



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Proyecto:

“Jardín solar fotovoltaico de 0.48 MW en la U.T.M.
interconectado a red eléctrica de CFE”.

HUAJUAPAN DE LÉON OAXACA, AGOSTO 2018.



CONTENIDO:

FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO.....	2
ANTECEDENTES	3
OBJETIVOS	13
RELACIÓN DEL PROYECTO CON LOS OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA ENERGÍA VIGENTE	15
PLAZOS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	16
PUNTOS DE CONTROL O ACTIVIDADES CRÍTICAS.....	17
MONTOS.....	22
RESULTADOS ESPERADOS.....	25
IMPACTOS SOCIALES	26
MATRIZ PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOCIALES.....	27
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO.....	35
CRONOGRAMA Y PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.....	47
COMUNICACIÓN Y REPLICABILIDAD DE LOS RESULTADOS.....	48
RIESGOS DEL PROYECTO, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN.....	49
PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	51
PARÁMETROS DE MEDICIÓN PERIÓDICA	52
PLAN DE MONITOREO DE IMPACTOS SOCIALES	53
ENTREGABLES	57



Ficha Técnica del Proyecto: “Jardín solar fotovoltaico de 0.48 MW en la U.T.M., interconectado a red eléctrica de CFE”

H. Ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca, a 13 de julio de 2018.

Universidad Tecnológica de la Mixteca

Lic. Efraín Villanueva Arcos
Secretario Técnico del Comité Técnico
Fideicomiso No. 2145 “Fondo para la Transición
Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía”
Presente.

ASUNTO: Solicitud de recursos para el proyecto: “Jardín solar fotovoltaico de 0.48 MW en la U.T.M., interconectado a red eléctrica de CFE”.

SOLICITANTE:

Nombre de la Organización: Universidad Tecnológica de la Mixteca

Indicar:

Dependencia o Entidad Gubernamental (X): Gobierno del Estado de Oaxaca, Organismo público descentralizado.

Organismo Privado ()

Organización No Gubernamental ()

Año de Constitución: 1990

Correo Electrónico: vice_admin@mixteco.utm.mx

Dirección de la Organización: Carretera Huajuapán-Acatlilma, km. 2.5, CP. 69000, Huajuapán de León, Oaxaca. Teléfono: (01)953 532 02 14, 953 53 245 60, 953 532 03 99, 953 532 29 33, Extensiones: 110 y 111

Nombre del Representante Legal: L.C.P. Javier José Ruiz Santiago, Vice-Rector Administrativo

Nombre del Coordinador del Proyecto: L.C.P. Javier José Ruiz Santiago.



1. ANTECEDENTES

En el estado de Oaxaca, varias universidades públicas responden a un mismo modelo, diferente al de las universidades tradicionales. Las cuales forman parte del Sistema de Universidades Estatales de Oaxaca (SUNEO). Entre ellas se encuentra la Universidad Tecnológica de la Mixteca¹.

Esta institución ha sido concebida como instrumento de transformación del entorno social además de los fines tradicionales de las universidades clásicas, sus líneas de acción son:

- Enseñanza.
- Investigación.
- Difusión Cultural.
- Promoción del Desarrollo

Dentro de la oferta educativa que brinda la universidad se imparten las siguientes carreras:

- Ingeniería en Mecánica Automotriz
- Ingeniería en Alimentos
- Ingeniería en Computación
- Ingeniería en Diseño
- Ingeniería en Electrónica
- Ingeniería en Mecatrónica
- Ingeniería Industrial
- Ingeniería en Física Aplicada
- Licenciatura en Ciencias Empresariales
- Licenciatura en Matemáticas Aplicadas
- Licenciatura en Estudios Mexicanos

Postgrados

- Maestría en Administración de Negocios
- Maestría en Medios Interactivos
- Maestría en Computación con especialidad en Sistemas Distribuidos
- Maestría en Electrónica, opción: Sistemas Inteligentes aplicados

¹ http://www.utm.mx/nuestrauniversidad.html#que_es



- Maestría en Tecnologías de Cómputo Aplicado
- Maestría en Tecnología Avanzada de Manufactura
- Maestría en Ciencias: Productos Naturales y Alimentos
- Maestría en Diseño de Modas
- Maestría en Diseño de Muebles
- Maestría en Modelación Matemática
- Maestría en Robótica
- Maestría en Ciencias de Materiales
- Doctorado en Tecnologías de Cómputo Aplicado
- Doctorado en Electrónica, especialidad: Sistemas inteligentes aplicados
- Doctorado en Modelación Matemática
- Doctorado en Robótica.

La Universidad Tecnológica de la Mixteca como agente de cambio en su entorno está profundamente comprometida con utilizar los medios y recursos que favorezcan el desarrollo social y la preservación ambiental.

El Secretario General de la ONU ha reiterado en la Cumbre Mundial Austriaca, realizada en Viena, que el mundo se enfrenta a diversos desafíos, pero que “no existe ninguno que ocupe un lugar tan importante como el cambio climático”. Ante esta situación, las fuentes de energía renovable constituyen una herramienta útil para conseguir un desarrollo sostenible².

Un nuevo informe muestra que, en el año 2017, la energía solar se convirtió en el sector donde más aumenta la capacidad para producir electricidad y que el incremento de sus inversiones crece más que el resto de fuentes de energía, incluidas las de los combustibles fósiles³.

1.1 La energía solar.

El sol envía a la Tierra en un cuarto de hora más energía de la que la humanidad utiliza durante todo un año. Hasta la Tierra llega una cantidad de energía solar equivalente a $1,7 \times 10^{14}$ kW, lo que representa la potencia correspondiente a 170 millones de reactores nucleares de 1.000 MW de potencia eléctrica unitaria.

² ONU: <https://news.un.org/es/story/2018/05/1433762>

³ ONU: <https://news.un.org/es/story/2018/04/1430451>



Aunque no toda esta energía es aprovechable, el potencial utilizable es mil veces superior al consumo anual mundial de energía. La energía procedente del sol puede aprovecharse, por un lado, de un modo pasivo mediante la adecuada orientación y diseño de edificios, por otro lado, mediante el empleo de materiales y elementos arquitectónicos adaptados a las necesidades de climatización e iluminación.

Se entiende por energía solar fotovoltaica la transformación de los rayos del sol en energía eléctrica a partir de la utilización de las propiedades eléctricas de los materiales contenidos en las células solares⁴.

1.2 Proyecto: “Jardín solar fotovoltaico de 0.48 MW en la U.T.M., interconectado a red eléctrica de CFE”.

El uso de la luz solar como fuente alternativa de energía ha sido de gran interés en los últimos años, particularmente con el aumento en los costos de los combustibles fósiles. Una forma de aprovechar la energía solar es a través de arreglos de paneles solares en lo que se llama “Parques o jardines solares” de mediana potencia. A partir del Know-How⁵ existente en la Universidad Tecnológica de la Mixteca (U.T.M.), de las condiciones de radiación solar en la zona y el área disponible aprovechable, se propone el proyecto de **instalación y puesta en marcha de un jardín solar de 0.48 MW**, el cual se alinea a las políticas del uso de energías renovables. Este jardín solar de mediana potencia permitirá cubrir el **89%** de energía eléctrica consumida en la U.T.M.

⁴ “Proyecto básico para instalación fotovoltaico de 42,75 mw en LLUCMAJOR”, Proyecto completo: <https://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctr=MCRST7085Z1204488&id=204488>

⁵ El término know-how data del año 1838.1 Se define como: «saber como hacer algo de manera eficiente y a la vez fácilmente: experiencia”. Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Know_how

Fig. 1. Figura ilustrativa de un Jardín Fotovoltaico



El consumo de energía diario en las instalaciones de la universidad, en promedio es de aproximadamente **1,978.14 KWh**. (Datos de consumo sobre el año 2017 a la fecha de las últimas 12 facturaciones de la CFE).

La radiación solar que se presenta en la zona de la Agencia Acatlima donde se ubica el predio de la U.T.M., oscila entre 5.15 KWh/m^2 por día en el mes de junio y 6.89 KWh/m^2 por día en el mes de marzo, con un promedio de 5.97 KWh/m^2 por día, considerando un plano inclinado fijo óptimo de 20° . Si consideramos las pérdidas por temperatura, el cambio otoño/invierno, días nublados y de lluvia tenemos 300 días de sol al año únicamente, lo que genera un **promedio anual de $5.63 \text{ KWh/m}^2\text{día}$** . Eso lo hace un lugar óptimo para recolección solar, debido a que las temperaturas no influyen demasiado. Estas cifras nos dan un promedio de recolección de energía solar por panel (370 W) de 1.4 kWh/día .

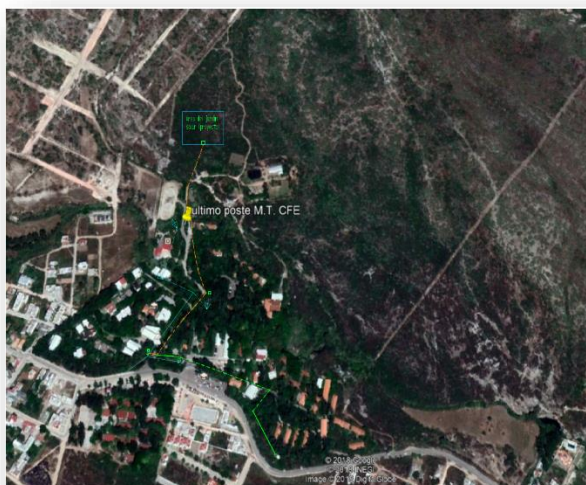
1.3 Espacio e Infraestructura necesaria para el jardín solar de 0.48 MW.

La U.T.M. cuenta con el área disponible, previa limpieza y acondicionamiento para colocación de un sistema de recolección solar (paneles solares e instalaciones de distribución), de un total de 0.62 Ha. Para reducir el 89% del costo de facturación en la Universidad se requiere generar **1,759.03 kWh⁶** por día, para lograr esta cantidad se necesitan 8 arreglos fotovoltaicos de 162 paneles cada uno, lo que da un total de **1,296 paneles** de 370 W. La cantidad requerida es equivalente a la generación de una subestación (termo- o hidro-) eléctrica de 0.48 MW. Esta configuración está calculada para generar únicamente el 89% de la energía consumida en la U.T.M.; para estar dentro del rango permitido (0.5 MW) para centrales eléctricas de autoconsumo permitidos por la Comisión Reguladora de Energía (CRE).

Coordenadas Jardín Solar Fotovoltaico

No. Punto	Este	Norte
1	626659.49	1971901.02
2	626751.40	1971897.09
3	626754.31	1971965.03
4	626662.40	1971968.96

Figura 2. Ubicación de la Universidad Tecnológica de la Mixteca.



⁶ Esta cifra se calculó en base a la consideración de un promedio de 162 paneles por arreglo, cada uno aportando 59.9 kW



1.4 Componentes del Proyecto:

En la siguiente tabla se describe de manera general los elementos que se han considerado para la instalación de los paneles solares, tarea medular del proyecto.

Tabla1. Principales características de los componentes del Proyecto.

Componentes del Proyecto	Características
Módulos fotovoltaicos	Los módulos fotovoltaicos están fabricados con celdas Monocristalinas con potencia de 370 W/p. Estos paneles son laminados con celdas bifaciales de 156mm x 156mm y están diseñados para sistemas aislados o de interconexión a la red. Las celdas son encapsuladas en Polyolefin, cubierto por vidrio templado y bajo nivel de hierro. La parte trasera del panel está protegida por TEDLAR® como fondo base, el cual es resistente a la radiación UV. El laminado va montado en un marco de aluminio anodizado para asegurar la máxima protección. Las cajas y conectores son MC4. Cada una de las celdas generando una capacidad de 1.4 KWh por día de energía.
Inversores (DC/AC) y estaciones de media tensión	Inversor Sunny Boy Modelo: Sunny Tripower 60-S, de 60 KW. Estos inversores están exclusivamente diseñados para operar en interconexión a red para sistemas fotovoltaicos. Convierte la corriente continua de los módulos fotovoltaicos en corriente alterna trifásica apta para la red. El inversor deberá conectarse a la red eléctrica y a 162 módulos fotovoltaicos de 370 w para funcionar correctamente. En cada uno de los cuales se generará una potencia activa máxima de 60 KW (ac).
Subestación Eléctrica de 0.44 Kv / 13.2 Kv	Subestación de 500 Kv A 13200-440 volts Consiste en una subestación tipo pedestal que está diseñada para operar en exterior colocado sobre una base de concreto aplicable para distribución subterránea. Este equipo será el encargado de transformar el voltaje que se genera en el sistema fotovoltaico mediante el inversor que es de 440 Volts para convertirlo en 13200 V el cual se interconectará a la línea de distribución de CFE.
Vialidades internas	Los espacios entre las 24 estructuras de arreglos fotovoltaicos serán de terracerías y servirán como vialidades internas. Se estima una longitud aproximada de 463 m por 3.00 m de ancho. El perímetro del jardín solar tiene una longitud de 320 m por 4.80 m y 5.00 m de ancho.
Estructura de soporte	Se instalarán 24 estructuras metálicas de tipo fijo con una inclinación de 20° orientación norte a sur. Cada estructura soportará 54 paneles de 370 Watts. En total se instalarán 1,296 paneles fotovoltaicos.
Caseta para inversores	Se construirá una caseta de 20 m ² con muros de tabique rojo y losa de azotea de concreto armado para alojar 8 inversores.



<p>Línea de media tensión</p>	<p>Se construirán 509 metros de línea de media tensión subterránea, para realizar la interconexión a 13200 V, con un conductor de aluminio XLP de cadena cruzada para 15 KV, la ductería a instalar será tipo PAD de 4" de Ø. Esta línea proviene de una red aérea existente de media tensión de 13200 V, propiedad de la CFE. En el punto de conexión se realizará una transición de aérea a subterránea. Se conducirá por el acceso que va hacia la unidad habitacional y luego hacia el helipuerto hasta la ubicación del transformador en el inicio de la parcela donde se ubica el jardín solar.</p>
<p>Trabajos complementarios</p>	<p>Se construirán 410 metros de línea de media tensión subterránea, para integración de 2 subestaciones de 112.5 KVA una sola acometida. Asimismo es necesario el cercado perimetral del Jardín Solar de 320 m de longitud, con malla ciclónica y postes galvanizados de refuerzo. Se contempla también la apertura de una vialidad exterior de 155 m de longitud y 4 m de ancho, desde el camino existente hasta llegar al área del proyecto.</p>

1.5 Alineación al Plan Nacional de Desarrollo:

Al implementar la sustitución de energía adquirida a la Comisión Federal de Electricidad por una generada por la propia universidad se contribuye y alinea de manera directa y en algunos casos de manera indirecta a las metas, objetivos, estrategias y líneas de acción del Plan Nacional de Desarrollo (PND) Vigente⁷.

Dadas sus características, este proyecto se inscribe en el PND 2013-2018 en su meta 3: "México con Educación de Calidad", en su Objetivo 1 el de "Desarrollar el potencial humano de los mexicanos con educación de calidad"; en la Estrategia 2. Modernizar la infraestructura y el equipamiento de los centros educativos, en su línea de acción: Asegurar que los planteles educativos dispongan de instalaciones eléctricas e hidrosanitarias adecuadas.

De igual forma en la meta nacional 4. con el título de "México Próspero"; objetivo 4: Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo; que aterriza en su estrategia 1 de implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad. La implementación de este proyecto lo vincula directamente en su línea de acción: Promover el uso y consumo de productos amigables con el medio ambiente y de tecnologías limpias, eficientes y de nula producción de carbono.

⁷ Ver tabla en anexos: Tabla 1. Contribución a los objetivos y metas del PND.



El proyecto también aporta a la misma meta en otro de sus objetivos, el 6 que tiene como finalidad “Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva”, mediante la estrategia 2. Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país; en su línea de acción: Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas.

1.6 Programa Sectorial de Energía.

La utilización de energías renovables, fortalece el compromiso nacional con el medio ambiente, además que procura una economía baja en carbono y sus consecuencias.

México debe canalizar esfuerzos para la consecución de las metas definidas en el marco normativo actual sobre el uso de las energías limpias, señala el programa Sectorial de Energía.

Con la implementación del “**Jardín solar fotovoltaico de 0.48 MW en la U.T.M. interconectado a red eléctrica de CFE**” se contribuye al objetivo planteado en programa Sectorial de Energía en su Objetivo 5, el de ampliar la utilización de fuentes de energía limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental.

Dentro de los objetivos que comprende el **Plan Estatal de Desarrollo** es el de aprovechar las condiciones geográficas y meteorológicas de las distintas regiones del Estado para el aprovechamiento y desarrollo de energías alternativas.

En el Plan Estatal de Desarrollo resalta el potencial que tiene la zona de Huajuapán de León para la instalación de “grandes centrales eléctricas fotovoltaicas debido a que cuenta con una irradiación solar intensa”.



La implementación del proyecto planteado en este documento aportará de manera directa al eje V del Plan Estatal de Desarrollo, Oaxaca Sustentable; en su apartado 5.4. energías alternativas en sus siguientes objetivos y las acciones que derivan:

Objetivo 1:

Impulsar el aprovechamiento de energías alternativas potenciales con pleno derecho y respeto a los pueblos y comunidades indígenas, contribuyendo a mitigar los efectos negativos al ambiente, generando con ello empleo e ingresos para mejorar la calidad de vida de las y los oaxaqueños y sus familias

Estrategia 1.1:

Promocionar el potencial disponible en el estado en materia de fuentes de energías renovables.

Líneas de acción:

- Fomentar, promover y desarrollar el uso de energías limpias y renovables en los sectores público, privado y social en el estado.
- Generar los vínculos y convenios de colaboración necesarios con las universidades estatales, nacionales e internacionales, con el fin de desarrollar proyectos tecnológicos de energías limpias.
- Impulsar un mayor aprovechamiento de las energías renovables, electrificación fotovoltaica, fototérmica y bioenergéticas.

Objetivo 2:

Contribuir a la mitigación del cambio climático a través del incremento de generación de energía eléctrica mediante fuentes limpias y renovables para reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

Estrategia 2.1:



Coadyuvar con las instituciones y los particulares en los procesos y/o procedimientos necesarios a nivel estatal y municipal, para poder incrementar la generación de energía por medio de fuentes renovables.

Líneas de acción:

- Generar los vínculos y convenios de colaboración necesarios con los municipios y autoridades correspondientes con la finalidad de facilitar el establecimiento de los proyectos de inversión en materia energética



2. OBJETIVOS

El propósito primordial del proyecto es proveer la energía eléctrica necesaria para auto consumo en la Universidad Tecnológica de la Mixteca a través de la luz solar, contribuyendo con ello a los objetivos de la transición energética, como lo es la mitigación del cambio climático a través de fuentes de energía limpias y renovables para reducir la emisión de gases de efecto invernadero. Además, mediante la implementación de esta tecnología se proyecta que en un corto plazo se reduzcan los gastos en el rubro de facturación eléctrica y con ello realizar una asignación de los recursos ahorrados a otras tareas operativas del campus que son trascendentales en la vida académica.

A continuación, se detallan los objetivos que se desean alcanzar mediante este proyecto:

- Instalar la infraestructura para la recolección y aprovechamiento de la energía solar en la Universidad Tecnológica de la Mixteca para cubrir el 89% del consumo de energía eléctrica total.
- Generar un promedio de 0.48 MW (1,759.03 KWh por día).
- Garantizar el funcionamiento de la infraestructura del jardín solar y de todos sus componentes durante el tiempo de vida útil estimado.
- Reducir los costos de facturación por consumo de energía eléctrica para aprovechar los remanentes en otras necesidades de gastos de operación del área académica y de investigación o bien con el ahorro de costos en energía eléctrica la Universidad



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Tecnológica de la Mixteca estaría en condiciones de financiar 100 becas alimentarias para alumnos de escasos recursos que estudien en la UTM⁸.

- La Universidad Tecnológica de la Mixteca pertenece al Sistema de Universidades de Oaxaca (SUNEO⁹), que consiste en 10 Universidades y 18 Campus, dentro de la oferta educativa de este sistema se encuentran las carreras de: Ingeniería en Electrónica, Ingeniería en Mecatrónica, Maestría en Ciencias en Energía Solar, en dónde el proyecto de granja solar podría serviría de caso de estudio de éxito y repercutible para otros campus.
- Contribuir a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero.

⁸ Cada beca alimentaria tiene un costo de \$62.00 por alumno durante los ciclos escolares en un año (comprende desayuno y comida en la cafetería concesionada por la UTM en el Campus), por lo que el apoyo en becas alimentarias aproximado sería de \$1,488,000.00 anuales.

⁹ <http://www.suneo.mx/>



3. RELACIÓN DEL PROYECTO CON LOS OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA ENERGÍA VIGENTE

Dentro de los objetivos de la **Estrategia Nacional de Energía (ENE)** se encuentra la de la **Transición Energética**, consistente en la migración de una economía donde el uso de combustibles fósiles es preponderante, principalmente en la generación de energía eléctrica y el transporte, a aquella en donde el aprovechamiento de energías limpias satisfaga la demanda energética de la sociedad, sin sacrificar el desarrollo económico, reduciendo, o eliminando inclusive, el impacto negativo al medio ambiente.

Con la implementación del “**Jardín solar fotovoltaico en la U.T.M. interconectado a red eléctrica de CFE**” se contribuye directamente al objetivo planteado en la **ENE**.

Tabla 2. Relación de los objetivos con la ENE.

OBJETIVOS DEL PROYECTO	RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS DE LA ENE.
Instalar la infraestructura para la recolección y aprovechamiento de la energía solar en la Universidad Tecnológica de la Mixteca para cubrir el consumo de energía de la misma.	Con la instalación del jardín solar y generación de un 89% de la energía que consume el campus de la Universidad a través de paneles solares, se contribuye a la migración que señala la transición energética, sustituyendo la energía generada de manera convencional por una generada a través del sol.
Generar un promedio de 0.48 MW de potencia	Con el monto de energía que se proyecta generar, se satisface el 89% de la demanda que tiene la operación del campus, con lo que se llevaría a cabo



	el aprovechamiento de energías limpias que satisfacen la demanda energética de la sociedad que señalan los objetivos de la ENE.
Reducir los costos de facturación por consumo de energía eléctrica para aprovechar los remanentes en otras necesidades de gastos de operación del área académica y de investigación.	Dentro de los objetivos de la transición energética se encuentra la migración del consumo de combustibles fósiles al consumo de energías limpias sin sacrificar el desarrollo económico, el proyecto por el contrario, aportaría a la reducción de costos operativos.

4. PLAZOS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Se considera un tiempo total estimado de 4.25 meses para la ejecución del proyecto, a continuación, se muestra el cronograma en el que se estiman los plazos por cada tarea del proyecto, en los plazos no se considera el tiempo del proceso de licitación que se lleva alrededor de 1 mes.

PLAZOS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

	ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5												
		Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas												
Preparación del sitio																		
1	Camino de acceso al jardín solar	X																
2	Trazo y delimitación	X																
3	Desmante y despalme		X	X														
4	Nivelaciones y excavaciones			X	X													
5	Cimentaciones				X	X	X	X										
Construcción																		
6	Caseta de inversores			X	X	X	X	X										
7	Instalación de registros y ductería subterránea					X	X											
8	Montaje de estructuras					X	X											
9	Montaje de paneles fotovoltaicos							X	X									
10	Instalación de inversores trifásicos							X										
11	Cableado e instalación de cajas de conexiones								X	X								
12	Subestación eléctrica								X	X								
13	Línea de media tensión para interconexión			X	X	X	X	X	X	X								
14	Preparación de sistema de monitorización								X									
15	Preparación para conexión a la red										X							
16	Puesta en marcha de los diferentes sistemas eléctricos: inversores, subestación eléctrica y monitorización											X						
Trabajos complementarios																		
17	Cercado perimetral											X	X					



Publicación de Licitación	Departamento de recursos materiales y Depto. Proyectos, U.T.M.	Unidad de licitaciones de la SCyTG	2 semanas	
Visita al lugar de los trabajos	Comité de Obras U.T.M.		1 día	Lista de asistencias y constancias de las empresas concursantes
Junta de aclaraciones	Comité de Obras U.T.M.		1 día	Acta de junta de aclaraciones
Presentación de Propuestas Técnica y económica	Comité de Obras U.T.M.		10 días	Acta de presentación de propuestas
Fallo y adjudicación	Comité de Obras U.T.M.		3 días	Acta de fallo y adjudicación
Firma del contrato	Jurídico U.T.M.		2 días	Contrato firmado
Camino de acceso al jardín solar	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	7 días	Verificación física, notas de bitácora de obra y memoria fotográfica
Trazo y delimitación	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	7 días	Verificación física, notas de bitácora de obra y memoria fotográfica
Desmote y despalme	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	14 días	Verificación física, notas de bitácora de obra y memoria fotográfica
Nivelaciones y excavaciones	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	14 días	Verificación física, notas de bitácora de obra y memoria fotográfica
Cimentaciones	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	30 días	Verificación física, notas de bitácora de obra y memoria fotográfica
Caseta de inversores	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	42 días	Verificación física, notas de bitácora de



				obra y memoria fotográfica
Instalación de registros y ductería subterránea	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	14 días	Verificación física, notas de bitácora de obra y memoria fotográfica
Montaje de estructuras	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	14 días	Verificación física, notas de bitácora de obra y memoria fotográfica
Montaje de paneles fotovoltaicos	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	14 días	Verificación física, notas de bitácora de obra y memoria fotográfica
Instalación de inversores trifásicos	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	7 días	Verificación física, notas de bitácora de obra y memoria fotográfica
Cableado e instalación de cajas de conexiones	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	14 días	Verificación física, notas de bitácora de obra y memoria fotográfica
Subestación eléctrica	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	14 días	Verificación física, notas de bitácora de obra y memoria fotográfica
Línea de media tensión para interconexión	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	56 días	Verificación física, notas de bitácora de obra y memoria fotográfica
Preparación de sistema de monitorización	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	7 días	Verificación física, notas de bitácora de obra y memoria fotográfica
Preparación para conexión a la red	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	7 días	Verificación física, notas de bitácora de obra y memoria fotográfica
Puesta en marcha de los diferentes sistemas eléctricos: inversores, subestación	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	7 días	Verificación física, notas de bitácora de obra y memoria fotográfica

Eléctrica y monitorización				
Cercado perimetral	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	14 días	Verificación física, notas de bitácora de obra y memoria fotográfica
Línea de media tensión para integración de 2 subestaciones de 112.5 KVA una sola acometida	Departamento de proyectos U.T.M.	Contratista	35 días	Verificación física, notas de bitácora de obra y memoria fotográfica
Trámite para interconexión del sistema fotovoltaico ante la CFE		Contratista	14 días	Folio de acuse de recepción por CFE y oficio de contratación
Certificación de la planta fotovoltaica por una Unidad de Inspección para Interconexión de Centrales Eléctricas (UIIE-CRE)		Contratista	21 días	Dictamen técnico por parte de la UIIE-CRE



Las actividades sombreadas en amarillo son las identificadas como críticas, las cuales su realización depende de instituciones externas.

El proyecto del “Jardín Solar Fotovoltaico de 0.48 MW en la U.T.M. interconectado a Red Eléctrica de CFE” requiere el suministro y colocación de paneles fotovoltaicos, inversores y un transformador. Para que estos elementos funcionen correctamente, se requieren servicios de elaboración y montaje de estructuras, construcción de una caseta de inversores, suministro y colocación de ducterías, cables y registros eléctricos fundamentalmente. Asimismo, es imperiosa la ejecución de trabajos adicionales como el cercado de malla ciclónica en todo el perímetro del área del proyecto, la construcción de 410 ml de Línea de



Media Tensión para integración de 2 subestaciones de 112.5 KvA a una sola acometida, es decir concentrar la carga eléctrica de la zona oriente de la Universidad en un solo medidor.

En virtud que todos los trabajos antes citados corresponden con la ejecución de una Obra Pública, es pertinente celebrar un contrato de Obra Pública mediante una Licitación Nacional. El responsable de llevar a cabo el proceso de adjudicación será la Universidad Tecnológica de la Mixteca a través de su Comité de Obras Públicas. Los actores involucrados serán el Vice-Rector de Administración por fungir como representante legal de la Institución; el Comité de Obras Públicas para coordinar todas las actividades del proceso de Licitación Pública Nacional; el Equipo responsable del proyecto “Jardín Solar Fotovoltaico en la U.T.M. interconectado a Red Eléctrica de CFE”, para proporcionar todos los planos y especificaciones del proyecto ejecutivo; el Departamento de Proyectos, Construcción y Mantenimiento determinará el catálogo de conceptos y presupuestos base, además será quien supervise la ejecución de la obra en coordinación con los responsables del proyecto; el Departamento de Recursos Materiales y Adquisiciones, será el encargado de la publicación de la convocatoria y bases de Licitación en los medios que establezca la normativa. Finalmente, el Área Jurídica tendrá bajo su responsabilidad la revisión del contrato y garantías respectivas.

Referente al Marco Normativo al cual se apegará la ejecución del proyecto “Jardín Solar Fotovoltaico de 0.48 MW en la U.T.M. interconectado a Red Eléctrica de CFE”, será la Ley de transición Energética (LTE), Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas y los lineamientos del Fondo para la Transición Energética y el aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE).

Derivado de los recursos para la ejecución del proyecto serán proporcionados por la Administración Pública Federal, se tiene considerado llevar a cabo una Licitación Pública Nacional para obtener la propuesta más conveniente que asegure al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes.

El proyecto en su conjunto se considera como una obra pública en virtud que contempla trabajos con objeto de construcción e instalación en un bien inmueble. Así mismo, la instalación de paneles fotovoltaicos será para la explotación del recurso natural que es el Sol.



Esto último con fundamento en el artículo 3 primer párrafo y apartados V y VII de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.

6. MONTOS

6.1 Costos involucrados en el jardín solar.

Los costos del proyecto asociados incluyen: acondicionamiento del terreno, obra civil, edificio para equipos de distribución de energía eléctrica, equipos de control, tableros de protección, equipos de medición y transformadores, conexión a la red eléctrica local (CFE), ampliaciones de línea de media tensión subterránea, para inyección de la energía. El equipamiento total incluye paneles, inversores, ductería y cableado, sistemas de tierras, protecciones eléctricas y estructuras para sostener los paneles. Una instalación de este tipo tendría una vida útil promedio de 30 años en paneles, obra civil y transformadores. Es más difícil predecir la vida útil de los inversores debido a que son equipos electrónicos de 10 años o menos. El costo de mantenimiento es mínimo y podría incluir reparaciones a las conexiones y reemplazo ocasional de paneles, conductores, módulos, fusibles, interruptores termomagnéticos, protecciones eléctricas.

Para saber la viabilidad de un proyecto, es necesario saber el tiempo de vida útil de este tipo de soluciones, por ende, es importante conocer el costo de construcción, operación y mantenimiento, y se divide en anualidades entre los kWh generados.



La vida útil de esta solución en promedio es de entre 20 y 30 años, y el tiempo de implementación será de 130 días promedio. Basándonos en los precios del dólar en el mes de julio del año 2018, para el proyecto se estima la siguiente inversión.

Tabla 3. Costos (Precios en pesos).

CONCEPTO	MONTO
Materiales	\$11,281,647.17
Mano de obra	\$4,512,658.87
Costo directo	\$15,794,306.03
Costo indirecto	\$2,842,975.09
Subtotal	\$18,637,281.12
I.V.A.	\$2,981,964.98
TOTAL	\$21,619,246.10

En el presente resumen de costos no se consideraron gastos por tramites, permisos y certificaciones.

Tabla 4. Consumo eléctrico

Mes	Consumo eléctrico (kWh)	Montos en pesos (a tarifa de 1.8 pesos/ kWh)
Enero	57,385	\$103,292.66
Febrero	54,862	\$98,750.76
Marzo	61,635	\$110,943.89
Abril	56,768	\$102,182.00
Mayo	53,228	\$95,810.90
Junio	45,836	\$82,505.51
Julio	49,815	\$89,666.64
Agosto	50,968	\$91,742.91
Septiembre	47,753	\$85,955.31
Octubre	53,109	\$95,595.55
Noviembre	54,737	\$98,526.95
Diciembre	56,088	\$100,957.66
Total	642,184	\$1,155,930.74



Tabla 5. Flujos de efectivo

Año	Ahorro	Saldo Acumulado
0	-\$ 21,619,246.10	-\$ 21,619,246.10
1	\$1,155,930.74	-\$ 20,463,315.36
2	\$1,265,294.78	-\$19,198,020.58
3	\$1,370,313.62	-\$17,827,706.96
4	\$1,484,048.98	-\$16,343,657.98
5	\$1,607,224.31	-\$14,736,433.67
6	\$1,740,623.13	-\$12,995,810.54
7	\$1,885,094.00	-\$11,110,716.54
8	\$2,041,555.87	-\$9,069,160.67
9	\$2,211,004.00	-\$6,858,156.67
10	\$2,394,516.24	-\$4,463,640.43
11	\$2,593,259.91	-\$1,870,380.53
12	\$2,808,499.20	\$938,118.67
13	\$3,041,603.25	\$3,979,721.92
14	\$3,294,054.82	\$7,273,776.74
15	\$3,567,459.74	\$10,841,236.48

Tabla 6. Retorno de inversión

INDICADORES FINANCIEROS	
VPN (i=4%)	\$1,047,470.93
TIR	5%
Retorno de Inversión	11 años 8 meses

El Valor Presente Neto (VPN): Es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El Valor Presente Neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: MAXIMIZAR la inversión.

La Tasa Interna de Retorno (TIR): Es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.



El Tiempo de Recuperación de la Inversión (TRI): Tiene como objetivo determinar el número de años en que se recupera la inversión, mediante la resta sucesiva de los flujos netos anuales descontados del monto de la inversión, hasta el punto en que se iguala o sobrepasa dicha inversión.

7. RESULTADOS ESPERADOS

Con la imperiosa necesidad de buscar alternativas de solución para satisfacer la demanda de energía que se requiere para la operación del campus de la U.T.M, y considerando los diferentes impactos ambientales negativos que se generan por el consumo de energía eléctrica, al igual que los económicos por el alto costo que se presenta en el mercado se realiza ésta propuesta la cual busca disminuir tanto los impactos negativos ambientales que se generan no solo en el consumo de la energía eléctrica si no en la propia generación de la misma, así como disminuir el alto costo económico que se presenta mes a mes por el pago de este servicio

Con la puesta en marcha del Jardín solar se espera lograr los objetivos planteados inicialmente y con ello alcanzar los siguientes resultados:

Resultado Esperado	Cuantificación del resultado
La creación de una infraestructura que permita la sustitución de energía eléctrica convencional por una "energía limpia", generada a partir de paneles fotovoltaicos	Este resultado esperado se corrobora con el acta de entrega del proyecto por parte de la empresa ganadora de la licitación y la comprobación del óptimo funcionamiento por parte del comité.



<p>La reducción del monto de la facturación por energía eléctrica pagada a la Comisión Federal de Electricidad. Aunado a utilizarlo en áreas de beneficio para la comunidad estudiantil.</p>	<p>Se corroborará en los plazos proyectados la disminución del costo de la energía, a través de los recibos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).</p>
<p>La generación de 1,759.03 kWh, que equivale a un 89% del consumo total del campus.</p>	<p>Se comprueba a través del monitoreo continuo, mensual y anual a través de una tarjeta de adquisición de datos compatible con los inversores, estos datos se recopilarán en una bitácora digital para los análisis comparativos periódicos de la generación de energía.</p>
<p>Disminución de emisión de gases de efecto invernadero, con la sustitución de energía consumida a CFE. por la generada mediante el sistema fotovoltaico.</p>	<p>La producción de un kWh en una central de carbón supone la emisión de 0.961 kilos de CO₂. lo que equivaldría a alrededor de 1,690.42 Kg por día. que se dejará de emitir con la generación de energía a través del sistema fotovoltaico. Estos datos se recopilarán en una bitácora digital para los análisis comparativos periódicos de la generación de energía.</p>

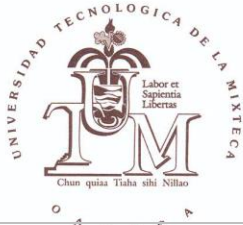
8. IMPACTOS SOCIALES

Como se observa en las siguientes tablas de medición de impactos, los beneficios que genera el proyecto son mucho mayores que los impactos negativos, los impactos negativos existentes son de corto plazo y básicamente se manifestarán en la construcción del jardín fotovoltaico, es decir no existen impactos negativos en el ámbito social, y los impactos negativos en el área se han contemplado líneas de acción para corregir y aminorar su impacto, como se detalla en la matriz.



9. MATRIZ PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOCIALES

Aspecto	Indicador	Tipo de Impacto			Descripción del Impacto Negativo o Co-beneficio	Medida de Mitigación (en caso de Impacto Negativo)
		NA	Impacto Negativo	Co-beneficio		
Aspectos Ambientales						
1.0 Aire	1.1 Emisiones de SO _x , NO _x , material particulado, compuestos orgánicos volátiles u otros gases contaminantes		X		Las emisiones generadas de los equipos serán temporales, en el acondicionamiento del terreno, la obra civil y las ampliaciones de la línea.	Los equipos a utilizar en las etapas del proyecto deben estar sujetos a un mantenimiento periódico de acuerdo a las especificaciones técnicas y de operación para cumplir con los límites de calidad del aire. Esta medida garantizará una combustión completa, un funcionamiento adecuado de los diferentes equipos y una reducción en los niveles de ruido y de emisiones a la atmósfera
	1.2 Ruido		X		El área de ubicación del proyecto se encuentra relativamente lejos de la agencia de Acatlima, de la zona habitacional y urbana (edificios, aulas, auditorio) de la Universidad.	Las diferentes actividades contempladas en el proceso de realización del proyecto, deben estar sometidas a un horario y cronograma específico enmarcado en horarios habituales de trabajo. Aun cuando no se contempla zonas habitacionales en los alrededores, se deberán reducir los niveles de ruido.
	1.3 Olores	X				
	1.5 Polvos o cenizas		X		En los trabajos de limpieza y acondicionamiento del terreno se podría generar el levantamiento de polvo.	En caso de ser necesario se utilizará agua para mantener el suelo húmedo y prevenir el levantamiento de polvo que pudiera afectar a las inmediaciones o las personas.
	1.5 Otros impactos en calidad de aire	X				
2.0 Suelo	2.1 Contaminación de suelos por residuos sólidos		X		Durante las diferentes etapas del proyecto los trabajadores generan residuos sólidos no peligrosos.	Como medida de mitigación se mantendrán recipientes cerrados, debidamente señalizados para que el personal deposite los residuos sólidos no peligrosos, aun y cuando sean mínimos para su subsecuente disposición por parte del personal de la Universidad en el lugar donde indique la autoridad municipal. Los que sean sujeto de reúso y/o reciclamiento serán trasladados a los centros de acopio existentes. En el caso de los residuos peligrosos que se llegarán a generar, éstos serán manejados de acuerdo a la normatividad existente, almacenándose temporalmente en recipientes herméticos, de plástico rígido y serán



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

					transportados por empresas autorizadas para su disposición final.
	2.2 Calidad de suelo		X	En la etapa de acondicionamiento del terreno se prevé un movimiento de suelos lo cual indica que la alteración es temporal y permanente, sin embargo, al no haber cimentación ni nivelación el impacto será mínimo, reduciéndose a las áreas de las bases de los paneles. Señalando que es imposible evitarse por la misma situación de la obra.	Así mismo, hasta donde sea posible por las mismas características de la obra se procurará evitar la alteración del suelo aledaña a la zona de construcción buscando minimizarla al máximo.
	2.3 Nivel de erosión	X			
	2.4 Otros impactos en suelo	X			
3.0 Agua	3.1 Aguas residuales	X		En los trabajos para la implementación del proyecto se tiene contemplado utilizar letrinas para el personal de la obra y para la disposición se contratará a una empresa autorizada para la remoción de los residuos, contemplado en la licitación.	
	3.2 Conservación y uso eficiente del agua	X			
	3.3 Suministro de agua confiable y accesible, estado de la red de distribución	X			
	3.4 Disponibilidad de agua potable	X			
	3.5 Estado ecológico de cuerpos de agua	X		El arroyo más cercano no sufrirá impacto alguno debido a que se encuentra a 100 m de distancia además de ser un arroyo temporal. El arroyo más lejano que de igual manera es temporal, tampoco se verá afectado esto se debe a que existe un puente por donde pasará la línea de media tensión subterránea para inyección de energía.	
	3.6 Otros impactos en agua	X			
4.0 Recursos Naturales No- Renovables	4.1 Recursos minerales	X			
	4.2 Especies vegetales		X	La ubicación para la implementación del proyecto se encuentra dentro del predio de la Universidad, debido a las condiciones actuales del área donde se tiene contemplada la ubicación del proyecto, la fauna ha sido desplazada desde la construcción de la infraestructura de la Universidad.	Se concientizará al personal para lograr una reducción en los niveles de ruido, que puede afectar el desarrollo de fauna propia en el lugar, reubicación de nidos en caso de encontrarlos.
	4.3 Especies animales				El personal tendrá estrictamente prohibida la caza en caso de encontrarse con alguna especie. No se permitirá la quema a campo abierto de desperdicios sólidos ni de la vegetación removida, la vegetación que



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

					La vegetación predominante es de matorrales espinosos, para la limpia y acondicionamiento del terreno se hará una remoción de la vegetación.	<p>sirva como leña se apartará y se pondrá a disposición de quien lo requiera, mientras que los restos vegetales generados por la remoción se esparcirán en las áreas verdes del predio.</p> <p>De ser necesario y aunque las especies encontradas en el área del proyecto no estén registradas en la norma oficial mexicana de especies en riesgo, se rescatarán y reubicarán los ejemplares de plantas que puedan ser reubicadas. Con esta medida se garantiza su conservación y reintegración al paisaje.</p> <p>Aunado a lo anterior dentro del predio de la universidad el personal de mantenimiento y jardinería, constantemente realiza acciones de reforestación.</p>
	4.4 Otros impactos en recursos naturales no renovables			X	La generación de energía eléctrica mediante el proceso solar fotovoltaico no requiere de combustibles fósiles, no genera emisiones a la atmosfera aunado a que no produce ruido, se considera como un proyecto amigable con el ambiente	
5.0 Cambio Climático	5.1 Emisiones de gases invernadero CO2, CH4, N2O, HFC, PFC y SF6		X	X	Las emisiones generadas de los equipos serán temporales, en la etapa de preparación y acondicionamiento del terreno, la obra civil y las ampliaciones de la línea. En la puesta en marcha del proyecto no se generarán emisiones de GEI.	<p>Los equipos a utilizar durante las etapas del proyecto deben estar sujetos a un mantenimiento periódico de acuerdo a las especificaciones técnicas y de operación para cumplir con los límites de calidad del aire.</p> <p>La generación de energía eléctrica mediante el proceso solar fotovoltaico no requiere de combustibles fósiles, no genera emisiones a la atmosfera y no produce ruido.</p>
	5.2 Medidas de adaptación y resiliencia			X	La implementación de este proyecto es una medida de mitigación además de promover el desarrollo de tecnología que no emite gases de efecto invernadero. La generación de energía eléctrica mediante el proceso solar fotovoltaico no requiere de combustibles fósiles, no genera emisiones a la atmosfera aunado a que no produce ruido, se considera como un proyecto amigable con el ambiente encaminado a las acciones para contrarrestar el Cambio Climático.	
Aspectos Sociales						
6.0	6.1 Empleos permanentes o de largo plazo (> 1 año)			X	Empleo permanente para la implementación del proyecto. Generación de al menos 2 empleos para monitorización y mantenimiento.	



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Trabajo y Condiciones Laborales	6.2 Empleos temporales o de corto plazo (< 1 año)			X	Para el desarrollo del proyecto se dará empleo temporal a personal para el desarrollo de las diferentes etapas, a través de una licitación. Generación de al menos 20 empleos temporales directos.
	6.3 Fuentes de generación de ingresos			X	El proyecto permitirá la contratación de personal en las diferentes etapas, a través de una licitación.
	6.4 Salud y seguridad ocupacional			X	Se dispondrán de medidas de seguridad para identificar riesgos, prevenirlos y eliminarlos.
	6.5 Discriminación, trabajo forzado, trabajo infantil	X			
	6.6 Libertad de asociación y/o negociación colectivo	X			
	6.7 Otros aspectos relacionados con el trabajo y las condiciones laborales	X			
7.0 Salud y seguridad de la comunidad	7.1 Enfermedades y Accidentes			X	Entre los requisitos que se soliciten a los oferentes estos deberán cumplir con las condiciones de seguridad social en caso de enfermedades o accidentes de los trabajadores.
	7.2 Crímenes	X			
	7.3 Alimentación	X			
	7.4 Servicios de salud e instalaciones sanitarias	X			
	7.5 Propensión a desastres naturales	X			
	7.6 Otros impactos en salud y seguridad de la comunidad			X	Para aumentar la seguridad se pretende señalar el área para prevenir accidentes, por las obras y actividades que se realicen. Reducción de gases de efecto invernadero.
8.0 Educación y Capacitación	8.1 Formación profesional			X	La instalación y puesta en funcionamiento del jardín solar fotovoltaico permitirá que profesores y alumnos realicen investigación y prácticas en el sitio, relacionadas a la generación de nuevas tecnologías amigables con el ambiente, así como se necesitará de un técnico quien recibirá las capacitaciones necesarias para asignarse como responsable del área. El impacto del proyecto es de carácter regional pues se trata de habilitación de espacios cuyo fin es dar la oportunidad de acceso a una educación superior de calidad.
	8.2 Servicios educativos			X	El área y desarrollo del proyecto servirá como lugar de capacitación, en donde alumnos y profesores de la

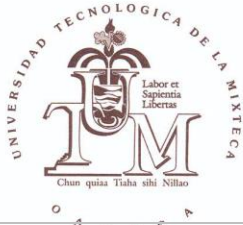


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

					universidad y otras universidades podrán desarrollar prácticas e investigación. El impacto del proyecto es de carácter regional pues se trata de habilitación de espacios cuyo fin es dar la oportunidad de acceso a una educación superior de calidad, además servirá de muestra para replicar esta tecnología en otras universidades del SUNEQ.	
	8.3 Difusión del conocimiento			X	Al poner en marcha un proyecto de esta magnitud y tomando en cuenta las características y necesidades de la región y del estado se podrá brindar asesoría y muestra a municipios, escuelas e interesados en implementar esta tecnología. Dar a conocer a alumnos de todos los niveles que existen alternativas a las energías convencionales.	
	8.4 Otros impactos en educación y capacitación			X	El proyecto se podrá considerar como una prueba piloto con posibilidades de mejora y adaptación a otras regiones del estado permitiendo la capacitación continua del personal operativo y a quienes se encuentren interesados en la implementación de las tecnologías amigables con el ambiente.	
9.0 Bienestar social	9.1 Desarrollo comunitario y social			X	Se incrementará el desarrollo social al fomentar el empleo directo e indirecto, creación de espacios verdes, mitigación de emisores contaminantes y mejora del paisaje.	
	9.2 Nivel de vida y pobreza			X	Aumentará el nivel de vida al bajar costos de producción eléctrica en el corto y largo plazo, y por la creación de empleos directos e indirectos.	
	9.3 Otros impactos en bienestar social	X				
10.0 Igualdad de género	10.1 Forma de vida, educación, capacitación para mujeres			X	El proyecto no tiene preferencia de género, al contrario, da la oportunidad de que tanto hombres como mujeres interesados puedan participar en los procesos de desarrollo y puesta en marcha del jardín solar fotovoltaico, permitiendo que ambos puedan adquirir capacitaciones y conocimientos. Participación de las mujeres y población vulnerable en la toma de decisiones del proyecto.	
	10.2 Cambios en la posición de las mujeres en la estructura social	X				
	10.3 Otros impactos en igualdad de género	X				
11.0 Pueblos indígenas	11.1 Estilos tradicionales de vida	X				
	11.2 Cultura y modo de vida como forma de subsistencia, idioma etc.	X				



	11.3 Organización social e instituciones políticas propias	X				
	11.4 Procedimientos apropiados, de buena fe y a través de sus instituciones representativas que permitan la participación libre de la Comunidad Indígena en la identificación, evaluación y mitigación de cualquier Impacto Social que les concierna directamente	X				
12.0 Patrimonio cultural	12.1 Afectación a patrimonio arqueológico, cultural, histórico y religioso	X				
13.0 Desplazamiento	13.1 Desplazamiento Físico	X				
	13.2 Desplazamiento Económico	X				
	13.3 Compensación	X				
14.0 Participación de las partes interesadas y divulgación de información	14.1 Estrategia de participación, difusión de información sobre impactos, proveer medios accesibles para planteamiento y resolución			X	A través de los medios de difusión universitaria se mantendrá informada la comunidad universitaria y el entorno (región, estado) de las actividades y beneficios de la implementación que el jardín solar fotovoltaico en la U.T.M. tendrá a favor del medio ambiente y de la sociedad. Se comunicará la dimensión y alcance del proyecto a la población objetivo, a través de sesiones informativas, trípticos y reuniones formales.	
Aspectos Económicos						
15.0 Desarrollo Económico	15.1 Los ingresos procedentes del empleo generado.			x	Generará ingresos de manera permanente y temporal a través del empleo para la elaboración del proyecto, generando derrama económica de la zona.	
	15.2 Otros ingresos generados por el proyecto			x	Ingresos generados en energía que reducirá los costos de operación del campus aunado a en el futuro la posibilidad de acceder a recursos para investigación, capacitaciones, etc., que permitan mejorar el aprovechamiento de la energía.	
	15.3 Acceso y monto de inversiones en el país, región, comunidad o tecnología			x	El proyecto generará una inversión por parte del Estado Mexicano en tecnología.	
	15.4 Creación y mantenimiento de infraestructura			x	El proceso de crecimiento de la universidad requiere de la implementación de nuevas tecnologías amigables con el	



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

					ambiente y por ende infraestructura para su funcionamiento, beneficiando con ello a jóvenes de la región que contribuirán al desarrollo regional, estatal y nacional. Con el proyecto se generará infraestructura la cual deberá de recibir un mantenimiento constante.	
	15.5 Otros impactos en desarrollo económico			x	Al generar empleos dará la posibilidad a algunas personas a mantener una estabilidad económica.	
16.0 Energía	16.1 Capacidad y generación de energía			x	La capacidad instalada que se pretende tendrá el jardín solar fotovoltaico excederá los requerimientos que la universidad tiene en cuanto a energía. El excedente de energía será considerado como un crédito a favor de la universidad, para cuando el jardín no alcancé el consumo de energía requerido debido a condiciones climáticas, asegurando la energía disponible de la universidad. Generación de 0.48 MW de potencia y 2,332 KWh de energía por día.	
	16.2 Acceso y disponibilidad de energía			x	Autoconsumo de energía generada.	
	16.3 Fiabilidad de servicios de energía limpia			x	Al ser un sistema pasivo no tiene elementos móviles, el mantenimiento es mínimo por lo tanto es un sistema confiable, porque sólo depende de la energía solar.	
	16.4 Costo de la energía			x	La puesta en marcha del proyecto beneficiará a la universidad con la disminución considerable de gastos del servicio eléctrico, que ha sido de gran interés por el aumento en los costos de los combustibles fósiles, la instalación de paneles fotovoltaicos puede disminuir hasta un 90% los pagos por el consumo de energía ante CFE. El ahorro permitirá a largo plazo expandir el jardín fotovoltaico con forme la universidad y su crecimiento lo vaya requiriendo El sistema generador se ubica dentro de las propias instalaciones de la universidad siendo de autoconsumo.	
	16.5 Otros impactos en energía	x				
17.0 Transferencia a tecnológica	17.1 Desarrollo de la tecnología, así como la adaptación de nuevas tecnologías a las circunstancias no probadas.			x	Implementación de manera eficiente y aprovechamiento de fuentes renovables de energía mediante la adopción de nuevas tecnologías, en este caso la utilización de paneles fotovoltaicos. Desarrollo de tecnología que disminuye el riesgo de accidentes para personas y especies de animales, el cableado subterráneo evita dañar la estructura arbórea, además de no afectar al paisaje.	



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

	17.2 Actividades que favorecen la obtención de un conocimiento útil y sustentable sobre una tecnología en una región que carece de experiencia en la utilización de la misma			x	En la zona, aunque tiene las condiciones óptimas para implementación de sistemas de captación de energía solar, aún es muy reducida su utilización y mediante la implementación de este proyecto se abundará al aprovechamiento y explotación de nuevas tecnologías.
	17.3 Monto del gasto en tecnología			X	La inversión necesaria para la instalación de nuevas tecnologías limpias, es mayor que las convencionales sin embargo haciendo una comparación a largo plazo resulta más económico el gasto en nuevas tecnologías.
	17.4 Otros impactos en transferencia de tecnología	X			



10. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

10.1 Preparación del sitio

Las actividades que a continuación se describen se realizarán en toda el área en donde se construirán los diferentes componentes proyecto.

10.2 Trazo y delimitación

El trazo es básicamente la señalización de los vértices del área donde se construirá el jardín solar fotovoltaico con todos sus componentes (módulos fotovoltaicos, Inversores (DC/AC), subestación eléctrica, estructura de soporte, caseta para inversores), y que se delimitará posteriormente con una cerca perimetral. Además, se delimitarán el camino de acceso, 509 metros lineales de la línea de media tensión para interconexión y 410 ml de la línea de media tensión para integración de 2 subestaciones de 112.5 KVA una sola acometida.

El trazo del área del proyecto se realizará con apoyo de personal y equipo topográfico, y la delimitación será primariamente con estacas de madera, hilos y cal de albañilería.

10.3 Desmonte

Esta actividad consiste en la eliminación de la cubierta vegetal, se llevará a cabo con maquinaria pesada, por ejemplo, con un tractor sobre orugas habilitado con hoja topadora tipo bulldozer. En caso de especies que puedan recuperarse serán retiradas y enviadas al vivero universitario. El material producto del desmonte será retirado del sitio y trasladado en camiones de volteo hacia las áreas del vivero para utilizarse en de compostas.

10.4 Despalme

El despalme del terreno consiste en retirar la capa superficial (tierra vegetal) que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de cimentaciones de los componentes del Proyecto.

Se recuperará el suelo fértil de las áreas de afectación, se almacenará y protegerá para posteriormente utilizarlo en la restauración de áreas cercanas.

Fig. 3. Figura ilustrativa de un despalme.



10.5 Nivelaciones y rellenos

Durante esta actividad se llevará a cabo el relleno y nivelación del terreno de acuerdo a cotas de nivel y dimensiones establecidas en los planos de proyecto. La zona donde se realizará el jardín solar está conformada por mantos rocosos, la capa vegetal es de aproximadamente 25 cm, por lo que el relleno se realizará con material mejorado donde así lo requiera, en toda el área se colocará una capa de material producto de trituración de piedra (gravilla) procedente de trituradoras autorizadas para el mejoramiento del suelo.

Fig. 4. Figura ilustrativa de nivelación y rellenos.



10.6 Excavaciones

Esta actividad involucra la apertura de excavaciones a cielo abierto donde se alojarán las cimentaciones de las estructuras de soporte de los paneles fotovoltaicos, la caseta de inversores y estructura de la subestación eléctrica. También se realizarán excavaciones para hacer las zanjas en donde se colocará el cableado subterráneo y registros eléctricos.

El material excavado será nuevamente utilizado en el relleno de las áreas intervenidas, en caso que sobrará material se depositará en los sitios de disposición final autorizados.

Fig. 5. Figura ilustrativa de excavaciones.



10.7 Compactación

Mediante este proceso se densifica el suelo aplicando carga con un peso estático o dinámico mediante golpes con un martillo, vibración, rodillos vibratorios, con aplanadoras o rodillos estáticos. La compactación incrementa la resistencia, reduce la deformabilidad y permeabilidad de los materiales. Sin embargo, como ya se mencionó en la sección de nivelaciones y rellenos, en la zona del proyecto existen mantos rocosos, donde no se podrá compactar y solo se buscará uniformizar las pendientes de la última capa.

10.8 Construcción

En este apartado se especifican las actividades de construcción del jardín solar que se ubicará dentro del área destinada para el proyecto. Incluye la instalación de los paneles fotovoltaicos y demás componentes (inversores, cableado subterráneo, instalaciones eléctricas, etc.) y subestación eléctrica.

También se describen las actividades de construcción de la línea de media tensión para interconexión, de la línea de media tensión para integración de 2 subestaciones de 112.5 KVA una sola acometida y actividades de los trabajos relativos al cercado perimetral con malla ciclónica y postes galvanizados de refuerzo.

10.9 Módulos fotovoltaicos

Para la instalación de los módulos fotovoltaicos se llevarán a cabo las siguientes actividades: elaboración de cimentaciones y montaje de estructuras, montaje de paneles fotovoltaicos, construcción de caseta de inversores y base de subestación, instalación de inversores, cajas combinadoras y subestación eléctrica, introducción de cableado subterráneo y cercado perimetral. A continuación, se describen cada una de las actividades enlistadas.

Fig. 6. Figura ilustrativa de módulos Fotovoltaicos.



10.10 Cimentación y montaje de estructuras

La cimentación de las estructuras metálicas se realizará mediante zapatas aisladas de 70cm x 70cm y dados de concreto armado de 30cmx30cm. En los casos donde el manto rocoso no permita dar la profundidad requerida, se elaborarán barrenos de 1 ½" Ø y se colocarán 3 anclas de varilla corrugada de 1" Ø por cada zapata aislada como refuerzo. Para el montaje de las estructuras, se dejarán ahogadas en los dados de concreto 4 anclas de varilla corrugada del No. 5 de 45 cms de largo y escuadra de 12 cms, estas anclas son para soldarlas a una placa de 15cm x 20cms de ½" de espesor. A partir de estas placas de acero se desplantarán las columnas metálicas que soportarán las vigas, estas últimas cargarán los largueros de aluminio donde se fijaran los paneles fotovoltaicos.

Las estructuras serán galvanizadas a fin de protegerlas contra la corrosión y tendrán una inclinación de 20° de norte a sur.

10.11 Montaje de paneles

Los paneles se sujetarán por cuatro puntos comunes con conectores unión entre paneles. Se prevé un sistema de fijación alternativo y versátil para adaptarse a posibles cambios de paneles fotovoltaicos, desviaciones, etc., mediante la utilización de conectores especiales. La fijación de los paneles situados en los extremos se realizará mediante el empleo de conectores de aluminio terminales.

Fig. 6. Figura ilustrativa de paneles montados.



Todos los paneles estarán sujetos a una parrilla de rieles de aluminio especiales para este sistema fotovoltaico. Además, se utilizarán elementos específicos para asegurar la conexión eléctrica entre los marcos de los paneles y la parrilla de aluminio.



10.12 Inversores y subestación eléctrica

Para la conversión a corriente alterna se utilizarán 8 inversores, la electricidad generada se produce a baja tensión (440V), por lo que se requiere elevarla a media tensión, por este motivo es necesario incorporar un transformador en el sistema.

Los inversores estarán instalados dentro de la caseta de equipos y el transformador estará en su base de concreto de acuerdo a las especificaciones en planos constructivos y normas de CFE.

10.13 Cableado subterráneo

Se llevarán a cabo la excavación de las zanjas para la instalación del cableado. Se tendrán dos tipos de cableado: corriente continua y corriente alterna.

Cableado corriente continua: los cables de corriente continua desde las cajas combinadoras hasta los inversores serán colocados en zanjas y protegidos con tubo flexible corrugado tipo PAD (Poliducto de Alta Densidad), de sección adecuada en función de la sección del cable y usando un tubo por cada circuito. Se colocarán registros prefabricados donde convergen las canalizaciones y en los cambios de dirección. Las zanjas deberán tener al menos una anchura de 0.6 m y una profundidad mínima de 0.6 m. En caso de ser necesario, se encofrarán con concreto los tramos de tubería donde el manto rocoso no permita dar la profundidad establecida.

Cableado corriente alterna: los cables de corriente alterna, desde la salida del transformador de MT y hasta la interconexión del jardín solar (509 ml), serán instalados en zanjas y protegidos con tubo flexible corrugado tipo PAD, de sección adecuada en función de la sección del cable y usando un tubo por cada circuito. Se colocarán registros prefabricados cada 50 metros como máximo y en los cambios de dirección. Las zanjas deberán tener al menos una anchura de 0.6 m y una profundidad mínima de 1.2 m. La línea de media tensión subterránea se construirá de acuerdo a las especificaciones en planos constructivos y normas de CFE.



En ambos tipos de canalización, los tubos irán sobre cama de arena de 5 cm y estarán cubiertos con una capa de arena de al menos 10 cm por encima del tubo y envolviéndolos completamente. La zanja se terminará de rellenar con tierra de aporte y/o provenientes de las excavaciones realizadas previamente. Las zanjas serán debidamente compactadas. Se colocará una banda de señalización y protección a 10 cm del nivel definitivo del suelo. Una vez realizado lo anterior se procede a completar el relleno con el material de excavación y se realizará el compactado correspondiente.

Los registros en donde se enlazarán las canalizaciones serán de concreto prefabricado y sin fondo para facilitar el drenaje y evitar la inundación del registro. Las tapas serán de concreto polimérico o de fundición en los casos que deban soportar esfuerzos mecánicos. En el interior de los registros se sellarán todos los tubos para evitar el acceso al interior de agua y/o roedores.

La canalización para la red de tierra será la misma que la canalización para cableado. Se conectarán a tierra, la estructura metálica de soporte, los marcos de los paneles fotovoltaicos, la carcasa de los inversores, así como todas las estructuras metálicas presentes en la instalación. Esta puesta a tierra se realizará mediante cable de cobre desnudo o cable de cobre con forro de color verde, siguiendo la normativa vigente para este tipo de instalaciones.

Finalmente, se debe recalcar que en esta etapa solo se utilizará el mismo material de la excavación, a reserva de los tramos donde el manto rocoso no permita la profundidad requerida, ahí se encofrará con concreto $F'c= 100 \text{ kg/cm}^2$. A continuación se muestran algunas imágenes de las zanjas de canalización eléctricas.

Fig. 7. Figura ilustrativa de cableado subterráneo.



10.14 Vialidades internas

Los espacios entre las estructuras de arreglos fotovoltaicos serán de terracerías y servirán como vialidades internas. Se estima una longitud aproximada de 463 m por 3.00 m de ancho. El perímetro del jardín solar tiene una longitud de 320 m, el ancho del espacio de libre tránsito al norte y sur serán de 5.00 m de ancho, y en la zona oriente y poniente será de 4.82 m. Todos estos espacios de libre tránsito servirán para dar mantenimiento y limpieza a los paneles, acceso al cuarto de inversores y transformador.

10.15 Caseta para inversores

En la caseta para inversores, la cimentación será con zapatas corridas de concreto reforzado, tomando en consideración el tipo de suelo de la zona del proyecto. Los muros serán de tabique rojo recocido confinados con castillos de concreto armado, con aplanado fino al interior, exterior y terminados con pintura vinílica. La losa de azotea será de concreto reforzado terminado con carpeta asfáltica de 4 mm de espesor.

Con el fin de asegurar el buen funcionamiento del Proyecto, se dispondrá de un sistema monitorización continua del estado físico del sistema, en caso de detección de situaciones anormales personal de la Universidad asistirá al lugar para verificación del evento.

Se instalará una cerca perimetral de malla metálica galvanizada de 2 metros de altura libre con postes de acero galvanizado en caliente, cada 2.5 metros, cimentado en zapatas de hormigón de 40 cm de profundidad. Para la puerta de acceso se instalará una puerta de doble lámina de 5 metros de ancho libre, también con rejilla metálica, además de otra hoja para entrada exclusiva de personas.

10.16 Operación y mantenimiento

A. Operación

Durante el día Jardín solar fotovoltaico en la UTM, generará energía eléctrica en corriente continua, en una cantidad directamente proporcional a la radiación solar existente, y será convertida en corriente alterna por los inversores primero, después a través del transformador y la red de media tensión.

Durante la noche los inversores dejarán de inyectar energía a la red y se mantendrá en estado stand-by con el objetivo de minimizar el autoconsumo del jardín. La operación de los inversores es totalmente automática.

Fig. 8. Figura ilustrativa de inversor.





La fase de operación iniciará una vez que termine la etapa de construcción/instalación y se realice la interconexión a la línea de distribución de Huajuapán de León propiedad de CFE transmite la energía a la red nacional.

Durante la etapa de operación del sistema no se considera que haya algún operario físicamente ubicado en la planta solar fotovoltaica, ya que las labores de operación, monitorización y vigilancia se harán de manera remota.

Antes de iniciar la operación se realizarán pruebas para evitar accidentes propios de instalaciones que trabajan con corriente continua y también para asegurar que:

- No se dañen los equipos
- Comprobar que se cumplen los valores operativos garantizados por el contratista

Las pruebas consisten en lo siguiente:

Terminación mecánica: donde se comprueba, de forma previa a la conexión del jardín solar que todos los equipos se han instalado correctamente y que se han instalado de acuerdo a las especificaciones de proyecto, haciendo especial hincapié en los sistemas de protección, además se hacen diferentes comprobaciones y medidas de tierras, aislamiento, polaridad, etc.

Procedimiento de puesta en marcha: consiste en el protocolo de actuación para llevar a cabo la progresiva conexión y puesta en servicio de los diferentes sistemas y equipos.

Pruebas de rendimiento: a efectuar durante un periodo no inferior a 3 días, durante la cual se comprobarán entre otros, el rendimiento del campo generador, la potencia instalada, el rendimiento de los inversores y el funcionamiento normal de todos los equipos ante diferentes registros de irradiancia y temperatura.

Pruebas de funcionamiento anuales: al final de un periodo estacional, se realizará nuevamente una inspección para comprobar el estado del jardín solar (mantenimiento) y se realizará un cómputo del rendimiento realmente logrado, en el periodo a través de los registros en el sistema de monitorización.

B. Mantenimiento

Se realizarán las labores de mantenimiento del jardín solar fotovoltaico, que consisten en limpieza de los paneles solares y una inspección visual de las instalaciones.

El lavado de los paneles se requiere para eliminar el polvo que se va depositando en los mismos, esta actividad se realizará una o dos veces al año, de acuerdo a las necesidades. Las cantidades de agua a utilizar son menores, se requiere alrededor de 0.9 litros por panel por evento.

Fig. 9. Esquema de limpieza de los paneles fotovoltaicos.



El agua producto del lavado de los paneles es agua mezclada con restos de polvo, semejante a la que se genera con agua lluvia sobre cualquier superficie expuesta a partículas de polvo, como, por ejemplo, el techo de una casa, por lo que no requieren un manejo especial y su disposición será sobre el terreno que rodea a cada estructura.

Por otra parte, se realizarán las podas de los árboles ubicados sobre el derecho de vía, cuando estos interfieran y pongan en riesgo la operación segura del sistema. Se harán inspecciones periódicas para verificar que todos los elementos que conforman la línea de interconexión (conexiones, sistema de tierra, hilo conductor, etc.) se encuentren en condiciones óptimas y en caso contrario proceder a su sustitución.



11. CRONOGRAMA

A continuación, se presenta el cronograma y los plazos de implementación de las actividades determinadas para la realización del proyecto.

	ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5										
		Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	
Preparación del sitio																
1	Camino de acceso al jardín solar	X														
2	Trazo y delimitación	X														
3	Desmante y despalme	X	X													
4	Nivelaciones y excavaciones		X	X												
5	Cimentaciones			X	X	X	X									
Construcción																
6	Caseta de inversores		X	X	X	X	X	X								
7	Instalación de registros y ductería subterránea				X	X										
8	Montaje de estructuras				X	X										
9	Montaje de paneles fotovoltaicos						X	X								
10	Instalación de inversores trifásicos						X									
11	Cableado e instalación de cajas de conexiones							X	X							
12	Subestación eléctrica						X	X								
13	Línea de media tensión para interconexión		X	X	X	X	X	X	X							
14	Preparación de sistema de monitorización							X								
15	Preparación para conexión a la red								X							
16	Puesta en marcha de los diferentes sistemas eléctricos: inversores, subestación eléctrica y monitorización									X						
Trabajos complementarios																
17	Cercado perimetral									X	X					
18	Línea de media tensión para integración de 2 subestaciones de 112.5 KVA una sola acometida				X	X	X	X	X							
19	Trámite para interconexión del sistema fotovoltaico ante la CFE									X	X					
20	Certificación de la planta fotovoltaica por una Unidad de Inspección para Interconexión de Centrales Eléctricas (UIIE-CRE)											X	X	X		



12. COMUNICACIÓN Y REPLICABILIDAD DE LOS RESULTADOS

El proyecto “Jardín solar Fotovoltaico 0.48 MW en la U.T.M. interconectado a la red eléctrica de la CFE”, será uno de los primeros proyectos de gran magnitud a desarrollarse en el estado de Oaxaca, existen particulares que ya han construido este tipo de tecnologías fotovoltaicas, sin embargo, no se tiene registro que alguna Institución Educativa en el estado de Oaxaca lo haya realizado con antelación.

Para la recolección y aprovechamiento de la energía solar en la Universidad Tecnológica, fue necesario integrar un equipo de trabajo conformado por personal académico, administrativo y operativo. Este equipo de especialistas de la comunidad universitaria es el responsable del proyecto ejecutivo, tienen el compromiso de implementar tecnologías de última generación para generar energías limpias y cubrir el 89% del consumo de energía total de la Universidad.

El equipo responsable del proyecto será vigilante durante todo el proceso de construcción del proyecto, para que se realice en el tiempo, forma y calidad proyectada, garantizando el funcionamiento de la infraestructura del jardín solar y de todos sus componentes durante el tiempo de vida útil estimado.

Con este proyecto, se involucra a personal de la propia Universidad para la planeación, proyección y supervisión de los trabajos, con la premisa que la reducción de costos de facturación por consumo de energía eléctrica permitirá economías que pueden canalizarse en gastos de operación del área académica, incrementando la producción y material de investigación, además de contribuir en la reducción de emisión de gases de efecto invernadero.

Con la puesta en marcha del “Jardín solar Fotovoltaico en la UTM interconectado a la red eléctrica de la CFE”, se analizarán los resultados obtenidos a corto y mediano plazo. Este proyecto será considerado un caso de éxito, será presentado en los foros externos y medios de difusión académica, además podrá ser replicado por cualquier otra Institución Educativa, principalmente las Universidades del Sistema de Universidades Estatales de Oaxaca (SUNEO) que están distribuidas en todas las regiones del estado de Oaxaca y que presentan características similares a la UTM.



13. RIESGOS DEL PROYECTO, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

13.1 Riesgos de implementación

Respecto a la tecnología propuesta para el sistema fotovoltaico (paneles, inversores, equipos de protección, etc.) y demás materiales proyectados para la ejecución del proyecto, no representan riesgo de mal funcionamiento para alcanzar la generación de energía proyectada, ya que estos equipos están probados y cumplen con la normatividad nacional e internacional vigente.

El riesgo visualizado se refiere a la fluctuación del tipo de cambio del dólar, ya que los equipos seleccionados (paneles e inversores) son de procedencia extranjera (alemana) y la compra se realiza en dólares.

Por lo tanto, se puede presentar el escenario de un incremento del tipo de cambio al momento de la compra y entonces el recurso solicitado será insuficiente para ejecutar la totalidad del proyecto, incumpliendo con la meta de generar de 1,759.03 kwh por día. La estrategia para solventar este riesgo sería que la Universidad aporte mano de obra para la ejecución de algunos trabajos en virtud que esta cuenta con la infraestructura y personal técnico calificado para realizar conceptos de obra en este rubro.

Otro riesgo visualizado es la calidad de los trabajos que realizará la empresa ganadora en la Licitación Nacional. Par mitigar este riesgo, se plantea que el Departamento de Proyectos, Construcción y Mantenimiento de la Universidad en conjunto con la Responsables del proyecto, intervendrán para darle puntual seguimiento a cada una de las acciones ejecutadas por la contratista, de tal manera que el resultado final del proyecto cumpla con la calidad y funcionalidad convenida y requerida por la Universidad.

13.2 Seguimiento, Evaluación del Plan de Indicadores de Operación

Respecto al plan de seguimiento del Proyecto, dentro de las bases de licitación se solicitarán como anexos la calendarización de los trabajos por partida, concepto, materiales, insumos, equipo y personal operativo, documentos que servirán como calendarios de actividades para monitorear puntualmente los avances de conformidad con las etapas establecidas.



Para minimizar los riesgos en la variabilidad de los equipos y materiales solicitados, en las bases de licitación se incluirá el catálogo de conceptos con todas las especificaciones requeridas para cada concepto de trabajo, los planos constructivos contienen información técnica que deberán sujetarse el contratista y bajo ningún motivo se aceptará variaciones al proyecto.

El impacto del proyecto se evaluará con la medición continua de la generación de energía mediante el sistema de monitorización, además se realizarán los comparativos de costos de facturación en periodos anteriores y posteriores a la instalación del sistema fotovoltaico. Con el sistema de monitorización se podrán detectar disminuciones de generación de energía y fallas en el sistema, lo cual será atendido de inmediato por el personal técnico de la Universidad. Con estas acciones se pretende lograr cumplimiento de los objetivos del proyecto.



14. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Costos involucrados en el jardín solar. Los costos del proyecto asociados incluyen: acondicionamiento del terreno, obra civil, edificio para equipos de distribución de energía eléctrica, equipos de control, tableros de protección, equipos de medición y transformadores, conexión a la red eléctrica local (CFE), ampliaciones de línea de media tensión subterránea, para inyección de la energía. El equipamiento total incluye paneles, inversores, ductería y cableado, sistemas de tierras, protecciones eléctricas y estructuras para sostener los paneles. Una instalación de este tipo tendría una vida útil promedio de 30 años en paneles, obra civil y transformadores. Es más difícil predecir la vida útil de los inversores debido a que son equipos electrónicos de 10 años o menos. El costo de mantenimiento es mínimo y podría incluir reparaciones a las conexiones y reemplazo ocasional de paneles, conductores, módulos, fusibles, interruptores termomagnéticos, protecciones eléctricas.

Tabla 3. Costos (Precios en pesos).

CONCEPTO	MONTOS
Materiales	\$11,281,647.17
Mano de obra	\$4,512,658.87
Costo directo	\$15,794,306.03
Costo indirecto	\$2,842,975.09
Subtotal	\$18,637,281.12
I.V.A.	\$2,981,964.98
TOTAL	\$21,619,246.10



15. PARÁMETROS DE MEDICIÓN PERIÓDICA

Para darle seguimiento al avance técnico/financiero de la obra se utilizarán indicadores de gestión para medición de la eficacia. El primer indicador es el **Porcentaje de ejecución de obra**, el cual su método de cálculo es: $(\text{Volumen de obra ejecutada} / \text{Volumen de obra contratada para ejecución}) \times 100$. El segundo indicador será el **Porcentaje de Presupuesto ejercido**, el cual su método de cálculo es $(\text{Presupuesto ejercido} / \text{Presupuesto contratado}) \times 100$.

Con estos indicadores se dará puntual seguimiento y se tiene la posibilidad de calcular los porcentajes de avance en cualquier etapa del proyecto, teniendo como herramientas el catálogo de conceptos de obras, los programas de obras calendarizados por partida, concepto, insumos, equipo de instalación permanente, personal técnico-operativo, y demás anexos que se solicitan desde las bases de licitación.

Así mismo, una vez puesto en marcha el jardín solar, se utilizará el indicador denominado **Porcentaje de energía generada**, el cual su método de cálculo es: $(\text{Cantidad de energía generada Kwh} \times \text{mes} / \text{Cantidad de energía proyectada Kwh} \times \text{mes}) \times 100$. Con esta información se puede hacer un comparativo con la factura de consumo emitido por la CFE, de tal manera que se pueda verificar el cumplimiento del objetivo planteado.

Se informará al Comité Técnico sobre cualquier eventualidad que impida que el Proyecto continúe o los ajustes que se realicen para mejorar su desempeño. En caso que los ajustes modifiquen sustancialmente el Proyecto (Objetivo, Alcances o Vigencia), se deberá presentar nuevamente al Comité.

La documentación comprobatoria en original se conservará para cualquier solicitud el Comité Técnico por un plazo de 5 años.



16. PLAN DE MONITOREO DE IMPACTOS SOCIALES

A. Co-beneficios

A continuación, se muestran los parámetros de seguimiento de los co-beneficios de tipo social que se estiman serán generados por la implementación del proyecto.

Aspecto (Indicar Número y denominación)	6.0 Trabajo y Condiciones Laborales
Indicador (Indicar número y denominación)	6.1 Empleos permanentes o de largo plazo (> 1 año) 6.2 Empleos temporales o de corto plazo (< 1 año) 6.3 Fuentes de generación de ingresos
Co-beneficio	Generación de empleos.
Parámetro seleccionado	Número de empleos generados de corto plazo y largo plazo
Valor o estimación de línea base (en caso de ser aplicable)	El número de empleos antes del proyecto y una vez iniciado el proyecto.
Meta u objetivo definido para el parámetro (en caso de ser aplicable)	Generación de al menos 2 empleos permanentes para monitorización y mantenimiento. Generación de al menos 20 empleos temporales directos.
Método de medición	Encuestas Secretaría de Economía, Secretaría del trabajo, Base de datos recursos humanos de U.T.M.
Frecuencia de medición	Anual
Responsable de medición	Secretaría de economía, Responsable del proyecto U.T.M.

Aspecto (Indicar Número y denominación)	6.0 Trabajo y Condiciones Laborales
Indicador (Indicar número y denominación)	6.4 Salud y seguridad ocupacional
Co-beneficio	Se dispondrán de medidas de seguridad para identificar riesgos, prevenirlos y eliminarlos.
Parámetro seleccionado	Condiciones de salud y seguridad ocupacional
Valor o estimación de línea base (en caso de ser aplicable)	Estadísticas anuales
Meta u objetivo definido para el parámetro (en caso de ser aplicable)	N/A
Método de medición	Encuestas Secretaría de Economía y Secretaría del trabajo.
Frecuencia de medición	Anual
Responsable de medición	Secretaría de economía, Responsable del proyecto U.T.M.

Aspecto (Indicar Número y denominación)	7.0 Salud y seguridad de la comunidad
Indicador (Indicar número y denominación)	7.1 Enfermedades y Accidentes



	7.6 Otros impactos en salud y seguridad de la comunidad
Co-beneficio	Cumplimiento con las condiciones de seguridad social en caso de enfermedades o accidentes de los trabajadores.
Parámetro seleccionado	Condiciones de salud y seguridad ocupacional
Valor o estimación de línea base (en caso de ser aplicable)	Estadísticas anuales
Meta u objetivo definido para el parámetro (en caso de ser aplicable)	N/A
Método de medición	Estadística de enfermedades y riesgo por accidentes laborales, de la Secretaría del trabajo.
Frecuencia de medición	Anual
Responsable de medición	Secretaría del trabajo, responsable del proyecto U.T.M.

Aspecto (Indicar Número y denominación)	8.0 Educación y Capacitación
Indicador (Indicar número y denominación)	8.1 Formación profesional 8.2 Servicios educativos
Co-beneficio	habilitación de espacios cuyo fin es dar la oportunidad de acceso a una educación superior de calidad.
Parámetro seleccionado	Número de talleres, seminarios y demás actividades educativas que no son parte del sistema educativo. Número de participantes a las actividades educativas que no son parte del sistema educativo
Valor o estimación de línea base (en caso de ser aplicable)	Información anual registrada en Servicios Escolares de la U.T.M.
Meta u objetivo definido para el parámetro (en caso de ser aplicable)	Comparación e incremento en los registros de la base de datos
Método de medición	Estadísticas, encuestas
Frecuencia de medición	Semestral
Responsable de medición	Responsable de servicios escolares, carreras involucradas, responsable del proyecto U.T.M.

Aspecto (Indicar Número y denominación)	8.0 Educación y Capacitación
Indicador (Indicar número y denominación)	8.3 Difusión del conocimiento
Co-beneficio	Se comunicará la dimensión y alcance del proyecto a la población objetivo, a través de sesiones informativas, publicaciones en la página de la U.T.M. y reuniones formales.
Parámetro seleccionado	Número de talleres, seminarios y demás actividades educativas que no son parte del sistema educativo.
Valor o estimación de línea base (en caso de ser aplicable)	Información anual registrada en U.T.M.
Meta u objetivo definido para el parámetro (en caso de ser aplicable)	Comparación e incremento de la base de datos de difusión universitaria
Método de medición	Estadísticas, encuestas
Frecuencia de medición	Semestral



Responsable de medición	Carreras involucradas, responsable del proyecto U.T.M., difusión universitaria.
-------------------------	---

Aspecto (Indicar Número y denominación)	8.0 Educación y Capacitación
Indicador (Indicar número y denominación)	8.4 Otros impactos en educación y capacitación
Co-beneficio	Evaluación de la eficiencia y mejora del aprovechamiento de la energía a través del soporte académico con la intención de replicar en otra universidades del sistema, en la región y otras regiones.
Parámetro seleccionado	Número de talleres, seminarios y demás actividades educativas que no son parte del sistema educativo.
Valor o estimación de línea base (en caso de ser aplicable)	Información registrada en la región de sistemas similares o del mismo tipo.
Meta u objetivo definido para el parámetro (en caso de ser aplicable)	Comparación e incremento de la base de datos
Método de medición	Estadísticas, encuestas
Frecuencia de medición	Anual/semestral
Responsable de medición	Responsable del proyecto U.T.M.

Aspecto (Indicar Número y denominación)	9.0 Bienestar social
Indicador (Indicar número y denominación)	9.1 Desarrollo comunitario y social 9.2 Nivel de vida y pobreza
Co-beneficio	Se incrementará el desarrollo social, mejor calidad de vida al fomentar el empleo directo e indirecto, creación de espacios verdes, mitigación de emisores contaminantes y mejora del paisaje.
Parámetro seleccionado	Número de personas sin empleo Número de personas en situación de pobreza
Valor o estimación de línea base (en caso de ser aplicable)	El número de empleos antes del proyecto y una vez iniciado el proyecto.
Meta u objetivo definido para el parámetro (en caso de ser aplicable)	Comparación e incremento de la información obtenida.
Método de medición	Estadísticas INEGI
Frecuencia de medición	Anual/ semestral
Responsable de medición	INEGI, responsable del proyecto

Aspecto (Indicar Número y denominación)	10.0 Igualdad de género
Indicador (Indicar número y denominación)	10.1 Forma de vida, educación, capacitación para mujeres 10.3 Otros impactos en igualdad de género
Co-beneficio	Participación de las mujeres, hombres y población vulnerable en la toma de decisiones del proyecto.
Parámetro seleccionado	Cambio en el ingreso femenino Cambio en el número y tipo de puestos de trabajos para mujeres Mujeres en gobierno, grupos tomadores de decisiones ya sea a nivel de la comunidad, local, y regional.



Valor o estimación de línea base (en caso de ser aplicable)	Incremento en los índices y estadísticas de la participación de mujeres.
Meta u objetivo definido para el parámetro (en caso de ser aplicable)	Comparación e incremento de la información obtenida.
Método de medición	Estadísticas INEGI, Secretaría de Desarrollo social
Frecuencia de medición	Anual/semestral
Responsable de medición	Responsable del proyecto U.T.M.

Aspecto (Indicar Número y denominación)	14.0 Participación de las partes interesadas y divulgación de información
Indicador (Indicar número y denominación)	14.1 Estrategia de participación, difusión de información sobre impactos, proveer medios accesibles para planteamiento y resolución
Co-beneficio	Socializar el proyecto a través de la difusión universitaria.
Parámetro seleccionado	Mecanismos de participación
Valor o estimación de línea base (en caso de ser aplicable)	N/A
Meta u objetivo definido para el parámetro (en caso de ser aplicable)	N/A
Método de medición	Evaluación participativa, encuestas
Frecuencia de medición	Semestral
Responsable de medición	Responsable del proyecto U.T.M.



17. ENTREGABLES

Para dar seguimiento al proyecto y objetivos establecidos, se plantea entregar la siguiente información:

- Reportes trimestrales del Proyecto con el avance físico y financiero y la valoración de la continuación del mismo.
- Informes anuales sobre el alcance de los objetivos planteados. Dichos informes se presentarán un mes después del cierre del año.
- Un informe final con las conclusiones y documentación de soporte necesaria dentro de los tres meses siguientes a que finalice el mismo.
- Cuando aplique o sea requerido por el Comité Técnico, se detallarán e indicarán los entregables adicionales incluidos en el desglose de Montos, así como las fechas estimadas de presentación de los mismos, de acuerdo con el cronograma de ejecución del proyecto.



ANEXOS:

ANEXO 1: FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO.

Universidad Tecnológica de la Mixteca

Lic. Efraín Villanueva Arcos
Secretario Técnico del Comité Técnico

Ficha Técnica del Proyecto: “Jardín solar fotovoltaico de 0.48 MW en la U.T.M., interconectado a red eléctrica de CFE”

H. Ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca, a 13 de julio de 2018.

Fideicomiso No. 2145 “Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía”
Presente.

ASUNTO: Solicitud de recursos para el proyecto: “Jardín solar fotovoltaico de 0.48 MW en la U.T.M., interconectado a red eléctrica de CFE”.

SOLICITANTE:

Nombre de la Organización: Universidad Tecnológica de la Mixteca

Indicar:

Dependencia o Entidad Gubernamental (X): Gobierno del Estado de Oaxaca, Organismo público descentralizado.

Organismo Privado ()

Organización No Gubernamental ()

Año de Constitución: 1990

Correo Electrónico: vice_admin@mixteco.utm.mx

Dirección de la Organización: Carretera Huajuapán-Acatlilma, km. 2.5, CP. 69000, Huajuapán de León, Oaxaca. Teléfono: (01)953 532 02 14, 953 53 245 60, 953 532 03 99, 953 532 29 33, Extensiones: 110 y 111

Nombre del Representante Legal: L.C.P. Javier José Ruiz Santiago, Vice-Rector Administrativo

Nombre del Coordinador del Proyecto: L.C.P. Javier José Ruiz Santiago.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

ANEXO 2: CONVENIOS CELEBRADOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Se adjunta en PDF, el convenio de colaboración, OAXACA/SENER



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

ANEXO 3: LINEAMIENTOS OPERATIVOS O REGLAS ASOCIADAS AL PROYECTO

Se adicionarán las reglas de operación del proyecto en cuanto sea aprobado.



ANEXO 4: EVALUACIONES Y FACTIBILIDAD

FACTIBILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO.

Para determinar la factibilidad financiera del proyecto se utilizaron indicadores financieros ampliamente utilizados en la valuación de proyectos de inversión, los cuales se exponen a continuación:

Valor Presente neto (VPN):

El VPN es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, nos quedaría alguna ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto es viable.

Basta con hallar VPN de un proyecto de inversión para saber si dicho proyecto es viable o no. El VPN también nos permite determinar cuál proyecto es el más rentable entre varias opciones de inversión.

La fórmula del VPN es:

$$VPN = BNA - Inversión$$

Formula del VPN (menos inversión)

$$VPN = \frac{FE_t}{(1+i)^t}$$

donde:

VPN = Valor Presente Neto del proyecto

FE = Flujo de Efectivo en el periodo t

i = Tasa de interés o costo de oportunidad

t = Periodo

Donde el beneficio neto actualizado (BNA) es el valor actual del flujo de caja o beneficio neto proyectado, el cual ha sido actualizado a través de una tasa de descuento.

En el caso del Proyecto "Jardín solar fotovoltaico de 0.48 MW en la U.T.M. interconectado a red eléctrica de CFE", para determinar el Beneficio Neto Actualizado, primero se generó el flujo de beneficio (o efectivo) el cual en el caso del proyecto está representado por el gasto generado cada año por consumo de energía eléctrica a la CFE, que una vez instalado el Jardín Solar representará un ahorro, actualizado.



Para determinar este flujo:

1. Se calculó el consumo eléctrico anual del último año (2017).

Tabla: Monto consumido anual 2017.

Mes	Generación Eléctrica (kWh)	Montos consumido o gastado en energía en pesos (a tarifa de 1.8 pesos/ kWh)
Enero	57,385	\$103,292.66
Febrero	54,862	\$98,750.76
Marzo	61,635	\$110,943.89
Abril	56,768	\$102,182.00
Mayo	53,228	\$95,810.90
Junio	45,836	\$82,505.51
Julio	49,815	\$89,666.64
Agosto	50,968	\$91,742.91
Septiembre	47,753	\$85,955.31
Octubre	53,109	\$95,595.55
Noviembre	54,737	\$98,526.95
Diciembre	56,088	\$100,957.66
Total	642,184	\$1,155,930.74

2. Posteriormente para calcular el consumo proyectado, se toma en cuenta el tiempo de vida del proyecto y al año base se le incrementa anualmente un 8.38%, que representa el incremento de consumo anual de acuerdo al histórico del campus,

Tabla: Consumo proyectado por año.

Año	Consumo anual proyectado al incremento del 8.38% de consumo por año
1	\$1,155,930.74
2	\$1,265,294.78
3	\$1,370,313.62



4	\$1,484,048.98
5	\$1,607,224.31
6	\$1,740,623.13
7	\$1,885,094.00
8	\$2,041,555.87
9	\$2,211,004.00
10	\$2,394,516.24
11	\$2,593,259.91
12	\$2,808,499.20
13	\$3,041,603.25
14	\$3,294,054.82
15	\$3,567,459.74

La tasa de descuento (TD) con la que se descuenta el flujo neto proyectado, es la tasa de oportunidad, rendimiento o rentabilidad mínima, que se espera ganar; por lo tanto, cuando la inversión resulta mayor que el BNA (VPN negativo o menor que 0) es porque no se ha satisfecho dicha tasa. Cuando el BNA es igual a la inversión (VPN igual a 0) es porque se ha cumplido con dicha tasa. Y cuando el BNA es mayor que la inversión es porque se ha cumplido con dicha tasa y además, se ha generado una ganancia o beneficio adicional.

Para determinar el VPN del proyecto tomamos como tasa de referencia la inflación (la cual en promedio en los últimos 6 años representa una tasa del 4% anual, aproximadamente)¹⁰, al tomar como referencia mínima la inflación, determinamos que al menos nuestra inversión no perderá valor en el tiempo.

Cuando:

VPN > 0 → el proyecto es rentable.

VPN = 0 → el proyecto es rentable también, porque ya está incorporado ganancia de la TD.

VPN < 0 → el proyecto no es rentable.

INDICADORES FINANCIEROS	
VPN (i=4%)	\$1,047,470.93

Por tanto, el proyecto es rentable, aun proyectando un estimado de vida de 15 años, menor al esperado.

¹⁰ El promedio de inflación se elaboró con datos del Banxico, como proyección del sexenio 2012-2018.



Tasa interna de retorno (TIR)

La TIR es la tasa de descuento (TD) de un proyecto de inversión que permite que el BNA sea igual a la inversión (VPN igual a 0). La TIR es la máxima TD que puede tener un proyecto para que sea rentable, pues una mayor tasa ocasionaría que el BNA sea menor que la inversión (VPN menor que 0).

Entonces para hallar la TIR se necesitan:

- tamaño de inversión.
- flujo de caja neto proyectado.

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

INDICADORES FINANCIEROS	
TIR	5%
Retorno de Inversión	11 años 8 meses

En el proyecto nos genera una TIR de 5%, y el retorno de la inversión está proyectado a recuperarse en 11 años con 8 meses.



ANEXO 5: REFERENCIAS, METODOLOGÍA Y BIBLIOGRAFÍA

METODOLOGIA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS

Los aspectos de mayor relevancia que se consideran en la evaluación de impacto ambiental, tienen que ver con la medición de las variables ambientales y socioeconómicas; las técnicas de medición se aplican en función de una comparación objetiva entre las situaciones ambientales, sociales y económicas del área de influencia del proyecto denominado “Jardín solar fotovoltaico en la UTM interconectado a red eléctrica de CFE”, previas a su implementación, con las generadas en las etapas de instalación, operación y abandono. En este estudio se contempló una unidad ambiental, en la cual se caracterizan por cada uno de los elementos físicos y biológicos que la integran y responde de igual forma ante la presión ejercida por la fuente generadora de impacto, es decir la actividad a realizar por el proyecto en la Universidad Tecnológica de la Mixteca. Se comparó no solo la situación inicial, previa a la acción, sino con los posibles estados del sistema de acuerdo a las dinámicas de cambio con y sin perturbación.

Para el estudio de impacto ambiental se realizaron varias tareas, por lo cual se conformó un grupo interdisciplinario encargado de los recorridos en el área del proyecto, la descripción del medio afectado, identificación de flora y fauna, la identificación de impactos, la predicción y estimación de los impactos, así como la selección de alternativas para su, prevención, mitigación y compensación.

Para la identificación de las actividades sin ejecutar, se utilizó la metodología de la matriz de Leopold modificada como base fundamental, con el propósito de analizar y determinar los impactos negativos que ocasionará al ambiente, con base en estos resultados, proponer medidas preventivas, mitigación y compensación para neutralizar los efectos de dichos impactos, ocasionados por el resto de las etapas de construcción. Y de la Matriz simple de interacción causa-efecto reportado por Duinker y Beanlands (1986) quienes consideran los efectos significativos o no, que un determinado proyecto puede tener, si serán o no aceptables por la sociedad, los beneficios, daños sociales y económicos que pudiese ocasionar el proyecto “Jardín solar fotovoltaico en la UTM interconectado a red eléctrica de CFE” en la sociedad una vez inmerso en el sistema, por lo que los impactos son evaluados tomando en cuenta el escenario mismo que muestra la tendencia de variables potencialmente afectadas por el proyecto, tal y como se explica en el libro “Análisis y Evaluaciones de Impactos” (Ribeiro, J. 2008).



La metodología utilizada es una matriz simple causa-efecto, muestra las acciones del proyecto o actividades en un eje y los factores ambientales pertinentes a lo largo de otro eje de la matriz. Cuando se espera que una acción determinada provoque un cambio en un factor ambiental, social o económico, este se anota en el punto de la intersección de la matriz y se describe en términos de magnitud, dimensión y temporalidad para determinar su importancia o significancia.

De acuerdo con estos resultados y atendiendo a las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales que son planteadas en este documento para el proyecto “Jardín solar fotovoltaico en la UTM interconectado a red eléctrica de CFE”; es posible que se lleve a cabo un desarrollo armónico con el ambiente, considerando para ello los aspectos técnicos y sociales. Cabe señalar también que es imposible mitigar en un 100 % los impactos provocados por el proyecto, sin embargo, también debe considerarse los beneficios positivos que trae consigo. De acuerdo a la magnitud del proyecto a implementar el impacto ambiental en la zona es mínimo, comparándolo con el impacto benéfico que generará a la universidad.



METODOLOGÍA PARA CALCULAR LA FACTIBILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO.

Para determinar la viabilidad financiera del proyecto se utilizaron indicadores financieros ampliamente utilizados en la valuación de proyectos de inversión, los cuales se exponen a continuación:

Valor Presente neto (VPN):

El VPN es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, nos quedaría alguna ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto es viable.

Basta con hallar VPN de un proyecto de inversión para saber si dicho proyecto es viable o no. El VPN también nos permite determinar cuál proyecto es el más rentable entre varias opciones de inversión.

La fórmula del VPN es:

$VPN = BNA - Inversión$

Formula del VPN (menos inversión)

$$VPN = \frac{FE_t}{(1+i)^t}$$

donde:

VPN = Valor Presente Neto del proyecto

FE = Flujo de Efectivo en el periodo t

i = Tasa de interés o costo de oportunidad

t = Periodo

Donde el beneficio neto actualizado (BNA) es el valor actual del flujo de caja o beneficio neto proyectado, el cual ha sido actualizado a través de una tasa de descuento.

En el caso del Proyecto "Jardín solar fotovoltaico de 0.48 MW en la U.T.M. interconectado a red eléctrica de CFE", para determinar el Beneficio Neto Actualizado, primero se generó el flujo de beneficio (o efectivo) el cual en el caso del proyecto está representado por el gasto generado cada año por consumo de energía eléctrica a la CFE, que una vez instalado el Jardín Solar representará un ahorro, actualizado.



Para determinar este flujo:

3. Se calculó el consumo eléctrico anual del último año (2017).

Tabla: Monto consumido anual 2017.

Mes	Generación Eléctrica (kWh)	Montos consumido o gastado en energía en pesos (a tarifa de 1.8 pesos/ kWh)
Enero	57,385	\$103,292.66
Febrero	54,862	\$98,750.76
Marzo	61,635	\$110,943.89
Abril	56,768	\$102,182.00
Mayo	53,228	\$95,810.90
Junio	45,836	\$82,505.51
Julio	49,815	\$89,666.64
Agosto	50,968	\$91,742.91
Septiembre	47,753	\$85,955.31
Octubre	53,109	\$95,595.55
Noviembre	54,737	\$98,526.95
Diciembre	56,088	\$100,957.66
Total	642,184	\$1,155,930.74

4. Posteriormente para calcular el consumo proyectado, se toma en cuenta el tiempo de vida del proyecto y al año base se le incrementa anualmente un 8.38%, que representa el incremento de consumo anual de acuerdo al histórico del campus,

Tabla: Consumo proyectado por año.

Año	Consumo anual proyectado al incremento del 8.38% de consumo por año
1	\$1,155,930.74
2	\$1,265,294.78
3	\$1,370,313.62
4	\$1,484,048.98
5	\$1,607,224.31



6	\$1,740,623.13
7	\$1,885,094.00
8	\$2,041,555.87
9	\$2,211,004.00
10	\$2,394,516.24
11	\$2,593,259.91
12	\$2,808,499.20
13	\$3,041,603.25
14	\$3,294,054.82
15	\$3,567,459.74

La tasa de descuento (TD) con la que se descuenta el flujo neto proyectado, es la tasa de oportunidad, rendimiento o rentabilidad mínima, que se espera ganar; por lo tanto, cuando la inversión resulta mayor que el BNA (VPN negativo o menor que 0) es porque no se ha satisfecho dicha tasa. Cuando el BNA es igual a la inversión (VPN igual a 0) es porque se ha cumplido con dicha tasa. Y cuando el BNA es mayor que la inversión es porque se ha cumplido con dicha tasa y además, se ha generado una ganancia o beneficio adicional.

Para determinar el VPN del proyecto tomamos como tasa de referencia la inflación (la cual en promedio en los últimos 6 años representa una tasa del 4% anual, aproximadamente)¹¹, al tomar como referencia mínima la inflación, determinamos que al menos nuestra inversión no perderá valor en el tiempo.

Cuando:

VPN > 0 → el proyecto es rentable.

VPN = 0 → el proyecto es rentable también, porque ya está incorporado ganancia de la TD.

VPN < 0 → el proyecto no es rentable.

INDICADORES FINANCIEROS	
VPN (i=4%)	\$1,047,470.93

¹¹ El promedio de inflación se elaboró con datos del Banxico, como proyección del sexenio 2012-2018.



Tasa interna de retorno (TIR)

La TIR es la tasa de descuento (TD) de un proyecto de inversión que permite que el BNA sea igual a la inversión (VPN igual a 0). La TIR es la máxima TD que puede tener un proyecto para que sea rentable, pues una mayor tasa ocasionaría que el BNA sea menor que la inversión (VPN menor que 0).

Entonces para hallar la TIR se necesitan:

- tamaño de inversión.
- flujo de caja neto proyectado.

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

INDICADORES FINANCIEROS	
TIR	5%
Retorno de Inversión	11 años 8 meses

En el proyecto nos genera una TIR de 5%, y el retorno de la inversión está proyectado a recuperarse en 11 años con 8 meses.



MEMORIA DE CÁLCULO DE ENERGÍA A PRODUCIR.

UTM (CTA. 697 090 697 600)GDMTH

MES	DEM. MAX.	CONSUMO KWh
enero	75	30,203
febrero	83	26,562
marzo	72	29,166
abril	52	24,077
mayo	51	26,233
junio	57	26,345
julio	54	23,672
agosto	54	28,535
septiembre	58	26,356
octubre	62	2,498
noviembre	70	25,546
diciembre	75	23,736
		292,929
promedio	83.0	24,411
prom./mes		24,410.75
prom./dia		813.69

UTM (CTA. 697 910 600 312)GDMTO

MES	DEM. MAX.	CONSUMO KWh
enero	55	15,280



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

febrero	56	23,360
marzo	58	20,480
abril	64	20,480
mayo	61	21,440
junio	59	21,440
julio	51	17,600
agosto	43	15,600
septiembre	46	18,560
octubre	47	17,760
noviembre	57	21,680
diciembre	57	18,960

232,640

promedio	64	19,387
-----------------	-----------	---------------

prom.		19,386.67
-------	--	-----------

prom./dia		646.22
-----------	--	--------

UTM (697 941 122 079)GDMTO

MES	DEM. MAX.	CONSUMO KWh
enero	51	12,240
febrero	52	18,560
marzo	51	15,680
abril	49	16,160
mayo	52	16,640
junio	46	15,920
julio	42	13,440
agosto	40	12,080
septiembre	42	15,680



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

octubre	47	14,480
noviembre	53	18,400
diciembre	55	17,280
		186,560
promedio	55.0	15,547
prom.	50	15,546.67
prom./dia		518.22

PROMEDIO DIARIO DE ENERGIA
1,978.14

DATOS DEL PANEL FOTOVOLTAICO DE 370 W

Nombre del Producto	ERDM 370 M6	
Potencia Nominal	370	W/p
Eficiencia del modulo	18.69%	
Voltaje a Pmax.	43.75 vcd	
Corriente a Pmax.	8.54 A	
Voltaje de circuito abierto	52.14 vcd	
Corriente de circuito abierto	9.19 A	
maximo voltaje del sistema	1000 V	
valor de fusible	20 A	
Tolerancia de potencia	+ / - 3 %	
temperatura de operación	- 40 a 90 (°C)	
Marco	Aluminio anodizado	
peso aproximado	28 kg.	
dimensiones	1,980 mm x 1,000 mm x 43 mm (1.98 m ²)	
celda solar	monocrystalino bifacial	



DATOS DE INVERSOR

Datos de entrada

modelo	Sunny Boy STP 60-10
Potencia máxima CD @cos $\phi = 1$	60 Kw
Max. Corriente de entrada (I dc max)	110 A
Min. Voltaje de entrada (U dc min.)	570 V
Voltaje de reinicio de retroalimentación (U dc, start)	600 v
Voltaje nominal de entrada (U dc, r)	630 v
Máximo voltaje de entrada (U dc max.)	800 V
Rango de voltaje MMP (Umpp min. - Umpp max.)	460 V - 820 V
Número de entradas CD	1

Datos de salida

Máxima potencia de salida	60 Kw
Máxima corriente de salida (I ac max.)	87 A
conexión a red (U ac,r)	400 a 480 V ca
factor de potencia	0.99
frecuencia	50 / 60 htz

METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE VOLTAJE:

Para calcular el número de paneles necesarios por inversor, tomamos en cuenta:

- No. De paneles = capacidad del inversor / potencia del panel
- No. De paneles = 60,000 W / 370 W
- No. De paneles = 162 paneles
- No. De paneles por serie de acuerdo a los datos del inversor
- No. Minimo de celdas = voltaje minimo / voltaje de panel
- No. Minimo de celdas por serie = 570 Vcd / 43.75 V cd
- No. Minimo de celdas por serie = 13
- No. Maximo de celdas por serie = 800 Vcd / 43.75 V cd
- No. Maximo de celdas por serie = 18



calculo de No. De series de celdas para obtener el total de potencia

- No. Total de celdas / No. De celdas por serie

mínimo $162 / 13 = 12.4$ series de celdas

máximo $162 / 18 = 9$ series de celdas

comprobando:

$12 \times 13 = 156$ paneles

$9 \times 18 = 162$ paneles

Conclusión:

serán 9 series de 18 celdas cada una con un voltaje por serie: 18 celdas X 43.75 V cd por celda = 787.5 V cd. que se encuentra dentro del rango de voltaje del inversor que es de 570 - 800

Un panel de 370 watts produce al día un total de energía:

1.36 KWh

por cada inversor se generará:

162 paneles X 1.36 KWh por día = 220.32 KWh

El total que se generará en el jardín será de: 162 paneles por inversor X 8 inversores = 1762.56 KWh por día.

De acuerdo a los datos de facturación del 2017-2018 se tuvo un consumo de: 1,978 KWh

Para obtener el número de inversores necesarios para producir esta cantidad de energía será:

KWh de consumo total/KWh de generación por inversor = 8.98 inversores, que daría una potencia total de $9 \times 162 \times 370 = 538,169$ Watts, 538.17 KW.

De acuerdo al Diario Oficial de la Federación martes 7 de marzo de 2017, se rebasaría la generación de 0.5 MW que sería el máximo para centros de carga, por lo tanto, se decide instalar 8 módulos de inversor - panel para generar:

1762.56 KWh por día con una potencia de 0.48 MW



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Esta cantidad de energía nos proporcionara: $1762.56 \times 100 / 1978.14 = 89.10\%$
del consumo total de energía de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, y por lo consiguiente,
estaríamos en la modalidad de: a. Consumo de Centros de Carga (Net Metering)

La central eléctrica y el centro de carga comparten el mismo punto de interconexión.
Si la energía generada supera la consumida, el diferencial se considerará como un crédito a favor del
generador, el cual se abonará a la medición de energía facturada en cada periodo posterior de
facturación, hasta un máximo de 12 meses



BIBLIOGRAFÍA:

- Lawrence J. Gitman, Principios de Administración financiera, décimo primera edición. Pearson Educación, México, 2007
- Quintanilla Montoya, A. & Fischer, D. W. (2003) La energía eléctrica en Baja California y el futuro de las renovables: Una visión multidisciplinaria. Universidad Autónoma de Baja California.
- Araya Victoriano, Evaluación técnica y económica de la utilización de paneles Fotovoltaicos, en la iluminación de áreas comunes de edificios. México 2010.
- Káiser Consultores Ambientales, S. A. de C. V., Manifestación de impacto ambiental modalidad regional para el proyecto “parque fotovoltaico Yucatán solar a desarrollarse en el municipio de Valladolid, Yucatán”, México octubre 2016
- Donal G. Fink, Manual de Ingeniería eléctrica, Editorial Mc. Graw Hill, México 2008.
- Moro V. M. Instalaciones Solares Fotovoltaicas. Ediciones Paraninfo S. A. España 2010.
- Duinker, P.N. y Beanlands, G.E. (1986). The significance of environmental impacts: An exploration of the concept. Environmental Management, 10(1), pp. 1–10.
- León, J. D. (2011). Evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo. Biblioteca SEMARNAT. pp. 17-21.
- Ribeiro, J., Camero, A., Rodrigues, A., Guimaraes, A., Harada, M. A., Enrici, M. C., Gobbi, N., Y Moreira, P. S. (2008), Análisis y evaluaciones de impactos ambientales. Rio de Janeiro: Capa/Projeto Gráfico.

Referencias en internet:

- ONU: <https://news.un.org/es/story/2018/05/1433762>
- ONU: <https://news.un.org/es/story/2018/04/1430451>
- “Proyecto básico para instalación fotovoltaico de 42,75 mw en LLUCMAJOR”, Proyecto completo:
<https://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST7085ZI204488&id=204488>



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Para la construcción de la caseta de inversores y estructura de los paneles solares del proyecto del Jardín solar, el diseño y dimensiones se deriva en función de las necesidades propias del proyecto, la parte estructural cumple con lo establecido en el REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL PARA EL ESTADO DE OAXACA, así como con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

ANEXO 6:

Se anexa presentación ejecutiva en Power Point.



ANEXO 7: ALINEACIÓN AL PND

TABLA ALINEACIÓN AL PND:

En la siguiente Tabla se señala a cuáles de estos planteamientos aportaría la implementación del Proyecto de Generación de Energía Fotovoltaica en Edificios Universitarios.

Tabla 1. Contribución a los objetivos y metas del PND.

Meta nacional	Objetivo de la meta nacional	Estrategias del objetivo de la meta nacional	Líneas de acción	Forma en que contribuye a objetivo, meta y línea.
3. México con Educación de Calidad	3.1. Desarrollar el potencial humano de los mexicanos con educación de calidad.	3.1.2. Modernizar la infraestructura y el equipamiento de los centros educativos.	Promover la mejora de la infraestructura de los planteles educativos más rezagados.	Directa.
			Asegurar que los planteles educativos dispongan de instalaciones eléctricas e hidrosanitarias adecuadas.	Directa.
	3.2. Garantizar la inclusión y la equidad en el Sistema Educativo.	3.2.3. Crear nuevos servicios educativos, ampliar los existentes y aprovechar la capacidad instalada de los planteles.	Asegurar la suficiencia financiera de los programas destinados al mejoramiento de la calidad e incremento de la cobertura, con especial énfasis en las regiones con mayor rezago educativo.	Indirecta.
	3.3. Ampliar el acceso a la cultura como un medio para la formación integral de los ciudadanos.	3.3.2. Asegurar las condiciones para que la infraestructura cultural permita disponer de espacios adecuados para la difusión de la cultura en todo el país.	Realizar un trabajo intensivo de evaluación, mantenimiento y actualización de la infraestructura y los espacios culturales existentes en todo el territorio nacional.	Indirecta.
	3.5. Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares	3.5.1. Contribuir a que la inversión nacional en investigación científica y desarrollo tecnológico crezca	Impulsar la articulación de los esfuerzos que realizan los sectores público, privado y social, para incrementar la inversión en Ciencia,	Directa.



	para el progreso económico y social sostenible.	anualmente y alcance un nivel de 1% del PIB.	Tecnología e Innovación (CTI) y lograr una mayor eficacia y eficiencia en su aplicación.	
			Incrementar el gasto público en CTI de forma sostenida.	Directa.
			Promover la inversión en CTI que realizan las instituciones públicas de educación superior.	Directa.
		3.5.3. Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente.	Diseñar políticas públicas diferenciadas que permitan impulsar el progreso científico y tecnológico en regiones y entidades federativas, con base en sus vocaciones económicas y capacidades locales.	Directa.
			Apoyar al establecimiento de ecosistemas científico-tecnológicos que favorezcan el desarrollo regional.	Directa.
			Incrementar la inversión en CTI a nivel estatal y regional con la concurrencia de los diferentes ámbitos de gobierno y sectores de la sociedad.	Directa.
		3.5.5. Contribuir al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del país.	Apoyar el incremento de infraestructura en el sistema de centros públicos de investigación.	Directa.
			Fortalecer la infraestructura de las instituciones públicas de investigación científica y tecnológica, a nivel estatal y regional.	Directa.
	Enfoque transversal (México con Educación de Calidad)	Estrategia Democratizar productividad	I. Ampliar y mejorar la colaboración y coordinación entre todas las instancias de gobierno, para llevar educación técnica y superior en diversas modalidades a localidades sin oferta educativa de este tipo y a	Directa.



			zonas geográficas de alta y muy alta marginación.	
4.México Próspero	4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.	4.4.1. Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.	Promover el uso y consumo de productos amigables con el medio ambiente y de tecnologías limpias, eficientes y de bajo carbono.	Directa.
		4.4.3. Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.	Ampliar la cobertura de infraestructura y programas ambientales que protejan la salud pública y garanticen la conservación de los ecosistemas y recursos naturales.	Directa.
			Promover el uso de sistemas y tecnologías avanzados, de alta eficiencia energética y de baja o nula generación de contaminantes o compuestos de efecto invernadero.	Directa.
	Objetivo 4.6. Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.	4.6.2. Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país.	Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas.	Directa.
	Enfoque transversal (México Próspero)	Estrategia I. Democratizar la Productividad.	Garantizar el acceso a la energía eléctrica de calidad y con el menor costo de largo plazo.	Directa.
			Impulsar el desarrollo de la región Sur-Sureste mediante una política integral que fortalezca los fundamentos de su economía, aumente su productividad y la vincule efectivamente con el resto del país.	Directa.



ANEXO 8: PLANOS DEL PROYECTO.

Se anexan los siguientes planos:

NOMBRE	DESCRIPCIÓN.
PLANO 1	Plano de conjunto, distribución de MT y área de paneles.
PLANO 2	Detalles de estructura y registros MT, obra civil.
PLANO 3	Caseta de Inversores y detalles de paneles fotovoltaicos
PLANO 4	Arreglos fotovoltaicos y caseta de inversores
PLANO 5	Detalles constructivos de registros
PLANO 6	Detalles de conexión eléctrica de paneles fotovoltaicos
PLANO 7	Conexión eléctrica de inversores
PLANO 8	Diagrama de interconexión del sistema fotovoltaico a la red de C.F.E.