

Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco.
División de ciencias básicas e ingeniería

Licenciatura: Ingeniería Mecánica.

Nombre del Proyecto de Integración (PI):

Desarrollo de un programa computacional para la determinación de la radiación solar incidente a través ~~de la implementación de la teoría de la energía solar en cualquier localidad del mundo.~~

Modalidad: Proyecto tecnológico.

Versión: Primera.

Trimestre Lectivo: 24P

Datos del alumno:

Gabriela Maturano Gómez
al2192001560@azc.uam.mx

Firma



Asesor: Dr. Hilario Terres Peña.

Categoría: Titular

Departamento de adscripción: Energía

Teléfono: 5553189061

Correo electrónico: tph@azc.uam.mx

Firma

Co-asesor: M. en C. René Rodríguez Rivera

Categoría: Asistente

Departamento de adscripción: Energía

Teléfono: 7337369335

Correo electrónico: rerori@azc.uam.mx

Firma

6 de septiembre de 2024

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Maturano Gómez Gabriela

Dr. Hilario Terres Peña

M. en C. René Rodríguez Rivera

1. Introducción.

La creciente necesidad en favor del uso de energías renovables, tales como la energía solar, ha manifestado el requerimiento de herramientas para la estimación de las variables involucradas. La precisión en la estimación de la radiación solar a través de modelos es un factor crítico para garantizar la viabilidad de proyectos relacionados con la planificación urbana sostenible. Esto con el fin de evaluar el potencial máximo de dichos espacios.

Dentro de la literatura existen dos categorías principales de modelos de radiación solar: modelos paramétricos y modelos de descomposición. Los modelos paramétricos requieren de información detallada sobre las distintas variables que los componen. Por otro lado, los modelos de descomposición utilizan información sobre la radiación global para predecir el resto de las componentes [1].

La cobertura limitada de las aplicaciones existentes para la determinación de la radiación solar destaca la necesidad de evaluar los modelos mencionados. Aunque la institución universitaria cuente con el presupuesto suficiente, no se prioriza la adquisición de este tipo de herramientas para los estudiantes como lo podría ser una licencia de software. Esto implica un gasto por cuenta propia del estudiante, lo que además deriva en un alcance limitado a este tipo de herramientas. Además, las herramientas disponibles actualmente, no ofrecen una amplia gama de variables ni cubren las necesidades requeridas [2 y 3].

Dado lo anteriormente expuesto, el presente trabajo atiende a la necesidad de desarrollar un programa computacional basado en la teoría de la energía solar para la estimación de la radiación en cualquier locación del mundo. Esto facilita la toma de decisiones informadas sobre la viabilidad financiera de proyectos, así como en la realización de ajustes en el diseño y en parámetros de sistemas conforme a las estimaciones obtenidas.

~~El carácter multidisciplinar de tales evaluaciones resulta de gran utilidad para diversas disciplinas que posean un acercamiento con dicha materia.~~

2. Antecedentes.

Los autores Liu y Jordan, en la década de 1960, en su artículo "The inter-relationship and characteristic distribution of direct, diffuse and total solar radiation", estudiaron la radiación difusa en superficies horizontales usando datos de 98 localidades en EE. UU. y Canadá. Desarrollaron métodos para calcular la intensidad instantánea de la radiación difusa y las sumas diarias y horarias. Igualmente, ajustaron el coeficiente de transmisión total de radiación en función de la radiación directa y difusa [4]. De esta investigación se retomarán dichos métodos para analizar y relacionar las variables correspondientes.

Spencer J.W., en 1982. para su artículo "A comparison of methods for estimating hourly diffuse solar radiation from global solar radiation,", investigó la dependencia de la radiación difusa diaria promedio respecto a la latitud, utilizando datos de estaciones en Australia. Introdujo una correlación que considera el aumento de la proporción de radiación difusa en latitudes más altas con respecto a la masa de aire promedio [5]. La relación con la masa de aire es de utilidad en este proyecto para la descomposición del modelo y análisis de este.

En 1983, M. Iqbal, en su libro "An Introduction to Solar Radiation", realiza una contribución significativa al estudio de la radiación solar. Presenta métodos detallados para calcular la radiación solar en distintas condiciones atmosféricas. Iqbal destaca la importancia de ajustar las mediciones de radiación por factores como la excentricidad de la órbita terrestre y las transmitancias atmosféricas. Estas incluyen la dispersión de Rayleigh, ozono, gases, agua y aerosoles [6]; variables que pueden ser tomadas para la base de datos de este proyecto con el fin de afinar los valores paramétricos.

Para el año 2004, Vignola, ~~F.~~ y McDaniels, ~~DK.~~, en su artículo "Beam-global correlations in the Northwest Pacific.", estudiaron las correlaciones entre la radiación directa y global para varios sitios en EE. UU. Desarrollaron ecuaciones que consideran la variación estacional en la transmitancia directa y difusa, ajustando los resultados con el índice de claridad y el día del año [7]. Para este proyecto la relación de los parámetros será de utilidad para evaluar el comportamiento a lo largo de periodos determinados.

3. Justificación.

Actualmente, el uso de herramientas aplicables para el cálculo de radiación solar representa costos elevados en su adquisición [2 y 3]. Además, la versatilidad y facilidad de uso de éstos no siempre propician el mejor alcance por su grado de complejidad para los usuarios que las emplean.

Desarrollar un programa computacional basado en la teoría de modelos matemáticos para la estimación de la radiación solar, puede generar una aportación de gran utilidad para este fin. El espectro de aplicabilidad de este proyecto de integración puede beneficiar a diversas disciplinas. Entre las principales áreas beneficiadas se encuentran ingeniería Civil, Mecánica, Eléctrica; Física y Ambiental, así como las licenciaturas en Arquitectura y Diseño industrial.

Es por ello por lo que, dentro del trabajo con energía solar, soluciones como la parametrización, cálculo e interpretación, ofrecen un amplio rango de aplicaciones. Las más destacables incluyen la mejora de sistemas fotovoltaicos, estudios de impacto ambiental, planificación urbana con enfoques sostenibles, así como la evaluación de la viabilidad de estos proyectos.

4. Objetivos.

Objetivo general.

Desarrollar un programa computacional para la estimación de la radiación solar incidente, considerando ~~la parametrización de~~ las variables que participan en esta.

Objetivos particulares.

Categorizar las variables de radiación solar directa sobre superficies horizontales, radiación solar mensual promedio, radiación solar diaria promedio y radiación solar instantánea.

Identificar las variables para la estimación de la posición del sol, longitud del día y tiempo solar.

Desarrollar un software que contemple una base de datos y recopile información obtenida a través de modelos matemáticos, para el análisis de las variables que participan en ella.

Evaluar los resultados logrados para estimar la viabilidad de la aplicabilidad del desarrollo de proyectos.

5. Descripción técnica.

Se realizará un análisis basado en modelos de radiación existentes en la literatura especializada para identificar las variables más relevantes que permitan calcular la radiación solar mensual promedio, diaria promedio e instantánea. La información obtenida a través de los modelos matemáticos será recopilada e implementada en un entorno operativo y gráfico para el análisis grupal e individual de las variables participantes.

Entre estas variables se identifican de manera inicial, la posición del sol, la longitud del día y el tiempo solar, las cuales se podrán estimar y ser utilizadas incluso para aplicaciones variadas y diferentes del fin que se busca como prioridad en este proyecto.

Posteriormente, se desarrollará un software en los lenguajes de programación Java y JavaScript, donde se contemplará una conexión a una base de datos en SQL server, teniendo presente la parametrización de las variables una vez definidas. Esto permitirá su utilidad para el cálculo de la radiación solar incidente en cualquier lugar del mundo.

El desarrollo de la interfaz de usuario se desarrollará bajo la librería Angular. Así mismo el sistema contará con cuatro módulos principales: Variables geométricas solares, tiempo solar, estimación de radiación sobre superficies planas y determinación de la radiación solar mensual promedio, diaria promedio e instantánea. En la Figura 1, se muestra un mapa de navegación de los 4 módulos principales, así como del formato que cada módulo entregará al usuario con el informe de resultados para los futuros análisis.

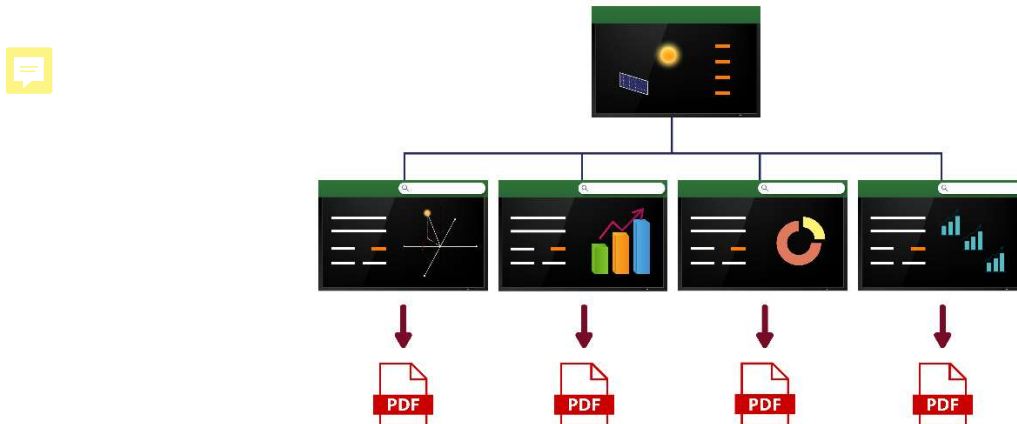


Figura 1.- Mapa de navegación junto con formatos para los 4 módulos principales.

6. Normatividad.

Norma ISO/IEC 25000, también conocida como "SQuaRE" (System and Software Quality Requirements and Evaluation). Proporciona un marco de referencia, requisitos y guías para la gestión de la calidad del software [8].

Norma ISO/IEC 9126 Esta norma define un modelo de calidad del software que se divide en cuatro partes principales: calidad del modelo, métricas externas, métricas internas y métrica de la calidad de uso. Bajo estos parámetros pueden evaluarse aspectos como el nivel de rendimiento, usabilidad y traslado de un ambiente de trabajo a otro [9].

Norma ISO 9241-210 Establece principios de diseño centrados en el usuario, tienen como objetivo la mejora interactiva entre las personas y los sistemas. Su objetivo es hacer que los sistemas sean más útiles y fáciles de usar, asegurando su adaptabilidad a las necesidades y capacidades de los usuarios [10].

7. Cronograma de actividades.

UEA para la(s) que se solicita(n) autorización.

- Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

	Actividades del trimestre 24O	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Identificar las variables más relevantes que permitan calcular la radiación solar mensual promedio, diaria promedio e instantánea.	X	x	x									
2	Definir los modelos de radiación solar mensual promedio, diaria promedio e instantánea.	X	x	x									
3	Analizar las variables correspondientes para la determinación de la posición del sol, longitud del día y tiempo solar.				x	x	x						
4	Modelar la navegación de la interfaz.							x	x				
5	Implementar el diseño de pantallas a través de la librería Angular.									x	x	x	x

	Actividades del trimestre 24I	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Seleccionar los modelos óptimos para representarlos de manera adecuada en lenguaje Java (Representación visual y operativa).	X	x	X	x	x	x						
2	Modelar y establecer la conexión con la base de datos en SQL server.							x	x				
3	Establecer el sistema de relaciones a través de JavaScript.									x	x		
4	Entregar el programa en un archivo ejecutable.											x	
5	Elaborar y entregar el reporte final.	X	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x

8. Entregables

Reporte final.

Archivo ejecutable del programa completamente funcional.

9. Referencias bibliográficas.

- [1] Wong, L. T., and Chow, W. K., 2001, "Solar Radiation Model," *Applied Energy*, vol. 69, no. 3, pp. 191–224.
- [2] "Pricing for HOMER Pro Hybrid Renewable Microgrid System Design Software" [Online]. Available: https://homerenergy.com/products/pro/pricing/index.html?fbclid=IwY2xjawEYDjJleHRuA2F1bQlXMAABHex27r0uUO1cyGix982KalbDKGfNWqCDqnCpiwy72x2W5QrSknqzqCCxSA_aem_V6tqPwu2ly4xbCoCYsE3aw.
- [3] HelioScope, 2024, "Pricing | HelioScope," HelioScope [Online]. Available: <https://helioscope.aurorasolar.com/pricing/>.
- [4] Liu, B.Y.H. and Jordan, R.C., 1960, "The inter-relationship and characteristic distribution of direct, diffuse and total solar radiation," **Solar Energy**, 4(3), pp. 1–19.
- [5] Spencer, J.W., 1982, "A comparison of methods for estimating hourly diffuse solar radiation from global solar radiation," **Solar Energy**, 29(1), pp. 19–32.
- [6] Iqbal, M., 1983, *An Introduction to Solar Radiation*, Academic Press, Toronto.
- [7] Vignola, F. and McDaniels, D., 2004, "Empirical models for estimating solar radiation using clear-sky and cloud-cover data," *Solar Energy*, 77(5), pp. 683–692.
- [8] Espíndola, M. C., Greiner, C. L., and Dapozo, G. N., 2018, "Evaluación de Calidad de Herramientas Utilizadas En La Enseñanza de La Programación Basada En ISO 25000" [Online]. Available: <https://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/30375>.
- [9] H. Al-Kilidar, K. Cox, and B. Kitchenham, "The use and usefulness of the ISO/IEC 9126 quality standard," *2005 International Symposium on Empirical Software Engineering*, Noosa Heads, QLD, Australia, 2005, pp. 7, doi: 10.1109/ISESE.2005.1541821.
- [10] "ISO 9241-210:2019," ISO [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/77520.html>.

10. Terminología.

~~Librería: Conjunto de código reutilizable que ofrece funciones y clases predefinidas para facilitar el desarrollo de software y promover la reutilización de código.~~

11. Infraestructura.

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

Laboratorio de Experimentación y Simulación en Energía Solar.

NetBeans IDE versión 8.2 (Entorno de desarrollo).

Angular, versión 19.0.0 (Librería).

SQL Server, versión 2019 (Conexión a base de datos).

12. Asesoría complementaria.

No necesaria.

13. Publicación de resultados.

No se tiene contemplado publicar los resultados.