comunidades locales derechos y prerrogativas, existe aún cierto desconocimiento al respecto y no se ha logrado del todo que estos grupos se apropien de ellos. Para el caso del Ejido Charape La Joya, las asambleas ejidales constituyen el espacio idóneo para la toma de decisiones y acuerdos que rigen la vida del ejido. En los acuerdos pactados de manera oral en estas asambleas se decide el manejo y aprovechamiento que debe darse a los recursos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

- Barreto, M., Reyes, N. y Pinkus, M. (2016). Patrimonio biocultural y participación comunitaria en Yucatán: una propuesta para la evaluación de políticas públicas. *ELOHI Peuples indigènes et environnement*. 9: 123–160 doi.
- Boege E. (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México*. Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). México: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI).
- Candelo, C., Ortiz, G. y Unger, B. (2003). *Hacer talleres. Una guía práctica para capacitadores*. Colombia: WWF Colombia (Fondo Mundial para la Naturaleza). Recuperado de http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Hacer-talleres-gu%C3%ADa-para-capacitadores-esp.pdf
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2011). *Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización al convenio sobre la diversidad biológica*. Recuperado de <https://www.cbd.int/abs/doc/protocol/nagoya-protocol-es.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010). *Censo de Población y vivienda 2010*. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/>.

Organización de Naciones Unidas. (1992). *Convenio Sobre La Diversidad Biológica*. Recuperado de <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>

Shrumm, H. y Jonas, H. 2012. *Protocolos Comunitarios Bioculturales: Kit de herramientas para facilitadores comunitarios. Herramientas integradas de participación y empoderamiento Legal para Ayudar a las Comunidades a Garantizar sus Derechos, Responsabilidades. Territorios*. Natural Justice: Ciudad del Cabo. 1–124 p.

**DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO INTERCONECTADO A LA RED,
BASADO EN EL ARTÍCULO 690 DE LA NOM-001-SEDE-2012, CON UNA POTENCIA
NOMINAL DE 79.20 KWP**

Ponencia

**ÁNGEL MARROQUÍN DE JESÚS,
JUAN MANUEL OLIVAREZ RAMÍREZ, JAIME HERNANDEZ RIVERA**
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE SAN JUAN DEL RÍO

RESUMEN

Se realiza el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico interconectado a la red en la Universidad Tecnológica de San Juan del Río, de 79.20 kWp, el cual tiene como principal objetivo el impulsar los distintos tipos de energías renovables para poder reducir los altos costes energéticos que se han presentado a lo largo de los años de operación de la Universidad y aunado a la posibilidad de contribuir el cuidado del ambiente. El proyecto se efectuó en el edificio "K" de la ya mencionada institución, el cual es usado exclusivamente para laboratorios de las carreras profesionales de: Química farmacéutica, Química industrial y Energías Renovables. Para el dimensionamiento del proyecto se realizaron distintos estudios tales como: estudios de emplazamiento, estudios energéticos, así como también la elaboración de una memoria de cálculo eléctrico y una memoria de cálculo de rendimiento. Dichos estudios y cálculos ayudaron a desarrollar el proyecto y como resultados preliminares directos se puede argumentar con evidencias sólidas y concisas que hasta la fecha se ha visto un ahorro económico de aproximadamente \$113,654.51 MN. Estos datos se pueden ver reflejados en los recibos de pago de la Comisión Federal De Electricidad y del monitoreo inteligente que se tiene el proyecto en forma digital.

Palabras Clave: Sistema Fotovoltaico, Dimensionamiento, Memoria de Cálculo, Eléctrico, Rendimiento,

INTRODUCCIÓN

En la Universidad Tecnológica de San Juan del Río, se tiene muy claro y presente que el uso apropiado de las energías renovables permite de manera eficiente y redituable para reducir los costos y contribuir al impacto negativo sobre el ambiente. Desde hace varios años se han impulsado proyectos que promuevan las energías renovables de manera que en la actualidad se oferta una carrera relacionada con este tema.

El proyecto de dimensionamiento y ejecución de un sistema fotovoltaico interconectado a la red en la Universidad Tecnológica de San Juan del Río, potencia nominal: 79.20 kWp, es un claro ejemplo en el cual la institución se compromete con el uso de ese tipo de energías. Este proyecto surge de la necesidad de implementar un sistema de ahorro y eficiencia energética mismo que en un breve lapso de tiempo permitirá a la Universidad ahorros significativos en el pago por concepto de energía eléctrica a la compañía suministradora de servicios básicos.

Este proyecto tiene la peculiaridad de ser un proyecto en el cual se ha invitado a los alumnos de la carrera de energías renovables, tanto del nivel técnico superior universitario como de nivel ingeniería, a poder participar en el desarrollo del proyecto, esto con el fin de consolidar los conocimientos adquiridos en su formación profesionales y sobretodo el poder concursar para obtener la certificación en el EC0586.01, el estándar de certificación que describe las funciones críticas que realiza un instalador de sistemas fotovoltaicos (SFVI) en residencia, comercio e industria en baja tensión, hasta 2000 V y sin respaldo de baterías.

Este dimensionamiento y desarrollo tecnológico cuenta con las siguientes características:

- Conexión a la red eléctrica de la Comisión Federal de Energía.
- Aprovechamiento de la arquitectura del edificio "K".
- Estilización de las instalaciones eléctricas y mecánicas.
- Monitoreo en línea las 24 horas del día.
- Ser un proyecto en el cual los alumnos y docentes de la carrera de energías renovable puedan realizar análisis y pruebas técnicas.
- Contribución a la economía de la Universidades.
- Ayudar al cuidado del medio ambiente.

Con la implementación de la instalación fotovoltaica en el edificio "K" hace que el coste energético de la Universidad Tecnológica de San Juan del Río se ha reducido como ejemplo; en el mes de enero de 2018 (último con suministro eléctrico convencional) el pago del servicio eléctrico era de \$ 88, 646.00 MN y en febrero de 2018 (primer mes con el respaldo del sistema

fotovoltaico) el pago fue de \$ 27, 177.00 MN, por lo que se ha ahorrado una cantidad de \$ 61,469.00 MN.

A lo largo del documento se presentarán todas las etapas del proyecto tales como:

- Estudio de emplazamiento del lugar.
- Memoria de cálculo eléctrico
- Memoria de cálculo de rendimiento
- Resultados y evidencia
- Anexos

Estudio de emplazamiento del lugar

Como punto primordial del dimensionamiento del proyecto de debe hacer un estudio de la ubicación, localización, recurso solar, clima, meteorología del lugar ya que gracias a estos análisis se pude formular los cálculos y detalles técnicos que estructuren en la instalación fotovoltaica además de tener un rendimiento muy alto para que los resultados finales tengan un peso tecnológico y científico muy valioso (Verónica Hung González, 2011).

En la siguiente tabla de resumen de manera concreta se presenta el estudio de emplazamiento del proyecto.

Datos geográficos	
Ubicación del sitio	Vista Hermosa, Municipio de San Juan del Rio, Qro.
Latitud	20.369°
Longitud	-100.010°
Altitud	1,978msnm
Datos climáticos y meteorológico	
Horas solares pico	6.19 kWh/m ² /día
Radiación solar promedio	5.6 kW/m ²
Temperatura promedio, mes cálido	25.6°C
Temperatura promedio, mes frío	7.45°C
Temperatura promedio anual	19.0°C (a 10m de la superficie)
Régimen de precipitación anual	586 mm

Tabla 1. Resumen de datos geográficos, climáticos y meteorológicos para el estudio de emplazamiento del dimensionamiento y ejecución del proyecto. *Fuente: Davis Vantage PRO2 6152*

Todos los datos anteriormente mostrados fueron consultados y posteriormente analizados en la estación meteorológica de la Universidad Tecnológica de San Juan del Río, la cual es de la marca y modelo: "DAVIS VANTAGE PRO2 6152". Lo notable es que esta estación meteorológica pertenece al conjunto de sistema de estaciones meteorológica automáticas (EMA'S) administradas por la Comisión Estatal de Agua del Estado de Querétaro en coordinación con el Servicio Meteorológico Nacional y la agencia meteorológica Weather Underground.

A continuación, se muestran los gráficos climáticos y meteorológicos más importantes para el dimensionamiento del proyecto.

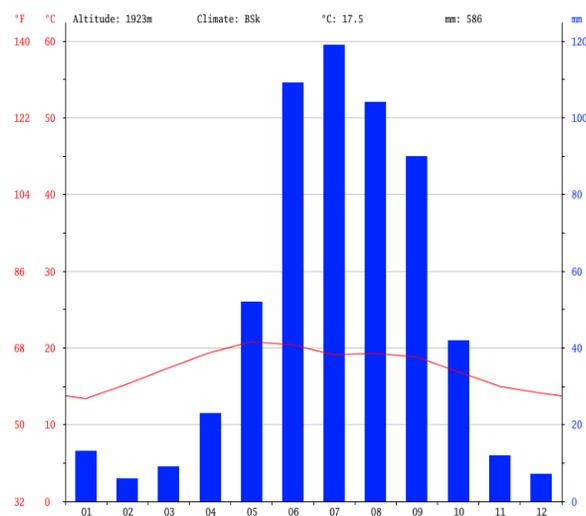


Figura 1. Comportamiento de temperaturas medias y precipitaciones en la Universidad Tecnológica de San Juan del Río. Fuente: 'DAVIS VANTAGE PRO2. 6152 Escobedo

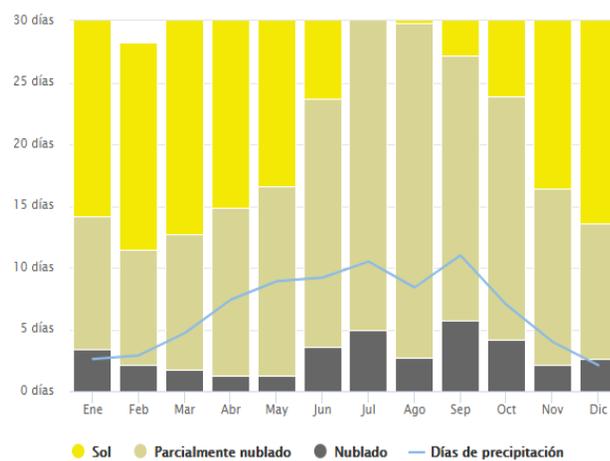


Figura 2. Comportamiento: cielo nublado, sol y días de precipitación en la Universidad Tecnológica de San Juan Del Río. Fuente: 'DAVIS VANTAGE PRO2 6152

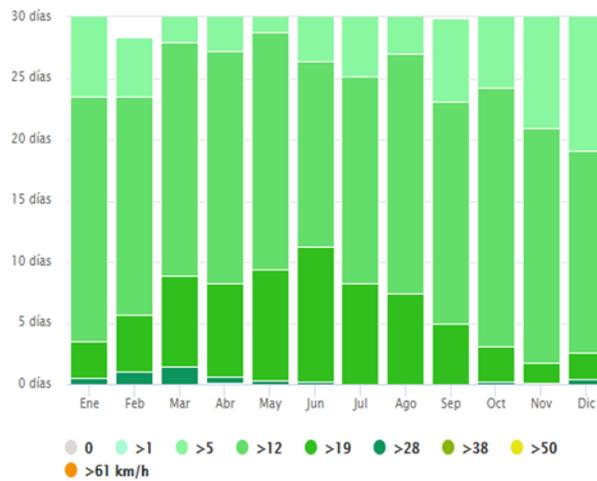


Figura 3. Comportamiento de la velocidad del viento en la Universidad Tecnológica de San Juan Del Río *Fuente: 'DAVIS VANTAGE PRO2 6152*

Para detallar más el estudio, lo siguiente que se muestra es una imagen aérea de la Universidad Tecnológica de San Juan del Río, la cual indica la ubicación del edificio "K".



Figura 4. Vista aérea de la Universidad Tecnológica de San Juan del Río, en donde en el círculo amarillo se encuentra el edificio "K". *Fuente: Google Earth PRO*

Memoria de cálculo eléctrico

Al efectuar el estudio de emplazamiento de la instalación eléctrica se pasó directamente a la formulación del cálculo eléctrico, en el cual se dimensiona y se diseña todo el sistema fotovoltaico y sus respectivas adecuaciones eléctricas conforme a lo establecido en las normas.

Características del módulo para cálculo:

Potencia nominal STC	330 W
Voltaje a máxima potencia pico V_{mp}	37.80 V
Corriente a máxima potencia pico I_{mp}	8.74 A
Voltaje a circuito abierto V_{oc}	46.90 V
Corriente en corto circuito I_{sc}	9.14 A
Coefficiente de temperatura para voltaje a circuito abierto TC_{voc}	-0.30 %/°C

Cantidad total de módulos:	240 pzas; 79,200 W
----------------------------	--------------------

Tabla 2. Datos relevantes de las características del módulo solar a utilizar.

Parámetros del módulo ajustados por temperatura

a. Por coeficiente de temperatura del módulo

$$V_t = V_{oc} + (TC \cdot \Delta Temp \cdot V_{oc}) \quad (1)$$

Donde:

Temp. Mínima que se registra en el sitio = 0°C (Vista Hermosa, San Juan del Río, Qro.)

V_t = Voltaje de salida a temperatura diferente a 25°C

TC = Coeficiente de temperatura

$\Delta Temp$ = Diferencial en temperatura

$$V_t = 46.90V + (-0.0030/^{\circ}C \cdot (0-25^{\circ}C) \cdot 46.9V) \quad (2)$$

$$V_t = 46.90V + 3.5175V \quad (3)$$

$$V_t = 50.4175 \sim 50V \quad (4)$$

Inversor seleccionado: Fronius Symo 15.0-3 208/220. Potencia nominal del inversor: 15 kW.

Voltaje máximo MPPT	850 V; 850/50= 17 módulos
Número de módulos por rama seleccionada	= 16
Número de ramas o strings	15,000W/330W = 45.45/16 = 2.84 ~ 3 Strings

Tabla 3. Datos para el acondicionamiento del arreglo para los paneles solares

Se seleccionó la opción de 3 ramas de 16 módulos cada una:

- V_{oc} de la rama o string ajustado por temperatura: 50 V x 16 = **800V**
- I_{sc} de la rama o string: 9.14 A
- I_{sc} ajustado por factor para: En los circuitos de la fuente y de salida fotovoltaica la ampacidad o capacidad de conducción de los conductores debe seleccionarse con un valor de 1.56 veces la corriente de corto circuito, I_{sc} del módulo, panel o arreglo fotovoltaico (NOM-001 SEDE 2012, Art.690-8).

Cálculo de conductores (Isc x 1.56)	= 14.26 A	(NOM-001-SEDE-2012, 690-8 (a)(1),(b) (1))
Cálculo de protecciones (Isc x 1.25)	= 11.43 A	(NOM-001-SEDE-2012, 690-8 (b) (1))

Tabla 4. Calculo de conductores y protecciones para el proyecto en base a en la NOM-001-SEDE-2012

b. Factores de corrección por temperatura ambiente

Para temperaturas ambiente que excedan de 30°C, la capacidad de conducción de corriente debe corregirse, reduciendo su valor, con los factores dados por la NOM-001-SEDE 2012.

- Cálculo de conductores (Isc x 1.56):
- 14.26 A (NOM-001-SEDE-2012, 690-8
- (1), (b) (1)).
- Rango de temperatura del cable: 75°C.
- Temperatura máxima ambiente: 25.6 °C + 22°C= 47.6°C (22°C se suman de la tabla 310-15 (b) (3) (c) de la NOM-001-SEDE- 2012.

c. Ajuste de la temperatura por canalizaciones expuestas a la luz del sol sobre azoteas

Al instalar los conductores o cables se instalan en canalizaciones circulares expuestas a la luz solar directa en o por encima de azoteas, los valores que se indican en la NOM-001-SEDE- 2012 se deben agregar a la temperatura exterior para determinar la temperatura ambiente correspondiente para la aplicación de los factores de corrección.

- Factor de corrección: Ampacidad / 0.75 (para temperatura ambiente ajustada de 47.6°C) *Tabla No. 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE 2012* 4.26a / 0.75 =

19.01 a ampacidad total a considerar para el cálculo de conductores cd

d. Ajuste de ampacidad por número de conductores en una canalización

Más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable. Cuando el número de conductores portadores de corriente en una canalización o cable es mayor de tres, o cuando los conductores individuales o cables multiconductores se instalan sin conservar su

separación en una longitud continua mayor de 60 centímetros y no están instalados en canalizaciones, la ampacidad permisible de cada conductor se debe reducir como se explica en (NOM-001-SEDE 2012 en la Tabla 310-15(b) (3) (a)).

Cada conductor portador de corriente de un grupo de conductores en paralelo se debe contar como un conductor portador de corriente. Este ajuste no aplica ya que se tienen máximo tres conductores portadores de corriente en una misma canalización.

- Ampacidad de los conductores ajustada a temperatura por a) hasta d): 19 A

Resumen de cálculos obtenidos para seleccionar conductores

- Ampacidad del conductor: 156% de la corriente máxima para el circuito ya calculada según (690-8 NOM-001-SEDE- 2012)
Ampacidad del conductor: $9.14 \text{ A} \times 1.56 = 14.26 \text{ A}$
- Ampicidad del conductor ajustada por Temp: 14.26 A/0.75:19.01 A (Tabla No. 310-15(b) (2) (b) de la NOM-001-SEDE 2012).
- *Numero de ramas o strings por inversor: 3*
- Ampacidad del conductor de la corriente en paralelo de 1 strings ajustada: 19.01 A;
- Voltaje del conductor: VT
- Voltaje del módulo ajustado por temperatura: VCD
- Voltaje de la rama de 16 módulos ajustado por temperatura: 800 VCD

Cálculo de conductores de módulos a caja de conexión y protecciones CD

Longitud del conductor de rama o string más alejado a cajas de conexiones y fusibles: 45m

DC VOLTAGE DROP and ENERGY LOSSES CALCULATOR		
DC POWER	DC Voltage Drop	DC Energy losses
DC Voltage (U): 800 V	wire material : Copper	DC Energy losses : 124.54 W
DC Current (Ib): 19 A	Wire size (mm2) : 6	DC Energy losses (%): 0.82 %
DC POWER (P) : 15200 W	Simple lenght (one run) : 45 m	<input type="button" value="calculate"/>
<input type="button" value="calculate"/>	DC Drop voltage : 6.56 V	
	DC Drop voltage (%): 0.82	<input type="button" value="calculate"/>

Figura 5. Datos obtenidos mediante Energy losses calculator

- Resultado del cálculo: Calibre 10 AWG (6 mm^2); los conductores en los tres strings hasta cajas de conexión y protecciones CD 1 a 5 van en calibre 10 AWG, cable solar 10 AWG en tubería conduit metálico pared gruesa.
- En todas las ramas o strings a la caja de conexiones y protecciones CD se cumple lo especificado en ANCE-ESP02 “el calibre de los conductores del circuito de la fuente fotovoltaica a la caja de combinación o conexión debe ser seleccionado para evitar una caída de tensión no mayor al 1%”.

Cálculo de conductores de cajas de conexión y protecciones cd a inversores

Longitud de conductores de caja de conexiones a inversores 1 a 5: 15m

- Resultado del cálculo: Calibre 10 AWG (6 mm^2), cable solar 10 AWG en tubería conduit metálico pared gruesa.
- En todas las ramas o strings a la caja de conexiones y protecciones CD se cumple lo especificado en ANCE-ESP02 “el calibre de los conductores del circuito de la fuente fotovoltaica a la caja de combinación o conexión debe ser seleccionado para evitar una caída de tensión no mayor al 1%”.
- Fuente de la tabla de cálculo: Electricity losses: AC and DC electrical wire voltage drop and energy losses online calculator.
[http://photovoltaicsoftware.com/DC_AC_drop_voltage_energy_losses_calculator.p hp](http://photovoltaicsoftware.com/DC_AC_drop_voltage_energy_losses_calculator.php)

Selección de las cajas de conexiones a la salida del generador FV

Para realizar la conexión de los módulos a las cajas de conexión se consideró el conductor de mayor calibre compatible con conectores tipo MC4 que vienen de fábrica en los módulos fotovoltaicos; calibre 10 AWG y debido a que la selección de conductores entre las cajas de conexión y el inversor arroja calibre 10 AWG, se utilizarán para la positiva porta fusibles como medio de protección y para el conductor neutro se considera el paso directo desde los módulos hasta la entrada a inversores.

Para agrupar estos componentes se selecciona la caja de conexiones o envoltorio metálica IP 65 con 15 porta fusibles de un polo con espacio suficiente para el acomodo de los conductores positivos, negativos y puesta a tierra, así como los tubos de conducción de entrada y salida.

Canalizaciones y protecciones a la entrada de cd a inversores

Para recibir los conductores en CD antes de la entrada a inversores se utiliza ducto

cuadrado metálico de 4 x 4" para alojar el cableado de CD antes de entrar a cada inversor sin mezclarse con el cableado en CA como lo marca el Art. 310-3

(c) (2) de la NOM-001-SEDE 2012) Los conductores de circuitos de más de 600 volts no deben ocupar el mismo envolvente, cable o canalización del alambrado de equipos, que los conductores de circuitos de 600 volts o menos, los conductores con aislamiento no blindado y que operan a diferentes tensiones no deben ocupar el mismo envolvente, cable o canalización.

Para las protecciones del circuito de entrada de inversores, se utiliza el desconectado que incluye cada inversor en su parte inferior y los portafusibles integrados dentro del mismo cuerpo del inversor debiendo operarlos según lo marque el manual del fabricante del inversor.

Calculo de la sección de los cables entre la salida de inversores y el centro de carga concentrador

Longitud máxima del conductor de inversores a centro de carga CA: 3 m. Número de conductores total en la canalización hasta el centro de carga AC o punto de concentración salida de inversores AC, nivel superior en el cuarto de inversores (inversores 1 a 3) ; 3+3+3, total 9 conductores portadores de corriente, considerar factor del 80% (Tabla 310- 15(b)(3)(a), al seleccionar la ampacidad del conductor debido a que los conductores del inversor 1, no sobrepasan los 60 cm de recorrido junto a los siguientes dos inversores:

- $50 A/0.8 = 62.5 A$, de la tabla 310-15(b) (16), el calibre 4 AWG cubre el amperaje máximo a utilizar; resultado del cálculo: Calibre 4 AWG (21.2 mm^2) aun cubriendo el margen de ajuste por temperatura ambiente.

Nivel inferior en el cuarto de inversores (inversores 4 y 5); 3+3, total 6 conductores portadores de corriente, considerar factor del 80% (Tabla 310-15(b) (3) (a), al seleccionar la ampacidad del conductor:

- $50 A/0.862.5 A$, de la tabla 310-15(b) (16), el calibre 4 AWG cubre el amperaje máximo a utilizar; considerando consumo menor a 100 A se utiliza para el cálculo la columna correspondiente a temperatura de 60°C. Art. 110-14 (c) (1) (a). Resultado del cálculo: Calibre 4 AWG (13.3 mm^2) aun cubriendo el margen de ajuste por temperatura ambiente.

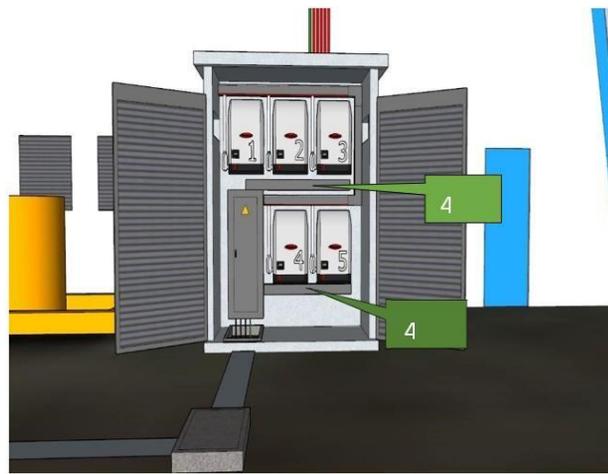


Figura. 6. Diseño en isométrico del gabinete para la instalación del centro de mando y control universal del sistema

Cálculo de la sección de los cables del centro de carga concentrador al ITM de salida

Longitud del conductor del centro de carga CA concentrador al ITM principal de salida de inversores: 1 m.

Ampacidad máxima al conectar los cinco inversores trifásicos: $50\text{ A} \times 5 = 250\text{ A}$, de este modo estará circulando una corriente máxima de 250 A sobre las barras del tablero de conexiones por lo que el tablero se seleccionó para 400 A ya que el anterior en tamaño es 225 A quedando debajo de la capacidad al generarse el amperaje máximo a la máxima irradiación del sistema fotovoltaico.

Cálculo de la sección de los cables a la salida del inversor y el punto de interconexión.

En el circuito de salida del inversor, la capacidad de conducción de los conductores debe seleccionarse con un valor de 1.25 veces la corriente a la potencia nominal del inversor, la corriente máxima debe ser la corriente permanente de salida del inversor 690-8 (a) (3).

Voltaje AC		220 Volts
Fases	3; L1, L2, L3, No se requiere neutro para el modelo y configuración de inversor seleccionado	
Máxima corriente de salida continua de cada inversor	39.4 A	
Ampicidad del conductor ajustado	$39.4 \times 1.25 = 49.25\text{ A} \sim 50\text{ A}$	
Número de inversores	5	
Máxima corriente alterna CA de salida del sistema fotovoltaico	250 A	

Tabla 5. Datos obtenidos mediante el desarrollo de los cálculos anteriores

Selección del calibre del conductor desde inversores al centro de carga concentrador para el amperaje calculado: en base a la tabla 310- 15(b) (16) para el tipo de cable utilizado THHW 90°C, considerando consumo mayor a 100 A se utiliza para el cálculo la columna correspondiente a temperatura de 75°C. Art. 110-14 1) (a) (1).

El calibre de acuerdo a la *tabla 310-15(b) (16)*, *NOM-001-SEDE-2012* resulta en 250 kcmil, aplicando el factor de corrección por temperatura de la tabla 310-15(b) (2) (a) para una temperatura ambiente de 21-25 °C = Ampacidad x 1.05, 250 A x 1.05 = 262.5 A por lo que se selecciona finalmente el calibre 300 kcmil para este circuito.

Revisando el criterio de la caída de tensión máxima permisible para sistemas fotovoltaicos en el circuito de CA que es de no más de 2% (*ANCE FIRCO, Esp. Técnica para sistemas fotovoltaicos Ver. 7, Sección VIII.3*) y considerando la distancia del tablero de salida de inversores al interruptor en el punto de interconexión PAC = 45m.

Selección del conductor puesta a tierra

El criterio que se utilizó para la selección del conductor de puesta a tierra del circuito fotovoltaico va de acuerdo a lo indicado en *ANCE-ESP-02* “en circuitos de corriente directa, el calibre del conductor de puesta a tierra no debe ser inferior al calibre del conductor que tiene la mayor capacidad de conducción (cable más grueso) según se establece en el *Art. 250-93 de la NOM 001 SEDE 2012*.”

En ningún caso menor a 8.37 mm² de sección transversal (calibre 8 AWG) para conductores de cobre. Para el caso de los equipos, el tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo, de cobre o aluminio, no debe ser inferior a lo especificado en la (*Tabla 25095 de la NOM 001 SEDE 2012*)”.

Ya que el cálculo en base a la tabla 250-122 (*NOM-001-SEDE-2012*) resulta en un calibre 14 AWG se seleccionó el 8 AWG para todo el arreglo fotovoltaico instalado hasta la entrada a inversores y de estos al tablero concentrador AC.

Cálculo de protecciones ($I_{sc} \times 1.25$) 9.14×1.25 : 11.43 A, (*NOM-001-SEDE-2012, 690-8* (1)). Capacidad del fusible de protección CD = 15 A, 1000 volts.

De la tabla 250-122 en la *NOM-001- SEDE-2012* resulta 14 AWG y considerando que en ningún caso menor a 8 AWG.

Calibre seleccionado: 8 AWG (16mm²) cobre con forro verde 7 hilos del chasis del generador FV al bus de paralelismo de tierras en el inversor y de estos al bus de paralelismo del tablero concentrador de interruptores AC.

Para el conductor de puesta a tierra en el circuito CA del tablero de interruptores AC al PAC (250 A CA) y siguiendo lo indicado en *NOM-001-SEDE-2012, 250-122*, resulta un calibre menor

a 4 AWG y mayor a 6 AWG por lo que: el calibre seleccionado para el conductor de puesta a tierra en este arreglo será el calibre 2 AWG del centro de carga AC al PAC para tener la mayor protección posible en descargas a tierra.

Dimensionamiento de dispositivos de protección en corriente directa

1. Punto de desconexión del GFV: Como dispositivos de protección en el lado de corriente directa se seleccionó una caja de conexión que integra porta fusibles con desconexión segura con fusibles de 15 A para 1,000VCD por cada rama en el polo (+) para cada una de las tres ramas de cada uno de los 5 circuitos FV. 690-8 (b) (1). Donde son requeridos, los dispositivos de sobre corriente deben ser seleccionados como es requerido en (a) hasta (d) siguientes:

- Conducir no menos del 125 por ciento de la corriente máxima calculada en 690-8 (a).

$$I_{sc} 9.14 \text{ A} \times 1.25 = 11.43 \text{ A}$$

El fusible comercial (para la caja de conexiones y en la entrada del inversor) superior más cercano = 15 A.

Voltaje ajustado del string = 800 VCD; el fusible debe seleccionarse para 1,000 VCD.

2. Protección contra sobretensiones en los sub arreglos: Porta fusibles con desconexión segura más seccionadora integrada a la entrada del inversor CD.
3. Protección contra sobretensiones o descargas atmosféricas (Supresor de picos). Como dispositivo de sobretensiones para CD se consideran las protecciones internas que ya incluye el inversor Fronius Symo 15.03 208/220.

Dimensionamiento de Dispositivos de protección en corriente alterna

El inversor seleccionado cumple con lo estipulado en NOM-001-SEDE-2012, 690-61 y 705-14.

1. Punto de desconexión CA a la salida de inversores en paralelo; se seleccionó el interruptor termo magnético Square D de 3 polos x 50 A para cada uno de los 5 inversores y estos contenidos en un tablero Square D trifásico para 400 Amper y 30 polos. Debido a que se trata de un sistema eléctrico trifásico, no se requiere balancear las cargas.
2. A la salida del centro de carga que contiene los interruptores individuales de salida de cada inversor se colocará un interruptor general termo magnético Square D tipo LAL de 3 x 250A para de este, conducir a otro

igual en el punto de interconexión al sistema eléctrico del local, tablero tipo I-Line existente a la salida de la sub estación de 300 kVA.

3. Como dispositivo de sobretensiones en CA se seleccionó un dispositivo de sobretensiones marca Square D Mod SDSA50 de tres polos, 240 VAC 50 kA , también denominado aparta rayos secundario, estará conectado a la entrada del interruptor general del tablero concentrador AC.

Atendiendo a lo especificado en CFE- G0100-04, se describe la ubicación de las protecciones que debe llevar un generador fotovoltaico interconectado a CFE.

Interruptor 1 del esquema; Cálculo:

- Corriente máxima de salida de inversores $\times 1.25$ $39.4 \text{ A} \times 1.25 = 49.25$
 $\text{A} \times 4 =$
 $246.25 \text{ A}.$
- Número de fases a la salida del centro de carga de inversores = 3.
- Interruptor termo magnético seleccionado
 $= 250 \text{ A}$ (Square D, tipo LAL 3 x 250).
- Interruptor 2 del esquema, se refiere al interruptor general con que cuenta el local antes del PAC, tipo I-Line 250.

Selección de la tubería para canalización

Para la canalización del cableado en corriente directa de la fuente FV hasta inversores se seleccionó tubería conduit metálica pared gruesa con las siguientes dimensiones:

(Los conductores en cable solar 10 AWG tienen un diámetro externo nominal con cubierta de 6.93 mm^2 , que su equivalente más cercano en diámetro exterior nominal THW es el cable 8 AWG por lo que se considera este diámetro para el cálculo de canalizaciones.)

Circuito de salida fotovoltaica

Del arreglo FV, strings 1 a 2, son dos conductores en cable solar calibre 10 AWG positivo y negativo más el conductor de tierra física calibre 8 AWG, total tres conductores (equivalente 8 AWG); de la tabla C-8 resulta en diámetro de $3/4"$ (21mm), se selecciona el siguiente diámetro, $1"$ (27 mm) para disminuir el efecto de temperatura por canalizaciones expuestas a la luz solar.

Del string 2 al 3, son dos conductores del string 1 más dos conductores del string 2 en cable solar calibre 10 AWG positivo y negativo más el conductor de tierra física calibre 8 AWG, total cinco conductores (equivalente 8 AWG); De la tabla C-8 resulta en diámetro de $1"$ (27mm).

Del string 3 a la caja de conexiones; 3 strings, tres conductores positivos, tres conductores negativos más cable de puesta a tierra, total 7 conductores calibre 8 AWG en el mismo ducto. De la tabla C-8 resulta en diámetro de 1 ¼" (35mm).

Se repite el mismo patrón para los cinco circuitos de tres cadenas o strings hasta la caja de protecciones.

Circuito de entrada a inversores

De caja de protecciones a ducto colector antes de inversores; 3 strings, positivo/negativo más cable de puesta a tierra, total 7 conductores calibre 8 AWG (equivalente), por cada uno de los cinco circuitos FV: Se continúa el mismo esquema de ductos independientes por cada circuito FV teniendo tubería conduit PGG de 1¼" (35mm).

Dentro del cuarto de inversores se utiliza un ducto cuadrado de 100 mm x 100 mm para recibir los conductores de los 5 circuitos FV, en total 15 conductor solar positivo, 15 conductor solar negativo y cinco conductores puesta a tierra en calibre 8 AWG; total 35 conductores calibre 8 AWG (equivalente) (Linda Hassaine, 2010).

Circuito de salida de inversores a tablero concentrador AC

De la salida de inversores hacia el tablero concentrador se utiliza ducto cuadrado de 100 mm x 100 mm para los conductores corriente alterna calibre 4 AWG de los inversores 1 a 5. Este ducto es independiente de los circuitos en CD.

Circuito de tablero concentrador a punto de interconexión (PAC) o punto de medición

Del tablero concentrador al tablero del punto de interconexión se utilizan registros prefabricados e intercomunicados con ducto de polietileno de 103 mm para alojar los tres conductores calibre 300 AWG más el conductor de puesta a tierra 2 AWG resultante del cálculo de conductores, recomendando en la tabla C-8 diámetro de 2.5" (63mm), se decide colocar en ducto de 4" (103mm) para prever posible ampliación del sistema FV.

Memoria de cálculo de rendimiento y datos finales

Documentos técnicos a entregar, instrucciones y garantías.

- a. Memoria de cálculo del sistema fotovoltaico y del desempeño esperado para las características del sitio de instalación. El criterio de diseño y cálculo del rendimiento del sistema fotovoltaico para este proyecto se basa en la metodología propuesta por el International Renewable Energy Agency (IRENA) como la metodología que debe seguir un diseñador certificado.

La salida de energía del SFV en CA se verá afectada por:

Datos de radiación solar promedio para el arreglo en las condiciones de:

- Inclinación y orientación.
- Especificaciones del fabricante de los módulos
- Temperaturas máximas y mínimas que afectan a los módulos
- Efecto de la acumulación de polvo y residuos en los módulos
- Perdidas en el sistema (eficiencias, cableado, etc.)
- Eficiencia del inversor
- Sombras

Producción de energía

Para una capacidad específica de un arreglo solar en kWp el diseñador determinara la cantidad de energía entregada a lo largo del año (producción energética o eficiencia del sistema esys (Johann Alexander Hernández M, 2012).

$$E_{sys} = P_{sys_stc} \times F_{temp} \times F_{mm} \times F_{dirt} \times H_{inc} \times I$$

$$E_{inv} \times E_{pv_inv} \times E_{inv_p} \quad (1)$$

- *P_{sys_stc}*: producción de energía del sistema en condiciones estándar en watts.
- *F_{temp}*: función de la temperatura.
- *F_{mm}*: factor de reducción de potencia por tolerancia de fabricación.
- *F_{dirt}*: factor de reducción de potencia por polvo y obstrucciones.
- *H_{inc}*: valor de la irradiación anual en kWh/m² en el sitio, afectado por la orientación, inclinación y sombras.
- *E_{inv}*: eficiencia del inversor.
- *E_{fv_inv}*: eficiencia del subarreglo (cables, interruptores, fusibles) entre el SFV e inversor.

Datos para el desarrollo del rendimiento del sistema fotovoltaico interconectado a la red.

- Proyecto: “Instalación de energía solar (Módulos de Paneles Solares); en la Universidad Tecnológica de San Juan del río, Vista Hermosa (Cuasinada), San Juan del Río, Querétaro”.

- Fecha de inicio de la obra: 09 de octubre de 2017
- N° de contrato: 17EIFEQ-COPLP-071- 090.
- Fecha de terminación de la obra: 06 de noviembre de 2017.
- Fecha de entrega: 10 de noviembre de 2017.
- Einv_pi: eficiencia del subarreglo (cables, interruptores, fusibles) entre el
- Inversor y el punto de conexión.

Desarrollo del cálculo para este proyecto:

- a. Radiación solar: La radiación solar se representa en kWh/m², se puede representar como las horas de Sol pico al día (PSH) esto es equivalente al número de horas de irradiación solar de 1 kW/m² (Oscar P Lamigueiro, 2015). La radiación solar en el sitio del proyecto se obtiene de los datos de la NASA para la latitud y longitud a una inclinación específica, regularmente la inclinación óptima recomendada. Sera la latitud del lugar con una tolerancia de +/- 5°. A una inclinación de 20°, la irradiación anual disponible es

6.19 HSP, debido a que se utilizó el techo del edificio “k” que tiene una inclinación de 15°, se aplica un factor de disminución de 2.5° promedio anual quedando en 6.04 HSP la irradiación disponible en el sitio del proyecto.

- b. Especificaciones del fabricante de los módulos:

- Marca: JINKO SOLAR
- Modelo: JKM330PP-72 4BB
- Tecnología de la celda: poli cristalino
- Garantía de rendimiento lineal: 12 años al 90%, 25 años al 80.7%
- Tolerancia: positiva 0 a +3%

- c. Reducción de potencia de salida de los módulos:

- Por tolerancia de potencia nominal de fabricación (x 1 a 1.03), la salida del módulo está dada en watts y está representada por el fabricante a 25°C, típicamente es +/- 5% y en los últimos años +/- 3% el diseñador

debe considerar esta tolerancia. Para nuestro caso es 0 a +3%, como dato conservador consideramos 0%.

- Reducción de potencia por polvo y suciedad (x 0.95), la acumulación de polvo puede reducir la potencia del módulo al obstruir el paso de la luz hacia las celdas, típicamente se considera un 5% si no se deja acumular mucho polvo o suciedades, en tal caso puede ser mayor.
 - Reducción de potencia por temperatura:
- d. Temperatura mínima efectiva de la celda = $t_{amb.} + 25^{\circ}C$. Coeficiente de temperatura de nuestro módulo de 330W es $-0.30\%/^{\circ}C$, es decir que la potencia se reduce en un 0.30% por cada $^{\circ}C$ por arriba de $25^{\circ}C$ de temperatura ambiente o aumenta en la misma proporción por cada $^{\circ}C$ por debajo de los $25^{\circ}C$ de temperatura ambiente. La reducción de potencia de salida del módulo está dada por:

$$psal = p_{stc} \times coef_{p_{temp}} \times coef_{polvo}$$

Cálculo:

- Asumiendo la tolerancia de potencia nominal 0%, en un módulo de 330W: 330W,
- La reducción de potencia por el polvo se considera en 5% por lo que $330W \times 0.95 = 313.5W$.
- La salida de potencia del módulo se reduce arriba de $25^{\circ}C$ o incrementa debajo de $25^{\circ}C$ asumiendo una temperatura ambiente de $30^{\circ}C$, la temperatura efectiva de la celda es $30^{\circ}C + 25^{\circ}C = 55^{\circ}C$, $30^{\circ}C$ arriba de la Temp. Estándar.
- Un módulo de 313.5W poli cristalino con coeficiente de -0.3% por $^{\circ}C$,
- Pérdida por temp. = $30^{\circ}C \times 0.3\% \times ^{\circ}C = 9\%$
- El módulo de 313.5W perdería 9% por temperatura quedando en $313.5 \times 0.91 = 285.3W$.
- Potencia de salida del módulo ajustado $psal = 285.3W$
- Potencia de salida del sistema; $P_{sal_sys} = \text{número de módulos} \times psal \times \text{irradiación del sitio (PSH)}$, $P_{sal_sys} = 240 \times 285.3W \times 6.04$
- Potencia de salida del sistema $psal_sys = 413,571W$

Pérdidas del sistema en corriente directa CD

Este dado por la caída de voltaje en el cableado desde los módulos al inversor, está perdida debe ser del 2% máximo como se describe en la memoria de cálculo eléctrico de este proyecto, por lo que la eficiencia del subsistema de cableado CD es de 98% y la potencia de salida del sistema deberá ajustarse a esta reducción:

- $P_{sal_sys} = \text{Número de módulos} \times p_{sal} \times \text{irradiación del sitio (PSH)} \times 0.98$
- $P_{sal_sys} = 240 \times 285.3W \times 6.04 \times 0.98$
- $P_{sal_sys} = 413,571W \times 0.98$
- Potencia de salida del sistema ajustado por cableado cd $p_{sal_sys} = 405,300W$

Eficiencia máxima del inversor

La eficiencia del inversor está dada por las especificaciones del fabricante y afectará también a la potencia de salida del sistema (Clara Ormaechea Ballesteros, 2012).

- Eficiencia máxima del inversor Fronius Symo 15.0-3 208: 97.3% (0.973);
- $405,300W \times 0.973 = 394,357W$
- Potencia de salida del sistema ajustado por ef. Del inversor $p_{sal_sys} = 394,357W$

Pérdidas del sistema en corriente alterna CA

La salida de potencia en corriente alterna va a estar disminuida por perdidas en el cableado entre la salida del inversor y el punto de acoplamiento común (PAC) o punto de medición, de nuestro calculo eléctrico tenemos una caída de tensión máxima permisible del 2% (0.98), la salida de potencia AC que va a ser entregada por nuestro inversor a la red va a estar afectada por esta pérdida: $394,357 W \times 0.98 = 386,470W = 386.47 kW$ (Caamaño, 1998).

Producción de energía del SFV

- El proyecto tiene 240 módulos de 330W = 79,200Wp = 79.2 kWp.
- El promedio diario de energía entregado a la red por el SFV = 386.47 kWh/día.
- La producción de energía anual será $386.47 \times 365 = 141,062 kWh/año$.

Producción de energía específica

- Esta expresada por kWh/kWp; $141,062/79.2 = 1,781$ kWh por kWp nominal 1,781 kWh/kWp
- Relación de rendimiento (RR) performance ratio o calidad del sistema.

La relación de rendimiento nos determina la calidad de la instalación y es un reflejo de las pérdidas del sistema.

$$RR = e_{sys} / e_{ideal}$$

Salida real del sistema en kWh / salida del sistema calculado en condiciones ideales.

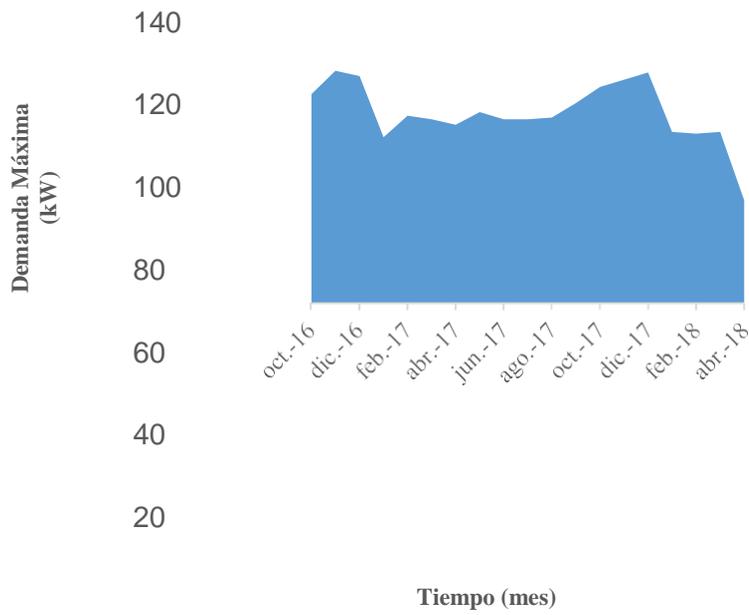
- E_{sys} : producción actual anual de energía del sistema = 141,062 kWh
- E_{ideal} = salida de energía ideal del SFV en watts
- $E_{ideal} = p_{sys_stc} \times h_{incl}$
- $E_{ideal} = kWp \text{ nominal} \times \text{irradiación global anual en el sitio}$
- H_{incl} = irradiación diaria promedio anual en kWh/m² para una orientación específica = psh
- Energía ideal = p kWp x irrglob. X 365 días
- $E_{ideal} = 79.2 \text{ kWp} \times 6.19 \text{ kWh/m}^2 \times 365$
- $E_{ideal} = 178,941 \text{ kWh}$
- $Rr = 141,062 \text{ kWh} / 178,941 \text{ kWh}$
- $Rr = 0.788$
- Relación de rendimiento = 0.79

RESULTADOS

Desde su apertura, el proyecto ha tenido resultados muy favorables para la Universidad Tecnológica de San Juan Del Rio, dichos resultados son los siguientes:

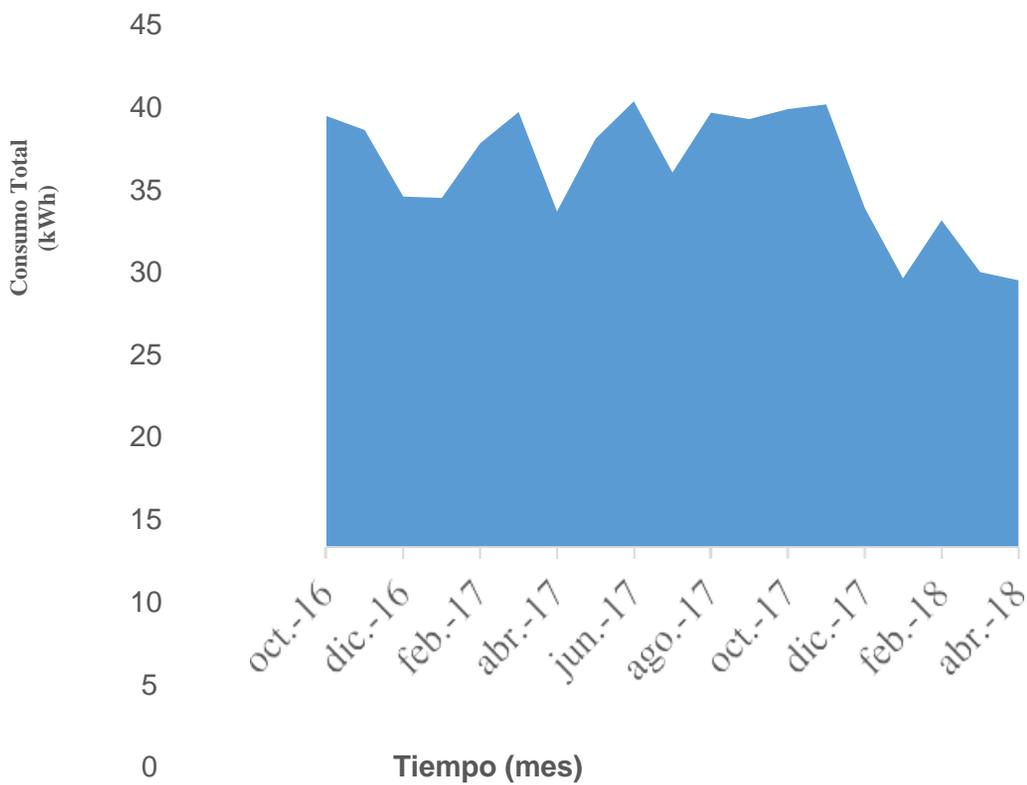
1. Notable reducción de Demanda máxima en kW, Consumo total en kWh, Factor de potencia, factor de carga y costos por servicio: durante los 5 meses de operación del sistema fotovoltaico en el edificio "k", se ha podido ver marcadamente una reducción significativa en los puntos anteriormente dichos En las siguientes graficas se evidencia lo anteriormente comentado.

Relación Tiempo-Demanda Máxima

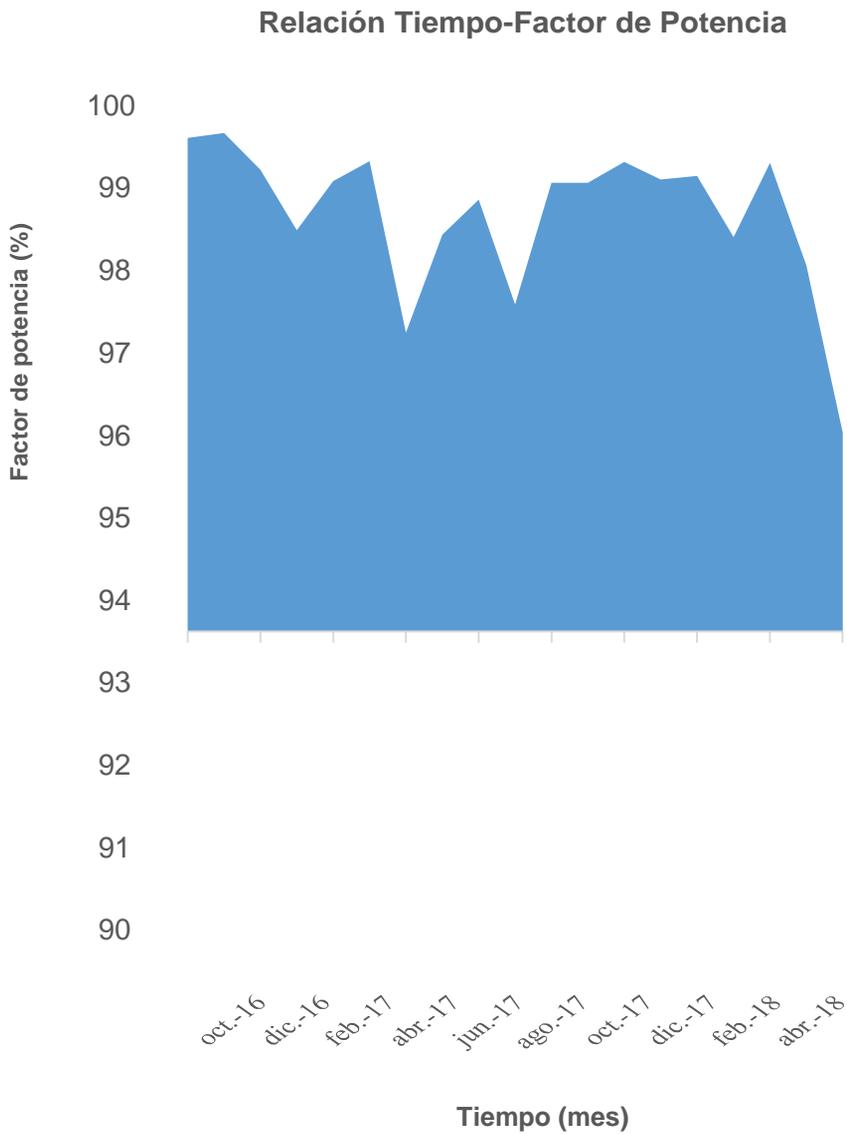


Gráfica 1. Análisis del comportamiento de la relación tiempo- demanda máxima, en el Universidad Tecnológica de San Juan del Río.

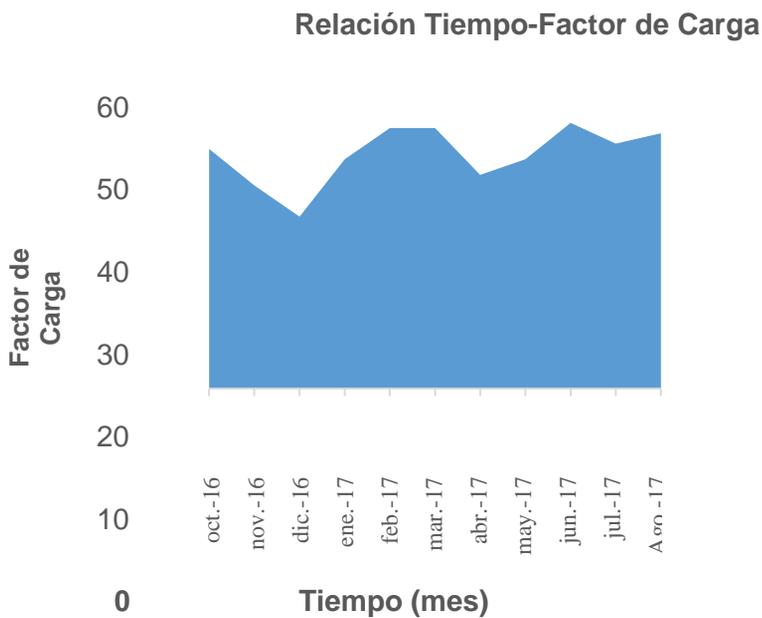
Relación Tiempo-Consumo Total kWh



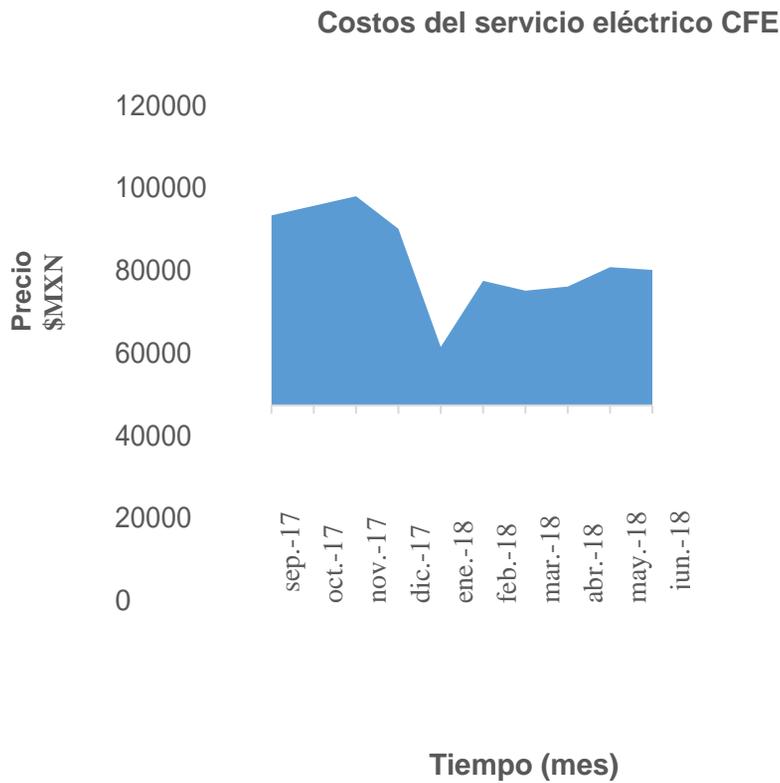
Gráfica 2. Análisis del comportamiento de la relación tiempo-consumo total kWh, en el Universidad Tecnológica De San Juan Del Río



Gráfica 3. Análisis del comportamiento de la relación tiempo-factor de potencia, en el Universidad Tecnológica De San Juan Del Rio



Gráfica 4. Análisis del comportamiento de la relación tiempo-factor de carga, en el Universidad Tecnológica de San Juan del Río



Gráfica 5. Análisis de los costes del servicio eléctrico en la Universidad Tecnológica de San Juan del Río.

Como podemos observar en la gráfica anterior, el promedio a pagar por el servicio eléctrico sin el sistema fotovoltaico en el edificio “K” era aproximadamente de \$ 93,084.00 MN y posteriormente a la inauguración del proyecto, la cantidad a pagar del servicio eléctrico fue de \$ 27,177.00 MN, por lo que se puede afirmar que el dimensionamiento y ejecución del proyecto si está cumpliendo con lo establecido.

1. Monitoreo del sistema fotovoltaico vía remota: la instalación pose un medio de monitoreo y control, instalado en el inversor de marca FRONIUS, en el cual mediante la siguiente liga electrónica: <https://www.solarweb.com/Home/GuestLogOn?pvSystemid=3752014d-7bdb-4867-b995-2d5f0ee9422f>, se puede consultar en cualquier tiempo, en streaming toda la información referente al comportamiento y otros puntos esenciales del sistema. En la siguiente imagen se muestran una captura de pantalla del software con datos obtenidos el día 9 de septiembre del 2019.

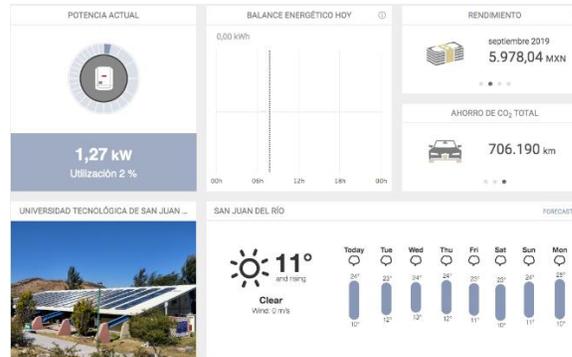


Figura 7. Datos obtenidos en tiempo en tiempo real del comportamiento de la instalación fotovoltaica en el edificio “K” en la Universidad Tecnológica de San Juan del Río
Fuente:https://www.solarweb.com/Home/GuestLogOn?p_vSystemid=3752014d-7bdb-4867-b995-2d5f0ee9422f.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a los directivos de la Universidad Tecnológica de San Juan del Río, a la empresa Orto Solar por el apoyo brindado para la elaboración del presente trabajo.

CONCLUSIONES

Con el sistema instalado se tendrá un ahorro significativo en la factura eléctrica de la Universidad Tecnológica de San Juan del Río durante los próximos 25 años por lo menos, asumiendo que la totalidad de la producción fotovoltaica sería utilizada a través del autoconsumo instantáneo o vertiendo los excedentes no consumidos a la red de distribución (balance neto).

Por otro lado, se tendría una deducción en el impuesto sobre la renta hasta del 30% aproximado de la inversión fotovoltaica en un plazo de 1 año (según el artículo 40 de la ley del ISR), lo que significa recursos adicionales para la capitalización y mejoras de la empresa que derivará en utilidades adicionales por los rubros beneficiados por dicha inversión.

Como beneficio para el ambiente el proyecto ofrece obtener una huella de carbono (menor emisión de gases que producen el efecto invernadero) al demandar electricidad producida con

insumos renovables y sostenibles, en lugar de fuentes tradicionales como la combustión fósil. Según con los datos obtenidos del software de Fronius, en la instalación fotovoltaica en el edificio “K”, se ha plantado aproximadamente 775 árboles hasta la fecha, además de que también se han ahorrado 30.23 t de CO₂ totales.

Otro beneficio que tendría el proyecto es la mejora urbanística en donde las instalaciones de energías renovables, sobre tejados, aprovechan una superficie que por lo general no se utiliza dado a que el costo de oportunidad es casi nulo. Por otro lado, esta instalación en tejado logra que la necesidad del tendido eléctrico sea menor, reduciendo postes y cables que cruzan campos, parques y ciudades.

Además, el sombreado que produce el arreglo fotovoltaico sobre el tejado, loza o terreno evita la erosión y deterioro de las construcciones pues disminuyen considerablemente el intemperismo de los materiales. Al reducir a largo plazo la necesidad de tendidos eléctricos, se verá un impacto positivo dada la disminución de la tala de árboles y vegetación nativa provocada por los tendidos eléctricos.

Por último, el proyecto mejora la eficiencia de la red; el transporte de la energía desde donde se produce hasta donde se consume implica pérdidas de entre el 5% y el 15% de la energía generada. Este es un gasto que la ciudadanía y las empresas pagan en sus facturas eléctricas y que podría ser minimizado entre más proyectos de energía fotovoltaica se ponen en marcha.

BIBLIOGRAFÍA

Alcocer, J. (2008). *Recursos naturales y sustentabilidad*. México: Fondo Editorial de Nuevo León.

Araya, E. (2010). *Evaluación técnica y económica de la utilización de paneles fotovoltaicos en la iluminación de áreas comunes de edificios*. Tesis de Pregrado. Universidad de Viña del Mar. Valparaíso, Chile.

Bullis, K. (2006), Large-Scale, Cheap Solar Electricity. *Technologyreview.com*. Recuperado de <https://www.technologyreview.com/2006/06/23/228925/large-scale-cheap-solar-electricity/>

Caamaño, M. (1998), *Edificios Fotovoltaicos Conectados a la Red Eléctrica: Caracterización y Análisis*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de

Ingenieros de Telecomunicaciones.

Casas V. M. y Rodríguez A. A. (2012), Biblioteca de Electricidad y electrónica SERIE 1, Editorial Altamar S.A. España.

Casas V. M. y Rodríguez A. A. (2012), Biblioteca de Electricidad y electrónica SERIE 1, Editorial Altamar S.A. España.

CFE. (2015), Comportamiento de los Contratos de Interconexión en Pequeña y mediana Escala / CFE Dirección de Operaciones Subdirección de Distribución.

Dubey, S., Tiwary, G. (2009). *Fundamentals of Photovoltaic Modules and Their Applications*. United Kingdom: RSC Publishing.

Fink, D., Wayne, B. (2008). *Manual de Ingeniería eléctrica*, Editorial Mc. Graw Hill, México

Ormaechea, C. (2012). *Análisis comparativo de Inversores fotovoltaicos de conexión a red con Potencia igual o superior a 100 kW*. Tesis de Pregrado. Universidad Carlos III de Madrid. Madrid, España.

PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLE TIPO BRIQUETA A PARTIR DE RESIDUOS DE CEBADA

Ponencia

**RUFINO ALBERTO CHÁVEZ ESQUIVEL,
JUAN GABRIEL RODRÍGUEZ ORTÍZ Y RAÚL GARCÍA GARCÍA**
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE SAN JUAN DEL RÍO

RESUMEN

En San Juan del Río Querétaro se ha dado un incremento en la contaminación del aire por el uso de llantas y basura para encender los hornos de las ladrilleras, surge la necesidad de crear alternativas para mitigar la contaminación. El objetivo reutilizar el residuo de cebada generado en el proceso de elaboración de la cerveza, produciendo combustible (briquetas) a partir de un proceso de secado y compresión para utilizarlo en las ladrilleras de la comunidad de Vista de San Juan del Río. Al efectuar la combustión de las briquetas, dado que está formados por materia orgánica, emiten considerablemente menos gases contaminantes al ambiente que la basura. Otro uso que se le puede dar es la extracción y purificación del silicio contenido para crear celdas fotovoltaicas y semiconductores. Las briquetas no solo se pueden usar en hornos, sino también en calderas pequeñas, estufas ecológicas y portátiles. Al implementar su uso de las briquetas en procesos, ayudamos a cuidar el medio ambiente y reducir la contaminación en las comunidades y municipios que producen ladrillos. El almacenamiento de las briquetas no implica riesgos.

Palabras clave: Combustible, Biomasa, residuos, briquetas, combustión.

ANTECEDENTES

Para la mayoría de la población mundial, las formas más familiares de energías renovables son las que provienen del sol y del viento. Sin embargo, existen otras fuentes de biomasa, como leña, carbón, cascarilla de arroz, que proveen un alto porcentaje de la energía consumida en el mundo y tienen potencial para suplir mayores volúmenes.

El término biomasa se refiere a toda la materia orgánica que proviene de árboles, plantas y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía; o las provenientes de la agricultura (residuos de maíz, café, arroz, cebada, pasto, rastrojos) de aserraderos (podas, ramas, aserrín, cortezas) y de residuos urbanos (aguas negras, basura orgánica y otros). Esta es la fuente de energía renovable más antigua conocida por el ser humano, pues ha sido usada desde que nuestros ancestros descubrieron el secreto del fuego.

Los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de procesos más eficientes y limpios para la conversión de biomasa en energía; transformándola, por ejemplo, en combustibles líquidos o gaseosos, los cuales son más convenientes y eficientes. Así aparte de combustión directa, se pueden distinguir otros dos tipos de procesos el termo-químico y el bio-químico. (Biomasa manual sobre energía renovable)

La fabricación de ladrillo y de cerámica es considerada una de las principales fuentes de emisión de contaminantes a la atmósfera (figura 1), caracterizándose por una variedad muy amplia de tipos y cantidades de combustibles utilizados para su cocción. Entre las fuentes más importantes en esta entidad se encuentra la fabricación de ladrillo y cerámica. La fabricación de ladrillo de la que dependen cientos de familias, pero cuyo impacto ambiental a la salud de la población y a los ecosistemas en general no se ha estudiado a fondo.

Los biocombustibles son combustibles de origen biológico obtenido de manera renovable a partir de restos orgánicos, los cuales proceden habitualmente del azúcar, trigo, maíz o semillas oleaginosas. Todos ellos reducen el volumen total de dióxido de carbono (CO₂) que se emite en la atmósfera, ya que lo absorben a medida que crecen y emiten prácticamente la misma cantidad que los combustibles convencionales cuando se queman. Los biocombustibles son carburantes obtenidos a partir de la biomasa. Pueden ser líquidos, sólidos o gaseosos y de muy distinto origen y transformación (Betancur y Duque, 2009).



Figura 1. Contaminación emitida por fabricación de ladrillos. Fuente: elaboración propia

Briquetas

El término “briqueta” es un término claro por un lado y confuso por otro. Es un término claro ya que una vez vista una briqueta no se puede confundir con otro combustible. Pero es confuso por que la briqueta puede estar fabricada con muy diversos materiales compactados. Así, la materia prima de la briqueta puede ser biomasa forestal procedente de aprovechamientos selvícolas, biomasa forestal procedente de residuos de fábricas de la madera (aserraderos, fábricas de puertas, fábricas de muebles, fábricas de tableros de partículas), biomasa residual industrial, biomasa residual urbana, carbón vegetal o simplemente una mezcla de todas ellas. La característica común de todas las briquetas es su alta densidad. Su forma suele ser cilíndrica; pero no lo es así siempre. Por ejemplo, las briquetas de carbón vegetal que se obtienen compactando polvo o carbón granulado tienen forma de huevo o de avellana de unos 12-20 cm de largo. Cada proceso y fabricante produce una briqueta de forma y dimensiones distintas. Las briquetas son un combustible (de origen lignocelulósico en la mayor parte de los casos) formado por la compactación de biomasa (lignocelulosa en la mayor parte de los casos).

Las briquetas son cilindros o “ladrillos” de biomasa densificada de tamaño superior al pellet, provenientes normalmente de serrines y virutas de aserraderos. Su coste de producción es muy superior al de la leña, aunque también su poder calorífico está claramente por encima.



Figura 2. Briquetas de madera. Fuente: bricopa

Además, producen menos cenizas que la leña, facilitando la limpieza y mantenimiento de la caldera.

METODOLOGÍA

Elaboración y especificaciones

La materia prima es una mezcla de aserrín y virutas o astillas, que hay que triturar para reducir su tamaño (< 5 mm de longitud). Esto se realiza con un molino triturador y un rodillo que gira en sentido contrario.

Cuando las partículas producidas alcanzan el tamaño exigido, atraviesan un tamiz y son aspiradas para que no sigan siendo trituradas. A lo largo del proceso, la humedad no puede sobrepasar el 15%, para conseguirlo se usa un sistema de secaderos.

Una vez secada, la masa mezclada pasa por la prensa briquetadora, se comprime a alta presión de forma que se alcanzan temperaturas lo suficientemente elevadas para que la lignina de la madera actúe de aglutinante (Twenergy, 2014).

Subproducto de la industria cervecera resultante del proceso de prensado y filtración del mosto obtenido tras la sacarificación del grano de cereal (cebada, básicamente) malteado. Es un

producto húmedo cuyo contenido en materia seca es de un 20-25 %. No se observan diferencias significativas en la composición química correlacionadas con el contenido de materia seca, aunque éste es variable. En el mercado recibe otros nombres como el de cebadilla de cerveza

El bagazo de cerveza es un subproducto rico en proteína, siendo su contenido proteico medio de un 24-26% sobre materia seca. El extracto etéreo representa un 8%. Es un subproducto rico también en fibra, con un contenido en FND (fibra neutro detergente) del 53% y en FAD (fibra ácido detergente) del 27%, aunque se trata de una fibra muy poco efectiva (18%). El contenido en lignina es de un 4% y el de cenizas de un 4% (FEDNA, 2018).

El contenido en energía metabolizable de este subproducto es de 2,86 Mcal/kg. La degradabilidad efectiva de la proteína es baja (50%), siendo la velocidad de degradación de un 7 %/h. Se trata pues de un alimento de elevado contenido proteico, siendo ésta una proteína que escapa, en buena parte, de la degradación ruminal.

VALORES NUTRICIONALES

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%MS)

Humedad	Cenizas	PB	PB-FND	PB-FAD	EE	Grasa verd. (%EE)
74.2	3.90	26.30	8.92	2.70	7.93	45

FB	FND	FAD	LAD	CNF	Almidón	Azúcares	pH
17.8	53.2	27.0	4.08	11.0	5.13		4.02

Ácidos grasos	C _{14:0}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{≥20}
% Grasa verd.	1.2	22.2		1.5	12.0	55.4	5.6	
% Alimento	0.50	0.80		0.05	0.43	1.99	0.20	

Ca	P	Na	Cl	Mg	K	S
0.28	0.50	0.01	0.14	0.15	0.08	0.33

EM	ENI	UFI	UFc	EM ³	ENm	ENc
2.78	1.79	1.11	1.05	2.84	1.90	1.26

Tabla
1.

Composición química del bagazo de cebada

Evaluación Físico-Química de las Briquetas

Propiedad	A		B
	I	II	
Origen y fuentes	1.1.1 Árboles enteros sin raíces 1.1.3 ...	1.1.1 Árboles enteros sin raíces 1.1.3 ...	1.1 Forestal, plantaciones y otra madera virgen 1.2 ...
Diámetro, D y longitud, L	D6±1.0 mm; 3.15≤L≤ 40 mm o D8±1.0 mm; 3.15≤L≤ 40 mm		
Humedad	M10≤10%		
Cenizas	A0.5≤0.5%	A1.0≤1.0%	A1.5≤1.5%
Durabilidad mecánica	DU97.5≥97.5%		
Finos entrada fábrica	F1.0≤1.0% o F2.0≤2.0%		
Finos entrada almac usuario final	Especificar tipo y cantidad, máx 2% peso		
Aditivos	Q16.5≥16.5 MJ/kg		
PCI a la recepción	Q16.0≥16.0 MJ/kg		
Densidad de pila	BD625≥625 kg/m³		
N	NO.03≤0.03%	NO.05≤0.05%	
S	SO.02≤0.02%	SO.04≤0.04%	SO.05≤0.05%
Cl	Cl0.02≤0.02%		Cl0.05≤0.05%
Temperatura de deformación (Fusi)	DT ≥1300 °C		DT ≥1100 °C
As	≤1 mg/kg, b.s.		
Cd	≤0.5 mg/kg, b.s.		
Cr	≤10 mg/kg, b.s.		
Cu	≤10 mg/kg, b.s.		
Pb	≤10 mg/kg, b.s.		
Hg	≤0.05 mg/kg, b.s.		
Ni	≤10 mg/kg, b.s.		
Zn	≤100 mg/kg, b.s.		

Tabla 2. Especificaciones para briquetas de biomasa según la norma europea prEN14961 (Fuente: Briquetter 2018)

De acuerdo a la norma europea prEN14961, las especificaciones para briquetas quedan plasmadas en la tabla 2.

Pruebas de laboratorio

Dimensiones

Consiste en medir el diámetro (D) y el largo (L) de la muestra la unidad que se maneja será los (mm).

Determinación de la humedad

El método tradicional de la determinación de la humedad del suelo en laboratorio es por medio del secado a horno, donde la humedad del suelo es la relación expresada en porcentaje entre el peso del agua existente en una determinada masa y el peso de las partículas sólidas, expresada:

$$w = (W_w / W_s) * 100 \quad (\%)$$

donde:

w = contenido de humedad expresado en %
Ww = peso del agua existente en la masa
Ws = peso de las partículas sólidas

Figura 3. Fórmula para la obtención del % de humedad en una masa

Se toma una muestra representativa de suelo, de acuerdo al tamaño máximo de las partículas.

Se coloca la muestra húmeda en un recipiente previamente tarado (M_r), para proceder a pesar la muestra húmeda más el recipiente, obteniendo M_h .

Luego se coloca el conjunto dentro del horno durante 24 horas, a una temperatura de $110^\circ \pm 5^\circ$ C. Transcurrido dicho tiempo, se determina el peso del recipiente con la muestra seca (M_s). (Geotecnia, 2018).

Densidad

Se define la densidad como el cociente entre la masa y el volumen de un cuerpo.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Para saber la masa de un cuerpo se utiliza una balanza o báscula. Si vas a pesar un objeto dentro de un recipiente (por ejemplo, alguna sustancia líquida o en polvo dentro de una probeta), tendrás que pesar primero dicho recipiente vacío, de forma que puedas hallar su masa y restársela a la masa total del recipiente con el objeto dentro.

El volumen de un objeto es el espacio que ocupa. El volumen se puede calcular de varias formas, dependiendo del objeto en cuestión: Si el objeto es sólido y de dimensiones regulares, mide su longitud, su anchura y su altura (o su longitud y su diámetro si es cilíndrico) y calcula el volumen con la fórmula matemática, dependiendo de su forma. Hay distintas fórmulas para hallar el volumen de un objeto, según sea un prisma rectangular, un cilindro, una pirámide, u otra figura de dimensiones regulares.

Al dividir la masa entre el volumen de un cuerpo, el valor resultante corresponde a la densidad y se expresa en unidades de masa por unidades de volumen. Para este caso Kg/m^3 (Universidad Libre, 2018).

Contenido de ceniza.

El método se basa en la destrucción de la materia orgánica presente en la muestra por calcinación y determinación gravimétrica del residuo.

Pesar al 0.1 mg en una cápsula previamente calcinada y tarada (m_0) 2 gramos de muestra homogeneizada (m_1).

Precalcinarse previamente la muestra en placa calefactora, evitando que se inflame, luego colocar en la mufla e incinerar a 550 °C por 8 horas, hasta cenizas blancas o grisáceas.

Preenfriar en la mufla apagada y si no se logran cenizas blancas o grisáceas, humedecerlas con agua destilada, secar en el baño de agua y someter nuevamente a incineración.

Dejar enfriar en desecador y pesar (m_2)

Mezclar cuidadosamente y completamente la muestra con la arena, mediante la varilla de vidrio.

$$\% \text{ Cenizas totales} = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100$$

donde:

m_2 : masa en gramos de la cápsula con las cenizas

m_1 : masa en gramos de la cápsula con la muestra

m_0 : masa en gramos de la cápsula vacía

Promediar los valores obtenidos y expresar el resultado con 2 decimales.

Repetitividad: La diferencia de los resultados no debe ser superior al 2 % del promedio (ISPC, 2014).

Poder calorífico.

Es la cantidad de calor que entrega un kilogramo, o un metro cúbico, de combustible al oxidarse en forma metro cúbico, de combustible al oxidarse en forma completa. El poder calorífico inferior considera que el vapor de agua contenido en los gases de la combustión no condensa.

Unidades: (kcal/kg); (kcal/m³); (BTU/ /m³); (BTU/lb); (BTU/pe³); (BTU/pe³)

La bomba calorimétrica permite la determinación del poder calorífico específico de una muestra, llevando a cabo su combustión en atmósfera de oxígeno. Para ello es necesario

conocer la capacidad calorífica del sistema, la masa de muestra y el incremento de temperatura que origina la combustión en la celda de medición del calorímetro. En ocasiones es necesario corregir el valor de poder calorífico mediante la determinación de la denominada energía de extraños, en la que intervienen los medios de ignición, las sustancias auxiliares a la combustión y la formación y disolución de ácidos nítrico y sulfúrico, que pueden ser cuantificados mediante valoración o conociendo el análisis elemental de la muestra (LABTE, 2014).

Ventajas y desventajas de los combustibles de biomasa

Combustible	Ventajas	Inconvenientes	Consideraciones
Pellets	Elevado poder calorífico Muy bajo contenido en cenizas, reduciendo las necesidades de operación y mantenimiento. Las calderas de pellets son de muy alta eficiencia, incluso existen calderas de condensación de pellets. Se comercian a nivel internacional, con una composición constante.	Elevado precio en comparación con otras biomásas.	Precisa de almacenamiento en lugar aislado y seco. No necesita ningún tipo de secado o tratamiento una vez producido. Puede optarse por pellets estandarizados, que presentan alta fiabilidad de operación y menor esfuerzo para la operación y mantenimiento de la caldera.
Astillas	Su coste de producción es inferior al de los pellets debido al menor proceso de elaboración requerido. Las astillas limpias de corteza y secas (clase 1) son normalmente de alta calidad. Grado medio de estandarización a nivel europeo.	Son menos densas que los pellets y el hueso de aceituna, por lo que precisan de un espacio mayor para el almacenamiento. Al ser menos densas, el transporte sólo se justifica hasta una distancia corta (normalmente menos de 50 km).	Su composición es variable. Es preciso secar la materia prima de forma natural o artificial hasta una humedad inferior al 45%, o incluso menor que el 30% en el caso de las mejores astillas de clase 1. Contenido en cenizas inferior al 1% (clase 1) o al 5% (clase 2).
Leña y briquetas	Combustible más barato, sobre todo en el caso de la leña.	No se puede automatizar la alimentación a la caldera, debe hacerse a mano. Generan más cenizas, con lo que requieren más mantenimiento. Son menos densas que los pellets y el hueso de aceituna, por lo que precisan más espacio de almacenamiento.	El combustible es menos homogéneo que en astillas pellets, sobre todo en el caso de la leña. Esto significa que no siempre va a resultar igual. La incidencia de la humedad sobre el poder calorífico y funcionamiento en la caldera es muy grande.
Residuos agroindustriales	Disponibilidad y tipos (abundancia de productos y cantidades). Grandes producciones en España. Su coste de producción es inferior debido a ser subproductos de un proceso. Normalmente tienen un elevado poder calorífico.	Su contenido en cenizas, aunque es aceptable, es superior al del pellet, por lo que las labores de mantenimiento tenderán a ser mayores.	Pueden ser biomásas estacionales, por lo que su suministro, si es directamente del productor, debe acordarse durante la temporada. Se debe tener precaución con la calidad, evitando biomásas con residuos no deseados.

Figura 4. Ventajas e inconvenientes de los combustibles elaborados con biomasa

En cuanto al proceso de elaboración, véase la figura 5, así como una muestra del producto obtenido en la figura 6

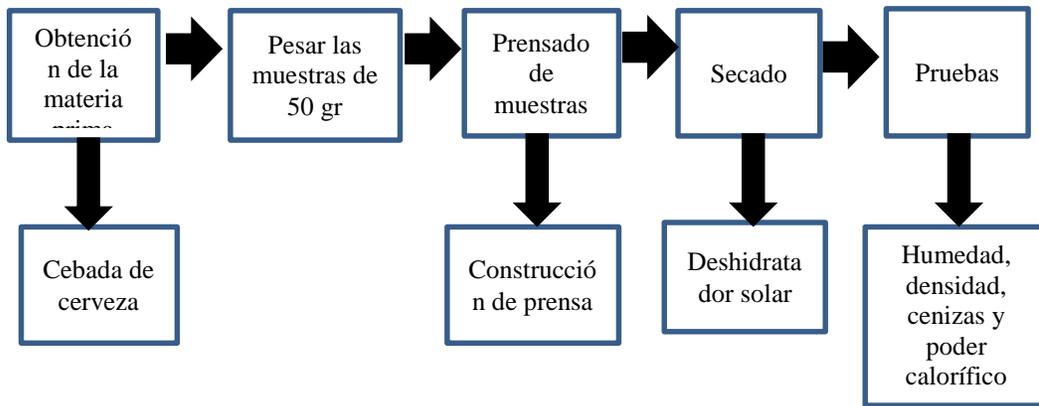


Figura 5. Proceso de elaboración de Briquetas. Fuente: elaboración propia



Figura 6. Briqueta de cebada. Fuente: Elaboración propia

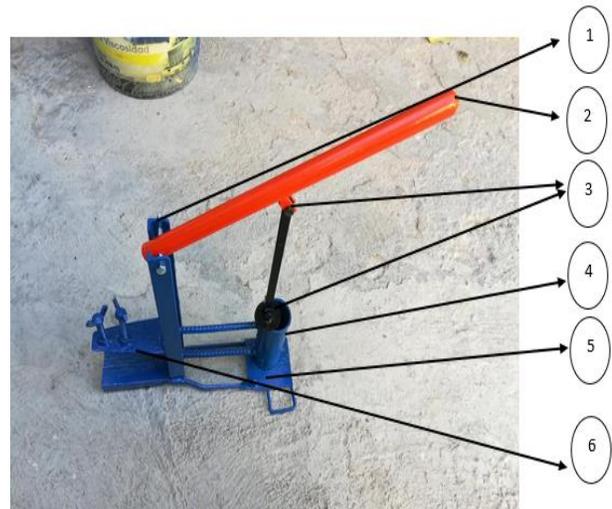


Figura 7. Prensa para elaborar las briquetas. Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS

Propiedad	Valor obtenido
Humedad	21.11%
Densidad	.22gr/cm ³
Punto Calorífico	15.49%(Suarez., 2016)
Cenizas	3.41%

Tabla 3. Resultados de pruebas. Fuente: propia

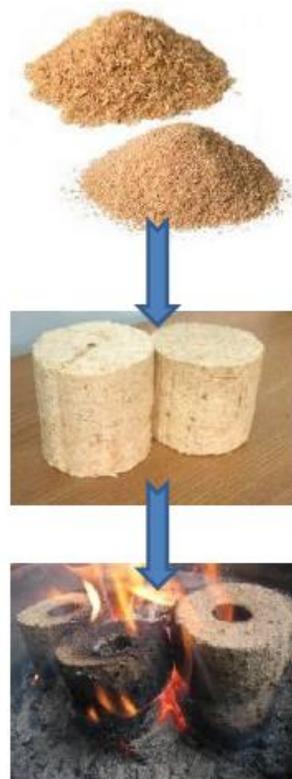


Figura 8. Prueba de briqueta de cebada.
Fuente: Elaboración propia

Análisis elemental

La técnica del análisis químico elemental permite determinar el contenido total de carbono, hidrógeno, nitrógeno y azufre (C, H, N y S) presente en muestras orgánicas e inorgánicas, tanto sólidas como líquidas, que no posean calcio ni fósforo. Estos análisis permiten la determinación del contenido de estos elementos en las muestras estudiadas, lo que es esencial para la determinación de la composición química de los materiales. El análisis elemental de C, H, N y S se basa en la volatilización de una muestra por combustión total en atmósfera de oxígeno puro, liberándose los elementos a medir en forma de CO₂, H₂O, NO_x y SO_x, respectivamente (LABTE, 2014).

CONCLUSIONES

Las briquetas son un combustible económico, no se necesita gastar energía eléctrica para su elaboración y además no es necesario talar árboles para obtener energía como en el caso de la leña y es 100 % natural. Por tanto, no es peligroso ni produce malos olores como el combustible, además de producir cantidades mínimas de humo por lo que únicamente se necesita una salida de gases.

Con la elaboración de este proyecto se le da un uso alternativo a los residuos orgánicos, el bagazo de cebada, y se evita que se acumule como residuo sólido urbano siendo ésta desaprovechada por completo. No sólo se puede usar este material sino también el aserrín de madera y residuos de todos los cultivos, por ejemplo: maíz, trigo, etc., siendo esta una forma de biomasa como energía renovable.

Al efectuar la combustión de las briquetas, dado que están formados por materia orgánica, emiten considerablemente menos gases contaminantes al ambiente que el uso de basura como combustible, como lo son el PM10 (partículas menores a 10 micrómetros), el CO (monóxido de carbono), el SO₂ (dióxido de azufre), el NO (óxido de nitrógeno) y COT (compuestos orgánicos totales).

Recomendaciones

En cuanto a la ceniza que la combustión de las briquetas ocasiona (3.41%) se puede ocupar como fertilizante para las plantas, no contiene contaminantes que las pueda dañar. Otro uso que se le puede dar es la extracción y purificación del silicio contenido para crear celdas fotovoltaicas y semiconductores.

La aportación de este proyecto influye también en la regulación de las ladrilleras por parte del municipio (departamento de ecología), disminuyendo en gran medida las emisiones de gases tóxicos por la quema de basura, además de sancionar a las empresas recolectoras de residuos que venden la basura para encender los hornos, y que de esta manera contaminar más el ambiente.

Las briquetas no solo se pueden usar en hornos, sino también en calderas pequeñas, estufas ecológicas y portátiles. Su almacenamiento no es complicado debido a sus dimensiones y forma.

Finalmente, como mejora a futuro del proyecto, se propondría la aprobación de normas oficiales reguladas por el gobierno para la caracterización de las briquetas de restrojos generados de los cultivos ya que solo existen normas extranjeras para su fabricación.

BIBLIOGRAFÍA

- Acalora. (25 de Noviembre de 2016). *Acalora*. Recueprado de <https://www.acalora.es/comprar-briquetas-vs-comprar-pellets-diferencias-similitudes-y-ventajas/>
- Acalora. (25 de Noviembre de 2016). *¿Que son las briquetas?* Obtenido de <https://www.acalora.es/comprar-briquetas-vs-comprar-pellets-diferencias-similitudes-y-ventajas/>
- Boada, L. E., & Vargas, F. E. (21 de Abril de 2015). Caracterización físico-química de pellets producidos a partir de mezclas 50/50 carbón bituminoso/madera residual. Colombia. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/buscar/tesis?querysDismax.DOCUMENTAL_TODO=pellets+de+madera
- Briquetter, I. (marzo de 2018). *Infinite Briquetter*. Obtenido de <http://www.briquetter.in/product-specification.html>
- DOF. (8 de Octubre de 2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. . México, México: DOF.
- DOF. (2011). *NORMA Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011*. Recuperado el Febrero de 2018, de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5232012&fecha=02/02/2012
- Esparza, F. (2013). *Combustibles sólidos, líquidos y gaseosos*. Recuperado el Febrero de 2018, de Bomberos de Navarra Nafarroako Suhiltzaileak: http://www.bomberosdenavarra.com/documentos/ficheros_documentos/combustibles.pdf
- FEDNA. (14 de Mayo de 2018). *Bagazo de Cerveza húmedo*. Obtenido de http://www.fundacionfedna.org/subproductos_fibrosos_humedos/bagazo-de-cerveza-h%C3%BAmedo

- Geotecnia. (Marzo de 2018). *docencia*. Obtenido de http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/02_laboratorio/manual_laboratorio/humedad.pdf
- IICA. (Noviembre de 2007). *“Preguntas y Respuestas más frecuentes sobre Biocombustibles”*. Obtenido de <http://www.iica.int/es>
- INECC. (2011). Determinación de emisiones de gases efecto invernadero en base a factores de emisión y monitoreos de eficiencia energética en la comunidad ladrillera El Refugio, León Guanajuato. En EELA, *Programa de eficiencia energética en ladrilleras artesanales de América Latina para mitigar el cambio climático*.
- INECC, S. (2012). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. México: Semarnat.
- IPCC. (1996). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Reference Manual.
- ISPC. (Agosto de 2014). *PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR CENIZAS TOTALES*. Obtenido de INSTITUTO DE SALUD PUBLICA DE CHILE: http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/CenizasTotales.pdf
- Jaramillo, J. (9 de Noviembre de 1999). Obtenido de Gestión Integral de RS Y RP siglo XXI: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/viii.pdf>
- LABTE. (Febrero de 2014). *Universidad Rey Juan Carlos*. Obtenido de <http://www.labte.es/index.php/es/2013-11-03-19-54-23/analisis-elemental>
- Libre, U. (2018). Universidad libre Facultad de Ingeniería. *Densidad y Temperatura*. Colombia. Obtenido de <http://www.redjbm.com/catedra/guias/quimica/QUI-GEN-GUI2.pdf>
- Mishra, G. &. (Abril de 1996). *FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/006/AD582E/ad582e00.pdf>
- Natubero. (Febrero de 2017). Obtenido de <http://blog.naturbero.com/es/usos-del-pellet-que-no-conocias/>
- Ruiz, E. V. (2001). La combustión. España.
- SEDIGAS. (1991). *MANUAL DEL GAS Y SUS APLICACIONES*. Barcelona Sedicas.

- SEMARNAT. (2012). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México*. México: Compendio de estadísticas ambientales.
- SEMARNAT. (2015). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México*. Obtenido de Semarnat: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe15/tema/pdf/Cap7_Residuos.pdf
- Suárez J., C. R. (2016). *Castilla y León*. Obtenido de http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Agri%2FAgri_2000_817_516_518.pdf
- Texo, J. P., Bentancur, C. I., y Duque, J. P. (Octubre de 2009). *Universidad de la Republica*. Recuperado el Marzo de 2018, de <https://www.biodiesel.com.ar/download/biocombustibles-liquidos-en-uruguay-perspectivas-generales-de-desarrollo.pdf>
- Twenergy. (13 de Mayo de 2014). *¿Cómo fabricar briquetas?* Recuperado el 20 de Marzo de 2018, de <https://twenergy.com/a/como-fabricar-briquetas-1236>
- UNAM. (2018). *Diseño y construcción de un secador solar para frutas*. Obtenido de http://www.feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria22/feria327_01_diseno_y_construccion_de_un_secador_solar_de_fruta.pdf

CAMPUS SUSTENTABLE COMO LABORATORIO VIVO PARA LA SUSTENTABILIDAD

Reporte de Buenas Prácticas

**LUIS LEONEL HEATH MONCADA,
ERIKA XIMENA GÓMEZ MEDELLIN Y ANDREA DANIELA CHÁVEZ RIVERA**
*UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE SANTA ROSA JAUREGUÍ
DEPARTAMENTO DE PLANEACIÓN Y GESTIÓN PARA LA SUSTENTABILIDAD*

RESUMEN

En el año 2013 la universidad recibe 20 hectáreas para la construcción de su campus universitario, se inicia entonces una propuesta para su manejo sustentable que incluye a la fecha 23 elementos como buenas prácticas de sustentabilidad, que están relacionados los cuatro ámbitos que establece el Modelo de Sustentabilidad para Instituciones de Educación Superior: a) Pertinencia Institucional con 4 de 4 alcances, b) Sostenibilidad Ambiental, en el cual están relacionados 5 de 6 elementos, c) Viabilidad Económica con 2 de 4 ámbitos y d) Ámbito de Responsabilidad Social con 1 de 7 alcances con un porcentaje de incidencia total del 51.14%. Estas buenas prácticas dan forma al concepto de Campus Sustentable como un Laboratorio Vivo para la Sustentabilidad que persigue promover un estilo de vida más sustentable en la comunidad universitaria, en congruencia con el modelo de educación para la sustentabilidad adoptado por la universidad

Palabras Clave: Sustentabilidad, Buenas Prácticas de Sustentabilidad, Campus Sustentable, Educación para la Sustentabilidad.

OBJETIVO

Transformar el campus de la Universidad en un **Laboratorio Vivo de Sustentabilidad**, que permita promover un estilo de vida más sustentable a la comunidad universitaria, para ser congruentes con el modelo de educación para la sustentabilidad adoptado por la universidad.

INTRODUCCIÓN

El concepto de “buenas prácticas” se refiere a toda experiencia que se guía por principios, objetivos y procedimientos apropiados o pautas aconsejables que se adecuan a una determinada perspectiva normativa o a un parámetro consensuado, así como también toda experiencia que ha arrojado resultados positivos, demostrando su eficacia y utilidad en un contexto concreto (OMS, 2006).

En el ámbito educativo el concepto de “buenas prácticas” se emplea para definir acciones destacables e imitables tanto de la administración de centros escolares, trabajo pedagógico de los docentes o bien experiencias educativas innovadoras. Quienes se han referido al concepto (Abdoulaye, 2003; Brannan, Durose, John, y Wolman, 2006; Chickering y Gamson, 1987; De Pablos y González, 2007) ya sea en el campo educativo o en el ámbito organizacional, la mayoría coinciden que una buena práctica es una actividad innovadora que ha sido evaluada, probada y que ofrece buenos resultados.

El concepto de buenas prácticas se vincula por primera vez al desarrollo sustentable al debatir ideas y adoptar compromisos para mejorar el entorno y el modo de vida de los habitantes de un planeta crecientemente urbanizado (Hábitat, 1996), reflexionando sobre el compromiso de identificar políticas y actuaciones urbanas, que, desde unos criterios de sostenibilidad, se hubiesen mostrado eficaces para mejorar las condiciones de vida en las ciudades y pueblos. Esta vinculación entre buenas prácticas y desarrollo sustentable se ratifica internacionalmente (ONU, 2001) comprometiendo a la comunidad internacional a garantizar la presentación eficaz y la difusión de buenas prácticas y políticas demostradas.

Así, la noción de “Buenas Prácticas” queda explicitada como: las contribuciones sobresalientes para mejorar la calidad de vida y la sostenibilidad de nuestras ciudades y comunidades (ONU, 2001). Y se identifica los siguientes elementos para su caracterización:

- 1) Que arrojen un impacto tangible en la mejora de la calidad de vida de las personas.

- 2) Que sean el resultado de una asociación efectiva entre actores de los sectores público, privado y la sociedad civil.
- 3) Que resulten sostenibles desde el punto de vista cultural, social, económico y medioambiental.
- 4) Contribuir a resolver la aguda crisis ambiental que enfrenta nuestro país y el mundo.

Desde el año 2013 o, en que la Universidad recibe el campus universitario consistente en una superficie de eriazo de 20 hectáreas, se inicia con una propuesta para el manejo sustentable del mismo por parte del Departamento de Planeación y Gestión para la Sustentabilidad; esta iniciativa incluye diversos proyectos, acciones e iniciativas que dan forma al concepto de Campus Sustentable como un Laboratorio Vivo de Sustentabilidad que persigue promover un estilo de vida más sustentable en la comunidad universitaria, en congruencia con el modelo de educación para la sustentabilidad adoptado por la universidad

GRUPOS PARTICIPANTES INTERNOS Y EXTERNOS.

- Departamento de Planeación y Gestión para la Sustentabilidad
- Colectivo de Cultura Verde
- Voluntarios y becarios
- Empresas e Instituciones participantes en el campus sustentable
- Profesores de la Academia de Desarrollo Humano

BENEFICIARIOS

Comunidad Universitaria

ENFOQUE METODOLÓGICO

Una buena práctica de sustentabilidad (para Instituciones de Educación Superior) la definimos como: “Una iniciativa que proponga formas de actuación innovadoras, sostenibles, pertinentes y eficaces que contribuya significativamente a la sustentabilidad ambiental, social, económica y política que contribuya a la formación de ciudadanos, y que son susceptibles de ser transferidas a otros contextos”.

La aproximación metodológica que se propone es el ciclo de gestión de buenas prácticas (González y Rojas 2007), el cual consiste en identificación y evaluación de buenas prácticas, con

el fin de mejorarlas, sistematizarlas y, finalmente, difundirlas para que las entidades y actores del sector puedan aprender de ellas.

Se utilizará un enfoque holístico (Medina y Garza, 2010), incluyendo a todos los actores universitarios, buscando la integración y coordinación de los intereses de los diferentes grupos (Multinivel). Esta integración debe ser de doble vía, de abajo hacia arriba y de arriba hacia abajo (Coordinación), involucrando a académicos e investigadores de todas las especialidades, a asesores y expertos internos y externos (Multidisciplinariedad), a las diferentes áreas administrativas, académicas, sindicatos y estudiantes (Multisectorialidad).

El acercamiento para lograr el enfoque holístico es considerar a la Universidad como un ecosistema complejo y auto-organizado, en donde generalmente se ven, con visión de pensamiento lineal (en forma disociada), los elementos institucionales, sociales, ecológicos y económicos; y se separa el todo en partes para buscar una explicación global, con lo que se pierde la mayor parte de la información relevante que se genera por la interacción de las partes. Por otro lado, si estos elementos se consideran como un sistema en el que todos interactúan, que es lo que se hace con el enfoque sistémico, se puede ayudar a alcanzar los objetivos universitarios con mayor eficiencia (Waissbluth, 2008).

VALIDACIÓN

Para la validación de las Buenas Prácticas se utiliza: como marco de referencia el Modelo de Educación para la Sustentabilidad (Heath et al 2015, CGUTyP 2018) y el Modelo de Sustentabilidad para Instituciones Superiores, SIES (Heath et al 2019). Las buenas prácticas establecidas en el Campus Sustentable: Laboratorio Vivo para la Sustentabilidad, se ubican en cada uno de los ámbitos del modelo SIES y apoyan y dan congruencia a las actividades académicas planteadas en el modelo de educación para la sustentabilidad, es decir la validación se realiza en la cotidianeidad desde el marco de referencia establecido, se vive la sustentabilidad.

IMPACTO

Los impactos de esta buena práctica se presentan como una primera aproximación en el apartado de conclusiones.

FACTORES DE ÉXITO

(Entendiendo como factores de éxito a los elementos que permiten el logro de objetivos)

El principal factor que permite el éxito en el desarrollo de Buenas Prácticas Sustentables, es el modelo educativo que ha adoptado la universidad desde el 2013, basado en la educación para la sustentabilidad dentro de la modalidad Bilingüe, Internacional y Sustentable (BIS) e Incluyente.

Institucionalización de la sustentabilidad en la UPSRJ, mediante la inclusión de una Estrategia de Sustentabilidad en el Programa Institucional de Desarrollo, marcando metas a cumplir para impulsar la responsabilidad social y ambiental y la creación del Departamento de Planeación y Gestión para la Sustentabilidad y de la Oficina de Sustentabilidad.

Registro de la universidad como Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre UMA-IN-00066-QRO, orientado a la reproducción de especies de flora nativa en estatus de riesgo.

Certificación como Escuela Sustentable por parte de la SEMARNAT, lo que ha permitido orientar acciones para disminuir el impacto ambiental generado de las actividades cotidianas de la institución. De esta manera, personal de la universidad y estudiantes, se suman en la gestión de Buenas Prácticas para crear una cultura de sustentabilidad en la comunidad universitaria.

El reconocimiento nacional al modelo de educación para la sustentabilidad de la UPSRJ, y su réplica por otras Universidades Tecnológicas y Politécnicas del país, dentro de la modalidad Bilingüe, Internacional y Sustentable (BIS).

LIMITACIONES

Las limitaciones más importantes han sido de carácter económico, ya que no se tiene asignado algún presupuesto para el área de sustentabilidad de la universidad, en segundo lugar, han sido los factores culturales de los participantes, al imperar un pensamiento personalizado y lineal, en vez de observar el mundo como un todo y actuar en consecuencia.

APRENDIZAJES SIGNIFICATIVOS

En la medida en que se ha ido transformando el campus universitario en un verdadero Laboratorio Vivo para la Sustentabilidad, se han ido incorporando una mayor cantidad de

profesores, alumnos y voluntarios que contribuyen con esfuerzo, trabajo, aportaciones económicas, conocimiento y liderazgo en la construcción de este laboratorio vivo como una buena práctica que nos permite ser más congruentes entre nuestro modelo de educación para la sustentabilidad y la vida cotidiana en el campus universitario, incidiendo directamente en la formación de ciudadanos.

ELEMENTOS DE SUSTENTABILIDAD

La buena práctica se basa en el modelo IES, (Heath, Figueroa y Zlta, 2019) el cual considera cuatro ámbitos, con un total de 21 alcances, en cada uno de los cuales se relaciona con cada elemento de sustentabilidad documentado como buena práctica, como se describe a continuación:

No.	ÁMBITO	PROPÓSITO	ALCANCES	BUENA PRÁCTICA
1	SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL (A)	Disminuir la huella de carbono de la institución	A.1. Infraestructura	1-APE Área de Preservación Ecológica 8-AD Área Deportiva 16. BA Bosque de Acacias
			A.2. Uso eficiente de la energía	9. PS Paneles Solares
			A.3. Manejo de materiales y residuos	3-CL Camas de Lombricompostaje
			A.4. Gestión del agua	5-CONSA Obras de Conservación de Suelo y Agua 6-PTAR Planta Tratadora de Aguas Residuales 10-HA Humedal Artificial 11-JI Jardines Infiltrantes 15- JIX Jardín Infiltrante Xerófilo
			A.5. Movilidad sustentable	Sin documentar
			A.6. Biodiversidad	2-VEN Vivero de Especies Nativas 4- CBRA Corredor Biológico Río "El Arenal" 7-CVEN Cerco vivo de Especies Nativas 12-RE Rotonda Emblemática 13-JP Jardines Polinizadores 14-HN Huizache Centenario
2	PERTINENCIA INSTITUCIONAL	Promover un estilo de vida	I.1. Educación para la sustentabilidad	Apoyo al modelo de educación para la sustentabilidad

No.	ÁMBITO	PROPÓSITO	ALCANCES	BUENA PRÁCTICA
		institucional sustentable	I.2. Investigación, Innovación y liderazgo en Sustentabilidad	Apoyo a proyectos de nuevos talentos (CONCYTEQ)
			I.3. Vinculación para la sustentabilidad	Jornadas ambientales con empresas
			I.4. Compromiso de la dirección	Institucionalización de la estrategia de sustentabilidad universitaria
3	RESPONSABILIDAD SOCIAL (RS)	Contribuir al desarrollo sustentable de los grupos de interés	S.1. Gobernanza institucional	No documentado
			S.2. Cultura de derechos humanos	No documentado
			S.3. Clima laboral	No documentado
			S.4. Honestidad institucional	No documentado
			S.5. Consumo sustentable	Sensibilización
			S.6. Acción social	Jornadas ambientales con comunidades
			S.7. Cultura de paz y justicia	No documentado
4	VIABILIDAD ECONÓMICA (E)	Propiciar la sostenibilidad financiera institucional	E.1. Eficiencia del gasto	No documentado
			E.2. Diversificación de ingresos	Donativos para proyectos de campus sustentable
			E.3. Diversificación de productos y servicios	Venta de productos sustentables
			E.4. Cultura financiera sustentable	No documentado

ÁMBITOS DE INCIDENCIA: 12 DE 21

PORCENTAJE DE INCIDENCIA: 51.14%

RÉPLICA

El modelo IES ha sido incorporado como parte del marco normativo de las Universidades Tecnológicas y Politécnicas que transitan hacia la modalidad Bilingüe, Internacional y Sustentable (BIS). Constantemente se reciben visitas de universidades tecnológicas y politécnicas que desean conocer el manejo del campus como una buena práctica.

CONCLUSIONES

El campus sustentable de la Universidad, como un laboratorio vivo para la sustentabilidad, integra 23 elementos como buenas prácticas de sustentabilidad, que están relacionados e inciden en cada uno de los cuatro ámbitos que establece el Modelo de Sustentabilidad para Instituciones de Educación Superior. Impactan directamente en 12 de los 21 alcances del modelo con un porcentaje de incidencia del 51.14%.

En cuanto al ámbito que más incidencia tienen las buenas prácticas del campus sustentable es el de Pertinencia Institucional con 4 de 4 alcances relacionados, le sigue la Sostenibilidad Ambiental, en el cual están relacionados 5 de 6 elementos, en el ámbito de Viabilidad Económica se cuenta con 2 de 4 ámbitos relacionados con la buena práctica, mientras que el Ámbito de Responsabilidad Social es el menos relacionado con 1 de 7 alcances.

EVIDENCIAS DE LA BUENA PRÁCTICA

1. APE Área de Preservación Ecológica
2. VEN Vivero de Especies Nativas
3. CL Camas de Lombricompostaje
4. CBRA Corredor Biológico Río “El Arenal”
5. CONSA Obras de Conservación de Suelo y Agua
6. PTAR Planta Tratadora de Aguas Residuales
7. CVEN Cerco vivo de Especies Nativas
8. NAD Naturación del Área Deportiva
9. PS Paneles Solares
10. HA Humedal Artificial
11. JI Jardines Infiltrantes
12. **RE** Rotonda Emblemática
13. **JP** Jardines Polinizadores
14. **HN** Huizache Centenario
15. **JIX** Jardín Infiltrante Xerófilo
16. **BA** Bosque de Acacias
17. Apoyo al modelo de educación para la sustentabilidad
18. Apoyo a proyectos de nuevos talentos (CONCYTEQ)
19. Jornadas ambientales con empresas
20. Institucionalización de la estrategia de sustentabilidad universitaria

21. Donativos para proyectos de campus sustentable

22. Venta de productos sustentables

REFERENCIAS

Abdoulaye, A. (2003). Conceptualisation Et Dissemination Des « Bonnes Pratiques » En Éducation: Essai D'une Approche Internationale À Partir D'enseignements Tirés D'un Projet. Recuperado de http://portal.unesco.org/education/en/file_download.php/f1685fde2633dd9b3b20fd828d6bfa92abdoulaye.pdf

American Productivity Center and the American Productivity y Quality Center. [Documento en línea]. Sin fecha. Recuperado de <http://www.apqc.org/portal/apqc/site?path=/research/bestpractices/studies/methodology.html>. Fecha de consulta: diciembre de 2006.

Arboleda, J., Flórez, M. y Gómez, J. A. (2002). Creación y consolidación de alianzas. Elementos metodológicos para el trabajo en alianza entre el sector público, el sector privado y las organizaciones civiles. Bogotá: Fundación Corona-Banco Mundial.

Brannan, T., Durose, C., John, P., y Wolman, H. (2006). Assessing Best Practice as a Means of Innovation. Presented at the Annual Conference of the Urban Affairs Association, Montreal, Canadá. Recuperado de <http://www.ipeg.org.uk/papers/UAA%20paperfinal%2017%20April%2006.pdf>

Campaña, K. (2010) Concepto y características de las buenas prácticas. Recuperado de <http://www.saladeprofes.com/se-dice/35-editoriales/449-concepto-y-caracteristicas-de-las-buenas-practicas.html>

Chickering, A., y Gamson, F. (1987). Seven Principles for Good Practice in Undergraduate Education. Recuperado de <http://www.nnmc.edu/academics/assessment/documents/sevenprinciples.pdf>.

Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas (CGUTyP) Universidades Tecnológicas y Politécnicas Bilingües, Internacionales y Sustentables. Documento Normativo, México, 2018.

De Pablos, J., y González, T. (2007). Políticas Educativas E Innovación Educativa Apoyada En Tic: Sus Desarrollos En El Ámbito Autonómico. Presented at the II Jornadas Internacionales sobre Políticas Educativas para la Sociedad del Conocimiento, Granada, España. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/averroes/jornadas_internacionales/docs/upload/1101/1101_C.pdf

Fundación Habitat Colombia. Programa Regional de Intercambio y Transferencia de Buenas Prácticas. [Documento en línea]. Sin fecha. Recuperado de <http://www.buenaspracticas.org/memorias.pdf>. Fecha de consulta: diciembre de 2006.

González A. I. (2005). Manual operativo del Banco de Buenas Prácticas de Cooperación Empresarial con el Sector Educativo. Bogotá: Fundación Empresarios por la Educación.

González Ávila Liliana y Rojas Mora Claudia. 2007. Guía para la gestión de buenas prácticas © Ministerio de Educación Nacional ISBN: 978-958-691-295-2 Elaborada por Qualificar Ltda. Textos: Primera edición / 1.000 ejemplares Dirección de Descentralización Subdirección de Fortalecimiento a las Secretarías de Educación Ministerio de Educación Nacional. Bogotá, Colombia, 2007 www.mineduacion.gov.co

Hábitat, 1996. Segunda Conferencia de Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos ``HABITAT II''. Estambul, Turquía.

Heath Moncada, Luis; Narváez Hernández, Luz y otros (2015). La Educación para la Sustentabilidad en el modelo Bilingüe, Internacional y Sustentable (BIS). Documento Interno de Capacitación de la UPSRJ. Santa Rosa Jáuregui, Querétaro, Mex.

Heath et al 2019

KARASH, R. Learning-Org Dialog on Learning Organizations. Recuperado de <http://www.learning-org.com/>. Fecha de consulta: diciembre de 2006. PEÑA B., M. Aprendizajes sobre gestión educativa. La experiencia de Bogotá. 1998-2003. Bogotá: Fundación Empresarios por la Educación, 2005. 22

Medina Torres Galo y Garza Gutiérrez Rodolfo 2010. La Sustentabilidad en las Instituciones de Educación Superior: Una Visión Holística © Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, C.P. 25315, México. ISBN: 970-9989-02-2

OMS. 2006. Concepto de Buenas Prácticas en Promoción de la Salud en el Ámbito Escolar y la Estrategia Escuelas Promotoras de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Gobierno del País Vasco. Organización Panamericana de la Salud. Instituto PROINAPSA

ONU, 2001. Párrafo 63 de la Declaración Final de la sesión especial de la Asamblea General de las Naciones Unidas. Citado por RED en Catálogo de Buenas Prácticas en Responsabilidad Corporativa. España.

Unesco (2004): Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014), París. Recuperado de: www.oei.es/decada/accion004.htm

UTEQ, 2011. Universidad Tecnológica de Querétaro. Programa Institucional de Desarrollo (PIDE) UTEQ Universidad Sustentable.

Waissbluth, Mario (2008), Sistemas complejos y gestión pública, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile, <
http://www.mariowaissbluth.com/descargas/complejidad_y_gestion.pdf>

RESUMEN

Actualmente se tiene la necesidad de buscar nuevos enfoques que permitan un eficiente uso de los recursos en las Instituciones de Educación Superior, a la par se buscan estrategias para coadyuvar a los objetivos de milenio sin dejar a un lado las funciones sustantivas de la IES, por lo que la economía circular propicia una oportunidad de cumplir con lo anterior. El presente trabajo refleja distintas prácticas que promueven la reutilización, manejo, reducción y aprovechamiento de residuos en una Institución de Educación Superior, de agosto de 2018 a agosto de 2019, en un Campus perteneciente a la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda del Estado de Querétaro, dichas prácticas desde una perspectiva sustentable, que promueven el aprovechamiento y eficiencia de recursos, fomentando la participación multidisciplinaria en actividades y generación de nuevos proyectos, así como, una mayor responsabilidad social universitaria.

Palabras clave. Economía circular, residuos cero, sistema de riego solar, reutilizar.

OBJETIVO

Definir qué se quiere lograr con la ejecución de esta buena práctica.

El objetivo es implementar prácticas de Economía Circular en Institución de Educación Superior en la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, como modelo institucional que permita sociabilizar dichas prácticas en otras instituciones.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Generar residuos cero en el Campus, mediante la eficiencia en el uso del agua mediante sistema de riego solar y el fomento a reutilización y aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos (reciclables).

Sociabilizar la gestión del conocimiento en las prácticas implementadas en otras instituciones, tanto educativas como de gobierno.

Reducir la impresión de documentos en áreas administrativas y académicas, en ésta última proponiendo uso de libros digitales y disminuir la impresión de trabajos.

Vender, intercambiar o donar lo que no pueda aprovecharse.

LUGAR. Jalpan de Serra, Querétaro.

INTRODUCCIÓN

Explicación del contexto, es decir, la situación inicial y la problemática abordada.

El Campus, se encuentra ubicado en el Municipio de Jalpan de Serra, desde el año 2003. La comunidad universitaria de 2012-1 a 2018-1 fue en promedio de 424 personas. Según los datos el 89% de la comunidad consume alimentos dentro del recinto universitario, aproximadamente el 11% trae alimentos de casa (elaboración propia, 2018).

Dada una política municipal de separación de residuos en 2012, las casas habitación debían separar sus residuos esto con el afán de lograr una mayor vida al relleno sanitario, el cual las autoridades referían en su momento que de seguir con un mal manejo le quedaría máximo 12 años.

Dicha política municipal establece que de no separar los residuos los encargados de la recolección no la llevarán al relleno sanitario, aplicando para casa habitación como primera fase, aproximadamente en enero de 2013, debido a una confusión por parte de los recolectores de residuos municipales no se llevaron los residuos generados por el Campus por más de dos semanas debido a que no estaban separados, lo que significó que el personal de intendencia tuvo que hacer la separación, a partir de entonces se inició un proyecto de separación siguiendo los lineamientos municipales.

Por otra parte, por política institucional a mediados de 2013 a cada Campus se le entregaron contenedores para la separación de residuos, se instalaron módulos de tres contenedores: orgánicos e inorgánicos (reciclables y no reciclables), sin embargo, aunque la intención era la separación, por la cantidad de unícel que se generaba terminaban todos los contenedores llenos con diferentes tipos de residuos, y nuevamente el personal de intendencia tenía que hacer la separación. Se estima que diariamente se generaban entre 28 y 30 kg. de residuos en general (Rocha, 2017).

Dado el contexto anterior, en junio y julio de 2018 se realizaron reuniones para conformar un proyecto basado en la economía circular y sus 5 R, rechazar, redefinir, reducir, reutilizar y reciclar (Cortinas, 2018), previendo además que la comunidad crecería y cada vez serían cantidades mayores de residuos y más trabajo para el personal. A partir de la propuesta de Cortinas se formula el proyecto.



Ilustración 1. Medios para reducir y aprovechar residuos con un enfoque de economía circular (Cortinas, 2018).

Actualmente la comunidad universitaria ha crecido a 575 personas (519 estudiantes y 56 personas entre docentes y administrativos).

GRUPOS PARTICIPANTES INTERNOS Y EXTERNOS

Enlistar los grupos que participan en la gestión para la realización de la práctica, tanto al interior de la IES como organismos externos.

Interior:

- Coordinador general.
- Coordinadores de áreas (administrativo y vinculación)
- Coordinadores académicos de las Facultades y Escuela de Bachilleres.
- Sociedades de alumnos de las Facultades y escuela de bachilleres.
- Encargados de cafetería y demás proveedores de alimentos.
- Personal de intendencia.
- Personal de mantenimiento.
- Estudiantes.
- Centro de Apoyo Comunitario CEACOM).

Exterior:

- Coordinación de servicios municipales de Jalpan de Serra.

BENEFICIARIOS

- Comunidad universitaria. Uso de vasos de múltiple uso, reutilizar residuos y fomento de trueque.
- Proveedores de alimentos. Un solo gasto de inversión en platos, vasos y cubiertos, y a mediano plazo mayores utilidades.
- Personal de intendencia. Menor trabajo lo que implica más tiempo para dedicarle a otras actividades.
- Universidad y otras instituciones. Sociabilización de la práctica y adopción en otros Campus y otras instituciones no sólo de educación.
- Sociedad. En general una mayor sensibilización no sólo de generar menos residuos, sino también de reutilizar.
- Municipio de Jalpan de Serra. La meta de economía circular en la universidad da ejemplo a la ciudadanía de lo que se puede lograr mediante la colaboración y el trabajo en equipo de más de 500 universitarios, por lo que invita a la ciudadanía a hacer su parte en las casas habitación, asimismo, facilita el trabajo del personal de

recolección, pero sobre todo facilita el manejo en el relleno sanitario, así como, extiende su vida útil.

ENFOQUE METODOLÓGICO

Planeación

1. La coordinación administrativa se asesoró con el Coordinador de servicios municipales del Municipio de Jalpan de Serra y con la coordinadora del Centro de Apoyo Comunitario de la universidad que con anterioridad estaba trabajando en este rubro dentro de la Universidad, y con el comité de Planeación del Campus.
2. Después de la asesoría, se realizaron reuniones entre coordinadores y líderes estudiantiles para definir lineamientos para:
 - Prohibición de unicel en el Campus.
 - Adopción de platos y vasos de múltiple uso.
 - Realizar Campaña de Separación de residuos en 7 categorías diferentes: general, vidrio, cartón, PET, aluminio, orgánico y tapitas.
 - Espacio específico para la venta de alimentos.
 - Actividades de reutilización de residuos, ejemplo en elaboración de persianas, adopción de sistema de agua solar, manualidades y fomento de actividades como el trueque.
3. Se realizó reunión con los proveedores de alimentos, indicando los lineamientos establecidos.

Gestión

4. Preparación de materiales. Se realizó el corte de los contenedores actuales, al igual que el pintado, usando color blanco para todos los valorizables, verde para el orgánico y amarillo para los no valorizables. Por parte de coordinación general se diseñó una etiqueta para cada uno de los contenedores, además de la etiqueta de identificación, una etiqueta visual-informativa ejemplificando los tipos de residuos que deberán ir en el contenedor, por último colocación de contenedores en módulos con siete contenedores. Cabe mencionar que en las aulas no se encuentran contenedores de ningún tipo de residuo, todo residuo generado se deposita en los lugares donde se encuentran los módulos.

5. Pláticas con comunidad universitaria. Se realizaron pláticas para dar a conocer a la Comunidad universitaria el modo de separación de residuos, así como de los lineamientos generales de alimentos, dichas pláticas fueron en los turnos así como para los estudiantes de los grupos sabatinos.
6. Lo anterior se complementó con la elaboración de un flyer en redes sociales y con un video informativo.
7. Fomento del uso de vasos de múltiple uso apoyados con la reactivación de un bebedero en el Campus, donde los estudiantes pueden estar tranquilos de que el agua a consumir se encuentra en condiciones para ser ingerida.
8. Revisión de contenedores una vez a la semana, en caso de haber deficiencias en la separación se refuerza con otra plática de sensibilización.
9. Se realizó por último un rol grupal para hacer verificación de la separación, en caso de que no sea de forma idónea los estudiantes con su tutor hacen la separación, esto con el afán de sensibilizar a cada uno de los estudiantes sobre la importancia de la separación.
10. Para dar seguimiento al proyecto, además de la difusión de las campañas se realizan visitas por salón para sensibilizar la importancia de los tópicos de Economía circular, dando ejemplos como: menor impresión de tareas, mayor uso de vasos, reutilización y aprovechamiento de residuos, sustitución de sustancias peligrosas o dañinas por biodegradables, eficiencia en uso de agua, apagado y desconecte de equipos cuando no se utilicen, consumo responsable: compra sólo lo necesario o intercambia.

RESULTADOS

Las prácticas de economía circular realizadas en el Campus, han reducido al 50% la cantidad de residuos que se generaban en el semestre 2018-1, se han liberado recursos financieros gracias al ahorro en el gasto de agua, ya que ha disminuido en promedio un 10% con respecto al 2018, y a la disminución de los gastos generales para manejo de residuos ya que han disminuido en un 20%.

VALIDACIÓN

Ejemplos de que los beneficiarios reconocen los resultados y la importancia de estas prácticas son las siguientes:

Se ha conformado un Comité de sustentabilidad en el Campus, el cual lo integran estudiantes, profesores y personal administrativo, con la finalidad de continuar con trabajos relacionados con la sustentabilidad y dar seguimiento a las prácticas de economía circular ya implementadas.

Un grupo de estudiantes de la Escuela de Bachilleres bajo el programa de Voluntariado UAQ, ha compartido la experiencia de las prácticas de economía circular en el Campus, en la Secundaria General Sierra Gorda, en el mes de noviembre, y se continuará con las demás escuelas de la cabecera municipal, la trascendencia esta iniciativa de los estudiantes radica en apropiarse el fomento de la reutilización, reciclado, el cuidado del agua y el uso eficiente de energía., ello también se demuestra en los proyectos emprendidos en el 2019, como lo es una eco-área de estudio y baños secos, ambos utilizaron en su construcción o equipamiento materiales reutilizados, lámparas con energía solar, y específicamente la eco-área de estudio adopta un sistema de captación de agua de lluvia, un pizarrón para usar gis y libros de lectura donados por la comunidad universitaria, proyectos que desarrollaron con financiamiento FOPER.

Por su parte, el personal de intendencia y mantenimiento, han expresado la importancia de las prácticas de economía circular para la eficiencia de su labor, pero sobre todo para la optimización de los recursos de la universidad, lo cual también es avalado por la coordinación del Campus y coordinadores académicos, quienes desde sus facultades promueven el seguimiento y emprendimiento de nuevas prácticas.

IMPACTO

En cuanto a la generación de residuos se ha bajado, se estima que se redujo en aproximadamente un 50% del último año a la fecha, cabe mencionar que al inicio del proyecto no se contempló la medición de los residuos, ya en los semestres 20019-1 y lo que va del 2019-2, se realizan mediciones eventuales durante una semana como lo establece la Norma Mexicana NMX-AA-15-1985, a continuación se presentan el promedio diario de generación de residuos per cápita.

RESIDUO	2018-2*	2019-1	2019-2	PERCÁPITA	PERCAPITA
----------------	----------------	---------------	---------------	------------------	------------------

				2019-1	2019-1
PET	6.47	2.49	1.4	0.0058	0.0024
TAPITAS	0.00	0.30	0.1	0.0007	0.0002
ALUMINIO	0.38	0.05	0.16	0.0001	0.0003
PAPEL Y CARTÓN	2.04	2.51	0.55	0.0058	0.0010
VIDRIO	6.35	1.33	1.21	0.0031	0.0021
GENERAL	11.26	6.05	8.33	0.0141	0.0145
ORGÁNICO	0.00	0.60	0.83	0.0014	0.0014
TOTAL	26.50	13.33	12.58	0.0311	0.0219

Tabla 1. Medición de residuos (diario) por semestre y per cápita (elaboración propia).

En el semestre 2018-2 la comunidad universitaria ascendía 470, en 2019-1 a 429 y actualmente (semestre 2019-2) a 575, es decir de 2018-2 a 2019-2 aumentó un 22% la comunidad universitaria.

Pese a que la comunidad universitaria ha crecido, el gasto de agua se ha hasta disminuido como se puede apreciar en la gráfica del historial de consumo del recibo de agua de la Comisión Estatal de Aguas (CEA, 2019), se considera que es gracias a la implementación del sistema de riego solar.



Ilustración 2. Gráfica de consumo de agua del Campus, recibo de agua del mes de septiembre 2019, CEA.

Además de lo anterior, actualmente no se compra tierra de ningún tipo para los árboles frutales y ornamentales, ya que se usa la composta de los residuos orgánicos.

El gasto en bolsas para manejo de residuos ha disminuido dada la disminución de residuos, con anterioridad se compraban cada mes dos 6 kg de bolsas, actualmente se compra la misma cantidad cada tres meses.

Existe una mayor sensibilidad por parte de la comunidad universitaria en cuanto a reutilización y aprovechamiento de residuos, se puede constatar en la participación con ocho proyectos de la convocatoria de Fondos Especiales de Rectoría (FOPER), de los cuáles aprobaron 3: Eco-Área verde con sillones y mesas a base de tarimas (reusadas), baños secos para áreas deportivas (cuidado y eficiencia en el uso de agua), y generación de huertos orgánicos.

FACTORES DE ÉXITO

La generación de residuos ha disminuido en el Campus, por el uso de platos y vasos de múltiple uso por parte de los proveedores de alimentos dentro del Campus. Uso de vasos de más de un uso, con la reapertura del bebedero.

Reutilización y aprovechamiento de residuos inorgánicos. En el caso del papel o periódico, se ha utilizado para la elaboración de persianas para las aulas. Los residuos reciclables como el PET, aluminio y cartón se venden en una recicladora, la cantidad que se obtiene se usa para comprar material de limpieza, además, cierta cantidad de PET se conserva para el sistema de riego solar para árboles frutales y plantas ornamentales. El riego solar se coloca entre 10 y 15 cm, de la planta; es a base de dos botellas, una como base (la cuál contendrá el agua) y otra de mayor tamaño que arrojara a la primera, esto hará que con las altas temperaturas de la zona se evapore pero al estar totalmente cerrada, el vapor se condensará y caerá a la tierra humedeciendo la planta.

Aprovechamiento de residuos orgánicos. Los residuos orgánicos se depositan en pequeñas fosas las cuales se cubre el residuo diariamente, lo que evita mal olor, posteriormente ésta tierra se usa para los árboles frutales y plantas ornamentales.

Apoyo a causas sociales. En el caso de las tapitas de PET, se entregan al Banco de Tapitas, a fin de apoyar a niños con cáncer.

Mayor responsabilidad social y universitaria. Cada vez se presentan más actividades relacionadas con la disminución de residuos, por ejemplo la facultad de contaduría y administración en cada edición de su semana identidad provee un vaso cilíndrico a cada uno de sus estudiantes, por su parte la facultad de enfermería adoptó un dispensador de agua, lo ha ubicado en la clínica ENSAIN y allí los estudiantes pueden rellenar sus vasos a un costo menor que si se comprara una botella.

Emprendimientos sustentables. Los estudiantes al realizar acciones de emprendimiento usan empaques de materiales reciclables y reutilizables.

Nuevos proyectos sustentables. Además de lo anterior en el último año, también se han emprendido más acciones sustentables, por ejemplo un aula con energía limpia y huertos en cajas de madera, en proceso también se encuentra un eco-área de estudio y baños secos para las áreas deportivas.

Se promueve el trabajo colaborativo. La cooperación y el trabajo en equipo se fomentan con este tipo de prácticas.

Liberación de recursos financieros. En el momento que se reducen ciertos gastos y se genera un ingreso extra por la venta de residuos, la administración puede dar atención a otras necesidades.



Ilustración 3. Prácticas emprendidas de economía circular (elaboración propia).

LIMITACIONES

La principal limitación que se ha tenido es la resistencia a salir del salón para clasificar los residuos en los contenedores indicados.

Para asegurar la devolución de vasos a los proveedores de alimentos, se pide una credencial o una cuota (\$20.00) a los estudiantes, las primeras dos semanas fue un poco complicado para los estudiantes pero al ser una necesidad básica el alimentarse, pronto acataron los lineamientos propuestos.

El Campus es la única institución en la región que hace la separación en una clasificación más específica (hasta 6 contenedores), por lo que a quienes les cuesta a mayor trabajo es a los visitantes.

APRENDIZAJES SIGNIFICATIVOS.

Es más fácil sensibilizar a los estudiantes de nuevo ingreso que a los estudiantes con más antigüedad en el Campus.

La sensibilización sobre este tema ha hecho que la comunidad universitaria se interese más por los temas de sustentabilidad.

Se ha aprendido a valorar el trabajo del personal de intendencia, inclusive se planea el día del intendente por parte de los estudiantes.

Comunidad universitaria más comprometida con las prácticas sustentables.

ELEMENTOS DE SUSTENTABILIDAD

Institucionales. A nivel institucional coadyuva al cumplimiento de la misión de la Universidad en su “búsqueda del desarrollo sustentable”, además, desde el 2012, el Plan de Gran Visión-UAQ 2045, en su política 9, propone “Transitar hacia la sustentabilidad de los ámbitos universitario y social” (PGV 2015-2045, 2015), en el Plan Institucional de Desarrollo 2015-2018 (PIDE, 2014) de la Universidad reconoce al Campus como “Campus Sustentable”, En 2018, el Campus recibió el reconocimiento de Escuela Sustentable por la SEMARNAT por las acciones realizadas en el cuidado del agua, uso de energía limpia, manejo de residuos, huertos orgánicos, ente otros, estando al frente por 5 años el Centro de Apoyo

Comunitario (CEACOM) y a partir de enero de 2018 la Coordinación general del Campus y el Centro de Investigación para la Sustentabilidad en la Sierra Gorda (CIVS).

Sociales. Los ciudadanos y otras instituciones que visitan el Campus Universitario, deben seguir las políticas establecidas, por lo que se promueve una cultura sustentable, igualmente, se propicia, el consumo sostenible y responsable. Conjuntamente las prácticas de economía circular propician la disminución de riesgos de salud.

Ambientales. Al establecerse como área natural protegida la Reserva de la Biósfera, tanto como ciudadanos y más aún como universitarios tenemos la obligación de preservar en las mejores condiciones nuestro ambiente, este compromiso ha permitido un lugar a la Universidad en el Consejo de la Reserva de la Biosfera desde 2018, además, el Campus es el representante de las instituciones educativas de toda la reserva. El Campus participa y fomenta proyectos ambientales a favor de la Reserva. La réplica de ésta práctica contribuye a mitigar desafíos globales como el cambio climático al disminuir las emisiones de metano asociadas al manejo de residuos sólidos.

Económicos. Más allá de generar menos residuos, el uso de productos de múltiples uso, implica un ahorro por parte de los proveedores de alimentos, menor gasto en bolsas para manejo de residuos, ahorro también para la comunidad universitaria al rellenar sus vasos (cilindros, tazas), así mismo, reutilización de materiales para otras actividades y productos y por último beneficios económicos por la venta de residuos reciclables.

RÉPLICA

Las prácticas de economía circular del Campus, ha atraído la atención a más instituciones de educación en la Reserva, el Campus ha presentado en diferentes reuniones tanto del sector educativo como instituciones de los cuatro municipios Serranos (Pinal de Amoles, Arroyo Seco, Landa de Matamoros y Jalpan de Serra) las practicas realizadas, actualmente ya hay escuelas replicando esta prácticas a partir de nuestra experiencia, por lo que ahora se trabaja en un proyecto específico con escuelas de educación básica, específicamente secundarias de la zona, además, de se busca la conformación de una red de Escuelas Sustentables de la Reserva de la Biósfera por medio de la Gestión del Conocimiento.

CONCLUSIONES

La conclusión se deberá desarrollar a partir de la descripción de los impactos y utilidad de la buena práctica. De ser posible, utilizar evidencias.

Actualmente las Instituciones de Educación Superior se ven enfrentados a nuevos retos y a mantener una misión y visión que les permita un eficiente aprovechamiento de sus recursos cumpliendo con sus funciones básicas como la docencia, investigación, vinculación y extensión, respondiendo a las necesidades de su entorno, es entonces cuando la puesta en práctica de la economía circular sirve como medio, al ser un enfoque responsable que permite a las instituciones lograr sus objetivos de forma sostenible. Además, las prácticas de economía circular permiten la inclusión de sectores que en el contexto del desarrollo político y económico de la región no tenían cabida.

La experiencia en las prácticas de economía circular, ha permitido que la comunidad universitaria muestra interés en participar en actividades y generación de proyectos sustentables, un acentuado interés por valorar lo que se tiene, cuidarlo y preservarlo para futuras generaciones, además, refleja una empatía humana, mediante el trabajo colaborativo por medio de equipos multidisciplinarios, profesa en su actuar valores y una sólida identidad con la responsabilidad social universitaria, a la vez que aumenta la generación y la proliferación de este tipo de conductas y prácticas.

EVIDENCIAS DE LA BUENA PRÁCTICA

En redes sociales como Facebook del Campus, facultades y escuela de Bachilleres, se encuentra la evidencia de ésta práctica, además de difundirse dentro de la universidad en los tableros y en los grupos específicos del Campus.

Separación de residuos video (YouTube):

https://www.youtube.com/watch?v=lqxqA_nxTkUyt=10s

Pláticas con estudiantes de nuevo ingreso de preparatoria.

<https://www.facebook.com/bachilleratojalpan/photos/pcb.2405696429673809/2405696256340493/?type=3ytheater>

Etiquetas en cada contenedor:



Ilustración 4. Separadores de basura

Entrega de tapitas (Facebook)

https://www.facebook.com/search/top/?q=Rosy%20Coria%20tapitasyepa=SEARCH_BOX

Informe de Actividades 2018-2.

https://docs.google.com/presentation/d/13NSiDnimEF9TCcaz7_mVH1jGmx1UR2EENyTOAk7pcXq/edit?usp=sharing

Informe de actividades 2019-1.

https://docs.google.com/presentation/d/1EVYLiB5-4VRpNaExuU7QF1D37KpxzTKAG_Y1WvUUFfY/edit?usp=sharing

Además de la evidencia que se encuentra en las anteriores direcciones, se agrega a este documento la presente evidencia:

Contenedores en áreas administrativas. Al igual que en las aulas, en las oficinas administrativas o áreas de servicios universitarios como biblioteca, centros de cómputo y tecnocentro de idiomas, se quitaron los contenedores, y se colocaron módulos en el exterior.

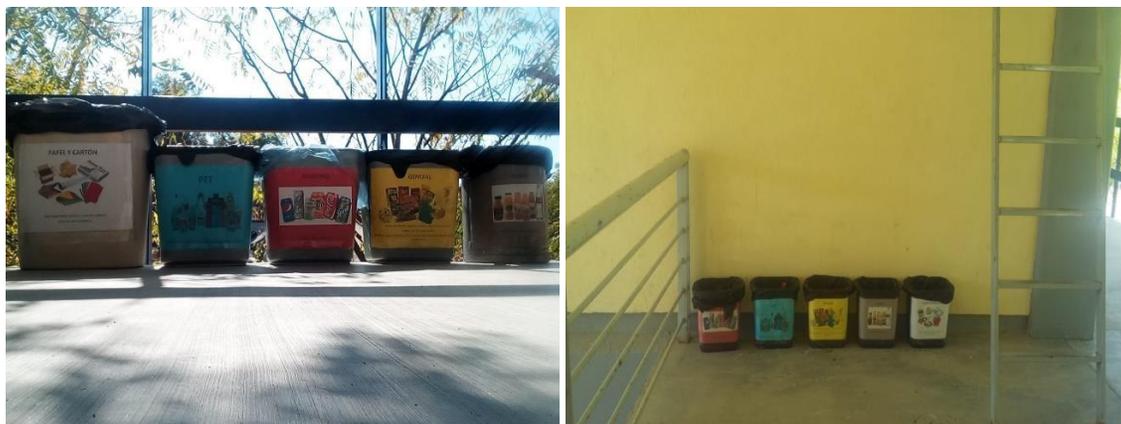


Ilustración 5. Contenedores de áreas Administrativas y áreas de servicios universitarios

En la aulas de clase no hay contenedores de residuos, todo residuo generado se tiene que depositar en los módulos externos, el Campus cuenta con 8 módulos, compuestos por siete contenedores, uno de residuos orgánicos, cinco de residuos inorgánicos reciclables: PET, Vidrio, papel y cartón, tapitas y aluminio; y residuos inorgánicos (general).



Ilustración 6. Contenedores de en exterior

La comunidad universitaria deposita los residuos orgánicos en el contenedor, posteriormente el personal de intendencia lo lleva a los depósitos definidos para el inicio de compostaje por parte del personal de jardinería.



Ilustración 7. Depósitos de residuos orgánicos para generación de Composta

Una vez realizada la composta, se usa para plantas ornamentales y árboles frutales dentro del Campus, a partir de ésta práctica ya no es necesaria la adquisición de tierras especiales, así mismo, se ha detectado la disminución de plagas en plantas.



Ilustración 8. Comporta para árboles frutales y plantas ornamentales a partir de manejo de residuos orgánicos

Las tapitas recolectadas de las botellas de PET, se entregan al Banco de Tapitas en apoyo de niños con Cáncer.



Ilustración 10. Reactivación del bebedero colocando nuevos filtros

Parte del PET recolectado se usa para implementar sistemas de riego solar, que por las altas temperaturas de la zona resulta ser idóneo para eficientar el gasto de agua.



Ilustración 11. Uso de botellas de PET para sistema de riego solar

También se llevan a cabo prácticas para promover el intercambio de bienes entre la comunidad universitaria, a mitad de semestre se realiza esta actividad participando todas las facultades y la escuela de bachilleres.



Ilustración 12. Trueque universitario. Intercambio de libros, ropa, equipos, utensilios etc. entre la comunidad universitaria.

Se ha buscado reusar materiales, tanto como decoración como para necesidades básicas para el desarrollo de la academia como lo son las persianas a base de papel periódico, resultado de residuos por convocatoria de carros alegóricos como parte de los festejos de aniversario del Campus.



Ilustración 13. Reutilización y aprovechamiento de residuos. Elaboración de persianas a base de periódico para aulas.

Desarrollo y difusión de campañas de uso responsable de equipos en áreas de cómputo, aulas, oficinas administrativas, así como, de uso de bebedero y manejo de residuos generados en baños.



Ilustración 14. Campañas de uso responsable de equipos y bebedero

Para poder realizar las actividades se realizaron pláticas dirigidas a toda la comunidad universitaria, de tal manera que la adopción fuese lo más amena posible, éstas pláticas han sido al inicio del proyecto, luego de refuerzo al empezar cada semestre y de seguimiento a medio semestre.

Buscan primero sensibilizar a la comunidad universitaria y luego lograr una identidad con el proyecto hasta que lo repliquen en sus casas, trabajos y en cualquier parte donde se encuentre un universitario.



Ilustración 15. Pláticas para capacitar a los estudiantes en las prácticas de economía circular.

REFERENCIAS

Cortinas, C. (2019). *Responsabilidad en la Prevención y manejo integral de residuos*. Querétaro, México: Dra. Ma. Cristina Cortinas Durán. Recuperado de <https://cristinacortinas.org/sustentabilidad/perspectivas-particulares-de-economia-circular/>

Barrón, M. y Montoya, R. (2012). *Diagnóstico Regional de la Sierra Gorda*, Jalpan de Serra, México.

Rocha A. (2017), *Informe Centro de Apoyo Comunitario (CEACOM)*, Jalpan de Serra, México.

Universidad Autónoma de Querétaro. (2019). *Misión*. Recuperado de <https://www.uaq.mx/index.php/conocenos/sobre-la/mision>.

Universidad Autónoma de Querétaro. (2018). *Informe de Actividades 2018-2*. Recuperado de https://docs.google.com/presentation/d/13NSiDnimEF9TCcaz7_mVH1jGmx1UR2EENyTOAk7pcXg/edit?usp=sharing

Universidad Autónoma de Querétaro. (2018). *Informe de Actividades 2019-1*. Recuperado de https://docs.google.com/presentation/d/1EVYLiB5-4VRpNaExuU7QF1D37KpxzTKAG_Y1WvUUFfY/edit?usp=sharing

Universidad Autónoma de Querétaro. (2014). *Plan Institucional de Desarrollo, 2013-2015*.

UAQ, México. Recuperado de https://www.uaq.mx/planeacion/pide/PIDE_UAQ_2015-2018.pdf

Universidad Autónoma de Querétaro. (2015). *Plan de Gran Visión, 2015-2045*. UAQ, México. Recueprado de https://www.uaq.mx/planeacion/pide/PGV_UAQ_2015-2045.pdf

JARDINES PARA POLINIZADORES, UN ESPACIO PARA LA RECREACIÓN Y LA CONSERVACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.

Reporte de Buenas Prácticas

OSCAR RICARDO GARCÍA RUBIO,
MARÍA TERESA ZAMORANO SÁMANO Y DIANA PATRICIA GARCÍA TELLO
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO. FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

RESUMEN

Uno de los servicios ecosistémicos más importantes para el hombre es el de la polinización. Sus beneficios directos al hombre se pueden tasar económicamente en billones de dólares al año, pero además tiene beneficios no determinados para mantener el balance de los ecosistemas. Por ello, con el fin de contribuir a reestablecer este servicio, se ha implementado la construcción de jardines para polinizadores en áreas donde la degradación y fragmentación del hábitat es elevada. Aquí se presenta una experiencia en el montaje de un jardín para polinizadores en el campus universitario, que persigue dos fines, el primero es contribuir con el restablecimiento del servicio ecosistémico de la polinización, y el segundo es coadyuvar a la adquisición de la cultura cívica y el cuidado del ambiente. Tras la construcción del jardín se registró un aumento del 166 % en la visita de polinizadores de diferentes taxones. Por otro lado, se debe destacar el proceso de gestión que permitió, por un lado, conseguir los recursos financieros y humanos para la planeación y construcción del área verde, donde destaca la participación del Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza (WWF). Por otro lado, se logró aglutinar los esfuerzos de diferentes actores (estudiantes, profesores, administrativos y personal auxiliar) que trabajaron en conjunto para alcanzar un objetivo común, con un impacto palpable para toda la comunidad universitaria.

Palabras clave: Conservación, Especies nativas, Polinizadores.

El jardín se concibió para construirse durante la 5ª Semana de la Educación Social, que fue organizada por las Licenciaturas de Innovación y Gestión Educativa, Geografía Ambiental, Ciencias de la Seguridad y Desarrollo Humano para la Sustentabilidad. La planeación se inició el 3 de octubre de 2019, y su construcción tuvo lugar entre el 13 y el 18 de octubre de 2019. Cabe señalar que el mantenimiento del jardín será permanente y estará a cargo de la Licenciatura de Geografía Ambiental y la administración del Campus Aeropuerto.

OBJETIVO

Proporcionar un espacio amigable con el ambiente que, además de cumplir con una función recreativa y de esparcimiento para los usuarios, logre contribuir al conocimiento y concientización sobre la importancia de la conservación del servicio eco sistémico de la polinización.

INTRODUCCIÓN

La polinización se considera como un servicio ambiental esencial para la producción de las cosechas (Morales *et al.*, 2017); ya que es responsable del rendimiento de aproximadamente dos tercios de los cultivos del mundo (Sapir *et al.*, 2015). De hecho, actualmente, 87 de los cultivos más importantes dependen de la polinización (van der Sluijs y Vaage, 2016). Otras especies vegetales que proveen de fibras, biocombustibles, madera, fitoquímicos, forrajes, etc. también dependen de la polinización por insectos (van der Sluijs y Vaage, 2016). Sin embargo, el beneficio de este fenómeno no es exclusivo del hombre, la resiliencia de los sistemas naturales también necesita de este proceso, puesto que el transporte de polen por animales ha evolucionado desde hace más de 99 millones de años (Bao *et al.*, 2019).

Se estima que existen más de 200,000 especies animales que polinizan a las plantas con flor (NRCS, 2005). Empero, durante el siglo XX, una cantidad considerable de polinizadores ha disminuido en varias regiones del mundo (David *et al.*, 2019). Esta “crisis de los polinizadores” amenaza la seguridad alimentaria local y global, y podría empeorar los problemas del hambre, así como disminuir la resiliencia de los ecosistemas (van der Sluijs y Vaage, 2016). Las razones de la pérdida de polinizadores son varias, pero las que posiblemente contribuyen en mayor medida son la fragmentación del hábitat (Xiao *et al.*, 2016) y la presencia de especies invasoras (Morales *et al.*, 2017). Sin embargo, muchos investigadores consideran que el cambio climático es el fenómeno que potencialmente más incidirá en la disminución de la diversidad de los polinizadores en los siguientes años (Abrol, 2012; Shivanna, 2019).

Ante esta crisis, a nivel mundial se ha implementado la estrategia de instalar estaciones de ayuda para los polinizadores, estos jardines tienen la finalidad de atraer a los polinizadores nativos. Con el objetivo de acrecentar una red de hábitats adecuados para los polinizadores, se han plantado muchos jardines en las áreas urbanas (Rollings y Goulson, 2019), donde se

emplean especies nativas y exóticas. Sin embargo, a pesar de la amplia variedad de plantas con flor disponibles, son escasas las evidencias sobre qué plantas son realmente más atractivas y útiles para los insectos que las visitan (Rollings y Goulson, 2019).

Cabe señalar que dentro de la matriz urbana, estos espacios no solo deben de contribuir a la conservación de los polinizadores, además deben de ser espacios públicos que puedan ser aprovechados por la comunidad para su descanso y esparcimiento. Por ello, es importante que el diseño del jardín sea atractivo para los visitantes, y que encuentren en él un área de relajación.

Existe relativamente poco conocimiento sobre los requisitos ecológicos de los polinizadores y plantas, y sobre la respuesta de las poblaciones y las comunidades a los cambios en el uso de la tierra (Sapir *et al.*, 2015). Por ello, es importante contar con protocolos de largo plazo que permitan evaluar la respuesta de los polinizadores a los cambios de uso de suelo y fragmentación del hábitat.

Es evidente, la necesidad de tener datos más precisos sobre las interacciones entre plantas y polinizadores para determinar, local o regionalmente, que especies ornamentales son más atractivas para estos organismos. Por lo anterior, este proyecto persiguió dos fines, 1) Construir un jardín para atraer polinizadores, empleando plantas nativas de México, que represente un sitio atractivo para el esparcimiento y descanso de los usuarios; y, 2) registrar la visitación de los polinizadores a las diferentes especies de plantas que conforman el jardín, con la intención de contribuir al conocimiento de la ecología de las interacciones planta-polinizador dentro de una matriz urbana.

Este proyecto fue posible gracias al trabajo conjunto entre la WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza), Ecosistémica A. C. y la Licenciatura en Geografía Ambiental, quienes aportaron recursos materiales y humanos para la consecución del proyecto. El jardín se instaló dentro del Campus Aeropuerto de la Universidad Autónoma de Querétaro.

BENEFICIARIOS

Este proyecto beneficia a la población de estudiantes (1,857), profesores (310), administrativos y auxiliares (41) del campus aeropuerto.

ENFOQUE METODOLÓGICO

La construcción y mantenimiento de un área verde involucra varios actores, su participación e involucramiento aumentará el éxito del mantenimiento del área verde.

El primer paso es la gestión con la instancia receptora del jardín, con quien se debe de garantizar el mantenimiento. En este caso se gestionó un mantenimiento mixto; la administración del campus va a proporcionar el riego, mientras que la Sociedad de Estudiantes de la Licenciatura de Geografía Ambiental se va a encargar del deshierbe, abono del suelo, la poda y mantenimiento preventivo del jardín.

Posteriormente, se definió el tamaño del jardín en base al presupuesto para la compra de las plantas. Se decidió hacer un diseño concéntrico con un elemento central que forma las letras GA (Geografía Ambiental), empleando para este último exclusivamente plantas crasuláceas. A partir de él, se construyeron dos jardineras que rodean este primer plano, cada una con diferentes especies. La selección de estas especies se hizo con la idea de que el jardín siempre presente especies en floración, así que se revisaron los calendarios fenológicos de varias especies, y se seleccionó una mezcla de especies que presentara flores la mayor parte del año.

Cabe señalar que la selección de las especies, para la mayoría de los jardines urbanos, toma en cuenta a una enorme variedad de especies exóticas, y casi no se emplean especies nativas. El diseño ideal debería considerar plantas nativas de las áreas naturales adyacentes; sin embargo, esta información es escasa o nula para muchas de las regiones de México. Por ello, para este jardín se adquirieron especies nativas de México, con la idea de desalentar el uso de exóticas (e.g. Bengala, Lantana, Mirto, Muicle, Salvia, Toronjil Tronadora y Velo de novia).

VALIDACIÓN

Se revegetó un área de 72 m². La diferencia en la visitación de organismos polinizadores antes y después de la instalación del jardín es de 166%.

El sitio ahora luce más atractivo, con lo que se reciben un mayor número de visitantes que disfrutan viendo las aves o las mariposas, ya que son los grupos de organismos más vistosos y atractivos.

IMPACTO

El proyecto generó dos impactos, uno directo, que fue el aumento de polinizadores; y otro indirecto, que es el bienestar paisajístico para los usuarios del campus.

Para evaluar el primero, antes de la construcción del jardín se determinó la afluencia de insectos polinizadores, con la finalidad de poder tasar si la selección de plantas aumenta la diversidad de polinizadores en general. Inicialmente, se contabilizaron siete especies de polinizadores. Tras dos meses de instalado el jardín se han detectado 23 especies de insectos (incluyen polinizadores y depredadores), y tres especies de aves (dos especies de colibríes y un chipe).

FACTORES DE ÉXITO

La alianza de trabajo que se ha establecido entre la Licenciatura de Geografía Ambiental, la WWF y Ecosistémica A. C., permitió la gestión del recurso para la adquisición de las plantas. Este aporte inicial de recursos coadyuvó a que la Rectoría de la Universidad Autónoma de Querétaro también donara 300 plantas crasuláceas empleadas en la construcción del jardín.

La construcción del jardín fue posible gracias al impulso de los organizadores de la 5^{ta} Semana de la Educación Social del Campus Aeropuerto; quienes gestionaron la intervención de diversos actores para los trabajos de limpieza del terreno, transporte de las plantas, cuidados previos de las mismas, siembra y riego del jardín; además, proporcionaron las herramientas necesarias para los trabajos. En su construcción cooperaron estudiantes y profesores de las licenciaturas de Geografía Ambiental, Nanotecnología, Lenguas y Letras, Microbiología, Licenciatura de Innovación y Gestión Educativa, de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas y del Doctorado en Ciencias Biológicas.

Finalmente, la gestión previa para garantizar el cuidado a largo plazo del jardín fue fundamental. Para que, en este caso, la administración del campus se encargara del cuidado de las áreas verdes y su riego, mientras que la sociedad de alumnos de Geografía Ambiental estuviera a cargo del cuidado del jardín, así como de su mantenimiento preventivo y modificaciones posteriores.

LIMITACIONES

La selección y asignación del espacio donde se construyó el jardín. La administración del campus nos indicó el lugar donde podíamos proceder a la construcción del jardín. Pero es una decisión complicada al no existir un programa de crecimiento a largo plazo de las infraestructuras de las diferentes Facultades dentro del campus.

APRENDIZAJES SIGNIFICATIVOS

La instalación de un jardín de esta naturaleza debe de considerar el mantenimiento permanente (poda, eliminación de malezas, riego, abonado, etc.). En este sentido, la gestión con los receptores del jardín es una tarea previa fundamental que se debe considerar para aumentar el porcentaje de éxito de este tipo de proyectos.

ELEMENTOS DE SUSTENTABILIDAD

Esta buena práctica incide directamente en el restablecimiento del servicio ambiental de la polinización para el área, al proporcionar los recursos para las especies polinizadoras de diversos grupos taxonómicos. En menor medida contribuyen con la generación de O₂ y al el secuestro de CO₂.

RÉPLICA

La experiencia es replicable en diferentes sitios públicos e instituciones. Actualmente, la Facultad de Filosofía y Letras del Campus Aeropuerto ha solicitado asesoría para instalar un jardín para polinizadores en sus áreas verdes. De igual forma, el Liceo Canadiense de Querétaro pidió la intervención del grupo organizador para la instalación de otro jardín en sus instalaciones.

Además, ya se han instalado tres jardines más, uno en la escuela rural Telesecundaria Abraham González, en San Ildefonso, que fue instalado con la ayuda de la Escuela John F. Kennedy de Querétaro. Un segundo jardín se instaló en el parque Querétaro 2000; y un tercero, en el parque de Carretas, ambos ahora a cargo del municipio.

CONCLUSIONES

El montaje de los jardines para polinizadores es una actividad que ayuda a mantener el servicio eco sistémico de la polinización. Tras la instalación del jardín, se registró un aumento considerable de insectos y aves polinizadoras, además se registró la presencia de insectos depredadores (e.g. Mantis).

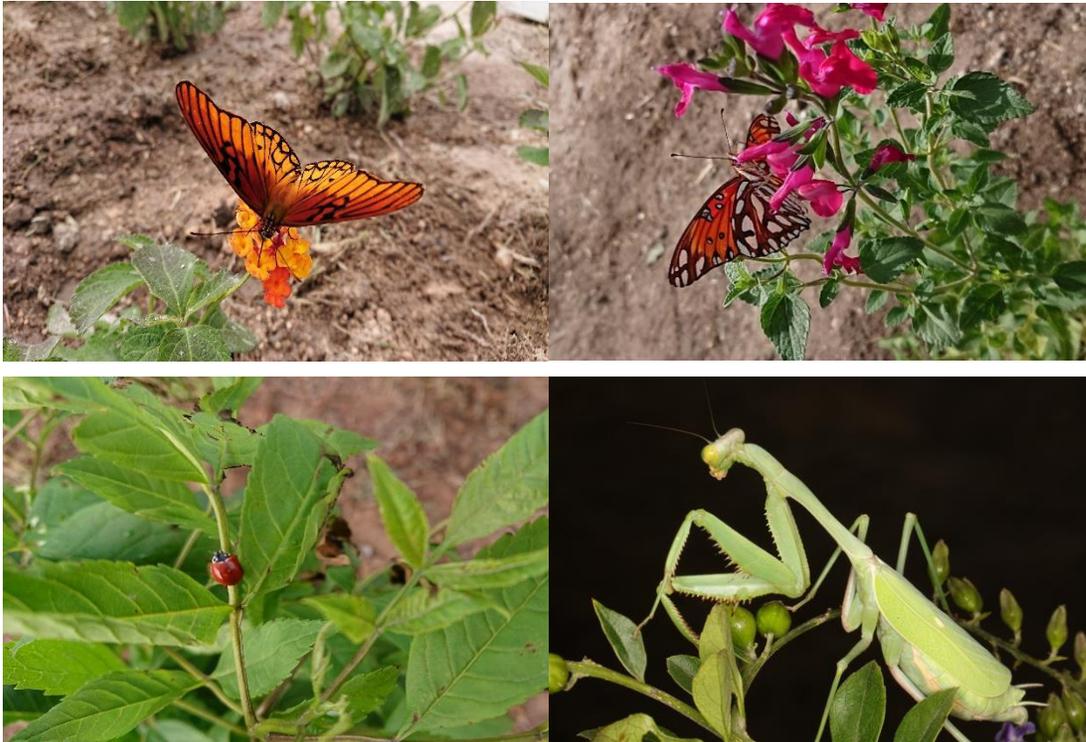
Esta actividad logró incentivar a los estudiantes y profesores de diferentes licenciaturas para conjuntar sus esfuerzos de trabajo con el objetivo de alcanzar un bien común. Este tipo de actividades promueve la responsabilidad social, el cuidado del medio ambiente y la convivencia entre estudiantes de diferentes áreas de conocimiento y del personal administrativo y auxiliar del campus.

EVIDENCIAS DE LA BUENA PRÁCTICA

A continuación se muestran algunas de las imágenes de la construcción del jardín (figuras 1-4). También se incluyen algunos de los polinizadores y sus depredadores que han llegado al lugar (figuras 5-8).



Figuras 1-4. Arriba, delimitación del área; deshierbe y limpieza. Abajo, acomodo de las plantas y siembra; jardín concluido.



Figuras 5-8. Arriba, mariposas visitando el jardín. Abajo, Catarina y mantis religiosa.

REFERENCIAS

- Abrol D. P. (2012). *Climate Change and Pollinators*. En: *Pollination Biology*. Springer, Dordrecht.
- Bao T., Wang B., Li J. y Dilcher D. (2019). Pollination of Cretaceous flowers. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116 (49): 201916186.
- David, T. I., Storkey, J. y Stevens, C. J. (2019). Understanding how changing soil nitrogen affects plant–pollinator interactions. *Arthropod-Plant Interactions*, 13: 671.
- Morales C. L., Sáez A., Garibaldi L. A. y Aizen M. A. (2017). *Disruption of Pollination Services by Invasive Pollinator Species*. En: Vilà M., Hulme P. (eds) *Impact of Biological Invasions on Ecosystem Services*. *Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology*, Vol. 12. Springer, Cham.
- NRCS Wildlife Habitat Management Institute (2005). Native pollinators. *Fish and Wildlife Habitat Management Leaflet*, 34: 1-10.

- Rollings, R. y Goulson, D. (2019). Quantifying the attractiveness of garden flowers for pollinators. *Journal Insect Conservation*, 23, 803-817.
- Sapir Y., Dorchin A. y Mandelik Y. (2015). *Indicators of Pollinator Decline and Pollen Limitation*. En: Armon R., Hänninen O. (eds) Environmental Indicators. Springer, Dordrecht.
- Shivanna K. R. (2019). *The 'Sixth Mass Extinction Crisis' and Its Impact on Flowering Plants*. En: Ramawat K. (eds) Biodiversity and Chemotaxonomy. Sustainable Development and Biodiversity, Vol. 24. Springer, Cham.
- Van der Sluijs, y J. P. y Vaage, N. S. (2016). Pollinators and Global Food Security: the Need for Holistic Global Stewardship. *Food Ethics*, 1, 75-91.
- Xiao, Y., Li, X., Cao, Y. y Dong M. (2016). The diverse effects of habitat fragmentation on plant–pollinator interactions. *Plant Ecology*, 217, 857-868.

MANEJO SUSTENTABLE DEL PAISAJE UNIVERSITARIO: HUERTOS COMESTIBLES, JARDINES MEDICINALES Y BOSQUES.

Reporte de Buenas Prácticas

KARLA NICOL HERNÁNDEZ PUENTE
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERÉTARO. CAMPUS AMEALCO

La intervención de los espacios universitarios a partir de un enfoque de sustentabilidad a través del establecimiento de huertos, jardines y reforestaciones comenzó en el 2014 y actualmente continúa su gestión, aprovechamiento y mantenimiento.

RESUMEN

La intervención de los espacios universitarios a partir de un enfoque de sustentabilidad a través del establecimiento de huertos, jardines y reforestaciones. Dicha práctica se generó a partir de la necesidad del uso de los espacios entre los edificios universitarios para poder tener especies nativas de la región, que, además de dar un mejor aspecto a la institución, también pueden representar un laboratorio vivo de experiencias significativas para los estudiantes y profesores que habitamos el campus en diferentes dimensiones de la sustentabilidad que va de lo social, artístico, cultural, técnico hasta económico al disminuir los costos de adquisición de los materia ahí generada por ejemplo para la generación de medicamento natural usada por toda la comunidad universitaria o bien para originar los árboles que a su vez generan la biomasa necesaria para la regeneración del suelo en los lugares erosionados del paisaje universitario.

Palabras clave Jardines medicinales, manejo de paisaje, reforestaciones

El manejo del paisaje universitario fue gestionado en un inicio por la coordinación general de la UAQ campus Amealco, el área de producción forestal y medicinal de la facultad de ingeniería (vivero) con la colaboración de estudiantes de la licenciatura en ingeniería agroindustrial (materia de plantas medicinales y materia de ingeniería ambiental) y de la licenciatura en desarrollo local (línea terminal en agroecología y taller de introducción a la permacultura), con el apoyo fundamental del personal de mantenimiento del campus.

OBJETIVO

Nuestro objetivo es la formación de los estudiantes a partir de experiencias de manejo de la biodiversidad alimenticia, medicinal y forestal en el campus, desde la producción, establecimiento, mantenimiento hasta su aprovechamiento y procesamiento, y al mismo tiempo aprovechar las múltiples funciones de dicha biodiversidad (conservación de suelo, servicio a polinizadores, valor estético) en un contexto de sustentabilidad ambiental y de respuesta a necesidades sociales de la comunidad.

LUGAR

Instalaciones del Campus Amealco, Universidad Autónoma de Querétaro.

INTRODUCCIÓN

Si bien la universidad fue edificada junto a un pequeño bosque de cedros y pinos antiguos y junto a un arroyo intermitente, el paisaje universitario estaba caracterizado por la falta de vegetación alrededor sobretodo del área de edificios. Con el tiempo, fueron plantadas especies con fines únicamente ornamentales. Desde el 2014, comenzamos a reforestar el campus con árboles multipropósito producidos en el vivero forestal de la facultad de ingeniería del mismo campus, sobre todo con especies de pino, fresno y encino, así como algunas especies de árboles frutales. Otra problemática es que no había material vegetal para la mayoría de las prácticas de las materias del área de biología y de agroecología en las carreras de ingeniería agroindustrial y de desarrollo local. Además, el botiquín médico era deficiente y no cubría las necesidades básicas de los estudiantes aun cuando existían plantas medicinales silvestres dentro del área del campus, no eran utilizadas como remedios. Por otra parte, tanto escuelas como ejidos y población en general solicitaban a la universidad árboles aclimatados para hacer sus reforestaciones.

GRUPOS PARTICIPANTES INTERNOS Y EXTERNOS.

- Vivero forestal y medicinal de la facultad de Ingeniería
- Coordinación y estudiantes de la licenciatura en ingeniería agroindustrial
- Coordinación y estudiantes de la licenciatura en desarrollo local
- Coordinación general del campus

-Dirección de innovación y creatividad cultural

-Laboratorio de Imagen

-USEBEQ (convenio con la universidad)

-Ejido de Huimilpan

BENEFICIARIOS

-La comunidad universitaria: estudiantes formados en temas ambientales, docentes, y trabajadores

-La biodiversidad de fauna local asociada a la vegetación de bosques, jardines y huertos

-Personas de las comunidades del municipio de Amealco y de la región (receptoras de los talleres de plantas medicinales y/o de donación de árboles)

-Escuelas secundarias y de bachilleros del Municipio de Amealco (receptoras de la donación de árboles).

ENFOQUE METODOLÓGICO

Desde el 2014, comenzamos a reforestar el campus con árboles multipropósito producidos en el vivero forestal de la facultad de ingeniería del mismo campus, sobre todo con especies de pino, fresno y encino, así como algunas especies de árboles frutales. Consideramos las reforestaciones como una buena práctica en el contexto de la sustentabilidad ya que uno de los principales problemas ambientales del campus es la erosión de suelo. En tan solo 5 años, los árboles plantados han ayudado a la protección y restablecimiento del suelo y al restablecimiento del ciclo hidrológico.

Además, el material de las podas de los árboles está siendo depositado en las zonas con mayor pendiente y por tanto de mayor erosión hídrica con el fin de reducir la velocidad del agua y generar de nuevo suelo fértil en la zona y propiciar una nueva cobertura de hierbas y arbustos nativos. Para hacer estas actividades (desde recolección de semillas, producción de árboles hasta su reforestación) fue indispensable la participación de los estudiantes del campus pues se han inscrito como servicios sociales y como tesis, generando conocimiento nuevo en temas de producción forestal sustentables al sustituir sustratos

comerciales contaminantes como agrolita y peat moss, por sustratos locales ecológicos como aserrín y estiércol composteado, sin comprometer la calidad de la planta como lo señala la tesis de Licea (2017). Además, en estos años también se han efectuado reforestaciones en escuelas secundarias y de bachillerato a partir de un convenio entre la universidad y la USEBEQ.

Hoy en día, los árboles caracterizan nuestro espacio universitario; tan solo dentro del campus se calcula hay 1000 árboles de diferentes tamaños con un rango de edades desde 1 hasta 100 años de antigüedad y pertenecientes a diferentes especies como *Cupressus*, *Quercus mexicana*, *Quercus rugosa*, *Pino greggii*, *Pino cembroides*, *Buddleja cordata*, *Prunus serotina*, *Ficus benjamina*, *Tuja sp.*, *Arbutus xalapensis*, *Fraxinus udhei*, entre otras especies.

Complementariamente, como parte de las prácticas realizadas en las materias de plantas medicinales e introducción a la permacultura, fueron instalados en el campus, en áreas cercanas a los edificios, jardines de especies medicinales y alimenticias que además de tener un valor estético y ecológico para la fauna local (p.e. abejas, aves) han servido para elaborar productos medicinales como el botiquín fitoterapéutico que se encuentra disponible a toda la comunidad universitaria en la coordinación general del campus y como fuente de algunas hortalizas. Entre las especies que se han cultivado en los jardines tenemos el romero, lavanda, toronjil, limón, tomillo, mejorana, hierbabuena, sauco, menta, muicle, karancho, caléndula, ruda, retama, siempreviva, buganvilia, hinojo, tuja, zarzamora, una colección de crasuláceas, sábila, rosas, árboles de níspero, pino piñonero, capulines, pera, manzana y durazno, zanahorias, chícharos, acelgas, lechugas, rábanos. Cabe mencionar la importancia del reúso de “basura” generada por el campus para la elaboración de la infraestructura de los huertos y jardines tales como tabiques, madera, alambre, aserrín, adoquines fracturados, botellas PET, frascos de vidrio, etc. Que son aprovechados para el armado de contenedores de la tierra de los jardines.

Complementando esta diversidad de plantas cultivadas, en las áreas menos manejadas del campus y asociadas a las reforestaciones tenemos otras plantas medicinales silvestres que son recolectadas durante la época de lluvias y son utilizadas para la elaboración de jarabes, tinturas y pomadas medicinales: Juana Mipila (*Gentiana*), trompetilla, espinosilla, cinco llagas, aceitilla, gordolobo, anís de monte, manzanilla de monte, salvia de monte, pericón, pextó, hierba del pollo, huele de noche, pingüica, tepozán, lentejilla, hierba del sapo, mirasoles, verbena, hierba del carbonero, entre otras.

El aspecto de valor estético y cultural de la biodiversidad del campus es fundamental en la dimensión social de la sustentabilidad. En el área del bosque más antiguo fueron llevadas a cabo una serie de proyecciones nocturnas de video mapping y una instalación visual (luxoscopio) como parte del proyecto “Amealco. Alegorías del rostro del mundo” producto de una investigación interdisciplinaria entre la facultad de bellas artes y la facultad de ingeniería. En el video mapping se mostraban animaciones visuales de diferentes paisajes naturales del mundo proyectadas sobre el dosel, troncos y sotobosque con el fin de generar en el espectador una reflexión sobre nuestro lugar como especie en la naturaleza y darle un valor al espacio del bosque universitario; en el luxoscopio igualmente se proyectaron animaciones en una instalación audiovisual que invitaba al público a percibir desde diferentes ángulos aspectos de la naturaleza. Además, fue elaborado un libro de artista llamado “Manual de Plantas Medicinales de la región de Amealco”, inspirado en 12 de las especies que crecen dentro del campus y que tuvo como objetivo fundamental difundir y exaltar el valor medicinal y estético de dichas plantas, pues fueron ilustradas cuidadosamente con los pigmentos naturales que las mismas plantas contenían y escrito en caligrafía en español y en otomí, como reconocimiento a la lengua original del territorio de Amealco. Este manual fue publicado por la propia universidad y es utilizado y repartido en las comunidades del municipio de Amealco y los municipios aledaños del estado de México y de Michoacán, a través de talleres de plantas medicinales que imparten docentes de la facultad de ingeniería. Fue fundamental la participación de los estudiantes en los procesos creativos de producción del Manual, del videomapping y del luxoscopio pues a partir de ellos se titularon estudiantes y participaron como servicios sociales y prácticas profesionales.

VALIDACIÓN E IMPACTO

-Los estudiantes y profesores cuentan con áreas biodiversas que funcionan como proveedoras de materiales para llevar a cabo sus prácticas de las materias de fisiología vegetal, microbiología, ingeniería ambiental, técnicas agroecológicas, plantas medicinales, introducción a la permacultura, fitopatología, entre otras. La biodiversidad de jardines y huertos ha sido aprovechada en gran medida para la elaboración de productos medicinales que han contribuido a la salud y bienestar de la comunidad universitaria al ayudar en los síntomas de problemas de salud más recurrentes como en vías respiratorias y sistema digestivo, en migrañas, fatiga y síndromes menstruales.

-Se observa que se detuvo la velocidad de erosión en los taludes donde antes no existía cobertura vegetal y que ahora están cubiertos por los residuos de las podas de los jardines,

huertos y bosques.

-En las áreas de reforestación pueden observarse especies de aves, hongos y hierbas que anteriormente no se observaban en el campus. Los hongos que se crecen bajo los pinos tienen valor alimenticio en la zona y gran parte de las hierbas tienen valor medicinal.

-El área de frutales provee fruta que es aprovechada por la comunidad universitaria para su consumo directo o en formas procesadas.

-Hasta ahora se produjeron en el vivero del campus más de 100 mil árboles que han sido plantados en diferentes zonas del municipio a partir de su venta a particulares o bien en donación en ejidos y espacios educativos

FACTORES DE ÉXITO

- Considerar las especies que sean adecuadas al clima y ambiente donde se encuentra la institución
- Incluir a toda la comunidad universitaria en el desarrollo de la buena práctica, sobre todo a los estudiantes quienes son los principales beneficiarios.
- Hacer actividades de difusión para la comunidad en general del municipio utilizando la biodiversidad con diferentes fines, desde la parte estética (videomapping) hasta la parte de aportación en soberanía de salud a partir del libro publicado y los talleres sobre plantas medicinales.

LIMITACIONES

Identificamos que el principal problema al que nos enfrentamos estos años es el de mantenimiento de los espacios de huertos, jardines y bosques sobre todo durante el periodo vacacional intersemestral donde los estudiantes no mantienen los espacios. Por ello la estrategia que hemos identificado al menos durante el verano es la propuesta de inscripción de un programa de Verano de la Ciencia para contar con estudiantes que mantengan y mejoren las áreas en un contexto de investigación. Además, se plantea la oferta de algunas materias intersemestrales y que el trabajo de campo o prácticas sean en estos espacios.

APRENDIZAJES SIGNIFICATIVOS

Durante el desarrollo de las buenas prácticas hemos identificado:

- Trascendencia de contar con un botiquín fitoterapéutico
- Se observa más diversidad de aves, insectos.
- Importancia de contar con áreas verdes biodiversas como fuente de material vegetal para materias “gratuitas”
- La importancia del aprovechamiento de la diversidad endémica dentro del campus
- Sobre todo, la formación de estudiantes ha sido lo más trascendental puesto que nos comparten la experiencia de replicar varias de las técnicas que hemos desarrollado en el campus en sus comunidades lo cual es uno de los objetivos que tenemos como universidad

ELEMENTOS DE SUSTENTABILIDAD

El conjunto de prácticas mencionadas como componentes del Manejo del Paisaje Universitario tienen una estrecha relación con el Modelo Educativo Universitario (MEU) que tiene nuestra institución educativa, el cual está compuesto de 3 ejes teniendo como nodo principal el aprendizaje basado en el estudiante, tal y como lo tiene nuestro objetivo principal de formación de los estudiantes en las líneas de trabajo de la sustentabilidad ambiental.

RÉPLICA

Consideramos que sí es posible replicar las buenas prácticas en otras instituciones cuando las condiciones sean similares, es decir, que existan materias o talleres dentro de las licenciaturas o el plan de estudios que sean acordes a temas ambientales o afines al área de las ciencias agrícolas y biológicas, de desarrollo local o similares. Y si en un momento dado esto no se cumpliera dentro de la currícula, sería muy necesario la gestión de talleres externos que traten las problemáticas del entorno inmediato dentro de las instituciones y en el medio ambiente y social próximo o dentro del área de influencia de la institución. No solo lo recomendamos como opción, sino que lo recomendamos como parte fundamental de la formación de estudiantes en cualquier nivel educativo con cualquier enfoque disciplinar ya que estamos en un momento decisivo histórico en el cual es urgente formar personas conscientes y sensibles ambientalmente hablando y con la sensibilidad y capacidad técnica suficiente para

proponer alternativas innovadoras de desarrollo dentro de los contextos en los cuales les toque desarrollarse como profesionistas.

CONCLUSIONES

Sin lugar a dudas lo que hemos logrado a partir de esta buena práctica ha sido el hacer conscientes a los estudiantes de la institución y los habitantes de las diferentes comunidades de la región, acerca de la importancia de generar espacios donde permitamos la propagación de las especies nativas, además de darles un uso adecuado a las plantas medicinales que son propias de aquí, para esto el libro de plantas medicinales que fue resultado de este trabajo, podrá dar pie a otras investigaciones y al uso del conocimiento allí expuesto para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona, quienes pueden acceder a la curación por plantas de una manera consciente y responsable con el medio ambiente, basados en conocimientos científicos nuevos pero sin olvidar los saberes locales de su tradición.

Además, los estudiantes y comunidad han replicado las prácticas que se han llevado a cabo en el campus, a través de sus investigaciones o programas de intervención social no solo en el estado sino en los lugares en donde han sido recibidos como prestadores de servicios sociales o bien como profesionistas.

Notamos que el trabajo de la dimensión social de la sustentabilidad a partir del eje del arte ha sido importantísimo para trabajar el eje de la sensibilidad sobre el mundo natural con el ejercicio del video mapping y del luxoscopio el cual fue disfrutado por la comunidad universitaria y público en general.

Con la producción de especies que hemos logrado en el vivero, en huertos y jardines, demostramos que los espacios educativos universitarios pueden y deben ser un espacio de constante aprendizaje y reflexión sobre el adecuado manejo del paisaje que nos toca habitar.

EVIDENCIAS DE LA BUENA PRÁCTICA

Fuente donde se encuentra el registro de la buena práctica (sitio web, red social o blog con acceso a Internet), donde se difunden y reproducen sus resultados, en caso de que aplique. Recursos relacionados para la comprensión y difusión de la buena práctica (manuales, fichas técnicas, carteles, fotografías, video, audio y sitios de internet).

REFERENCIAS

Redacción (14 de julio de 2015). Da seguimiento UAQ Amealco a trabajos de reforestación en ese municipio. *Estrategia informativa*. Recuperado de: <https://emisorqueretaro.wixsite.com/diario-estrategia/da-seguimiento-uaq-amealco-a-trabajos-de>

Redacción Querétaro (25 de febrero de 2019). Publican Libro de Plantas Medicinales de Amealco *El Universal Querétaro*. Recuperado de: <http://www.eluniversalqueretaro.mx/vida-q/publican-libro-sobre-plantas-de-amealco>

Sección fotográfica de evidencias de buenas prácticas (ver documento en pdf.)

Facultad de Ingeniería UAQ. (Productor). (2019). Video reportaje sobre proyecto de la materia Plantas Medicinales ganador del primer lugar del concurso Mfeni, de estudiantes del campus Amealco “Ñithi: productos fitoterapéuticos universitarios [Facebook]. Querétaro, Qro. De <https://www.facebook.com/fiuaq/videos/478954996043116/UzpfSTc2ODk0NTgxNzoxMDE1NzUwMjg3OTIyMDgxOA/>

Ledesma, A. (Productor). (2017). Video mapping en el bosque universitario del proyecto Amealco: Alegorías del Rostro del Mundo [YouTube]. De https://www.youtube.com/watch?v=eJK_S8UanEg&feature=youtu.be

Ledesma, A. (Productor). (2017). Alegorías del rostro del mundo – Luxoscopia [YouTube]. De <https://www.youtube.com/watch?v=MVj9y9ZWRN0yfeature=youtu.be>

PROGRAMA DE ACCIÓN INSTITUCIONAL HACIA LA SUSTENTABILIDAD UTEQ (PAIS)

Reporte de Buenas Prácticas

**NORMA ELENA REBOLLEDO GLORIA,
EDNA FIGUEROA GARCÍA Y MARTHA E. ZITA LAGOS**
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO

El Programa de Acción Institucional hacia la Sustentabilidad (PAIS) fue desarrollado por la División Económico Administrativa de la Universidad Tecnológica de Querétaro y da inicio en junio de 2018 terminándose de redactar en febrero de 2019, pero su aplicación sigue en curso. Se comenzó realizando un diagnóstico de las actividades que realiza la Universidad en agosto de 2017, el PAIS se elaboró a partir de febrero del 2018 y el Programa está actualmente implementándose.

RESUMEN

El Programa de Acción Institucional hacia la Sustentabilidad que se realizó para la Universidad Tecnológica de Querétaro tiene la finalidad de convertir a la UTEQ en una UNIVERSIDAD SUSTENTABLE con la realización de diferentes prácticas en los rubros de Sostenibilidad ambiental, pertinencia institucional, responsabilidad social y viabilidad económica que concentra la Sustentabilidad. El periodo de aplicación de dicho programa está actualmente en curso dentro de la misma universidad, pues ya se realizan varias prácticas sustentables en las diferentes áreas como la Industrial, Ambiental, Económica – Administrativa y Tecnologías de la Información. La problemática principal de este proyecto, es que todas las áreas de la Universidad Tecnológica hagan las acciones que dicta dicho modelo para alcanzar a ser en definitiva una Universidad Sustentable en toda la extensión de la palabra. Para lograr esto fue necesario crear un área a nivel directivo para la Gestión de la Sustentabilidad en la institución, que se encarga de la planeación, coordinación, implementación y control de los procesos de transición hacia la sustentabilidad. Las líneas de trabajo que maneja el modelo son: en Sostenibilidad ambiental, es Infraestructura, uso eficiente de la energía, manejo de residuos, gestión del agua, movilidad sustentable y biodiversidad. En cuanto a la pertinencia institucional: Educación para la sustentabilidad, Innovación y liderazgo, Vinculación para la sustentabilidad y Compromiso de la dirección. Para el rubro de Responsabilidad Social: Gobernanza institucional, Cultura de derechos humanos, Clima laboral, Honestidad institucional, Consumo sustentable, Acción social y Cultura de paz y justicia. En cuanto a Viabilidad Económica: Eficiencia del gasto, Diversificación de ingresos, Diversificación de productos y servicios Y Cultura financiera sustentable.

Palabras Clave: Sustentabilidad, ambiental, pertinencia institucional, responsabilidad social, viabilidad económica.

OBJETIVO

Transitar hacia una universidad sustentable que sea institucionalmente pertinente, ambientalmente sostenible, socialmente responsable y económicamente viable.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Institucionalizar los procesos de sustentabilidad
2. Integrar los ejes rectores de la institución vinculando la Industria 4.0 y la Sustentabilidad como áreas estratégicas complementarias en el quehacer universitario.
3. Sensibilizar e involucrar a toda la comunidad universitaria en el compromiso de la sustentabilidad como forma de vida.

LUGAR

Este Programa de Acción Institucional hacia la Sustentabilidad se lleva a cabo dentro de la Universidad Tecnológica de Querétaro.

INTRODUCCIÓN

Los antecedentes de este Programa se centran en la participación de la UTEQ en el Consorcio para la Acción Universitaria hacia la Sustentabilidad Ambiental CAUSA Querétaro, siendo una de las siete instituciones de educación superior que firmó un convenio que establece la creación de este organismo.

CAUSA Querétaro, es un grupo de universidades que tienen como objetivo construir y ejecutar una agenda común de sustentabilidad ambiental, que involucre sus operaciones cotidianas y sus funciones esenciales de docencia, investigación y extensión, de manera que les permita transitar hacia instituciones ambientalmente sostenibles, socialmente responsables, económicamente viables e institucionalmente pertinentes. En el marco de este convenio, un grupo de maestras de la División Económico Administrativa de la UTEQ, presentaron el proyecto “Sustentabilidad en las Instituciones de Educación Superior” al Rector de la UTEQ, M. en C. José Carlos Arredondo Velázquez, el cual trata de una iniciativa de esta casa de estudios y de la Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui, que busca promover la sustentabilidad tanto a nivel interno como externo y convertirse en una Universidad Sustentable. Se realizó una investigación cualitativa utilizando como instrumentos de recolección de datos entrevistas profundas y observación para conocer qué prácticas sustentables estaban realizando cada una de las Divisiones de carrera. Se encontró que desde hace varios años se han estado haciendo

prácticas sustentables en las diferentes divisiones como en la Industrial, Ambiental y en Tecnologías de la Información, pero cada quien por separado sin que exista un programa institucional. Ante tal problemática se da a la tarea de realizar este PROGRAMA DE ACCIÓN INSTITUCIONAL HACIA LA SUSTENTABILIDAD creando un modelo a seguir para la realización de dichas prácticas. El periodo de aplicación se está llevando a cabo actualmente.

GRUPOS PARTICIPANTES INTERNOS Y EXTERNOS

Los grupos participantes en este Programa son:

- Dirección de Innovación y Desarrollo Tecnológico de la UTEQ
- COEPES
- Alumnos de Estadía de las carreras de Tecnología Ambiental y Desarrollo de Negocios Área Mercadotecnia de la UTEQ
- Docentes de la División Económico – Administrativo y de la División de Tecnología Ambiental de la UTEQ.

BENEFICIARIOS

Toda la comunidad universitaria

ENFOQUE METODOLÓGICO

Las Buenas Prácticas Ambientales se pueden definir como “aquellas acciones que pretenden reducir el impacto ambiental negativo que causan los procesos productivos a través de cambios en la organización de los procesos y las actividades.” (Línea Verde, 2018, párr. 1). Por otra parte Natalia Rieznikyu Agustín Hernández Aja (2005) define a las Buenas Prácticas como “acciones o iniciativas con repercusiones tangibles y medibles en cuanto a la mejora de la calidad de vida de los habitantes y del medio ambiente de una forma sostenible y que pueden servir como modelos para que otros países o regiones puedan conocerlos y adaptarlos a su propia situación”(pp. 1), además la implantación de éstas debe ser asumida por la Institución sea empresa o universidad, entendida en su globalidad para su aplicación.

En este sentido esta investigación lleva una metodología cualitativa con un enfoque naturalista que se lleva a cabo con una interacción de modo natural a través de entrevistas con los informantes (Monje, 2011), es así que se realizaron 10 entrevistas en las diferentes áreas de la Universidad pidiendo información sobre el uso eficiente del agua, eficiencia en el consumo de electricidad, manejo de residuos, entorno e infraestructura, cambio climático, transporte,

educación ambiental y acción social entre otras. Dicha información se analizó y organizó por grupos de trabajo para dar pie a la planeación y elaboración del Programa de Acción Institucional hacia la Sustentabilidad (PAIS).

VALIDACIÓN

La evidencia de la buena práctica responde al diagnóstico elaborado por alumnos de estadía de la UTEQ quienes fueron los responsables del levantamiento de la información. Dicho diagnóstico tuvo como objetivo establecer mecanismos que permitan a la UTEQ dirigir los esfuerzos para transitar hacia una universidad sustentable: socialmente responsable, ambientalmente sostenible, económicamente viable e institucionalmente pertinente de manera que las personas que integran la comunidad universitaria formen parte del programa y éste de sus vidas, trascendiendo a la comunidad y al estado de Querétaro lo cual dio pie para la elaboración de este PAIS.

Actualmente no se cuenta con una forma de medir el impacto de dicho programa ya que éste está en proceso de llevarse a cabo e implementarse en cada una de las áreas de la Universidad Tecnológica.

Dicha práctica tendrá éxito en la medida que la Universidad Tecnológica de Querétaro cumpla en un alto porcentaje en todas las líneas de trabajo que se mencionan en el PAIS. Una vez que la UTEQ logre una certificación por parte de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) dicho modelo se puede replicar en cualquiera de las universidades tecnológicas de la República que quiera certificarse como Universidad Sustentable.

Los beneficios que tendría la UTEQ al lograr la certificación de la SEMANAT entre otros serían:

- Promover la cultura ambiental entre sus trabajadores.
- Acceder al reconocimiento de Excelencia Ambiental
- Disminuir el nivel de riesgo
- Elevar la capacidad de adaptación a la futura regulación ambiental
- Utilizar el certificado como elemento para las campañas de publicidad de la Universidad
- Mejorar la imagen pública
- Incentivar el uso de productos Biodegradables
- Ahorrar en combustibles como es Gas Natural, Gas Lp, entre otros
- Propiciar la autorregulación ambiental (Profepa. s.f)

IMPACTO

El impacto de este programa todavía no se puede medir ya que está en proceso de llevarse a cabo, solo se pueden decir en las conclusiones los avances que se registraron al momento de hacer el levantamiento de información a través de las entrevistas.

FACTORES DE ÉXITO

CONDICIONES	
Institucionales	Para que tenga éxito este Programa de Acción Institucional hacia la Sustentabilidad UTEQ, es necesario que primeramente se tenga la disposición y compromiso desde el nivel más alto dentro del organigrama en la Universidad, la Rectoría tome el proyecto como prioritario y duplicar dicho compromiso con las Direcciones, Subdirecciones, Jefaturas, administrativos, docentes y estudiantes de realizar todas las actividades que marcan los indicadores del programa al pie de la letra.
Económicas	La misma institución debe asignar un presupuesto exclusivo para dicho Programa y tener los recursos necesarios a fin de lograr el éxito en la implementación del mismo.
Sociales	Las condiciones sociales tienen que ver con una campaña de sensibilización hacia la comunidad universitaria para estar siempre dispuestos a llevar a cabo todas las acciones que se requieren para lograr ser una Universidad Sustentable como hacer un cambio en la infraestructura para ahorro de energía, agua, manejo de residuos, la movilidad compartida, el cuidado de la fauna y la flora, buen clima laboral entre otros.
Ambientales	El estado de Querétaro se localiza en el centro del país. El clima es seco y semiseco, principalmente, con una temperatura media anual de 18 grados centígrados, y una precipitación anual promedio de 570 mm lo cual permite realizar las actividades sin contratiempos importantes. (Anuario Estadístico y Geográfico, 2018) Estas condiciones son adecuadas para llevar sin contratiempos las diferentes acciones que marca el PAIS.

LIMITACIONES

Al momento de realizar las entrevistas para diagnóstico, para el levantamiento de información, el problema principal que se tuvo fue la falta de información de las actividades sustentables que ya se realizaban dentro de la Universidad, esto pasó por dos razones: la primera es que no existe nada por escrito de manera formal y segundo el personal a quien se le pidió la información está muy ocupada y no fue fácil obtenerla o bien se obtuvo de manera muy general. La estrategia que se realizó fue tomar evidencia fotográfica sobre las actividades vigentes que se están llevando a cabo como la separación de basura en contenedores que separan los diferentes residuos, el cambio de luminarias ahorradoras en ciertas áreas de la universidad, etc. Otra limitación son los recursos económicos que se requieren.

APRENDIZAJES SIGNIFICATIVOS

Al momento de estar investigando sobre el tema de la Certificación de Universidades Sustentables, se generaron conocimientos imprescindibles como los indicadores que se requieren para lograr dicha certificación en las diferentes líneas de trabajo que a continuación expongo en la parte de Elementos de Sustentabilidad.

Así mismo dentro de diagnóstico se aprendió que se tiene la disponibilidad y las ganas de realizar actividades sustentables dentro de la universidad al ya encontrar una serie de prácticas sustentables en diferentes áreas.

ELEMENTOS DE SUSTENTABILIDAD

La buena práctica se toma del modelo IES ((Heath, Figueroa y Zita, 2019) que consta de 4 líneas de trabajo que a su vez se desglosan en diferentes actividades.

Sostenibilidad Ambiental	
Infraestructura	<ol style="list-style-type: none">1. Programa: Modificaciones a la Infraestructura<ul style="list-style-type: none">○ Actualizar el diagrama unifilar general○ Termografía a tableros generales de B. T. de cada subestación.○ Medir la disponibilidad de demanda en cada subestación.○ Identificación y elaboración de propuestas de ahorro de energía en infraestructura universitaria.○ Integrar un sistema fotovoltaico que interactúe con la red eléctrica para alimentar la infraestructura de alumbrado del laboratorio 4EE (MI).○ Revisar y poner en marcha 4 postes de alumbrado exterior que utilizan sistemas fotovoltaicos.

	<p>2. Instalación de ecotecnias</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Instalación de tres sanitarios secos ○ Instalación de tres sistemas de captación y conducción de agua de lluvia ○ Instalación de cajas de desinfección solar
Uso eficiente de la energía	<p>3. Programa: Sustitución de luminarias</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Automatizar y temporizar el sistema de iluminación de los estacionamientos 2 y 3 ○ Sustituir las luminarias de los edificios del campus. <p>4. Programa: Incorporación de otras tecnologías</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Valorar el impacto del uso de sensores crepusculares en el ahorro de energía en el alumbrado exterior. Participar en la Convocatoria de NTCyT 2018.
Manejo de residuos	<p>5. Programa: Mobiliario sustentable</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Producir mobiliario sustentable a partir de creación de una fábrica-escuela para tal efecto. <p>6. Programa: Cultura de minimización y separación de residuos sólidos</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Instalar 12 unidades de separación y un centro de acopio para el manejo integral de reciclables potencialmente valorables ○ Diseñar e implementar un subprograma para la reducción de residuos ○ Producir composta y biogás ○ Participación institucional en proyecto Recicla y Verifica el cual se lleva a cabo en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Sustentable y Recicla Electrónicos México.
Gestión del agua	<p>7. Programa: Recolección de aguas pluviales</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Evaluar las instalaciones para determinar de sistema de recolección adecuado al campus ○ Definir el sistema de recolección pertinente ○ Instalar el sistema de recolección seleccionado <p>8. Programa: Tratamiento de agua</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Evaluar las plantas de tratamiento existentes ○ Rehabilitar el equipo ○ Adecuar las instalaciones para reúso de aguas grises. <p>9. Programa: Uso eficiente del agua</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Instalar llaves ahorradoras en baños del campus ○ Instalar sanitarios ahorradores
Movilidad sustentable	<p>10. Programa: Movilidad compartida</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Diseñar una app que ofrezca un servicio de automóvil compartida para que los estudiantes, que quieran desplazarse de sus domicilios o de algún punto de encuentro cercano a sus casas, a la universidad y viceversa, puedan organizarse para transportarse juntos.
Biodiversidad	<p>11. Programa:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Realizar un levantamiento de inventario de la flora y fauna del campus, cada 3 años.
Pertinencia Institucional	
Educación para la sustentabilidad	<p>12. Programa: Educación ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Revisar los contenidos de todas las materias de los PE's que ofrece la institución con la finalidad conocer cuántos y en cuáles incluyen temas de sustentabilidad. ○ Integrar una macro academia de Formación Sociocultural para que a través de ella se realice la sensibilización y capacitación sobre los temas específicos de sustentabilidad. ○ Impartir al personal docente y administrativo pláticas de sensibilización sobre el PAIS, lo cual permitirá transversalidad en el conocimiento. ○ Capacitar al personal docente y administrativo en temas de sustentabilidad. <p>13. Programa: Comunicación de la sustentabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Informar sobre las acciones realizadas y por realizar en la UTEQ ○ Persuadir a partir del fortalecimiento de los valores para generar un cambio de conductas ○ Recordar para que a partir de la realización de conductas sustentables se desarrollen hábitos sustentables.
Innovación y liderazgo	<p>14. Programa de Innovación, investigación y liderazgo en sustentabilidad: promover en los Cuerpos Académicos la realización de proyectos sustentables de aplicación interna y/o externa.</p>
Vinculación para la sustentabilidad	<p>15. Programa Vinculación para la sustentabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer un mecanismo de vinculación con la iniciativa privada para fortalecer las acciones sustentables que implemente la universidad; • Buscar alternativas de trabajo en conjunto con las empresas que se encuentran instaladas dentro de la Universidad.
Compromiso de la dirección	<p>16. Programa Compromiso de la Dirección:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crear una política de sustentabilidad que dirija el quehacer en la institución. • Incluir en el plan anual de la universidad la sustentabilidad como elemento de trabajo, en la diferentes acciones y objetivos de la universidad desde los puntos de vista académico y administrativo; • Incluir dentro de la normatividad interna de la Universidad la obligatoriedad de la comunidad universitaria a cumplir las acciones sustentables que se establezcan. • La Creación de un Código de Ética para la Universidad, de aplicación para toda la comunidad universitaria.

Responsabilidad Social

Gobernanza institucional	<p>17. Programa de gobernanza institucional a través del desarrollo de las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Existencia de un sistema de toma de decisiones para el logro de los objetivos que explicita rendición de cuentas, transparencia, comportamiento ético, reconocimiento y respeto a las partes interesadas, respeto al principio de la legalidad, respeto a la norma internacional de comportamiento y responsabilidad social y respeto a los derechos humanos. ○ Existencia de un programa para estimular y reconocer sugerencias de la comunidad institucional, para el mejoramiento de los procesos internos y para la toma de decisiones. ○ Existencia de políticas institucionales divulgadas que expliciten el respeto a las minorías, la equidad de género, el respeto a los derechos humanos, el cuidado de los recursos, la prevención a la drogadicción y el alcoholismo y asesoría a enfermedades de transmisión sexual. ○ Promoción de políticas que involucren a la comunidad institucional en el cuidado y mejoramiento del campus, la participación en deporte y actividades culturales. ○ Existencia de organizaciones estudiantiles que desempeñen actividades sociales, culturales y deportivas.
Cultura de derechos humanos	<p>18. Programa que promueva la cultura de derechos humanos a través de alianzas de colaboración con otras instituciones, que incluya actividades de difusión del tema.</p>
Clima laboral	<p>19. Programa de diagnóstico, promoción y mantenimiento de un clima laboral para la sustentabilidad.</p>
Honestidad institucional	<p>20. Promover la honestidad institucional a través de acciones anticorrupción por medio de la participación política responsable, y la responsabilidad social en la cadena de valor.</p>
Consumo sustentable	<p>21. Programa que puntualice, regule y controle el consumo sustentable de la comunidad universitaria y los agentes involucrados en la proveeduría de productos y servicios a la Universidad.</p>
Acción social	<p>22. Programa: Centro de Desarrollo Comunitario EG:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ofrecer a la comunidad del área de influencia de la UTEQ, cursos y talleres sobre temas de sustentabilidad

	<ul style="list-style-type: none"> • Ofrecer atención familiar a la comunidad <p>23. Programa: Atención de alumnos en crisis:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Plan de capacitación a tutores b. Centro de acompañamiento psicoterapéutico <p>24. Programa: Voluntariados</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Jóvenes en apoyo con Cruz Roja y damnificados b. Programa: Acciones comunitarias c. Campañas con la asociación Abogados de los animales d. Labores ambientales por el Día de la Tierra e. Reforestación con especies nativas de Querétaro f. Préstamo de instalaciones culturales y deportivas a la comunidad aledaña g. Reforestación de Parque Nacional El Cimatario h. Vinculación con artesanos indígenas de la región i. Curso de verano para hijos del personal administrativo y docente.
Cultura de paz y justicia	<p>25. Programa: Vive UTEQ</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Día Vive UTEQ ○ Torneos de Fútbol Soccer ○ Tarde mexicana ○ Carrera con Causa UTEQ
Viabilidad Económica	
Eficiencia del gasto	<p>26. Programa de eficiencia presupuestaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Promoción de acciones que permitan la eficiencia del gasto. ○ Promoción de actividades que permitan la diversificación de los ingresos. ○ Promoción de la diversificación de productos y servicios. ○ Fomento de la cultura financiera sustentable.
Diversificación de ingresos	
Diversificación de productos y servicios	
Cultura financiera sustentable	

RÉPLICA

Se tiene la intención de replicar El Programa de Acción para la Sustentabilidad en la mayoría de las Universidades Tecnológicas para que logren la meta de ser una Universidad Sustentable.

CONCLUSIONES

Como conclusión se puede decir que el documento oficial del PAIS es una realidad y fue presentado de manera formal ante las autoridades de la UTEQ, por lo que se generó un área específica para llevar a cabo dicho programa y así obtener en un futuro la certificación de Universidad Sustentable.

Es importante mencionar que no se va a empezar de cero para lograr todos los índices que tiene el programa, ya que se realizan desde hace ya algunos años ciertas actividades que competen en los diferentes rubros.

Por ejemplo:

En la línea de Sostenibilidad Ambiental en la parte de Uso eficiente de energía, gestión del agua y manejo de residuos ya se cuenta con:

- 99 llaves ahorradoras de agua en la universidad
- 360 lámparas ahorradoras: 360
- Los baños secos son un proyecto que aún está por concretarse así que aún no se instala ningún baño seco en la institución.
- Se utiliza agua tratada para el riego de las áreas verdes

	Ubicación	Cantidad
Lámparas Led externas (pasillos y Estacionamiento)	<ul style="list-style-type: none"> • Pasillo de la entrada hasta el edificio F. • Estacionamiento no. 2. • Estacionamiento 3. 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 • 4 • 9
Lámparas Led internas (Edificios)	<ul style="list-style-type: none"> • Dentro del edificio F en planta baja y alta. 	<ul style="list-style-type: none"> • 32
Contenedores para la separación de basura	<ul style="list-style-type: none"> • Edificio F • Edificio C • Edificio G • Edificio de Nano • Edificio de Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 • 1 • 2 • 5 • 3

	<ul style="list-style-type: none"> • Peugeot 	<ul style="list-style-type: none"> • 3
Contenedores de Pet pasillos	<ul style="list-style-type: none"> • Fuera del edificio F • A un costado de la cafetería. 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 • 1
Paneles Solares	<ul style="list-style-type: none"> • A un costado del lab. E- 4. • Frente al gimnasio 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 • 3

En la línea de Pertinencia Institucional, se realizan acciones de los siguientes indicadores: Educación para a Sustentabilidad: dentro de Educación Ambiental se cuenta ya con materias de los Programas Educativos que incluyen temas de sustentabilidad.

Materias en la Universidad Tecnológica de Querétaro

- Materias TSU: 817
- Materias TSU con contenido ambiental: 232
- Materias de Ingeniería: 103
- Materias de ingeniería con contenido ambiental: 13
- Total, de las materias 920 /245
- Promedio 26,6%

Materiales utilizados con contenido ambiental

- Videos
- Presentaciones
- Páginas web
- Libros
- Folletos
- Juegos
- Exposiciones
- Artículos
- Revistas

Total de materiales utilizados: 9

Así mismo ya se desarrolló la Academia de Formación Sociocultural donde a través de ella se realizan con los alumnos campañas de sensibilización acciones comunitarias.

Proyectos realizados en los últimos años a través de la materia de

Formación Sociocultural

- Contenedores de colillas de cigarro
- Reciclaje de PET y papel
- Pláticas de prevención de accidentes
- Libretas con hojas recicladas
- Separación de basura
- Composta
- Reforestaciones
- Reciclaje de fichas de botellas de PET para bisutería
- Ayuda solidaria en centros de apoyo a la mujer
- Apoyo en casa hogar
- Ayuda solidaria a animales sin hogar
- Recolección de ropa y juguetes para donar a casas hogar
- Apoyo de alimentos a personas sin hogar

Total: 13

También en cuanto a la Vinculación para la sustentabilidad, en donde se buscan alternativas de trabajo en conjunto con empresas que se encuentren instaladas dentro de la Universidad se desarrolló el Centro de Desarrollo Comunitario (Delegación Epigmenio González)

Acciones realizadas junto con la comunidad

- Reforestación del Vergel.
- Separación de basura.
- Campañas de esterilización en asociación con Abogados de los animales.
- Campañas de esterilización de mascotas.
- Préstamo de instalaciones culturales y deportivas.
- Labores ambientales por el día de la tierra.
- Reforestaciones con especies nativas de Querétaro.

- Reforestación del Parque Nacional El Cimatario.
- Composta dentro de la UTEQ.
- Recolección de víveres para los damnificados por sismos.
- Voluntariado de alumnos y directivos en asociación con la cruz roja en apoyo a los damnificados.
- Vinculación con artesanos indígenas de la región.
- Curso de verano.

Total: 13

Nota:

En la universidad no se cuenta con un registro del total de proyectos realizados ni de las acciones ambientales comunitarias que se han llevado a cabo, la información anteriormente mencionada fue proporcionada por la secretaria del Departamento de Vinculación Noemí Luna Hernández.

En la parte de innovación y liderazgo los Cuerpos Académicos están orientados a realizar proyectos de investigación ligados con la sustentabilidad, como es el caso del cuerpo académico Sustentabilidad Aplicada a Negocios e Instituciones de la Región de la División Económico – Administrativo.

EVIDENCIA DE LA BUENA PRÁCTICA

La única evidencia de esta buena práctica es el programa físico del PAIS, y la presentación en PowerPoint que se hizo ante el Rector de la Universidad.

REFERENCIAS

Heath L.; Figueroa E. y Zita M. (2019) Modelo IES

Línea Verde Torrelavega (2020). *Qué son las Buenas Prácticas Ambientales*. Ayuntamiento Torrelavega, España: Línea verde Smart City. Recuperado de <http://www.lineaverdetorrelavega.com/lv/guias-buenas-practicas-ambientales/introduccion-buenas-practicas-ambientales/que-es-el-consumo-responsable.asp>

Monje, C. (2011), Metodología de la Investigación cuantitativa y cualitativa. Guía Didáctica. Universidad Surcolombiana, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Programa de Comunicación social y Periodismo 2011. Recuperado de [https://www.uv.mx › files › Guía-didáctica-metodología-de-la-investigación](https://www.uv.mx/files/Guía-didáctica-metodología-de-la-investigación).

Riezniky, N. y Hernández, A. (2005). *Glosario de términos clave relacionados con un urbanismo y una arquitectura más sostenibles: Buena Práctica*. realizado en Madrid, España: Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Recuperado de <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-buena-practica.html>.



Coloquio de Investigación



Querétaro, Centro de Congresos



EAS 2020

EDUCACIÓN AMBIENTAL
PARA LA SUSTENTABILIDAD
PRIMER CONGRESO
INTERNACIONAL

“Esfuerzos para Transitar hacia la Sustentabilidad: Aportaciones desde las IES” es el resultado de las mejores ponencias y prácticas presentadas en el Coloquio de Investigación “La Sustentabilidad en las Instituciones de Educación Superior” organizado los días 20 y 21 de febrero de 2020 en el Querétaro Centro de Congresos de la Ciudad de Querétaro, en el marco **del EAS 2020, Educación Ambiental para la Sustentabilidad, Primer Congreso Internacional.**

POLITÉCNICA
SANTA ROSA



PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE
QUERÉTARO



Comisión Estatal de Planeación de la Educación Superior en Querétaro (COEPES)
Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro
Secretaría de Desarrollo Sustentable
Querétaro, Qro. febrero de 2021