



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera,
Metalúrgica y Geográfica
Unidad de Posgrado

**Capacidad térmica del dióxido de titanio con
carbonato de calcio y diatomita para protección de
superficies de la radiación ultravioleta B**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctora en Ciencias
Ambientales

AUTOR

Jenny Miriam FERNANDEZ VIVANCO

ASESOR

Dr. César Eduardo JIMÉNEZ CALDERÓN

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Fernandez, J. (2023). *Capacidad térmica del dióxido de titanio con carbonato de calcio y diatomita para protección de superficies de la radiación ultravioleta B*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica/Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Jenny Miriam Fernandez Vivanco
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09749987
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-3650-5839
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	César Eduardo Jiménez Calderón
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	16436847
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7894-7526
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Carlos Francisco Cabrera Carranza
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	17402784
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Oscar Rafael Tinoco Gómez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08606920
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Jorge Leonardo Jave Nakayo
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01066653
Datos de investigación	

Línea de investigación	Tecnologías Limpias
Grupo de investigación	QUIMICA CUANTICA Y NUEVOS MATERIALES PARA LA INNOVACION TECNOLOGICA (QCNMIT)
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Comas Urbanización: 1era etapa Santa Luzmila Avenida: Guillermo de la fuente N°186 Latitud: -11°56'40.3" sur. Longitud: - 77° 3'32.5" oeste.
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2019 - 2022
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería ambiental y geológica: http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.01 Geociencias, Multidisciplinar: http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.01 Nano-Materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.10.01 Recubrimiento, Películas https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.03



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Lima, a los doce días del mes de junio del año dos mil veintitres, siendo las ocho horas, se reúnen los suscritos Miembros del Jurado Examinador de Tesis, nombrado mediante Dictamen N° 000360-2023-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM del 31 de mayo del 2023, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TÍTULO

«CAPACIDAD TÉRMICA DEL DIÓXIDO DE TITANIO CON CARBONATO DE CALCIO Y DIATOMITA PARA PROTECCIÓN DE SUPERFICIES DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA B»

Presentado por la Mg. **JENNY MIRIAM FERNANDEZ VIVANCO**, para optar el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTORA** en **CIENCIAS AMBIENTALES**.

El Secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente N° 06246/FIGMMG/2019 de fecha 22 de julio del 2019, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y que cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento General de Estudios de Posgrado», aprobado con Resolución Rectoral N° 04790-R-18 del 08 de agosto del 2018.

Luego de la Sustentación, se procede con la calificación de la Tesis, de acuerdo al procedimiento respectivo y se registra en el acta correspondiente de conformidad al Art. 72 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

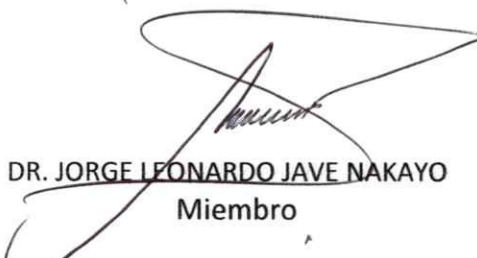
Muy bueno (18)

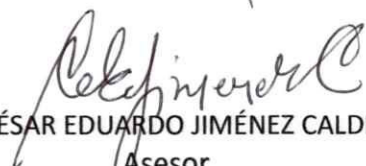
Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTORA** en **CIENCIAS AMBIENTALES** a la Mg. **JENNY MIRIAM FERNANDEZ VIVANCO**.

Siendo las 9:00 horas, se dio por concluido al acto académico.


DR. CARLOS FRANCISCO CABRERA CARRANZA
Presidente


DR. OSCAR RAFAEL TINOCO GÓMEZ
Secretario


DR. JORGE LEONARDO JAVE NAKAYO
Miembro


DR. CÉSAR EDUARDO JIMÉNEZ CALDERÓN
Asesor



UNMSM

Firmado digitalmente por DEL VALLE
JURADO Carlos FAU 20148092282
hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 09.05.2023 15:16:54 -05:00

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSGRADO

Lima, 09 de Mayo del 2023

INFORME N° 000039-2023-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM

INFORME DE ORIGINALIDAD

DIRECTOR DE LA UNIDAD DE POSGRADO

Dr. Carlos Del Valle Jurado

OPERADOR DEL PROGRAMA INFORMÁTICO DE SIMILITUDES

Tec. Stephanie Elizabeth Pastor Reyes

DOCUMENTO EVALUADO:

Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ciencias Ambientales titulado:
“CAPACIDAD TÉRMICA DEL DIÓXIDO DE TITANIO CON CARBONATO DE CALCIO Y DIATOMITA PARA PROTECCIÓN DE SUPERFICIES DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA B”.

AUTOR DEL DOCUMENTO:

MG. JENNY MIRIAM FERNANDEZ VIVANCO

FECHA DE RECEPCIÓN DEL DOCUMENTO:

05/05/2023

FECHA DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA INFORMÁTICO DE SIMILITUDES:

05/05/2023

SOFTWARE UTILIZADO

Turnitin

CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA DETECTOR DE SIMILITUDES

- Excluye textos entrecomillados
- Excluye fuentes para buscar similitud
- Excluye Bibliografía
- Excluye cadenas menores a 35 palabras

PORCENTAJE DE SIMILITUDES SEGÚN PROGRAMA DETECTOR DE SIMILITUDES

Nueve por ciento (09 %)

FUENTES ORIGINALES DE LAS SIMILITUDES ENCONTRADAS

• qdoc.tips	1%
• repositorio.ucv.edu.pe	1%
• hdl.handle.net	1%
• Submitted to ADEN University	1%
• unioncolombianadelsur.org	1%





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSGRADO

• dokumen.pub	<1%
• cybertesis.unmsm.edu.pe	<1%
• Submitted to Universidad Cesar Vallejo	<1%
• González Millán Andrés. "Síntesis y caracterización de materiales de dióxido de titanio contaminados de Nanopartículas de oro", TESIUNAM, 2014	<1%
• www.researchgate.net	<1%
• prezi.com	<1%
• xdocs.net	<1%
• Submitted to Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) - Sede Ecuador	<1%
• doku.pub	<1%
• www.inpralatina.com	<1%
• bdigital.uncu.edu.ar	<1%
• www.journaltocs.ac.uk	<1%
• repositorio.ujcm.edu.pe	<1%
• Submitted to Corporación Instituto Profesional ESUCOMEX	<1%
• Ávila García Humberto. "Propiedades fotocatalíticas del dióxido de titanio en concreto y mortero", TESIUNAM, 2018	<1%
• pdfs.semanticscholar.org	<1%

OBSERVACIONES

Ninguna



AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial al Dr. César Eduardo Jiménez Calderón, quién como asesor metodológico, ha dirigido la investigación. Al Dr. Aldo Guzmán Duxtan, como asesor externo, quién ha orientado la gestión de los antecedentes de la investigación. Al Dr. Luis Alberto Figueroa Ramos por su orientación en el procedimiento experimental. Al Dr. Jorge Jave Nakayo como guía-mentor en el curso Taller de tesis doctoral.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a la motivación por la investigación que encontramos en la palabra de nuestro Señor Jesucristo, quien guía nuestras vidas, representado en el amor de mi hija Camila Sofia a mi esposo Carlos Alberto, mis padres Gladys y Francisco.

MENSAJE

“Todo lo podemos en Cristo, con Él todo sin Él nada”

Índice general

Lista de cuadros

Lista de figuras

Resumen con palabras clave o descriptores en una sola palabra

Resumen traducido al idioma inglés

CAPÍTULO 1:

INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Situación problemática.....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problemas específicos.....	4
1.3. Justificación de la investigación.....	5
1.3.1. Teórica.....	5
1.3.2. Práctica	7
1.4. Objetivos	
1.4.1. Objetivo general.....	10
1.4.2. Objetivos específicos.....	11
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. Marco filosófico o epistemológico de la investigación.....	12
2.2. Antecedentes de la investigación.....	15
2.3. Bases teóricas.....	30
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA.....	40
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	54
4.2. Pruebas de hipótesis.....	132
4.3. Presentación de resultados de las mediciones.....	132
CONCLUSIONES.....	137
RECOMENDACIONES.....	140
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141
ANEXOS.....	152

LISTA DE CUADROS

- Cuadro 1** Operación de la variable
- Cuadro 2** Matriz de consistencia
- Cuadro 3** Etapas de las actividades en la investigación
- Cuadro 4** Implementación del programa que mide la radiación UVB con el Equipo YK-25
- Cuadro 5** Equipo YK-25
- Cuadro 6** Diagrama de bloques de los paneles solares
- Cuadro 7** Esquemas eléctricos de control de la carga solar que se encuentran los tableros 1 y tablero 2
- Cuadro 8** Fichas de Recojo de datos en el trabajo de campo
- Cuadro 9** Equipo de medición de ensayos de envejecimiento cíclico (QUV)
- Cuadro 10** Equipo de Infrarrojo IR
- Cuadro 11** Equipo colorímetro modelo Pasco PS-3215
- Cuadro 12** Condiciones de las muestras a ser medida su absorción
- Cuadro 13** Georeferencia del lugar donde se realizó el trabajo experimental
- Cuadro 14** Gráficos y tablas de resultados de los bastidores de espesor 0.14mm
- Cuadro 15** Gráficos y tablas de resultados de los bastidores de espesor 0.30mm
- Cuadro 16** Mapa del índice de radiación ultravioleta con nubosidad para el medio día. En la gráfica se describe la irradiancia (W/m^2). SENHAMI-diciembre 2019-Perú.
- Cuadro 17** Resultados de las condiciones ambientales

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Esquema del espectro de la luz visible en la región de foto actividad del TiO_2

Figura 2 Efecto fotoeléctrico interacción de los fotones con los electrones a los átomos del material

Figura 3 Efecto fotovoltaico interacción de los fotones con los electrones de los átomos del semiconductor tipo N.

Figura 4 Informe de prácticas en la detención UV-Semhami, 2018 UNAC

Figura 5 La irradiancia espectral UV y el espectro de acción eritmética

Figura 6 Georreferencia del lugar de trabajo experimental

Figura 7 Diagrama del desarrollo en recubrimiento TiO_2 -diatomita

Figura 8 Diagrama del desarrollo en recubrimiento TiO_2 - CaCO_3

Figura 9 Diagrama del desarrollo en las mediciones experimentales en los paneles

Figura 10 Toma de mediciones experimentales en el trabajo de campo con los bastidores.

Figura 11 Diagrama del desarrollo experimental con las probetas de Aluminio

Figura 12 Esquema del diseño experimental en el trabajo de campo en los ensayos de envejecimiento.

Figura 13 Esquema de trabajo de campo en los ensayos de absorción

Figura 14 Caracterización del carbonato de calcio aplicando la instrumentación del infrarrojo IR

Figura 15 Caracterización del Diatomita aplicando la instrumentación del Infrarrojo IR

Figura 16 Caracterización de la muestra de TiO_2 a 20nm aplicando (micrografía electrónica) TEM

Figura 17 Caracterización de la muestra de TiO_2 a 200nm aplicando (micrografía electrónica) TEM

Figura 18 Irradiancia versus horas emitidas durante 63días en 8 horas al día.

Figura 19 Resultado en la absorción de 0.5g TiO₂ (20nm) + 0.5g Diatomita

Figura 20 Resultado en la absorción de 0.5g TiO₂ (200nm) + 0.5g Diatomita

Figura 21 Resultado en la absorción de 0.5g TiO₂ (20nm) + 0.5g carbonato de calcio

Figura 22 Resultado en la absorción de 0.5g TiO₂ (200nm) + 0.5g carbonato de calcio

Figura 23 Resultado en la absorción de 1 g TiO₂ (20nm)

Figura 24 Resultado en la absorción de 0.5g TiO₂ (20nm)

Figura 25 Resultado en la absorción de 1 g TiO₂ (200nm)

Figura 26 Resultado en la absorción de 0.5g TiO₂ (200nm)

Figura 27 Resultado en la absorción de 1 g CaCO₃

Figura 28 Resultado en la absorción de 0.5g CaCO₃

Figura 29 Resultado en la absorción de 1g Diatomita **Figura**

30 Resultado en la absorción de 0.5g Diatomita **Figura 31**

Resultados de las muestras a 95cm de altura y las probetas tienen 0.14mm de espesor.

Figura 32 Resultados de las muestras a 110cm de altura y las probetas tienen 0.14mm de espesor.

Figura 33 Resultados de las muestras a 120cm de altura y las probetas tienen 0.14mm de espesor.

Figura 34 Resultados de las muestras a 95cm de altura y las probetas tienen 0.30mm de espesor.

Figura 35 Resultados de las muestras a 110cm de altura y las probetas tienen 0.30mm de espesor.

Figura 36 Resultados de las muestras a 120cm de altura y las probetas tienen 0.30mm de espesor.

Figura 37 Resultados en la determinación del grado de herrumbe ASTM 610.

Figura 38 Resultados en la determinación del grado de agrietamiento ASTM 661.

Figura 39 Resultados en la determinación del grado de adherencia ASTM D4541.

Figura 40 Grafica de la ecuación de regresión lineal de la influencia de la irradiación en la carga solar: tratamiento control (enero-febrero-marzo) 0,14mm (Al)

Figura 41 Grafica de la ecuación de regresión lineal $\text{TiO}_2(20\text{nm})$ -Diatomita (enero-febrero-marzo) 0,14mm (Al).

Figura 42 Grafica de la ecuación de regresión lineal $\text{TiO}_2(200\text{nm})$ -Diatomita (enero-febrero-marzo) 0,14mm (Al).

Figura 43 Grafica de la ecuación de regresión lineal $\text{TiO}_2(20\text{nm})$ -carbonato de calcio (enero-febrero-marzo) 0,14mm (Al).

Figura 44 Grafica de la ecuación de regresión lineal $\text{TiO}_2(200\text{nm})$ -carbonato de calcio (enero-febrero-marzo) 0,14mm (Al).

Figura 45 Grafica de la ecuación de regresión lineal de la influencia de la irradiación en la carga solar: tratamiento control (enero-febrero-marzo) 0,30mm (Al)

Figura 46 Grafica de la ecuación de regresión lineal $\text{TiO}_2(20\text{nm})$ -Diatomita (enero-febrero-marzo) 0,30mm (Al).

Figura 47 Grafica de la ecuación de regresión lineal $\text{TiO}_2(200\text{nm})$ -Diatomita (enero-febrero-marzo) 0,30mm (Al).

Figura 48 Grafica de la ecuación de regresión lineal $\text{TiO}_2(20\text{nm})$ -carbonato de calcio (enero-febrero-marzo) 0,30mm (Al).

Figura 49 Grafica de la ecuación de regresión lineal $\text{TiO}_2(200\text{nm})$ -carbonato de calcio (enero-febrero-marzo) 0,30mm (Al).

Figura 50 En las imágenes del área de trabajo y medición de la irradiancia sobre los paneles solares, utilizando el equipo modelo YK-35UV

Figura 51 En las imágenes del área de trabajo y medición de la irradiancia sobre los bastidores con las probetas de aluminio, utilizando el equipo modelo YK-35UV

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Radiación UV en la troposfera de la atmosfera

Tabla 2 UVI y rangos expresados en Jm²/h

Tabla 3 Referencias relacionadas a los antecedentes

Tabla 4 Resumen de enfoques teóricos

Tabla 5 Resumen de enfoque teórico de la variable

Tabla 6 Enfoque teórico de la fotocatalisis

Tabla 7 Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14mm) sin recubrimiento (tratamiento control)

Tabla 8 Correlaciones

Tabla 9 ANOVA

Tabla 10 Resumen del modelo

Tabla 11 Coeficientes

Tabla 12 Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Tabla 13 Correlaciones

Tabla 14 ANOVA

Tabla 15 Resumen del modelo

Tabla 16 Coeficientes

Tabla 17 Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

Tabla 18 Correlaciones

Tabla 19 ANOVA

Tabla 20 Resumen del modelo

Tabla 21 Coeficientes

Tabla 22 Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Tabla 23 Correlaciones

Tabla 24 ANOVA

Tabla 25 Resumen del modelo

Tabla 26 Coeficientes

Tabla 27 Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Tabla 28 Correlaciones

Tabla 29 ANOVA

Tabla 30 Resumen del modelo

Tabla 31 Coeficientes

Tabla 32 Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30mm) sin recubrimiento (tratamiento control)

Tabla 33 Correlaciones

Tabla 34 ANOVA

Tabla 35 Resumen del modelo

Tabla 36 Coeficientes

Tabla 37 Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Tabla 38 Correlaciones

Tabla 39 ANOVA

Tabla 40 Resumen del modelo

Tabla 41 Coeficientes

Tabla 42 Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

Tabla 43 Correlaciones

Tabla 44 ANOVA

Tabla 45 Resumen del modelo

Tabla 46 Coeficientes

Tabla 47 Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Tabla 48 Correlaciones

Tabla 49 ANOVA

Tabla 50 Resumen del modelo

Tabla 51 Coeficientes

Tabla 52 Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Tabla 53 Correlaciones

Tabla 54 ANOVA

Tabla 55 Resumen del modelo

Tabla 56 Coeficientes

Tabla 57 Registro de Irradiación recibida durante las horas del ensayo

Tabla 58 Registro de las horas de Irradiación en relación con Temperatura

Tabla 59 Registro de las horas de Irradiación en relación con la humedad relativa (%HR)

ABSTRACT

In the present research work, the thermal capacity of titanium dioxide with calcium carbonate and diatomite for the protection of surfaces from ultraviolet B radiation was determined. The experimental procedure is based on $\text{TiO}_2(20\text{nm})\text{-CaCO}_3$, $\text{TiO}_2(200\text{nm})\text{-CaCO}_3$, $\text{TiO}_2(20\text{nm})\text{-Diatomite}$ and $\text{TiO}_2(200\text{nm})\text{-Diatomite}$ coatings as absorption media, using the measurement of Irradiance in unit of mW/cm^2 , as the unit of analysis in the measurement of ultraviolet B radiation.

The thesis was based on the experimental design to determine the influence of surface protection, solar loading $V \times h/^\circ\text{C}$, Irradiance (mW/cm^2), absorption measurement with methyl orange metil at concentrations of 0.16mol/l and 0.32mol/l (absorbance), at temperatures of 30°C and 40°C on absorbance measurements.

In the application of ageing tests to the 4 coating formulations and a blank coating without nanoparticles, where each of the samples were exposed to 500hr of cyclic irradiance of $1.41\text{mW}/\text{cm}^2$, for 8 continuous hours each day, the experimental measurement was considered applying the standard (ASTM G-154) and the accumulated irradiance was measured, the experimental measurement of cracking was applied applying the standard (ASTM 661), the experimental measurement of shear adhesion was applied applying the standard (ASTM D3359), the experimental measurement of rust was applied applying the standard (ASTM D610).

It was determined that from the 4 formulations, the coating with the highest thermal retention capacity for surface protection was $\text{TiO}_2\text{-Diatomite}$.

Keywords: Irradiance, TiO_2 , Diatomite, Ultraviolet B radiation.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se determinó la capacidad térmica del dióxido de titanio con carbonato de calcio y diatomita para protección de superficies de la radiación ultravioleta B. El procedimiento experimental se basa como medio de absorción en los recubrimientos de $\text{TiO}_2(20\text{nm})\text{-CaCO}_3$, $\text{TiO}_2(200\text{nm})\text{-CaCO}_3$, $\text{TiO}_2(20\text{nm})\text{-Diatomita}$ y $\text{TiO}_2(200\text{nm})\text{-Diatomita}$, utilizando la medición de la Irradiancia en unidades de mW/cm^2 , como unidad de análisis en la medición de la radiación ultravioleta B. La tesis se basó teniendo como diseño experimental determinar la influencia en la protección de superficies, en la carga solar $V \times h/^\circ\text{C}$, en la Irradiancia (mW/cm^2), en la medición de la absorción con el colorante anaranjado de metilo a las concentraciones de $0,16\text{mol/l}$ y $0,32\text{mol/l}$ (absorbancia), a las temperaturas de 30°C y 40°C en que se tomaron mediciones de la absorbancia. Se realizó ensayos de envejecimiento a las 4 formulaciones de recubrimientos de $\text{TiO}_2(20\text{nm})\text{-CaCO}_3$, $\text{TiO}_2(200\text{nm})\text{-CaCO}_3$, $\text{TiO}_2(20\text{nm})\text{-Diatomita}$ y $\text{TiO}_2(200\text{nm})\text{-Diatomita}$, y a un recubrimiento blanco sin nanopartículas, donde cada uno de los recubrimientos fueron expuestos a 500hr de irradiación cíclica de $1,41\text{mW}/\text{cm}^2$, durante 8 horas continuas cada día, considerándose en la medición experimental la aplicación de la norma (ASTM G-154) en que se midió la irradiación acumulada, en la medición experimental del agrietamiento, se aplicó la norma (ASTM 661) evaluado su grado de deterioro por agrietamiento, en la medición experimental de Adherencia al corte, se aplicó la norma (ASTM D3359) evaluado el grado de remoción en desprendimiento del recubrimiento, en la medición experimental de herrumbre se aplicó la norma (ASTM D610) en que se mide el grado de oxidación. Se determinó que de las 4 formulaciones el recubrimiento que tuvo mayor capacidad de retención térmica para la protección de superficie fue el $\text{TiO}_2\text{-Diatomita}$.

Palabras clave: Irradiancia, TiO_2 , Diatomita, Radiación ultravioleta B

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Situación Problemática

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ejerce un control sobre la calidad del aire desde el año 2000, especialmente en la comunidad europea. Este control incluye la intensidad de radiación UVB que estaría dentro del rango de 280-315 nm, esto es, un valor aproximado de 90% de radiación UV solar (OMS, guía IUV 2016).

Las mediciones mediante la escala que indica el índice de radiación ultravioleta (UVI), que es utilizada en Estados Unidos se ajustan a las pautas internacionales establecidas por la OMS. De esta forma, se observa que los valores en esta escala están medidos en UV ($\text{J/m}^2 \times \text{h}$) de 0-2 que significa un valor de bajo peligro, pero entre 3 a 5, significa un valor de riesgo intermedio. Asimismo, los valores entre 6 a 7 significan riesgo alto; entre 8 a 10 es un valor de riesgo muy alto, y mayor que 11 es un valor extremadamente alto (EPA).

Con respecto a la magnitud de la radiación UVB que procede del sol en un día soleado, se observa que va en aumento en forma creciente, hasta alcanzar los valores máximos entre las horas de las 12 del mediodía y la 1:00 de la tarde. Los altos índices de radiación solar pueden llegar a afectar y producir cambios en el clima de Perú, cuya cercanía a la línea ecuatorial, durante el verano puede llegar alcanzar, índices históricos de hasta 20 puntos, en valores de irradiancia W/m^2 , lo que representa un nivel de radiación Ultravioleta considerado como "extremo" (OMS, Guía Solar Mundial UV 2016). El Valor del UVI se basa en su influencia en la forma de irradiación (W/m^2), que puede afectar la superficie ya que es biológicamente efectiva. (INEI, 2020).

En otro análisis de la problemática, la capacidad de fotocátalisis del TiO_2 es importante debido a sus excelentes propiedades químicas y físicas, como a su alta eficiencia, también como a su alta foto estabilidad química. Dentro de los avances más recientes en la fotocátalisis, basados en el desarrollo de foto

catalizadores heterogéneos, muchos de ellos podrían contribuir para obtener un material activo foto catalítico, como por ejemplo ser aplicados en la degradación de contaminantes (Mosquera, 2015 Vol. 6, N°1, p.1-6).

La presente investigación busca medir la capacidad de retención térmica utilizando dióxido de Titanio con carbonato de calcio y el dióxido de Titanio con diatomita. De esta manera, se trata de determinar su influencia, como su relación con la absorción de la radiación ultravioleta B (mW/cm^2), a fin de proteger superficies cubiertas.

1.2 Formulación del problema

Los cambios climáticos que se producen a escala mundial, así como el incremento de la radiación solar dan forma a condiciones que pueden llegar afectar la vida en el planeta. Diversos reportes indican que la radiación está llegando a la tierra aproximadamente en un 40%, a pesar de la capa de ozono. Se sabe que la radiación ultravioleta se clasifica en UVA, UVB y UVC, pero este trabajo de investigación está centrado en la radiación UVB; que es nociva ya que puede atravesar la piel hasta la epidermis y también la capa de la córnea. La radiación UVB está comprendida en el rango 280-320nm. Actualmente en otras investigaciones se demuestran que esta radiación UVb tienen una acción sobre plantas y animales (Burns, 2018 vol. 28 p.136-141).

Asimismo, el dióxido de Titanio tiene una longitud de onda que se ubica dentro del espectro de luz visible a 385nm, para el TiO_2 en forma de anatasa y de espectro de luz visible a 405nm para el TiO_2 en forma de rutilo. El dióxido de titanio, que tiene características de alta eficiencia catalítica, estabilidad química, también presenta alta compatibilidad con los materiales como el compuesto de carbonato de calcio y el compuesto de diatomita; entonces, podría contribuir a mejorar la actividad foto catalítica. De esta manera, se produce un sitio activo, en relación con su área superficial, como también con su relación en el tamaño de nanopartícula y contribuyendo en la formación del heterogénea entre el TiO_2 con

el carbonato de calcio, asimismo, contribuye con la formación heterogénea entre el TiO_2 con la diatomita; para ello, fue necesario someter el carbonato de calcio y la diatomita en forma separada a la micro pulverización (30000 rpm).

Estos compuestos, como carbonato de calcio o diatomita, podrían actuar como filtros de la radiación solar ultravioleta b en las prendas de vestir, por ejemplo, a fin de considerar la posibilidad de protegerse de la radiación ultravioleta b.

Esta situación ha llevado a plantear la siguiente interrogante: ¿De qué manera la capacidad térmica del dióxido de titanio combinado con carbonato de calcio y dióxido de titanio con diatomita, como medio de absorción de la radiación ultravioleta UVB, influyen en la protección de superficies expuestas? Asimismo, preguntas específicas también fueron formuladas: ¿De qué manera el dióxido de titanio con carbonato de calcio y dióxido de titanio con diatomita influyen en la capacidad térmica?; ¿Cuál será la absorción de la radiación UVB del dióxido de titanio con carbonato de calcio y dióxido de titanio con diatomita?; ¿Cuál es la potencia de la radiación ultravioleta UVB en un periodo de tiempo?

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la influencia de la radiación UV-b en la capacidad térmica de dos superficies, una de dióxido de Titanio con carbonato de Calcio y otra de dióxido de Titanio con diatomita?

1.2.2 Problemas específicos

Problema específico (1)

¿Cuál es la influencia de la radiación UV-b en la capacidad térmica de dióxido de Titanio con carbonato de Calcio?

Problema específico (2)

¿Cuál es la influencia de la radiación UV-b en la capacidad térmica de dióxido de Titanio con diatomita?

Problema específico (3)

¿Cuál es la potencia de radiación que llega a ambas superficies en estudio en un periodo de tiempo?

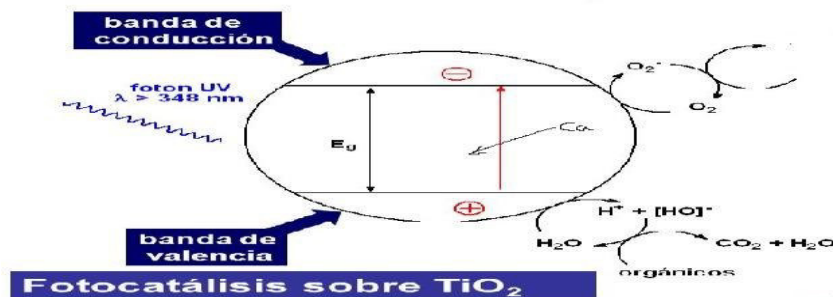
1.3. Justificación de la investigación

1.3.1 Justificación teórica

La investigación incluye conceptos básicos aplicados a la fotocatálisis solar, y como estos se relacionan con la interrelación de la radiación ultravioleta b, contra la materia que en muchos casos depende de las características físicas, como son: su carga, su masa, su energía; con relación a la radiación ultravioleta b, y como el recubrimiento protege la superficie de la radiación ultravioleta b, en la investigación. Se conoce que la radiación, puede cambiar radicalmente las propiedades de la materia (Aparna 2015 Royal Society of Chemistry p.1-55).

Figura 1

Esquema del espectro de la luz visible en la región de foto actividad del TiO_2



Nota. El gráfico representa la fotocatálisis sobre el TiO_2 en el que salto la banda de valencia a la banda de conducción.

Por este motivo, es relevante observar cómo llega la radiación ultravioleta b al área determinada. Se observa que la radiación ultravioleta b produce no sólo

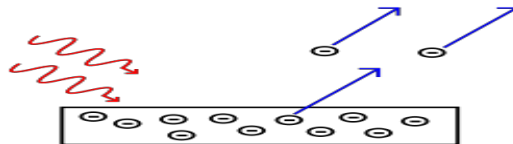
una interacción con el panel solar pintada con el recubrimiento sino también, el efecto fotovoltaico y a la vez cómo la radiación ultravioleta produce una interacción con la superficie de las probetas de aluminio recubiertas con el recubrimiento en que se produce un efecto fotoeléctrico.

La explicación del efecto fotoeléctrico es que describe un fenómeno que fue realizado por Einstein en 1905, quien propuso que el cuanto de luz cedido por la radiación electromagnética debe tener suficiente energía para que el electrón se desprenda o se libere de su estructura (energía de enlace de electrones) y proporcione la energía restante al electrón, observándose como energía cinética (Eisberg, 2000). La difusión de electrones, producida por los metales iluminados con luz, en que es determinada la periodicidad, ésta fue observada al terminar el siglo XIX.

El efecto de la radiación que permite la liberación de electrones de un material se conoce también como “efecto fotoeléctrico” o “emisión fotoeléctrica”. Este proceso que tiene fotones es donde ellos interactúan con el electrón del material, donde se produce energía que luego es liberada del material produciéndose el efecto fotoeléctrico.

Figura 2

Efecto fotoeléctrico interacción de los fotones con los electrones de los átomos de material



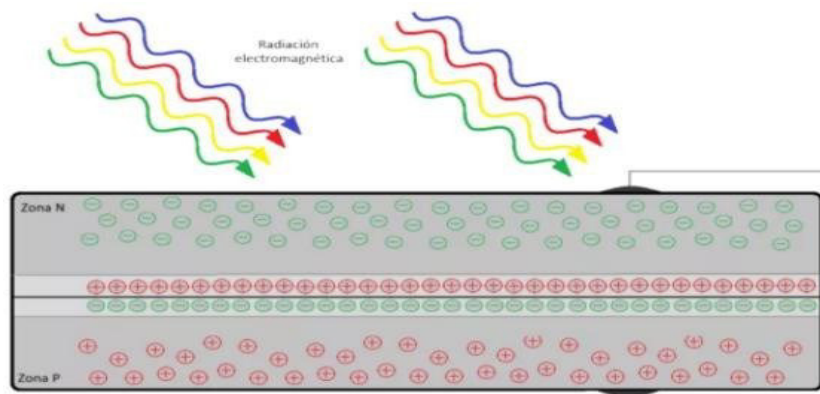
Nota. El gráfico representa la forma como los fotones de los electrones interaccionan con el material.

Edmond Becquerel, descubrió el efecto fotovoltaico en 1839; pero, para que ocurra este efecto no es suficiente generar electrones de conducción, también es necesaria la presencia de un campo eléctrico sobre los electrones

para orientarlos. En la explicación del efecto fotovoltaico que se produce en los paneles solares, la capa superior a donde llega la radiación está formada por un semiconductor extrínseco tipo N, y la otra capa debajo es de tipo P. Se conoce que al producirse el efecto fotoeléctrico en la capa superior, con lo cual se generan electrones de conducción que van a contribuir a la corriente eléctrica en el panel (Tipler P. y Mosca, G. 2015).

Figura 3

Efecto fotovoltaico interaccion de los fotones con los electrones de los átomos del semiconductor tipo N



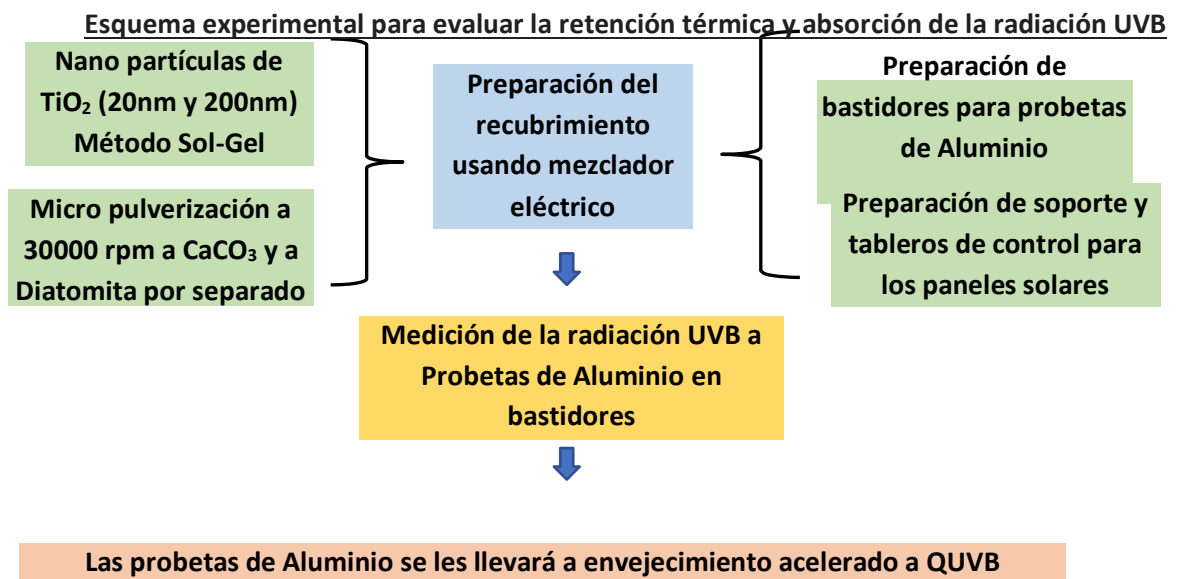
Nota. El gráfico representa el efecto fotovoltaico y la interaccion de los fotones en la superficie del semiconductor de tipo N.

1.3.2 Justificación Práctica

En la justificación práctica se ha considerado el diseño experimental fue aplicado tomando en cuenta desde el inicio el acondicionamiento de los equipos, no solamente en la preparación de bastidores, tableros de control, a su vez el desarrollo de las nanopartículas de TiO_2 bajo dos tipos de tamaños 20nm y 200nm, sino también en la aplicación de la micro pulverización del compuesto de carbonato de calcio y en el compuesto de diatomita. Estos compuestos fueron

usados en la preparación del recubrimiento utilizando un mezclador eléctrico (HM-120C Hand-Mixer) para la preparación de 4 tipos de recubrimientos que fueron aplicados sobre la superficie de los paneles solares y sobre la superficie de las probetas de aluminio que se encuentran en las probetas a dos espesores distintos de 0,14 mm y de 0,30 mm

Sobre cada una de estas muestras, se realizaron las mediciones de irradiancia en mW/cm^2 de la radiación ultravioleta b, utilizando un equipo UV light Meter modelo: YK-35UV, que es usado a fin de tomar de datos, en el lugar de trabajo, que permitió determinar la capacidad térmica y la adsorción de la radiación de Ultravioleta b, de los recubrimientos preparados con el TiO_2 a (20nm y 200nm) más carbonato de calcio, comparándolo con el recubrimiento de TiO_2 a (20nm y 200nm) más diatomita, formulándose 4 tipos diferentes de recubrimiento, para evaluar su influencia de los recubrimientos antes mencionados en la protección de superficies.



Características experimentales

- a) Se aplicó cada recubrimiento en diferentes probetas de aluminio en dos espesores 0,14mm y 0,30mm

- b) Se contó con un controlador de carga solar, que reporta voltaje, temperatura y amperaje
- c) Se aplicó la micro pulverización a 30000 rpm al compuesto de diatomita y al compuesto de carbonato de calcio, haciéndolos pasar por un tamiz de malla N°325.
- d) Se realizó el desarrollo de 4 tipos diferentes de recubrimiento, a partir de nanopartículas de dióxido de titanio en dos tamaños (20nm y 200nm) cada formulación se preparó por separado usando en las dos primeras con código #1 y código #2 en su preparación el compuesto de carbonato de calcio y las formulaciones con código #3 y código #4 usando en su preparación diatomita.
- e) En el lugar de trabajo, se tomaron las mediciones a condiciones de temperatura entre un rango de (18C°-36°C) que son observadas en verano, estos ensayos se están evaluando durante los meses de enero a marzo, debido a que se observa una mayor incidencia solar, en el horario de 10:30am. a 3pm.
- f) En los paneles solares se aplicaron, sobre ellos 4 tipos diferentes de recubrimiento, sobre la superficie, en que se midió la incidencia de la radiación atmosférica con un medidor YK-35UV-B, expresado en valores de irradiancia mW/cm^2 , en comparación los resultados obtenidos, con un panel solar que no tiene recubrimiento.
- g) Se ha tomado control de las condiciones ambientales, humedad relativa, temperatura, voltaje, amperaje y aplicando el uso de un medidor de radiación ultravioleta B
- h) Dentro de los ensayos experimentales del daño del recubrimiento, se sometió a los 4 tipos de recubrimientos a ensayos de envejecimiento por UVB con la finalidad de medir su resistencia.
- i) Otros de los ensayos experimentales desarrollados, con la finalidad de evaluar su capacidad de absorción que tienen cada una la muestras por separado como TiO_2 (20nm y 200nm), como diatomita, como carbonato de calcio y combinando TiO_2 (20nm) con diatomita,

combinando $\text{TiO}_2(200\text{nm})$ con diatomita también combinando $\text{TiO}_2(20\text{nm})$ con carbonato de calcio y combinando $\text{TiO}_2(200\text{nm})$ con diatomita usando el reactivo de anaranjado de metilo a 5 diferentes concentraciones eligiendo dos de ellas para aplicar los ensayo experimentales y midiendo la absorbancia con el fotocolorímetro Pasco (PS-3215).

- j) Con la finalidad de evitar el recalentamiento en los techos de calamina mejorando la calidad de vida, como también en la protección de los paneles solares, a su vez poder evaluar la eficiencia, en la retención por la radiación solar encima de la superficie, y contribuir en la investigación con desarrollo de futuros recubrimientos.
- k) El dióxido de titanio, que tiene características de alta eficiencia catalítica, estabilidad química, también como buena compatibilidad con los materiales, como el compuesto de carbonato de calcio y como el compuesto de diatomita, podría contribuirían a mejorar la actividad foto catalítica, y de esta forma producir un sitio activo, en relación con su área superficial, como también con su relación en el tamaño de nanopartícula y contribuyendo en la formación del heterogénea entre el TiO_2 con el carbonato de calcio como también, contribuyendo en la formación heterogénea entre el TiO_2 con la diatomita, para ello fue necesario someter el carbonato de calcio y la diatomita en forma separados a la micro pulverización a 30000 rpm (revoluciones por minuto).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar la influencia de la radiación UV-b en la capacidad térmica de dos superficies, una de dióxido de Titanio con carbonato de Calcio y otra de dióxido de Titanio con diatomita.

1.4.2 Objetivos específicos

Objetivo específico (1)

Evaluar la influencia de la radiación UV-b en la capacidad térmica de dióxido de Titanio con carbonato de Calcio.

Objetivo específico (2)

Evaluar la influencia de la radiación UV-b en la capacidad térmica de dióxido de Titanio con diatomita.

Objetivo específico (3)

Medir la potencia de radiación que llega a ambas superficies en estudio en un periodo de tiempo.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco filosófico o epistemológico de la investigación

El trabajo de investigación sigue el paradigma positivista que considera al método experimental como el fundamento de la verdad; esto es, rechaza o niega alguna interpretación teológica o metafísica en el proceso de obtener conocimiento válido previo a la experiencia. Esta corriente filosófica sostiene que el conocimiento válido deriva de la experiencia respaldada por el método científico.

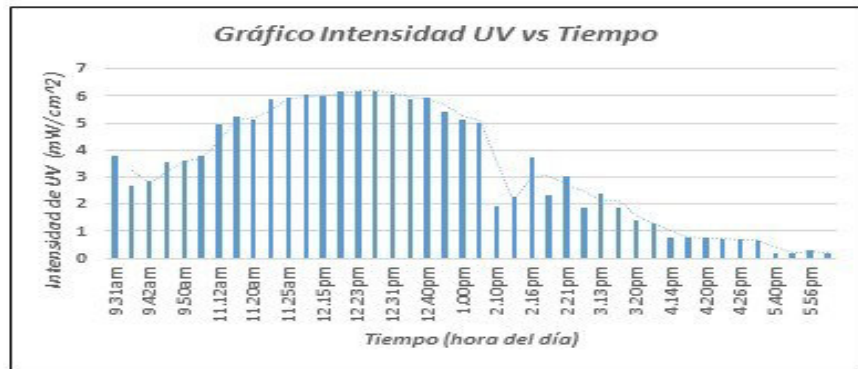
En consecuencia, el método empírico-analítico utilizado en las demostraciones experimentales corresponde con las variables Radiación ultravioleta B en la superficie, Dióxido de titanio con carbonato de calcio o Diatomita., buscan explicar y predecir, los fenómenos de manera cuantitativa, empírico-analítico y racionalista.

El ambiente epistémico y filosófico de la investigación el efecto fotoeléctrico, se considera cuando llega la radiación ultravioleta y cae sobre las probetas de aluminio; también se evidencia el efecto fotovoltaico, cuando llega la radiación ultravioleta y cae sobre los paneles solares; en cada caso se mide la radiación térmica dentro del rango del Ultravioleta visible B de 280nm a 320nm (Little, 2019 Environmental Health p.114). Se observó que la potencia de la propagación UVB se emite desde el sol, aumenta gradualmente; alcanzando valores máximos entre las 12:00 y 1:00 de la tarde, cuando hay viento y/o neblina disminuye la intensidad radiación UVB.

La radiación solar que recibe la tierra fue medida en términos de irradiancia, de acuerdo a su transmisión es expresada como la potencia por unidad en relación a la superficie en unidades de vatios/metro cuadrado (W/m^2).

Figura 4

Informe de prácticas en la detención UV-Semhami, 2018 UNAC



Nota. El gráfico representa la relación ultravioleta entre las 8am. a 5pm.

La irradiancia es un volumen que esta descrito como un cociente que divide a la potencia que se expresa en la energía por unidad de tiempo que recibe la radiación.

Tabla 1

Radiación UV en la troposfera de la atmosfera

Banda de longitud de onda	Irradiancia (W/m²)	Porcentaje respecto de UV	Porcentaje respecto del total UV + V+IR
UVC	6.4	5.7	0.5
UVB	21.1	18.6	1.5
UVA	85.7	75.7	6.3
UV (UVC+UVB+UBA)	113.2	100	8.3
Visible e infrarrojo (V+IR)	1254		91.7
UV + V + IR (total)	1367.2		100

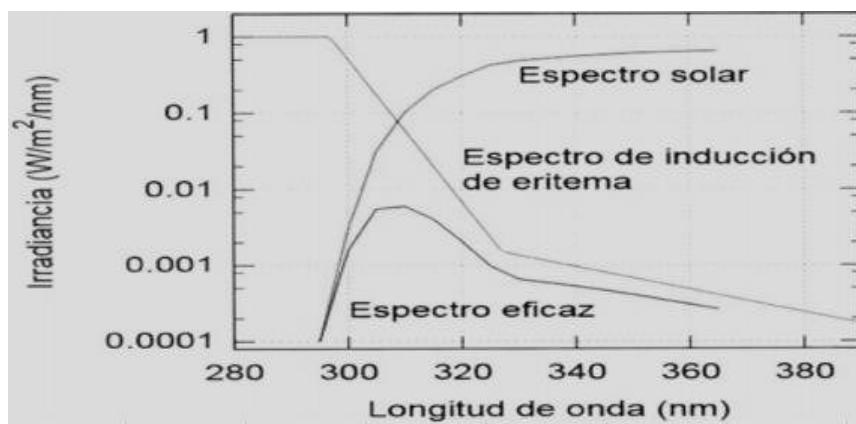
Nota. En la gráfica representa en valores equivalente en que vemos; $1\text{mW/cm}^2 = 10\text{W/m}^2 = 10\text{J/m}^2\text{S}$ y valores de $20\text{mW/m}^2 \approx 20 (10\text{W/m}^2) = 200\text{W/m}^2$, permite conocer la relación entre la longitud de onda y la irradiancia.

Se observó que el índice solar mundial de la radiación ultravioleta (UVI) está especificado por la OMS como la intensidad de la propagación UVB en la tierra, siendo este un índice del impacto y lesiones que produce en la piel, por

ello es de suma importancia conocer maneras de proteger a la población ante la radiación ultravioleta. (N° 365-2016/SENAMHI-DMA).

Figura 5

La irradiancia espectral UV y el espectro de acción eritematica



Nota. La grafica representa la irradiancia versus a la longitud de onda. By Hankwang (Own work) [GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>)].

Tabla 2

Índice ultravioleta UVI y rangos expresados en Jm²/h

UVI	Rango inferior	Rango superior	Rango inferior	Rango superior	Rango inferior	Rango superior	Rango inferior	Rango superior	Rango inferior	Rango superior
	J m ⁻² h ⁻¹	J m ⁻² h ⁻¹	J m ⁻² h ⁻¹	W m ⁻²	40 W m ⁻²	40 W m ⁻²	1/25 mWm ⁻²	1/25 mWm ⁻²	58.33/25 (MED/h)	58.33/25 (MED/h)
1	0	99	0.000	0.028	0.000	1.100	0.000	1.100	0.000	1.100
2	100	199	0.028	0.055	1.111	2.211	1.111	2.211	1.111	2.211
3	200	299	0.056	0.083	2.222	3.322	2.222	3.322	2.222	3.322
4	300	399	0.083	0.111	3.333	4.433	3.333	4.433	3.333	4.433
5	400	499	0.111	0.139	4.444	5.544	4.444	5.544	4.444	5.544
6	500	599	0.139	0.166	5.556	6.656	5.556	6.656	5.556	6.656
7	600	699	0.167	0.194	6.667	7.767	6.667	7.767	6.667	7.767
8	700	799	0.194	0.222	7.778	8.878	7.778	8.878	7.778	8.878
9	800	899	0.222	0.25	8.889	9.989	8.889	9.989	8.889	9.989
10	900	999	0.250	0.278	10.000	11.100	10.000	11.100	10.000	11.100
11	1000	1099	0.278	0.305	11.111	12.211	11.111	12.211	11.111	12.211
12	1100	1199	0.306	0.333	12.222	13.322	12.222	13.322	12.222	13.322
13	1200	1299	0.333	0.361	13.333	14.433	13.333	14.433	13.333	14.433
14	1300	1399	0.361	0.389	14.444	15.544	14.444	15.544	14.444	15.544

Nota. Esta tabla representa el índice ultravioleta de acuerdo a los rangos internacionales www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/meteo_2016_pro_cob_nac_ind_rad_sol_ult.pdf

2.2. Antecedes de la investigación

Ricardo N Alves, et al, I (2021) han explicado que la radiación ultravioleta B puede presentar cambios adversos sobre el crecimiento en la fisiología celular, así como en su respuesta inmunológica de la lubina europea juvenil (*Dicentrarchus labrax*). Ellos han recomendado realizar más investigaciones para comprender, cómo incidir en el crecimiento y la subsistencia de los peces que pueden verse afectados, por futuros aumentos de la radiación UVB submarina y cuando se combinan con otros factores que puedan generar un estrés ambiental.

Ramírez E Rua, et al, (2021) han explicado que en las instalaciones fotovoltaicas se pueden reflejar condiciones de funcionamiento reales, como los parámetros que influyen en la eficiencia de un dispositivo fotovoltaico, para definir la potencia máxima, relacionándolo con la irradiancia y su área superficial.

Polo B. y Miranda G, (2020) han determinado la cantidad y la caracterización en la radiación ultravioleta b, registradas en la estación de SENAMHI, por medio de la medición del índice de radiación ultravioleta (IUV). Estos valores de la radiación UVB, han sido medidos en un nivel diario, mensual, estacional y multianual alcanzando valores máximos de 8 a 10 índice de radiación ultravioleta (IUV), considerados valores de peligro moderado.

Mohr L.C. et al, (2020) han investigado cómo se utilizan las nanopartículas en la forma de dióxido de titanio, con la finalidad de aplicarlas como bloqueador de las radiaciones ultravioleta, incorporándolas en la formación de un polímero biodegradable ácido poliláctico. Estas nanopartículas de titanio encontradas en 1% y en 5% se

incorporaron al polímero biodegradable ácido poliláctico, siendo sometidas a la caracterización óptica, absorbancia y transmisión de luz, estos resultados demostraron que ayudan a bloquear la radiación ultravioleta B.

Lipponen A. et al, (2020) han demostrado la aplicación de un proyecto apoyado por la unión europea (AURORA) que tiene por objetivos mejorar el rendimiento y la funcionalidad de la dosimetría ultravioleta UV personal, basado en datos de satélite del proyecto (AURORA).

Valenta K. et al, (2020) han observado que la absorción en las plantas de la radiación (UV) puede dar lugar a múltiples efectos perjudiciales para los tejidos vegetales en las plantas. Desarrollaron una serie de estrategias, con la finalidad de protegerse de la radiación UV, en particular ubicados rango UVB (280 a 320nm). En las flores se observó un efecto secundario como la reflectancia, siendo negativo con respecto a la radiación ultravioleta b.

Foroughbakhch R et al. (2019) han sostenido que la luz es considerada esencial para el crecimiento de las plantas. Ellos han observado que los rayos ultravioletas (UVB) tienen la capacidad de disminuir la tasa metabólica en la fotosíntesis, siendo este un efecto perjudicial para el crecimiento de la planta. Los investigadores refieren que es preciso tener un control de la luz ultravioleta, la cual llega a los cultivos, para ayudar a mejorar la producción en las plantas, como: los aspectos como cambio de color, forma de las plantas, control de plagas y enfermedades. Manifiestan que se aplicó a varias especies diferentes una dosis de radiación UVC, y en radiación UVB. Ellos han evaluado los aspectos en la producción a través de la germinación estándar, como en la aplicación de pruebas de envejecimiento acelerado.

Marsi N, et al, (2019) han señalado que para la protección de la exposición a los rayos UVb, usaron el TiO_2 o dióxido de titanio. Se basaron, ante la exposición de rayos UVb sobre un recubrimiento de dióxido de titanio. enfatizando que después ante la exposición los rayos ultravioletas UVb, midieron el índice de refracción encontrándose un valor aceptable, que evita los impactos negativos de la exposición a los rayos ultravioleta b.

Gomes de Castro K. et al, (2019) han demostrado la aplicación del ensayo de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta UVb, dentro de una cámara a temperatura ambiente, y en una atmósfera oxidante al polimetilmetacrilato (PMMA). Mostrando los resultados a la exposición de la radiación UVB, evidenciándose cambios en el color e indicando que las muestras irradiadas, también muestran una fragilidad en la superficie. Relacionando los resultados obtenidos con cambios macromoleculares que influirían en sus propiedades mecánicas, contribuyendo así a fracturarse fácilmente.

Little M, et al (2019) han reportado que el carcinoma basocelular de la piel (CBC) es el más común en las poblaciones de Europa, y está asociado a la exposición acumulativa de los rayos solares ultravioleta b. Enfatizaron que el riesgo de carcinoma de las células basales, ha aumentado, con el incremento de la exposición acumulativa a la radiación ultravioleta b. Ellos han utilizado la medición en la unidad de mJ/cm^2 , observándose un aumento en la exposición de radiación acumulativa en un 95% en las personas.

Seckbach J & Gordon Richard (2019) han investigado que las diatomitas presentan capacidad de intercambio y un índice de refracción que disminuye en relación directa con la longitud de onda, bajo una temperatura de 20°C . Ellos han observado una gran superficie en la diatomita que al juntarse con las sustancias fotoeléctricas como el dióxido

de Titanio (TiO_2), obtienen un recubrimiento superficial, para mejorar la eficiencia de los paneles solares eléctricos.

Tenkate T. et al, (2019) han sostenido sistemáticamente una metodología conjunta entre el organismo mundial de la salud (OMS) y la organización mundial del trabajo (OIT) que enfatizan en la exposición ocupacional a la radiación ultravioleta solar. Asimismo, ellos han relacionado la radiación ultravioleta UVb, con el efecto a la formación de cataratas en el globo ocular.

Burns E. et al. (2018) han medido el efecto de los rayos UVA y UVB en el microbioma de la piel humana, observándose como altera el microbioma cutáneo, cuando las exposiciones fueron a dosis UVA 22-47 J/cm^2 y UVB 100-350 mJ/cm^2 . Ellos han mostrado estos resultados durante la exposición a la radiación UVA y UVB, donde demuestran una influencia cualitativa y cuantitativa en la composición del microbioma de la piel, generando una patología del factor ultravioleta de radiación (UVR).

Norma Flores R. & Miguel Domínguez R. (2018) han señalado en su estudio la rentabilidad del panel fotovoltaico, midiendo en el ensayo unidades de potencia por metros cuadrados (W/m^2), la cual es una medida estándar, más interesante para evaluar la eficacia del panel, como también el tanto por ciento de energía de la luz que incurre en el panel, posteriormente convertido en electricidad.

Traid H. et al, (2018) han evaluado el dióxido de Titanio (TiO_2) como un material, más aprovechado en el proceso de fotocátalisis heterogénea, debido a su disponibilidad comercial, a su bajo costo, y a su elevada actividad foto catalítica. Siendo, uno de los métodos más eficaces y ahorrador de energía; se ha considerado que para obtener recubrimientos

de dióxido de Titanio (TiO_2), los cuales fueron sintetizados por oxidación anódica, dando resultados por difracción de rayos X, indicando la presencia de las fases anatasa y rutilo del dióxido de Titanio (TiO_2). Su estudio es a un nivel de los microporos con diámetro promedio 60-160nm.

Sarkany, R. et al, (2018) han mencionado que la radiación ultravioleta solar es una gran amenaza ambiental para el cuerpo humano y casi toda la exposición de la radiación ultravioleta (UV) que recibe la piel. La exposición continua de esta radiación bioquímicamente activa tendrá efectos profundos en la piel, y presentará un gran impacto en la salud. Donde los daños producidos por la radiación ultravioleta (UV) es considerado un importante factor de riesgo para el cáncer a la piel, como los carcinomas basocelulares y escamo celulares.

Ciara et al, (2018) han evaluado al dióxido de Titanio (TiO_2), que, siendo considerado como el fotocatalizador más popular debido a su bajo costo, no toxicidad y alto grado de oxidación. Además, los fotocatalizadores de titanio se pueden inmovilizar fácilmente en varias superficies. Esta investigación también analiza la utilización de la fotocatálisis de dióxido de Titanio (TiO_2) en el agua y en el tratamiento de residuos, pero también en el tratamiento de contaminantes de preocupación emergente (CEC), pesticidas, endocrinos (ED) y como en las bacterias que son utilizadas para las irradiaciones de luz ultravioleta (UV) y luz visible.

Fatahi-as J, et al., (2018) han reportado que hay diferentes estudios epidemiológicos y experimentales en animales, que han demostrado claramente que la radiación ultravioleta (UV) adicionalmente provoca cáncer en la piel. Según la longitud de onda, la radiación ultravioleta (UV) se divide en tres franjas, a saber, ultravioleta UV-A (320-390nm), ultravioleta UV-B (280-320nm), y ultravioleta UV-C (254-280 nm).

Las distintas longitudes de onda de la radiación ultravioleta (UV) tienen diferentes efectos en las propiedades vegetativas, fisiológicas y bioquímicas.

Nunes D. et al, (2018) han demostrado que en las películas nanoestructuradas de dióxido de Titanio (TiO_2) que se utilizaron como capa fotoactiva de fotodetectores ultravioleta visible (UV), demostrando un aumento significativo de la conductancia al ser expuestas a la irradiación ultravioleta visible (UV). Las características estructurales de las películas de dióxido de Titanio (TiO_2) y los sustratos se correlacionaron con las diferencias en la foto detección ultravioleta visible (UV) y en el rendimiento foto catalítico.

Facundo Orte Pablo (2017) ha descrito que el principal efecto de las nubes, en la radiación solar UV es una atenuación de la radiación, que disminuye la radiación directa, la cual se mide en la superficie, que puede alcanzar valores más altos en un cielo despejado, la magnitud del incremento de un 30% en el índice de radiación ultravioleta, pudiendo mantenerse hasta 10 minutos, inclusive, puede afectar la tasa de fotosíntesis de la vegetación, como algas marinas o el fitoplancton.

Radek Zouzelka et al, (2017) han realizado la evaluación sobre la actividad foto catalítica del producto comercial Protectam (FN2) que contiene nano polvo de dióxido de titanio (TiO_2) con la finalidad de evaluar la eliminación de los gases óxido nitroso (NO) y dióxido nitroso (NO_2), e incluso ver que después de su aplicación en la superficie de las paredes del concreto, el recubrimiento foto catalítico mantuvo una alta efectividad.

Rach R. et al. (2016) han relacionado en las zonas urbanas el incremento de energía solar, sobre la transmisión de los gases que producen el efecto invernadero de las centrales térmicas convencionales,

tomando mayor conciencia sobre los efectos que esta produce. Donde el número de paneles solares puede maximizarse conformando un método que genera energía fotovoltaica, optimizando con los parámetros adecuados de instalación con un ángulo de altitud y de inclinación y el sombreado determinado para mejorar el rendimiento energético.

Mendoza J et al, (2016) han investigado la interacción del gas de dióxido nitroso (NO_2) con las partículas sólidas de dióxido de titanio, aplicado al estudio sobre la irradiación ultravioleta (UV), para la cual emplearon un espectrómetro de masas. En su investigación han medido el coeficiente de captación reactiva del gas dióxido nitroso (NO_2) por el dióxido de Titanio (TiO_2) en condiciones atmosféricas.

Rtimi, et al, (2016) hicieron referencia que el poliéster de dióxido de Titanio con cobre ($\text{TiO}_2\text{-Cu}$) co-pulverizado dióxido de Titanio con cobre ($\text{TiO}_2\text{-Cu-PES}$) ayuda a la reducción bacteriana inducida mediante espectroscopia foto electrónica de rayos X(XPS), se observa una catálisis redox, por las especies de cobre (Cu) y dióxido de Titanio (TiO_2) en condiciones anaeróbicas, lo que proporciona evidencia adicional en los procesos que conducen a la inactivación bacteriana en medios anaeróbicos.

Zhang et al, (2015) observaron la fotoactividad catalítica del compuesto de diatomita con dióxido de Titanio, donde las nanopartículas de dióxido de Titanio (TiO_2) se inmovilizan sobre la diatomita, por el método de hidrólisis-deposición utilizando el tetracloruro de titanio como precursor. Los resultados indican que la suma de una pequeña cantidad de iones sulfato promueve la formación de la fase anatasa.

Khraishen, et al, (2015) han mostrado que la técnica de sol gel, como el método de impregnación húmeda se utilizan para crear dióxido de Titanio (TiO_2) dopado con cobre (Cu) en un esfuerzo por mejorar la

actividad foto catalítica, que se evalúa a través de la degradación gradual y la inactivación de *Escherichia coli*. Los resultados han mostrado que el dióxido de Titanio (TiO_2) dopado con cloruro de cobre (CuCl_2) al 10% preparado por el método de impregnación húmeda, resultó en una completa inactivación de *E. coli* al 100%.

Yuri Hendry et al, (2015) han investigado la actividad foto catalítica de titanio, la cual tiene un mecanismo prometedor, debido a las posibles aplicaciones como la demostrada en la capa de anatasa delgada recubierta de sílice, que presenta un gran tamaño específico en su área de superficie, que son preparados empleando los métodos de precipitación o sol-gel.

Gang et al. (2015) han basado el acoplamiento de la impresión molecular en la bioadsorción y la fotocatálisis de nano dióxido de Titanio (TiO_2), aprovechando las cáscaras hidro inorgánicas del material de superficie impresa de quitosán- TiO_2 compuesto evaluado por microscopia de barrido electrónico (SEM), espectroscopia de energía dispersiva (EDS), microscopia de fuerza iónica (AFM), tamaño de poro, y la caracterización de Análisis de infrarrojo (FTI) resulta ilustrado que el nano polvo de dióxido de Titanio (TiO_2), se recubre con éxito sobre la superficie de micro partículas de quitosano, viejo hidrogenado, en que la molécula forma parte de una cáscara-inorgánica, formándose materiales compuestos, aplicándose de esta forma una fotocatálisis selectiva (SICT).

Aparna Gangulya et al. (2015) han evaluado las características como los fotocatalizadores heterogéneos. Esta situación ha incluido una amplia gama de modificaciones estructurales y de cristal en crecimiento, que conduce a compuestos hetero estructurales, incluyendo aislante /semiconductor, semiconductor/ semiconductor, y nano estructuras multi-hetero y nano estructuras de núcleo-carcasa, que han sido modificadas

para mejorar el rendimiento al aumentar la absorción de la luz, favoreciendo la separación de carga y transporte, potenciando el catalizador redox como la actividad y propiedades electro catalíticas intrínsecas.

Xia Yue et al, (2014) han preparado mediante el proceso de sol gel fotocatalizadores de dióxido de Titanio (TiO_2), con diatomita pre modificadas, cuya finalidad era obtener diferentes características superficiales. Los fotocatalizadores en las diferentes muestras fueron evaluados por su tasa de degradación del colorante naranja de metilo (MO), bajo la irradiación ultravioleta (UV) y la luz visible. Las características superficiales del soporte de diatomita, causa la formación de los enlaces silicio oxígeno Titanio (Si-O-Ti) al producirse esta acción aumenta la fuerza de unión entre el dióxido de Titanio (TiO_2) con el silicio; formándose así una estructura meso porosa termoestable en los espacios granulares.

Sameena et al, (2014) han investigado sobre la modificación de arena y sílice pirogénica con titanio para obtener un Material activo foto catalítico con la finalidad de poder demostrar la degradación de contaminantes; durante este proceso, se empleó el método sol-gel, donde se muestran los resultados de eficiencia en la degradación del monóxido de nitrógeno. Lo obtenido en esta investigación son importantes por sus aplicaciones de gran escala en los fotocatalizadores.

Weiyin Gao et al, (2014) han demostrado que la muestra está optimizada en la capacidad de fotocatálisis en comparación con el dióxido de Titanio (TiO_2) puro bajo luz solar simulada. Además, ellos han propuesto tres ventajas de la plata (Ag). Las nano partículas de Ag de diferentes tamaños también son responsable de la capacidad mejorada de fotocatálisis, donde nano partículas de Ag de

pequeño tamaño (2 ~ 5 nm) podrían almacenar un electrón foto excitado que generadas a partir de dióxido de Titanio (TiO_2), las cuales proporcionan un nuevo camino hacia el diseño de foto catalizadores basados en dióxido de Titanio (TiO_2), por ello, se debe promover su aplicación práctica en diversos problemas ambientales y energéticos.

Yi Zhao et al, (2014) han estudiado la fotocatalisis en relación a la tecnología de irradiación ultravioleta (UV), donde se desarrollan experimentos de desulfuración y de desnitrificación simultánea, utilizando como foto catalizador el dióxido de Titanio (TiO_2), llegando alcanzar una eficiencia de 98% para eliminar dióxido de azufre (SO_2) y 50% para óxido nitroso (NO), usándose una microscopia electrónica de transición y espectrometría de energía de rayos X para observar las características del dióxido de Titanio (TiO_2).

Tabla 3*Referencias correlacionadas con los antecedentes*

Autor/año	Fuente UV. UVA, UVB, UVis o Solar	Tipo de TiO ₂ . Nano partícula, partícula, cristalina, y/U otro	Fases Anatasa, Anatasa- rutilo, homo o hetero	Efecto	Eficiencia	Resultados	Aplicación
Mohr, L.C. col 2019	UV	Nano polvo TiO ₂	X	Foto catalítico y su capacidad para bloquear la radiación UV	Alta	El TiO ₂ sometidos a caracterización óptica, absorbancia y transmisión de luz	Películas biodegradables para bloquear la radiación UV.
Karollyne gomes de castro col. 2019	UVB	PMMA		Degradación del PMMA,	Alta	El PMMA es irradiado con rayos UV-B en una atmosfera oxidante. Un envejecimiento acelerado de UV-B	Influencia de la radiación el comportamiento de la fractura de PMMA.
Burns Erin, col 2018	UVA y UVB	Piel Humana		Efecto de los rayos UVA y UVB	Alta	Exposición UVA (22-47 J/cm ² y UVB 100- 350mJ/cm ²	Influencia cualitativa y cuantitativa composición del microbioma de la piel

Antti Lipponen, col 2020A.El Zein, col 2011	UV	Proyecto AURORA (satélite)		Cambios en los perfiles de ozono	Alta	La información de los UV a las aplicaciones de salud	Efectos relacionados con los rayos UV
Tenkate, col, 2019	UV	Incidencia de, riesgo (es decir, < 30 Jm- 2/día de exposición solar		exposición ocupacional a la radiación ultravioleta solar	Alta	≥30 Jm-2/día de exposición ocupacional a la radiación ultravioleta solar	Exposición ocupacional al ultravioleta solar
Little M. Col, 2019	UV	Células basales de la piel		incremento de la exposición acumulativa a la radiación ultravioleta	Alta	Exposición radiante acumulativa, y exceso de riesgos por unidad de exposición radiante	Análisis que compara el riesgo con el suelo y las métricas basadas en satélites para la Radiación UV ambiente

Autor/año	Fuente UV. UVA, UVB, UVis o Solar	Tipo de TiO₂, Nano partícula, partícula, cristalina, y/o Otro	Fases Anatasa, Anatasa- rutilo, homo o hetero	Efecto	Eficiencia	Resultados	Aplicación
Sarkany R. Col, 2018	UV	Piel humana		Toxina ambiental excepcionalmente dañina	Alta	Factor de riesgo para el melanoma maligno	Las formas de fototerapia más utilizadas son la UVB de banda estrecha
Valenta K. col, 2020	UV	Tejidos vegetales		Encontramos plantas protegidas de la exposición a los rayos UV regulan la reflectancia UV-B,	Alta	Aumento de los pigmentos o estructuras reflectantes UV- B para protegen las hojas contra la radiación UV- B altamente energética	Futuros estudios sería la de separar los efectos de los UV-A y los UV-B
Rahim Foroughbakhch P. Col 2019	UV	Crecimiento en las plantas		Influye en disminuir la tasa metabólica en la fotosíntesis, causando deterioro en su crecimiento	Alta	Los girasoles y el pino mostraron mayor sensibilidad que el trigo y la soja bajo la radiación UV-B	Tolerancia a la radiación UV permitió determinar las dosis adecuadas para la germinación.
	X	Nano polvo TiO ₂	X	NO/NO ₂ (gas)	Alta	Micro pulverizado	Concreto

Radez, Z col 2017						Fotocatálisis	
A. El Zein, col 2011	UV	TiO ₂	X	NO ₂ (gas)	X	Partículas Fotocatálisis	Parámetros de superficie TiO ₂
Rimeh, Patrick, col 2013	Luz Visible	TiO ₂ , dopado con N	X	X	Alta	Partículas Fotocatalisis	Tratamiento de agua
Wey, Jason y Rose 2012	UVvis controlada	TiO ₂	Anatasa/ Rutilo	NO ₂ (gas)	Efecto sinérgico	Impregnación Nano crista	Purificación del aire y agua
Hynwwoong y col. 2013	UV	TiO ₂ Composito Dopado impurezas inorgánicas	X	gas	Alta	Implantación de iones Adsorción iónica	Efectos de la fotocatálisis del TiO ₂ se basa en la transferencia de carga intersticial foto inducida
Malato, Elías, Dionysios 2009	UV	Cristales TiO ₂	Anatasa- rutilo	liquida	Optimo	Procesos de oxidación avanzada	Técnica de desinfección
Hyeok, Elías, Dionysios 2007	UV	Nanocristal TiO ₂	Nano-cristal Anatasa	sólido	Alta	Impregnación	Películas de membrana Aguas residuales Destrucción de toxinas biológicas

Baifu y Col 2008	X	Nano-partículas TiO_2 dopado con cobre	X	sólido	Alta	Fotocatálisis	Relación de la superficie en la foto actividad
Rtimi y Col 2016	Luz solar (actínica)	$\text{TiO}_2(\text{D})$ particular de cobre	X	Sólido	Buena	Micropulverizado	Inactivación de bacterias
Xiaobo, y Col 2007	Luz solar (actínica)	$\text{TiO}_2(\text{D})$ particular de cobre	X	Sólido	Buena	Micropulverizado	Colorantes inorgánicos
Aguilar, y col 2013	UV	Nano partícula $\text{TiO}_2 (\text{D})$ con cobre	Nano-cristal Anatasa	sólido	Alta	Impregnación	Foto catalítica y fotovoltaica
Khaishen, y col 2015	UV	Nano partícula $\text{TiO}_2 (\text{D})$ con cobre	Nano-cristal Anatasa	sólido	Alta	Impregnación vía húmeda	Degradación e inactivación de Escherichia coli

2.3 Bases Teóricas

2.3.1 Efecto fotoeléctrico, efecto fotovoltaico y capacidad térmica

Para Heinrich Hertz en 1887 (mencionado por Eisberg, 2000), el efecto fotoeléctrico es el proceso de la energía de la radiación electromagnética, como la luz visible, la radiación gamma u otra, golpea un electrón atómico por lo que la energía de la radiación se transfiere en su totalidad al electrón, provocando que el electrón sea expulsado del átomo.

Este fenómeno fue descubierto por Heinrich Hertz en 1887 al generar chispa eléctrica con facilidad entre dos electrodos, cuando se ilumina con luz; sin embargo, la explicación del fenómeno, a través de un modelo, fue realizada por Einstein en 1905 quien propuso que el cuanto de luz cedido por la radiación electromagnética debe tener suficiente energía para que el electrón se desprenda o se libere de su estructura (energía de enlace de electrones) y proporcione la energía restante al electrón como energía cinética (Eisberg, 2000).

El efecto fotovoltaico es el proceso donde se transforma energía de radiación en energía eléctrica, generando electrones de conducción, se demuestra en la luz solar superficies de material semiconductor. El efecto fotovoltaico fue descubierto por primera vez en 1839 por Edmond Becquerel, (Boyle, 2004); para que ocurra el efecto fotovoltaico no es suficiente con generar electrones de conducción, también es necesaria la presencia de un campo eléctrico sobre los electrones para orientarlos.

Una forma de poder demostrar la unión de dos semiconductores, con características electrónicas diferentes, es mediante los diodos de estado sólido que están constituidos por semiconductor de tipo n y tipo p (Rodríguez, et. al., 2020).

En la capacidad térmica, las cantidades derivadas donde se especifica la capacidad de calor como una propiedad intensiva, es independiente del tamaño del cuerpo o la cantidad de una muestra, capacidad de calor molar, Así como la capacidad de calor de un mol, que es la capacidad de una sustancia limpia o la capacidad de calor específica que se denomina la capacidad térmica por unidad de masa de un componente. Un material con una temperatura determinada arroja una radiación térmica. Esta radiación o calor es electromagnética, quiere decir que la intensidad y longitud de onda predominante cambia de acuerdo con la temperatura (Angenault, 1999).

Tabla 4

Resumen de los enfoques teóricos

Enfoque teórico	Relación	Referencia
Irradiación de la superficie con Ultravioleta visible, para determinar el coeficiente de absorción.	Interacción del NO ₂ con la superficie de TiO ₂	A. El Zein, 2012
Efecto de los estados de defectos superficiales en la banda de Valencia y la separación de carga y la eficiencia de transferencia, como la Evaluación de la fotoactividad.	Eficiencia de la utilización de la luz y la foto actividad	Juan Xu, 2016
Progreso en la fotocatalisis heterogena en la ingeniería de nano materiales y reactores solares	Fotocalisis orientada la purificación del aire y agua.	Wey Jason, 2012 []
Avances recientes en la fabricación de biodegradable inorgánico a base de calcio nanomateriales	Su aplicación en la nano tecnología	Ming-Glu, 2010

Los esqueletos de coral se defienden contra la radiación ultravioleta	Explica cómo los corales han evolucionado para atrapar la luz de manera tan eficiente	Ruth Reel, 2009
---	---	-----------------

2.3.2 Caracterización del carbonato de calcio, diatomita y dióxido de titanio

El compuesto químico derivado de la composición de átomos de calcio, se conoce como “Carbonato de calcio”, este contiene aniones y carbonato conformando la fórmula de CaCO_3 , es un mineral que constituye los dos calcáreos marinos profundos, se encuentra en la corteza terrestre en un 4%, conformado por minerales, rocas y algunas osamentas de no vertebrados, como moluscos, corales; también se forma de escaleritas de esponjas y parte menores de cascara de huevo de animales con esqueletos y osamentas óseas (Wolfgang Tegethoff, 2012).

Tiene la forma de polvo, inodoro micronizado de alta pureza, color crema y granulometría en tamiz número 400 de blanco o cristal inodoro. Generalmente se emplea en los fármacos para humanos como antiácido, suplemento de calcio y agregados alimentarios.

Otro uso frecuente se da en la cal de agricultura o acondicionador para los suelos, en la cual actúa como fundente en el proceso de cocción de ladrillos, en el cemento como un aditivo, como carga para aplicaciones industriales, para dispersiones abrasivas, como carga para la vajillas, detergentes, pintura imprimantes, porcelanatos, productos de belleza, limpiadores dentales, linóleo; incluso varillas para soldar y para la desacidificación de bebidas derivadas de la vid, como el vino y similares (OSHA,2017).

La diatomita es una materia prima mineral de origen sedimentario y origen biogénico, constituido a partir la acumulación de conchas de algas diatomeas que se fosilizaron en el periodo precolombino, durante la deposición de silíceos en su estructura, se relaciona con el ciclo geoquímico de la descomposición de las arcillas, sirviendo como parte del material para la estructura de estas algas (BREESE, 1994). En la descomposición del residuo orgánico de los caparzones silíceos, es decir, aquellos que se compactan para ser usados como depósitos viables de diatomita.

La diatomita es un compuesto muy abundante en la naturaleza, como dispositivo principal de formación de rocas en diversas zonas del planeta; siendo el componente vital de las conchas, esqueletos y de una gran variedad de seres vivos, donde la pureza de los depósitos depende esencialmente de la presencia de sustancias contaminantes diluidas en el agua, las cuales actúan como mecanismo de germinación y formación de algas diatomeas (Verdeja, et al., 1993).

El dióxido de titanio es el sistema monocristalino más investigado en la ciencia de la superficie de los óxidos metálicos, dióxido de Titanio de tamaño nanométrico cuya fórmula es dióxido de Titanio (TiO_2), donde sus propiedades es como un tipo de material semiconductor con una eficiente actividad foto catalítica, el dióxido de Titanio (nanoTiO_2) no posee toxicidad, alta estabilidad química, excelente actividad foto catalítica, se revisa la literatura sobre rutilo (110), (100), (001) y superficies de anatasa (Zhou et al. 2017). La actividad de la fotocátalisis se ve influenciada por el área superficial, cristalinidad (anatasa y rutilo), como la naturaleza de la superficie del material, como presencia de los metales de dopaje, en el tamaño y la forma de la partícula (Henderson, 2011).

En sus aplicaciones prometedoras en áreas que van desde la fotovoltaica y la fotocátalisis, utilizados como catalizadores para la

degradación de aguas residuales de colorantes, que podrían aplicarse ampliamente en una variedad de campos como la esterilización, la purificación del aire y el tratamiento del agua con el objetivo de poder disminuir la contaminación (Yi Shao,1994). Se pueden caracterizar aplicación de técnicas instrumentales como la difracción de rayos X (XRD) y la microscopia de barrido electrónico (SEM) (Wang et al. 2015; Zhang et al.2017).

Tabla 5

Resumen del enfoque teórico de la variable dióxido de titanio

Enfoque teórico	Relación	Referencia
Los esqueletos de coral (CaCO_3) se defienden contra la radiación ultravioleta	iluminadas por el sol de los trópicos y explica cómo los corales han evolucionado para atrapar la luz de manera tan eficiente	Ruth Reel, 2009
Nano materiales de dióxido de titanio, síntesis, propiedades, modificación y aplicación.	Aplicaciones de los nanomateriales de óxido de titanio.	Xiaobo Chren y Samuel S. Mao 2007
Evaluación de la actividad foto catalítica de las nanopartículas de TiO_2	Síntesis y caracterización de TiO_2 dopada con cobre	Pedroza Herrera Gladys 2013

2.3.3 Fundamentos de la técnica de fotocatalisis

La fotocatalisis heterogénea es uno de los procesos de oxidación avanzados, acoplados a la activación de la luz con semiconductores que actúan como foto catalizadores. La espectroscopia de absorción transitoria es una herramienta importante, para el estudio de los mecanismos de las reacciones fotoquímicas.

En el campo de la fotocatalisis, la mayoría de las aplicaciones se refieren a la purificación de agua y aire o a los recubrimientos incluyen la energía fotovoltaica, donde los nanomateriales de dióxido de titanio (TiO_2) suelen tener brechas electrónicas superiores a 3eV y una elevada absorción en la región de los rayos ultravioleta (XIAOBO, 2007). Una reacción fotoquímica, es una reacción química que se inicia por la absorción de la luz y que, en estado electrónicamente excitado, se inicia por la absorción de un fotón, produciéndose excitaciones electrónicas.

Los principios básicos de la espectroscopía óptica se descubrieron en el siglo XIX. El óptico alemán Joseph Von Fraunhofer (1787-1826) fue el primero que observó los efectos de los procesos de absorción atómica en el espectro del sol; observando estrechas líneas negras de absorción, que ahora se denominan líneas Fraunhofer, corresponden a transiciones ópticas de los elementos de la atmósfera solar. Sin embargo, el espectro de absorción UV/Vis puede proporcionar mucha más información que los valores ϵ , que surgen de la distribución espectral de la posible absorción óptica y, por tanto, de las diferencias de energía.

En la espectroscopia de absorción ultravioleta visible (UV/vis) da información sobre las propiedades de absorción en estado básico de una molécula. En la reacción foto inducida donde se aceleran por la presencia de un semiconductor en la fotocatalisis de tipo homogénea y de tipo heterogénea (Burkhard Konig, 2012).

Tabla 6
Enfoque teórico de la fotocatalisis

Enfoque teórico	Relación	Referencia
Photocatalysis principles and applications	Aplicaciones de la fotocatalisis en TiO_2	Rakshit Ameta Suresh C. Ameta, 2017

Química del estado sólido y fotocatalisis de dióxido de titanio	Desarrollar sistemas de óxido fotosensible basado en TiO_2 con alto rendimiento foto catalítico.	Maria K Nowohty and Janusz Nowohty 2010
Química de la fotocatalisis	Espectroscopia de absorción en el ultravioleta visible	Dr. Burkchard Konig, 2013
Aplicaciones de la fotocatalisis	Degradación foto catalítica de contaminantes emergentes.	Dionysios D Dionysiou, 2013

2.3.4 Aplicaciones de la Fotocatálisis

La foto catálisis es la aceleración, por acción de una foto reacción con ayuda de un material catalizador de tipo nano materiales, teniendo la necesidad en la industria de aminorar las medidas de sus adminículos o aparatos, ha permiti6 que ahora en la actualidad se pueda observar, calcular, modificar, manejar, átomos y moléculas a nivel manométrico. “Nano” es una disciplina científica que se encarga de estudiar los procesos fundamentales que se dan en las estructuras de tamaño micrométrico que fluctúan entre 1 y 100 nanómetros, que han denominado “nano estructuras”. La nano tecnología es una especialidad de la ciencia que analiza, produce, crea y ofrece al mercado sistemas o accesorios, materiales a escalas nano. Todo esto tiene aplicaciones prácticas en la industria y la vida humana en general.

En la fotocatalisis se evidencia un principio muy común en la naturaleza: todas las plantas y animales depende de la luz solar y la utilizan mediante fotorreceptores, como la fotoactividad de las flavinas es crucial para otros procesos naturales y la reparación del ADN por la foto liasa. En la fotoquímica bajo la forma de enantioselectiva presenta un campo especialmente desafiante de la química orgánica sintética. En estas fotorreacciones pueden llevarse a cabo de manera enantioselectiva para preparar compuestos enriquecidos enantiomericamente. En la fotocatalisis química se usó un cromóforo redox activo, que al ser irradiado

con luz induce una transferencia de electrones al sustrato, se da mediante la irradiación directa con luz de longitud de onda, dándose la aplicación de sensibilizadores o foto reductores. Cuando se habla de fotocatalizadores semiconductores que pueden ser sólidos inorgánicos o sólidos orgánicos.

Estos semiconductores orgánicos conjugados permiten ajustar sus propiedades físicas mediante modificación estructural, donde se debe ajustar los niveles de energía. El control de la brecha de banda permite la absorción en la parte visible del espectro de la radiación solar, en que son seleccionados los materiales semiconductores orgánicos poliméricos no dopados, libres de metales, como fotocatalizadores (Burkhard König, 2012).

2.3.5 Radiación Ultravioleta UVB

La radiación ultravioleta (UVB) contiene una longitud de onda de 280 nm a 320 nm la población que se ve expuesta a esta radiación como resultado de una dosis acumulada, se tiene que aplicar un tratamiento de fototerapia, siendo conveniente la revisión de los pacientes a largo plazo para poder valorar los efectos secundarios que se pudieran presentar (MA Domínguez, E 2008). Las radiaciones invisibles ultravioleta (UV) son energía electromagnética con longitudes de onda entre 100 y 400nm. Cuando se encuentran en cantidades pequeñas, estos son beneficiosas para la salud y cumplen una función vital en la génesis de vitamina D. Pero, si nos exponemos de modos excesivo a ellas, puede crear diversos tipos de cáncer cutáneo, envejecimiento acelerado de la piel, inflamaciones producidas por el calor solar, cataratas y otros padecimientos oculares.

Las radiaciones ultravioletas (UV) son radiaciones electromagnéticas con longitudes de onda entre 100 y 400nm. En cantidades pequeñas, estas radiaciones ultravioletas son beneficiosas para la salud y desempeñan una función esencial en la producción de vitamina D. Sin embargo, la exposición excesiva a ellas se relaciona con

diferentes tipos de cáncer cutáneo, quemaduras de sol, envejecimiento acelerado de la piel, cataratas y otras enfermedades oculares. Esta radiación ultravioleta, afecta y disminuye la eficiencia del sistema (OMS, 2019).

2.3.6 Marcos Conceptuales

2.3.6.1 Definición de terminos

□ **Capacidad térmica**

Es la capacidad de calor que se expresa como una propiedad intensiva por unidad de masa de un material.

□ **Diatomita**

Está formado principalmente por SiO_2 , el resultado de la descomposición de un residuo orgánico, para formar parte de minerales inorgánicos.

□ **Carbonato de calcio**

Es un compuesto químico, es un suplemento alimenticio, que tiene la fórmula: CaCO_3 . Es un compuesto ternario, considerado un oxosal, conocido como calcita o sal cálcica.

□ **Irradiancia**

Es se conoce como la magnitud que permite medir la cantidad de radiación del sol que cae en una superficie. Es el cociente entre el flujo radiante incidente sobre la superficie y el área de esa superficie, o la velocidad a la que la energía radiante incide sobre un área por unidad de área de esa superficie, en W/m^2 .

□ **Radiación o irradiación**

Estos términos describen la cantidad de radiación electromagnética emitida por una superficie. Involucra a la vez el intervalo de tiempo dado, normalmente un día o una hora, en MJ/m^3 o W/m^2 .

□ **Técnica de fotocátalisis**

Presenta una técnica que es muy aplicada en la reducción de la contaminación utilizando para diferentes aplicaciones.

□ **Radiación Ultravioleta B**

La radiación UVB contiene una longitud de onda de 280nm a 320nm.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

El trabajo de investigación corresponde a un enfoque cuantitativo con diseño experimental de tipo aplicado, cuantitativo explicativo causal. El diseño es experimental debido que se manipuló la variable independiente, que es el dióxido de titanio con carbonato de calcio y dióxido de titanio con diatomita en que se evaluó el tamaño de la nanopartícula aplicándole microscopia electrónica de transmisión, se evaluó la granulometría, preparando una película en que se evaluó las propiedades de adherencia, espesor, finura y viscosidad, a su vez se observó el efecto sobre las otras dos variables dependientes que son la Capacidad térmica del dióxido de titanio con carbonato y diatomita en que se midió la transferencia de energía, se medirá la temperatura, voltaje, la capacidad calorífica y otra variable dependiente que es radiación ultravioleta B en superficie en que se midió su potencia, en relación al tiempo de exposición, como a la superficie del panel solar y a la superficie de aluminio, donde los resultados se relacionaron con eficiencia, irradiancia, condiciones climatológicas, tiempo e índice de radiación como en la radiación ultravioleta (UVB) dentro del rango 2 mW/cm^2 a 20 mW/cm^2 .

La distribución de las variables:

Variable Independiente (X) = Radiación Ultravioleta B

Variable Dependiente (Y1) = Dióxido de Titanio con Carbonato de calcio

Variable Dependiente (Y2) = Dióxido de Titanio con Diatomita

La relación entre las variables es explicativa causal. El estudio explicó las causas que ocurren en determinadas situaciones, en la investigación se realizaron el estudio de la relación que existe entre las variables. Y es la medida de la variable dependiente. X es la medida de la variable independiente que está sometida a manipulación

De acuerdo con Hernández, las variables son ordenadas en un diseño experimental. El estudio fue explicativo causal ya que contó con un mínimo control y con un análisis estadístico, dando un enfoque cuantitativo en relación con los resultados obtenidos debido al uso de métodos y técnicas cuantitativas, pudiendo partir de los resultados observados para dar una explicación.

La relación entre las variables responde a un diseño aplicativo-tecnológico. Indicaría que el estudio tuvo el fin de lograr mejorar la calidad de vida, con la finalidad de proteger superficies de la radiación ultravioleta B.

□ **Relación entre variables**

X: Radiación ultravioleta B en la superficie (VI)

Y₁: Dióxido de titanio con carbonato de calcio (VD₁)

Y₂: Dióxido de titanio con Diatomita. (VD₂)

Comparación en la variable dependiente y sus dimensiones O₁ y O₂

O₁: Capacidad térmica de la radiación ultravioleta en el rango de 385nm a 405nm dióxido de titanio con carbonato de calcio y diatomita.

O₂: Radiación ultravioleta B en superficies aplicando la técnica de fotocatalisis en la medición de la radiación térmica en la superficie en los rangos de 2mW/cm² a 20mW/cm².

Etapas Explicativas

En el estudio se muestra las relaciones causales y explicativas que relacionan la variable dependiente que es, el dióxido de Titanio con carbonato y dióxido de Titanio con diatomea con relación al efecto debería tener en la variable independiente que es la radiación ultravioleta UVB en superficie.

Enfoque Tecnológico

En el estudio se observó la necesidad de mejorar, utilizando procedimientos, y/o tecnologías actuales, permitiendo mejorar la calidad de vida.

3.2 Unidad de análisis

La capacidad térmica del dióxido de titanio con carbonato de calcio o diatomita ha sido considerada como unidad de análisis.

La causa, como la radiación ultravioleta B, fuente de calor, ha sido calculada como índice de radiación UVb (mW/cm^2), tomando valores de carga solar (voltaje x hora / °C) e intensidad de luz, evaluando la absorbancia en el dióxido de titanio con carbonato de calcio y diatomita.

Se evaluó cómo reaccionó la superficie protegida de dióxido de titanio con carbonato de calcio o diatomita frente a la radiación ultravioleta (UVB), midiendo la eficiencia, la irradiancia, condiciones climatológicas en el tiempo y el índice de radiación ultravioleta (UVB).

3.3 Población de Estudio

La población de estudio fue el conjunto de coberturas que existen para la protección de superficies de la radiación ultravioleta B.

Se basó en tecnologías limpias, mostrando cómo influye en la capacidad térmica en la medición de la absorción, para la protección de superficies como calaminas de aluminio, en que se aplicó la técnica de fotocatalisis.

3.4 Tamaño de muestra

Las muestras han sido organizadas en base a los materiales: láminas de aluminio galvanizado con espesores 0,14 mm y 0,30 mm. La cobertura con dióxido de titanio y bicarbonato de calcio ha correspondido a las dimensiones de 20 nm y 200 nm. Estos materiales fueron combinados para medir los ensayos experimentales.

3.5. Selección de la Muestra

La muestra representativa para el estudio ha sido seleccionada de manera aleatoria simple, teniendo en cuenta que la colección de tratamientos pueda producir generalizaciones sobre la población. Por ello, los tratamientos experimentales han comprendido a la siguiente distribución:

3.6. Técnicas de recolección de datos

Los datos fueron colectados usando fichas de control y monitoreo de las mediciones de irradiancia (radiación UVb y carga solar (capacidad térmica) cuyos resultados fueron extraídos directamente del equipo UV LIGHT METER YK-25. La temperatura fue también considerada en los estudios experimentales para calcular la carga solar según la fórmula (Voltio x hora) / (Grados Centígrados). También los datos de humedad relativa fueron reportados como parte de las condiciones ambientales del experimento (Ver anexo).

3.6.1 Características de la muestra de experimentación

CASO 1: Radiación UVb y carga solar en cubiertas de aluminio galvanizado de 0,14 mm de espesor

- a) Radiación UVb y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) sin recubrimiento
- b) Radiación UVb y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) -diatomita (1:3)]
- c) Radiación UVb y carga solar en lámina de aluminio galvanizado de espesor 0,14 mm + [dióxido de Titanio (200 nm) -diatomita (1:3)]
- d) Radiación UVb y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) -carbonato de calcio (1:3)]

- e) Radiación UVb y carga solar en lámina de aluminio galvanizado de espesor 0,14 mm + [dióxido de Titanio (200 nm) -carbonato de calcio (1:3)]

CASO 2: Radiación UVb y carga solar en cubiertas de aluminio galvanizado de 0,30 mm de espesor

- f) Radiación UVb y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) sin recubrimiento
- g) Radiación UVb y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio-diatomita (20 nm) (1:3)]
- h) Radiación UVb y carga solar en lámina de aluminio galvanizado de espesor 0,30 mm + [dióxido de Titanio -diatomita (200 nm) (1:3)]
- i) Radiación UVb y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio-carbonato de calcio (20 nm) (1:3)]
- j) Radiación UVb y carga solar en lámina de aluminio galvanizado de espesor 0,30 mm + [dióxido de Titanio-carbonato de calcio (200 nm) (1:3)]

3.6.1.1 Diagrama de flujo de las etapas experimentales

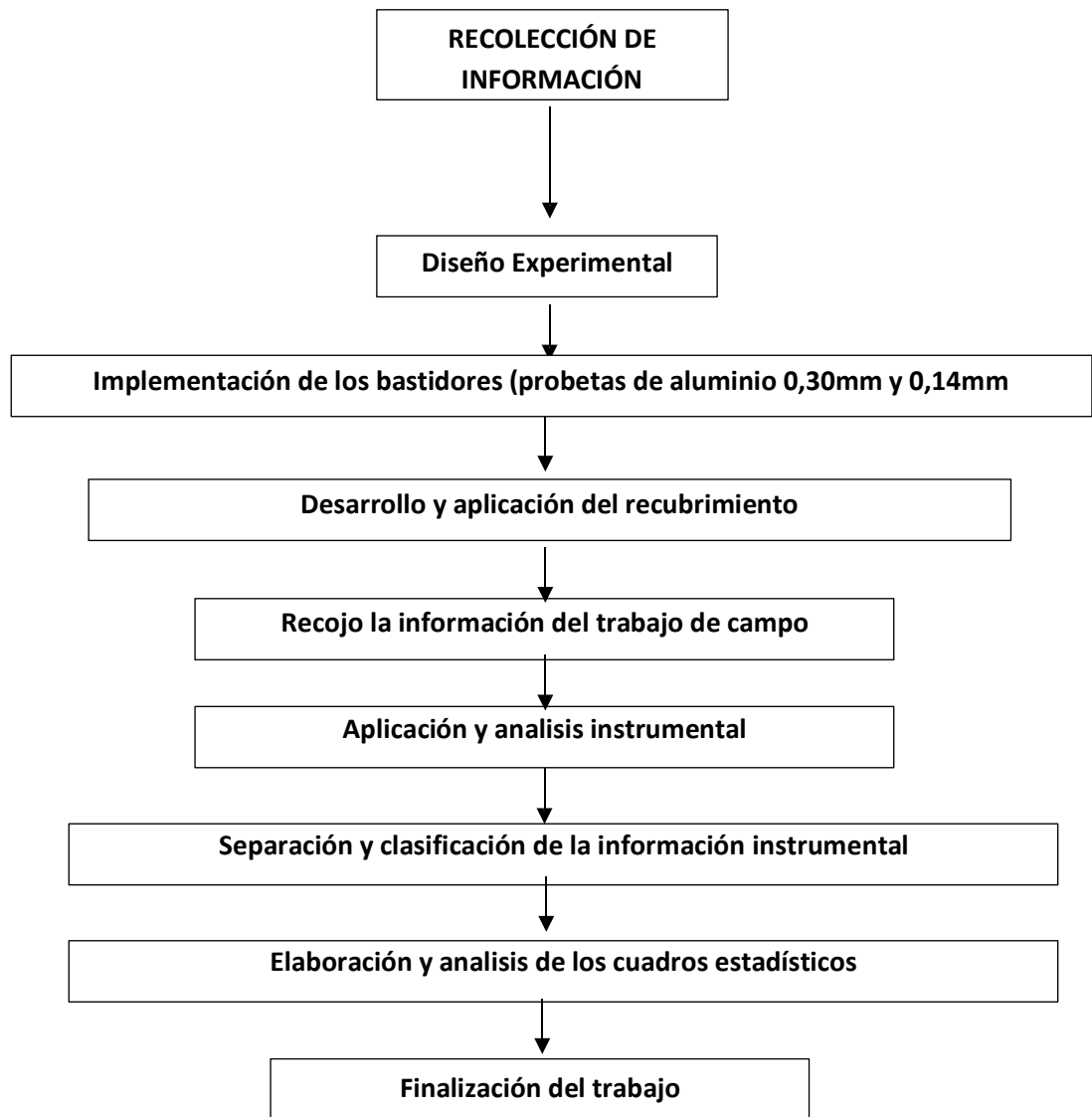
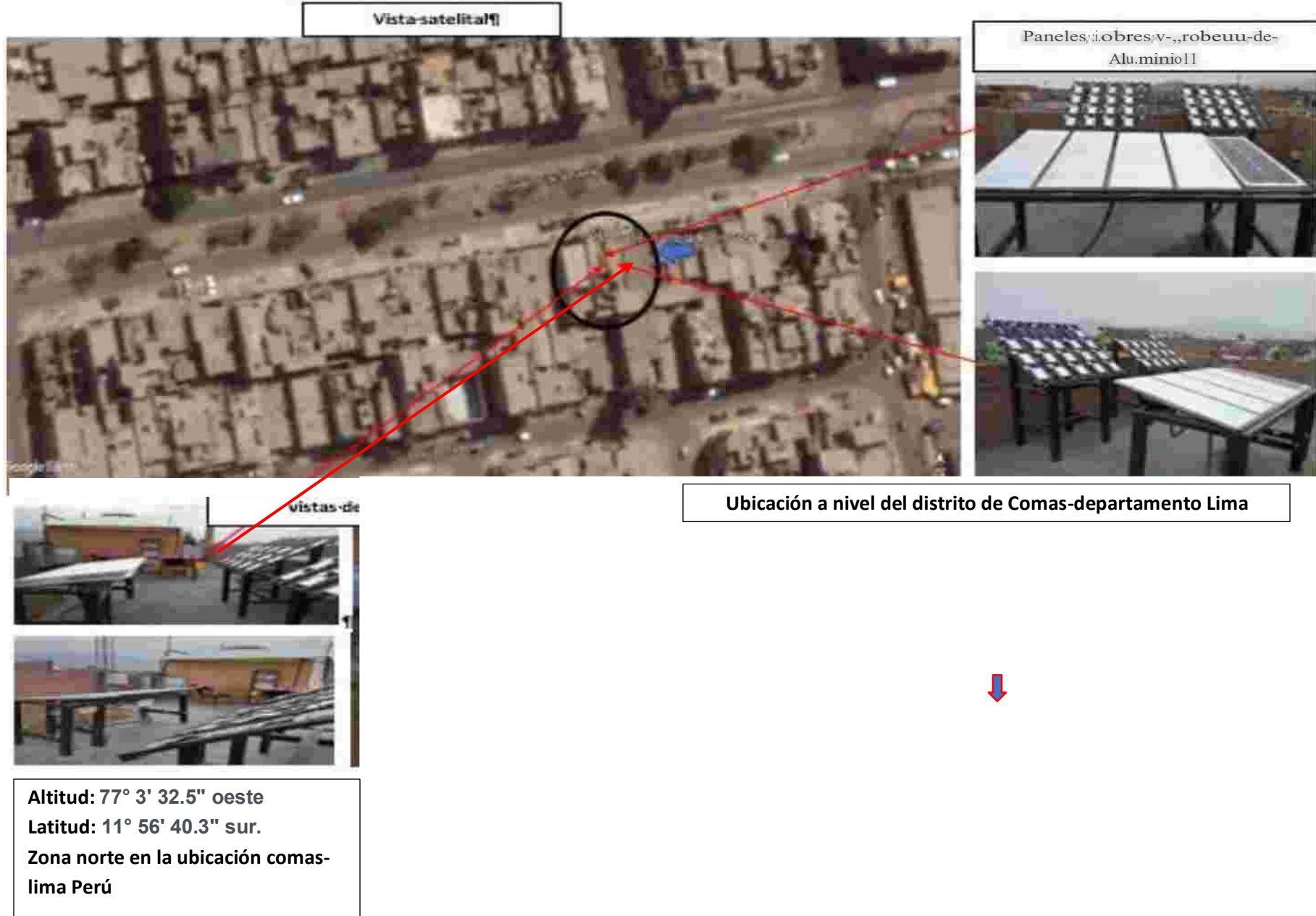


Figura 6. Georeferencia del lugar del trabajo experimental



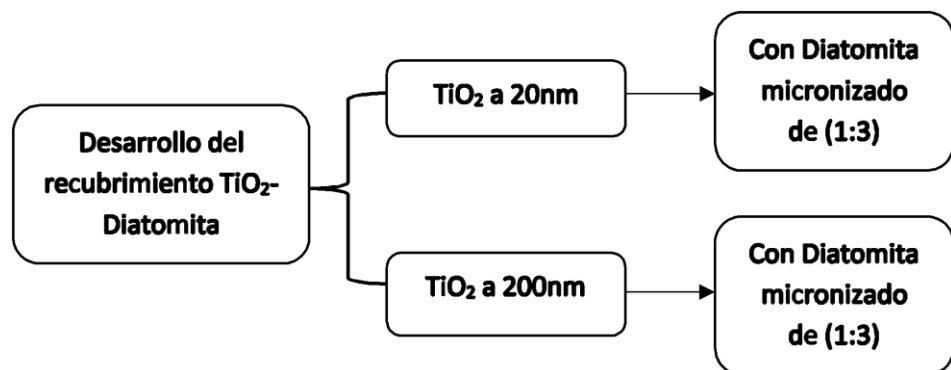
3.6.1.2 Diagramas de flujo de las mediciones experimentales

3.6.1.2.1 En la preparación del recubrimiento se desarrolló en varias etapas que son las siguientes:

- Etapa N 1: Preparación de materiales y reactivos
- Etapa N 2: Etapa de dispersión se le adiciona TiO_2 (20nm o 200nm)
- Etapa N 3: Etapa de molienda se le adiciona la Diatomita
- Etapa N 4: Etapa de complementación
- Etapa N 5: Aplicación en superficies

Figura 7

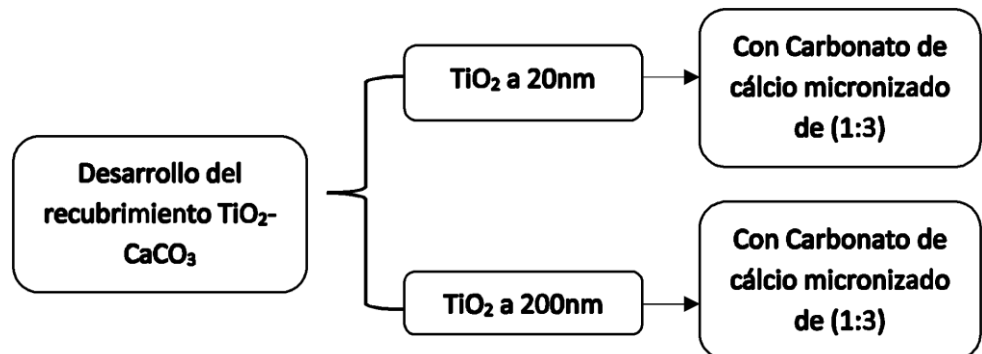
Diagrama del desarrollo en recubrimiento TiO_2 diatomita



Nota. El diagrama de dióxido de Titanio con diatomita. Fuente propia

Figura 8

Diagrama en que se desarrolló en recubrimiento $\text{TiO}_2\text{-CaCO}_3$



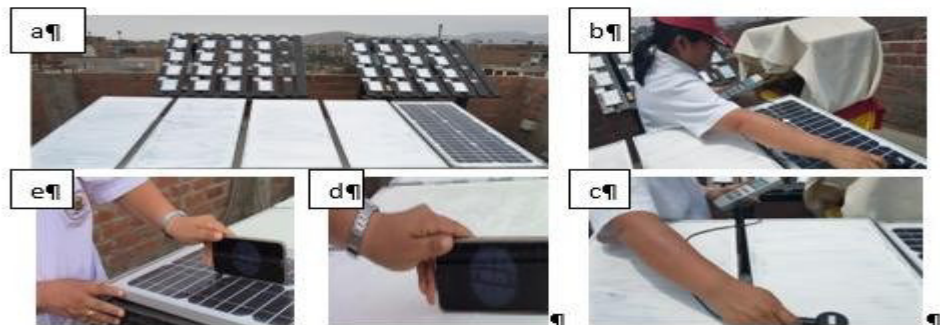
Nota. El diagrama de dióxido de Titanio con carbonato de calcio.

3.6.1.2.2 En la preparación del recubrimiento se desarrolla en varias etapas que son las siguientes:

- Etapa N°1: Preparación de materiales y reactivos
- Etapa N°2: Etapa de dispersión se le adiciona el TiO_2 (20nm o 200nm)
- Etapa N°3: Etapa de molienda se le adiciona el carbonato de calcio.
- Etapa N°4: Etapa de complementación
- Etapa N°5: Aplicación en superficies

Figura 10

Toma de mediciones experimentales en el trabajo de campo con los bastidores

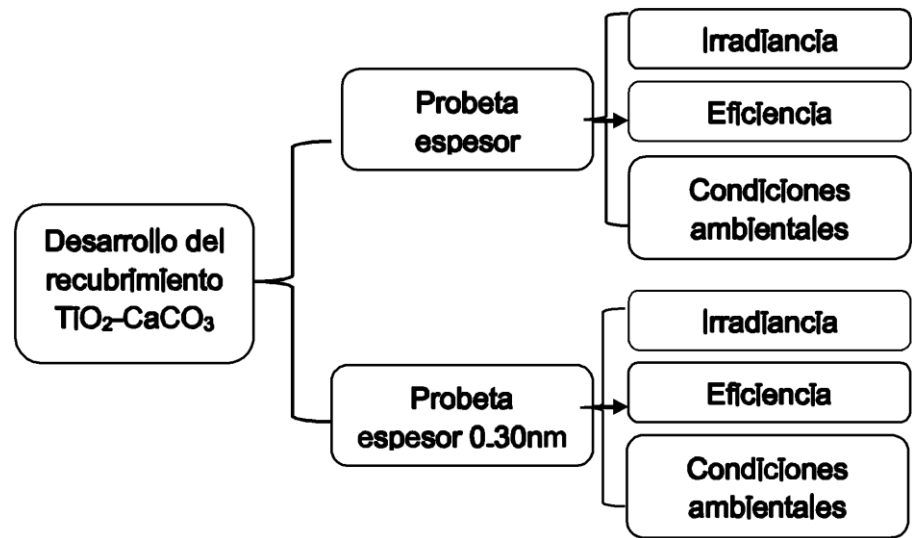


- a) Bastidores con recubrimiento, sin recubrimiento en que se colocaron las probetas.
- b) Medición de la irradiancia en el bastidor sin recubrimiento
- c) Medición de la Irradiancia en el bastidor con recubrimiento
- d) Medición del ángulo de 7° de inclinación en el panel solar (utilizado como referencia) que tiene diferentes recubrimientos.
- e) Medición del Angulo de 7° de inclinación en el panel solar sin recubrimiento (utilizado como referencia).

3.6.1.2.4 Medición de la Irradiancia en los bastidores se realizaron a tres alturas de 95cm, 110cm. y 120cm donde se colocaron, las probetas de Al con espesores de 0,14mm y 0.30mm. Se colocaron unas probetas control sin recubrimiento **PSLR** (blanco) y sobre las otras probetas, se colocaron probeta con recubrimiento **PT01/DITA** (TiO₂ 20nm con diatomita); probeta con recubrimiento **PT02/DITA** (TiO₂ 200nm con diatomita); probeta con recubrimiento **PT01/CATO** (TiO₂-10nm con Carbonato de calcio); probeta con recubrimiento **PT02/CATO** (TiO₂-200nm con Carbonato de calcio), a lo largo de los meses enero, febrero y marzo del 2021.

Figura 11

Diagrama del desarrollo experimental con las probetas de Aluminio



Nota. El diagrama del desarrollo experimental en las probetas de aluminio.

3.6.1.2.5 Medición del envejecimiento en los recubrimientos sobre las probetas que se sometieron a 500 horas de irradiación, en estos ensayos se mediría experimentalmente la adherencia, el agrietamiento, el grado de herrumbre y la irradiación acumulada observándose el daño sobre

el recubrimiento. Se realizaron ensayos 5 paneles solares; como uno que no tenía recubrimiento PSLR (blanco) y los otros cuatro paneles solares en que se colocaron 4 tipos de recubrimientos como los siguientes; un recubrimiento en el panel solar PT01/DITA (TiO_2 -20nm con diatomita); un recubrimiento en el panel solar PT02/DITA (TiO_2 -200nm con diatomita); un recubrimiento en el panel solar PT01/CATO (TiO_2 -20nm con Carbonato de calcio); un recubrimiento en el panel solar PT02/CATO (TiO_2 -200nm con Carbonato de calcio) los ensayos fueron realizados, desde las 6am. a 3pm. con un valor constante de $1,41\text{mW}/\text{cm}^2$ de irradiancia en un periodo de 56 a 500 horas, recibiendo 8 horas continuas cada día.

Figura 12

Esquema del diseño experimental en el trabajo de campo en los ensayos de envejecimiento

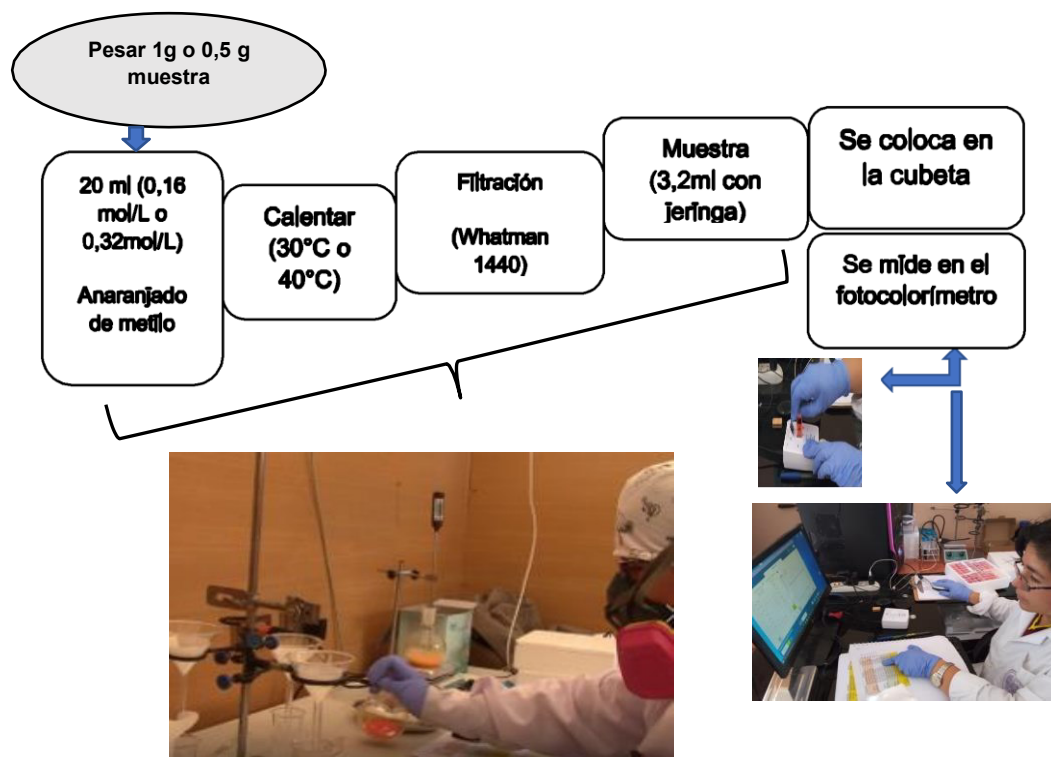


Nota. En el esquema se tomaron mediciones experimentales en el trabajo de campo en los ensayos de envejecimiento. Fuente propia

3.6.1.2.6 Medición de la absorción se usó un equipo de fotocolorímetro PS-3215 usando el Anaranjado de metilo con estándares de **0,1mol/l, 0,16mol/L, 0,32mol/L, 0,45mol/L, 0,64mol/L y 0,8mol/L** se le tomó la absorbancia a 460 nm, en que cada muestra presentara un registro considerando las condiciones de pH, conductividad, Temperatura y humedad relativa. Se tomaron las mediciones en las siguientes muestras del TiO₂-20nm de 1g y 0,5g; TiO₂-200nm de 1g y 0.5g; micropartícula de CaCO₃ con pureza de 1g y 0,5 g; micropartícula de Diatomita con pureza de 1g y 0,5g; TiO₂-10nm 0,5g + micropartícula de CaCO₃ .5g; TiO₂-200nm 0.5g + diatomita 0,5g.

Figura 13

Esquema del trabajo de campo en los ensayos de absorción



Nota. Toma de mediciones experimentales en el trabajo de campo en los ensayos para la Medición de la absorción usando anaranjado de metilo

3.6.1.3 Procesamiento de la información de campo

Se desarrolló 5 tipos diferentes de recubrimientos un recubrimiento blanco y los otros 4 recubrimientos en base a recubrimiento de Carbonato de calcio con TiO_2 -20nm; en base a recubrimiento de carbonato de calcio con TiO_2 -200nm, en base a recubrimiento de Diatomita con TiO_2 -20nm y con recubrimiento de TiO_2 -200nm con Diatomita.

Influencia de la carga solar en la protección de superficies, se midió lo siguiente: El voltaje, el amperaje se midió en el tiempo, la carga solar $V \times h / ^\circ\text{C}$, haciendo uso de un termómetro digital y en un tablero de control electrónico.

Influencia de la absorción en la protección de superficies se midió lo siguiente: la Irradiancia en mW/cm^2 con el sensor de radiación modelo (YK35UV), durante el tiempo de exposición desde las 10:30am. a 3pm. durante los meses de enero, febrero y marzo en que fue desarrollado el ensayo experimental.

Influencia de la temperatura a 30°C y 40°C en la protección de superficie se midió lo siguiente: Se realizó la medición de la absorbancia con el colorante anaranjado de metilo con los estándares a (0,1mol/L; 0,16mol/L; 0,32mol/L; 0,42mol/L; 0,64mol/L y 0,8mol/L). Se realizo mediciones de la Absorbancia a 0,16mol/L y 0,32mol/L en 30°C y en 40°C . Se realizo el ensayo en las muestras de Carbonato de calcio, Diatomita, TiO_2 -20nm y TiO_2 -200nm.

Influencia del envejecimiento del recubrimiento en la protección de superficie en que se aplicó lo siguiente: ensayos en 5 tipos diferentes de recubrimiento como en blanco sin nanopartículas, como en la muestra PT01/DITA (TiO_2 -20nm con

diatomita); como en la muestra PT02/DITA (TiO_2 -200nm con diatomita); como en la muestra PT01/CATO(TiO_2 -20nm con Carbonato de calcio), y como en la muestra PT02/CATO (TiO_2 -200nm con carbonato de calcio), en que cada uno de los recubrimientos fue expuesto a 500hr de irradiancia cíclica, durante 8 horas continuas cada día.

Influencia del envejecimiento en los recubrimientos aplicando las siguientes muestras que fueron expuestas comparando con sus condiciones iniciales.

Se realizó la medición experimental del Herrumbre, en el recubrimiento frente a la resistencia a la corrosión con la norma ASTM D610, a las muestras que fueron expuestas comparando con sus condiciones iniciales.

Se realizó la medición experimental de la Irradiancia acumulada, que fue aplicada en forma cíclica con la norma ASTM G-154, a las muestras que fueron expuestas comparando con sus condiciones iniciales.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

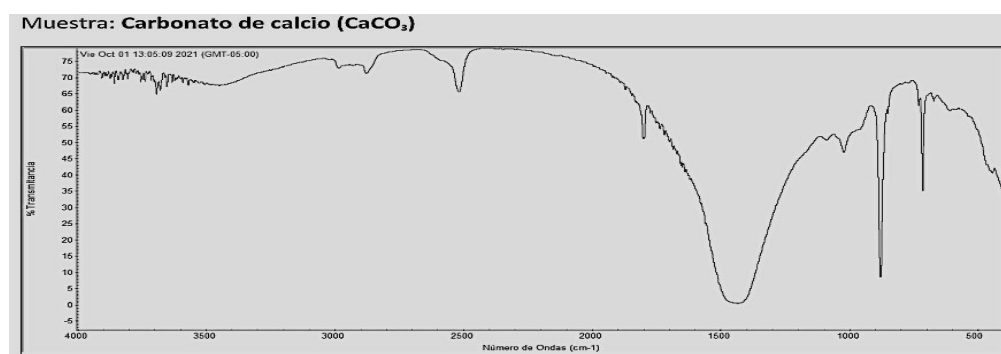
Se está presentando los resultados con su respectiva discusión

4.1 Resultados de los ensayos experimentales

4.1.1 Resultados en la caracterización instrumental de las muestras

Figura 14

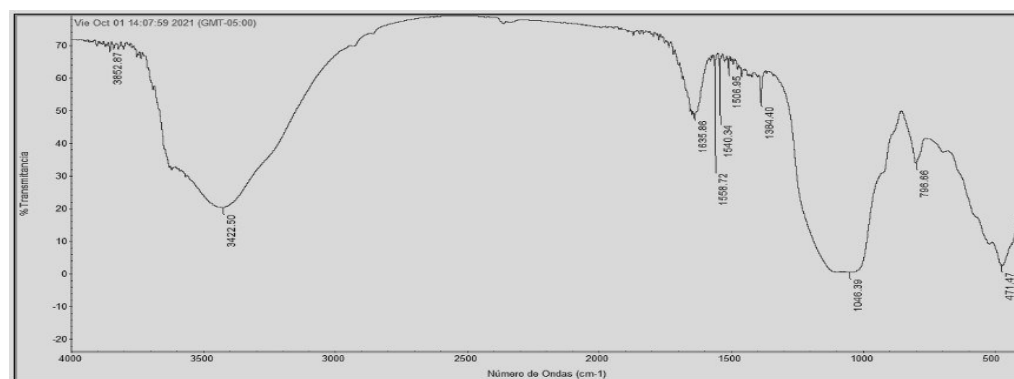
Caracterización del carbonato de calcio aplicando la instrumentación del infrarrojo IR



- Se observa en la figura 14 el análisis de caracterización del CaCO_3 se identificó mediante la aplicación de la espectroscopia infrarroja (IR), se observó que la banda ancha a 1425cm^{-1} para identificar CO_3^{2-} , que tiene una banda muy fina en $712,60\text{cm}^{-1}$ y a la vez una banda muy fina en 1795cm^{-1} , que todas estas bandas en su conjunto identifican la calcita (Trezza, et 2013).

Figura 15

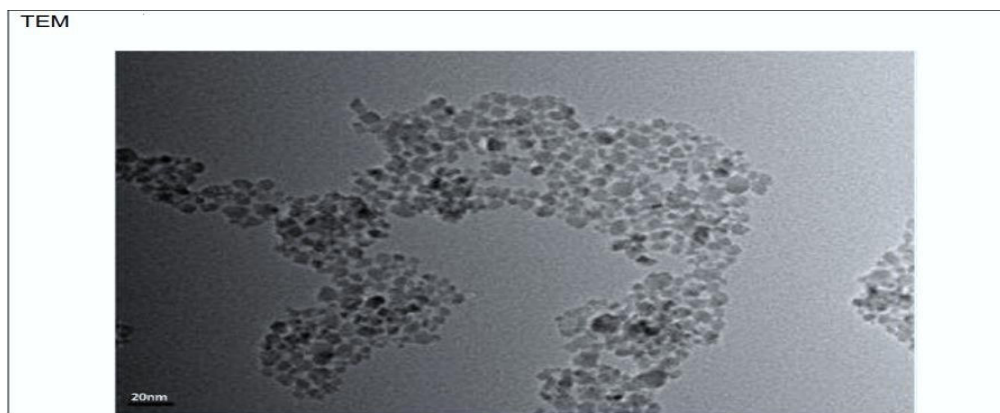
Caracterización de la Diatomita aplicando la instrumentación del infrarrojo IR



Se observó en la figura 15 en el análisis de caracterización de la Diatomita y se identificó la presencia de SiO_2 aplicando la espectroscopia infrarroja (IR), que se observó una absorción intensa en la banda muy ancha a 1000cm^{-1} mostrando el enlace Si- O y vibraciones a una banda ancha a 3500 cm^{-1} en que se pueda observar Si-OH (Seckbach, et 2019).

Figura 16

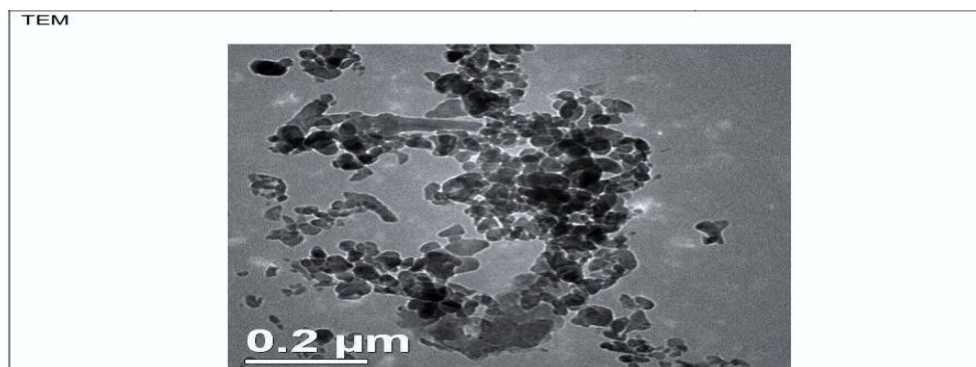
Caracterización de la muestra de TiO_2 a 20nm aplicando (micrografía electrónica) TEM



Se observó en la figura 16 la caracterización del TiO_2 y se identificó aplicando la técnica microscopia electrónica de transmisión (TEM) donde la muestra es extremadamente delgada, como para ser transparentar al haz de electrones y característico del material, representando el tamaño de la partícula en 20nm encontrándose en forma de nanopartícula (Faraldos, et al 2012).

Figura 17

Caracterización de la muestra de TiO_2 a 200nm aplicando (micrografía electrónica) TEM

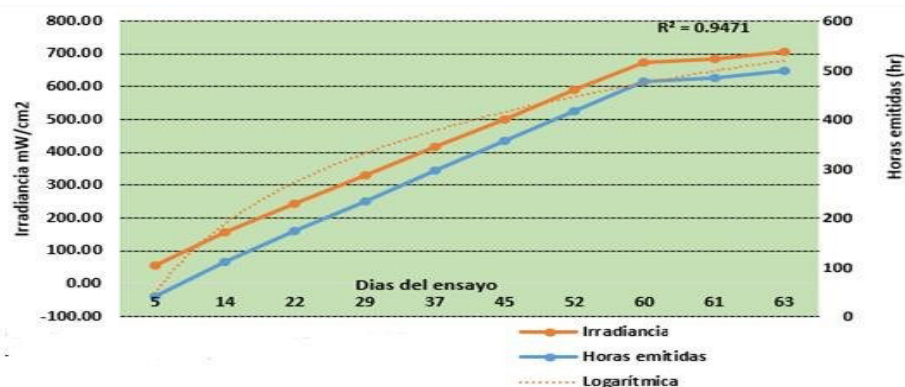


- Se observó en la figura 17 la caracterización del TiO_2 y se identificó aplicando la técnica microscopia electrónica de transmisión (TEM) donde la muestra es extremadamente delgada, como para ser transparentar al haz de electrones y característico del material, representando el tamaño de la partícula en 200nm encontrándose en forma de nanopartícula (Faraldos, et 2012).

4.1.2 Resultados en la medición de la Irradiancia acumulada

Figura 18

Irradiancia versus horas emitidas durante 63 días en 8 horas al día



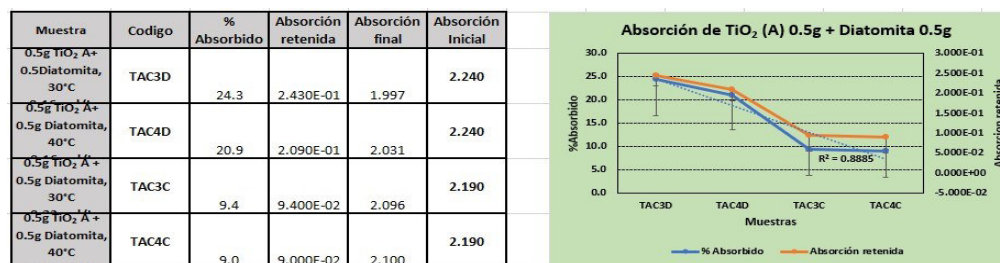
- Se observa en la figura 18 la Irradiancia acumulada en que la muestra fue sometida a UVB-313 en una irradiancia típica

1,55W/m²xnm a la longitud de onda de 310nm a 340nm, durante 8 horas continuas recibiendo UV a una Temperatura constante a 50°C.

4.1.3 Resultados en la medición de la adsorción se realizaron varios ensayos

Figura 19

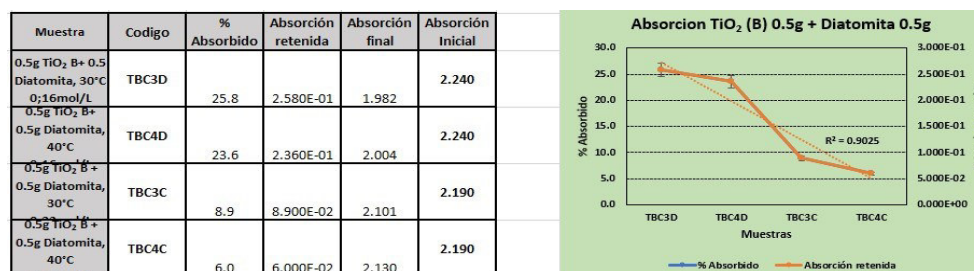
Resultado de la absorción de 0,5g TiO₂ (20nm) + 0,5g Diatomita



➤ Se observa en la figura 19 la absorción de la radiación UVb usando 0,5g TiO₂ (20nm) más 0,5g Diatomita obteniéndose un 24,3% y 20,9% utilizándose el colorante de anaranjado de metilo a una concentración equivalente de 0,16 mol/L a la temperatura de 30°C y 40°C respectivamente. .

Figura 20

Resultado de la absorción de 0,5g TiO₂ (200nm) + 0,5g Diatomita

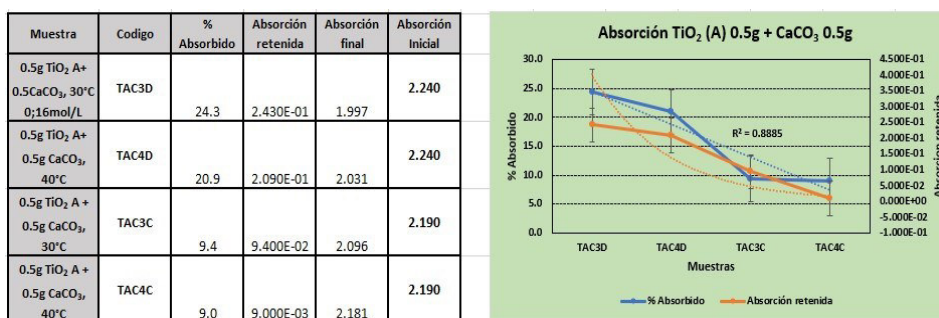


➤ Se observa en la figura 20 la absorción de la radiación UVb usando 0,5g TiO₂ (200nm) más 0,5g Diatomita obteniéndose un 25,8% y 23,6% utilizándose el colorante de anaranjado de metilo a

una concentración equivalente de 0,16 mol/L a la temperatura de 30°C y 40°C respectivamente.

Figura 21

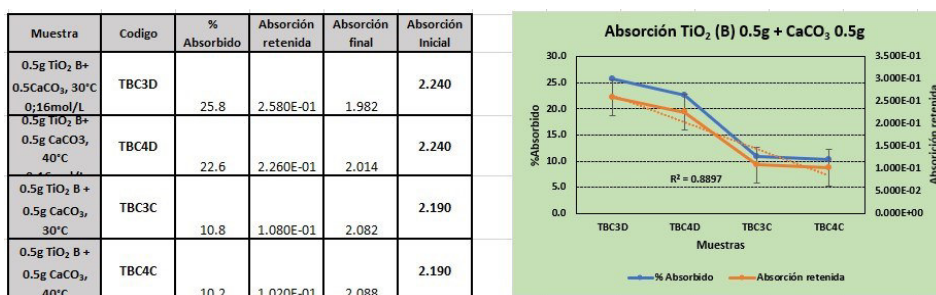
Resultado en la absorción de 0.5g TiO₂ (20nm) + 0.5g carbonato de calcio



➤ Se observa en la figura 21 la medición de la absorción de la radiación UVb usando 0,5g TiO₂ (20nm) más 0,5g Carbonato de calcio obteniéndose un 24,3% y 20,9% utilizándose el colorante de anaranjado de metilo a una concentración equivalente de 0,16 mol/L a la temperatura de 30°C y 40°C respectivamente.

Figura 22

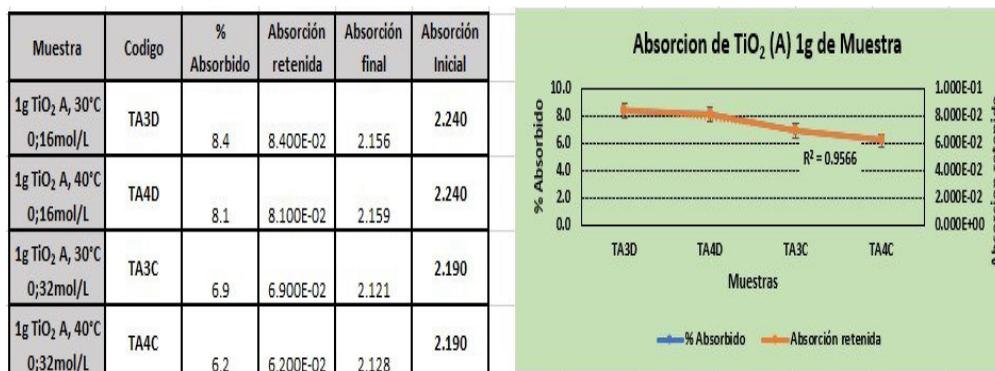
Resultado en la absorción de 0.5g TiO₂ (200nm) + 0.5g carbonato de calcio



➤ Se observa en la figura 22 la medición de la absorción de la radiación UVb usando 0,5g TiO₂ (200nm) más 0,5g Carbonato de calcio obteniéndose un 25,8% y 22,6% utilizándose el colorante de anaranjado de metilo a una concentración equivalente de 0,16 mol/L a la temperatura de 30°C y 40°C respectivamente.

Figura 23

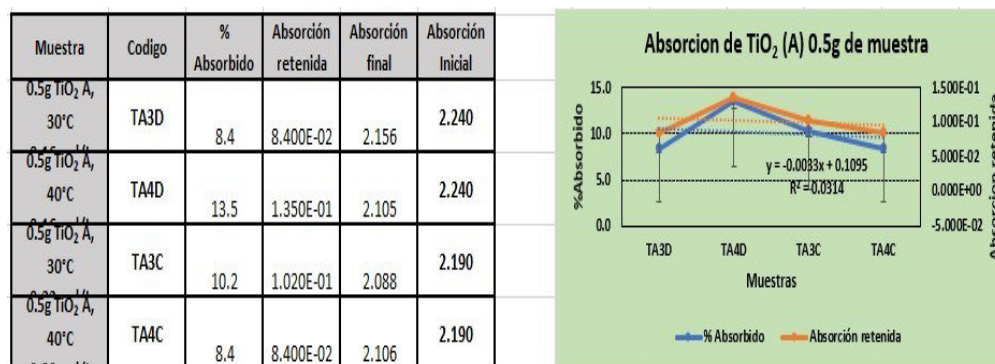
Resultado en la absorción de 1g TiO₂ (20nm)



- Se observa en la figura 23 la medición de la absorción de la radiación UVb usando 1g TiO₂ (20nm) obteniéndose un 8,4% y 8,1% utilizándose el colorante de anaranjado de metilo a una concentración equivalente de 0,16 mol/L a la temperatura de 30°C y 40°C respectivamente.

Figura 24

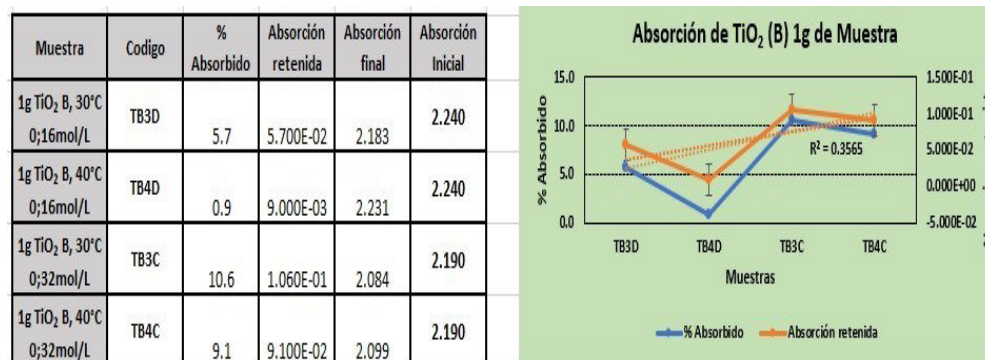
Resultado en la absorción de 0.5g TiO₂ (20nm)



- Se observa en la figura 24 la medición de la absorción de la radiación UVb usando 0,5g TiO₂ (20nm) obteniéndose un 8,4% y 13,5% utilizándose el colorante de anaranjado de metilo a una concentración equivalente de 0,16 mol/L a la temperatura de 30°C y 40°C respectivamente.

Figura 25

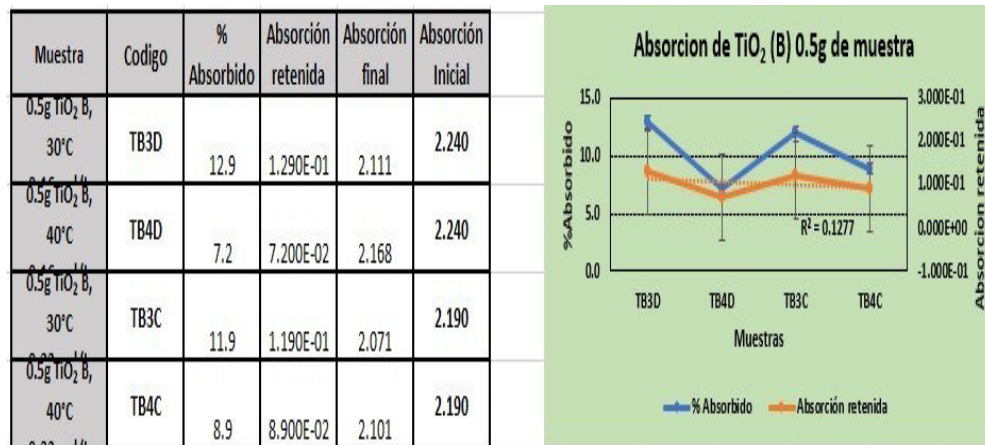
Resultado en la absorción de 1g TiO₂ (200nm)



Se observa en la figura 25 la medición de la absorción de la radiación UVb usando 1g TiO₂ (200nm) obteniéndose un 5,7% y 0,9% utilizándose el colorante de anaranjado de metilo a una concentración equivalente de 0,16 mol/L a la temperatura de 30°C y 40°C respectivamente.

Figura 26

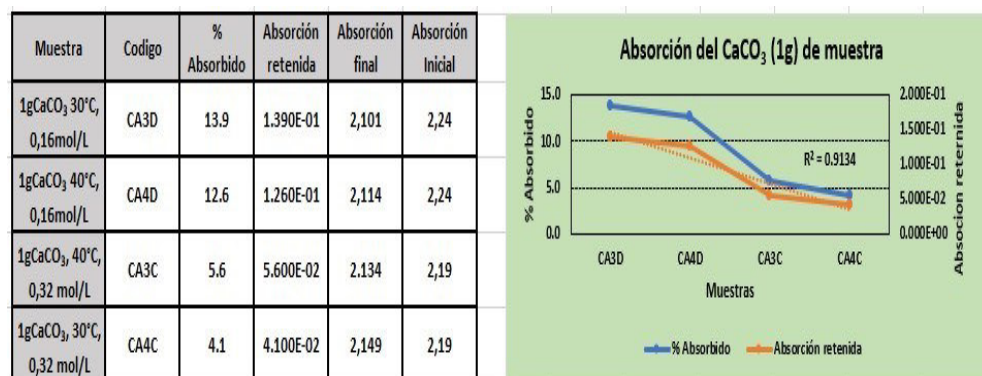
Resultado en la absorción de 0.5g TiO₂ (200nm)



Se observa en la figura 26 la absorción de la radiación UVb usando 0,5g TiO₂ (200nm) obteniéndose un 5,7% y 0,9% utilizándose el colorante de anaranjado de metilo a una concentración equivalente de 0,16 mol/L a la temperatura de 30°C y 40°C respectivamente.

Figura 27

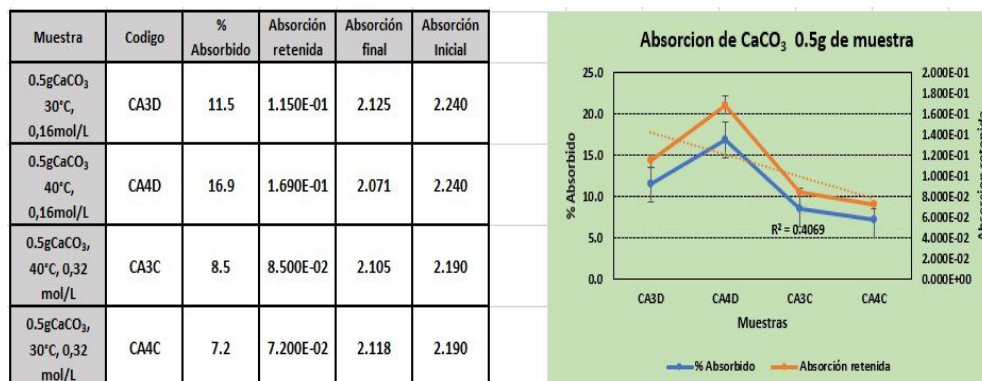
Resultado en la absorción de 1g carbonato de calcio CaCO_3



Se observa en la figura 27, la absorción de la radiación UVb usando 1g CaCO_3 obteniéndose un 13,9% y 12,6% utilizándose el colorante de anaranjado de metilo a una concentración equivalente de 0,16 mol/L a la temperatura de 30°C y 40°C respectivamente.

Figura 28

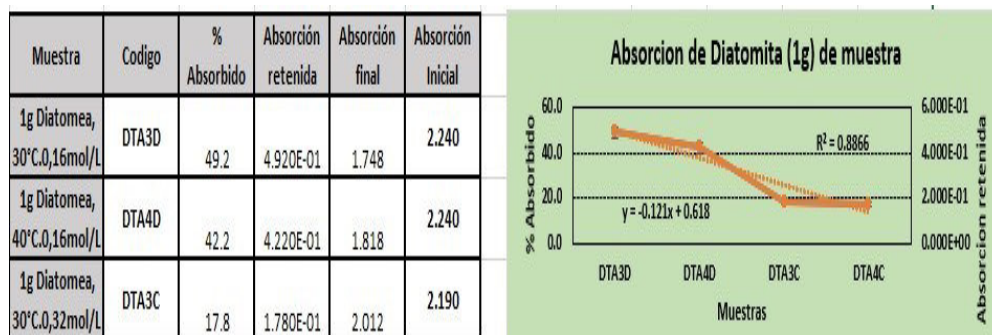
Resultado de la absorción de 0,5g carbonato de calcio CaCO_3



Se observa en la figura 28 la absorción de la radiación UVb usando 0,5g CaCO_3 obteniéndose un 11,5% y 16,9% utilizándose el colorante de anaranjado de metilo a una concentración equivalente de 0,16 mol/L a la temperatura de 30°C y 40°C respectivamente.

Figura 29

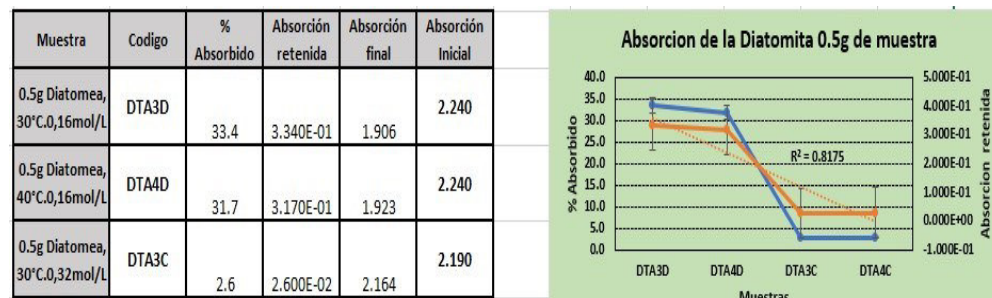
Resultado en la absorción de 1g Diatomita



Se observa en la figura 29 midió la absorción de la radiación UVb usando 1g Diatomita obteniéndose un 49,2% y 42,2% utilizándose el colorante de anaranjado de metilo a una concentración equivalente de 0,16 mol/L a la temperatura de 30°C y 40°C respectivamente.

Figura 30

Resultado en la absorción de 0,5g Diatomita

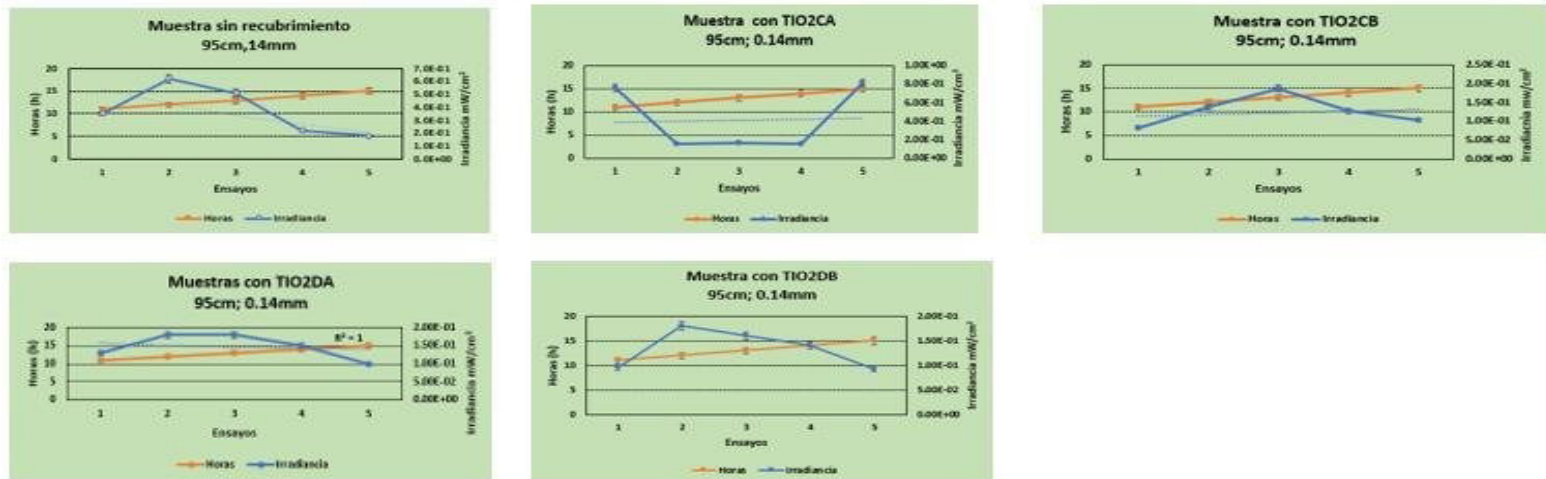


Se observa en la figura 30 la absorción de la radiación UVb usando 0,5g Diatomita obteniéndose un 33,4% y 31,7% utilizándose el colorante de anaranjado de metilo a una concentración equivalente de 0,16 mol/L a la temperatura de 30°C y 40°C respectivamente.

4.1.4 Resultados en la medición de la Irradiancia en las probetas de aluminio para medir la potencia de radiación, que llega a la superficie en un periodo de tiempo

Figura 31

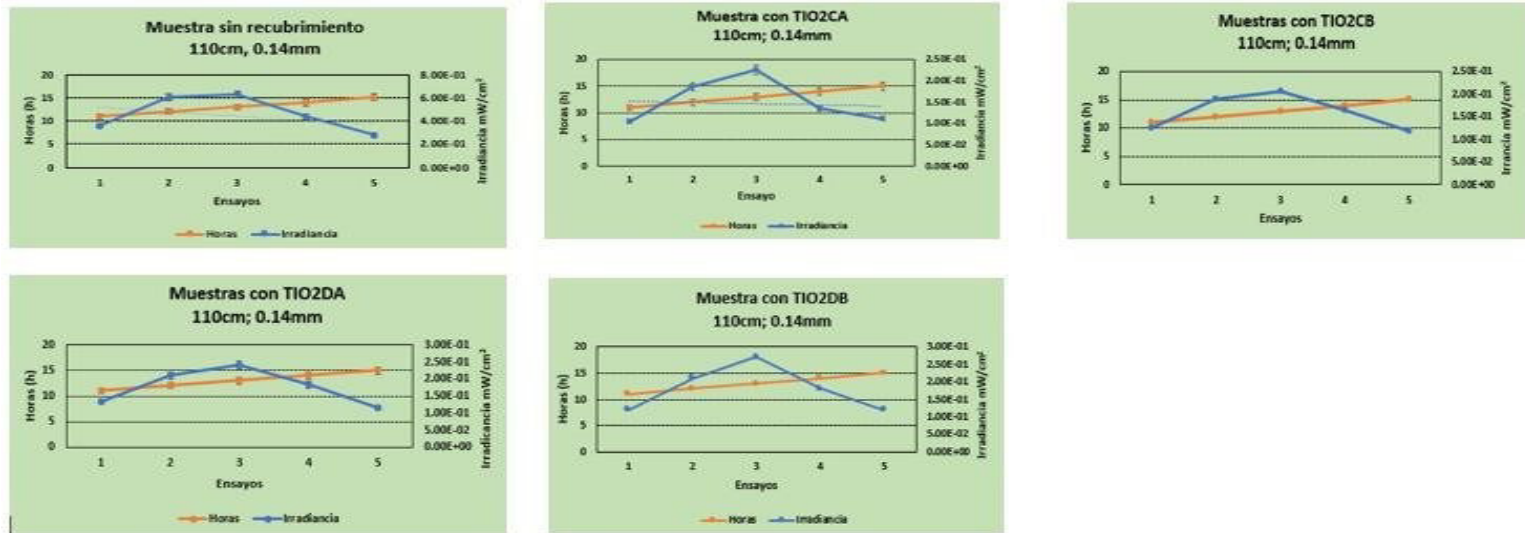
Resultados de las muestras a 95cm de altura con las probetas a 0,14mm de espesor



Se observa en la figura 31, que se colocaron que las probetas de aluminio, a la altura de 95cm, con un espesor de 0,14mm y con un ángulo de inclinación de 37° sin recubrimiento, en que presentaron valores más altos de irradiancia durante las 11am. a 12am, comparando con cada recubrimiento, observándose, que con el recubrimiento de dióxido de titanio TiO_2 (20nm) más carbonato de calcio se midieron valores más bajos de irradiancia a las 11am. y 12am.

Figura 32

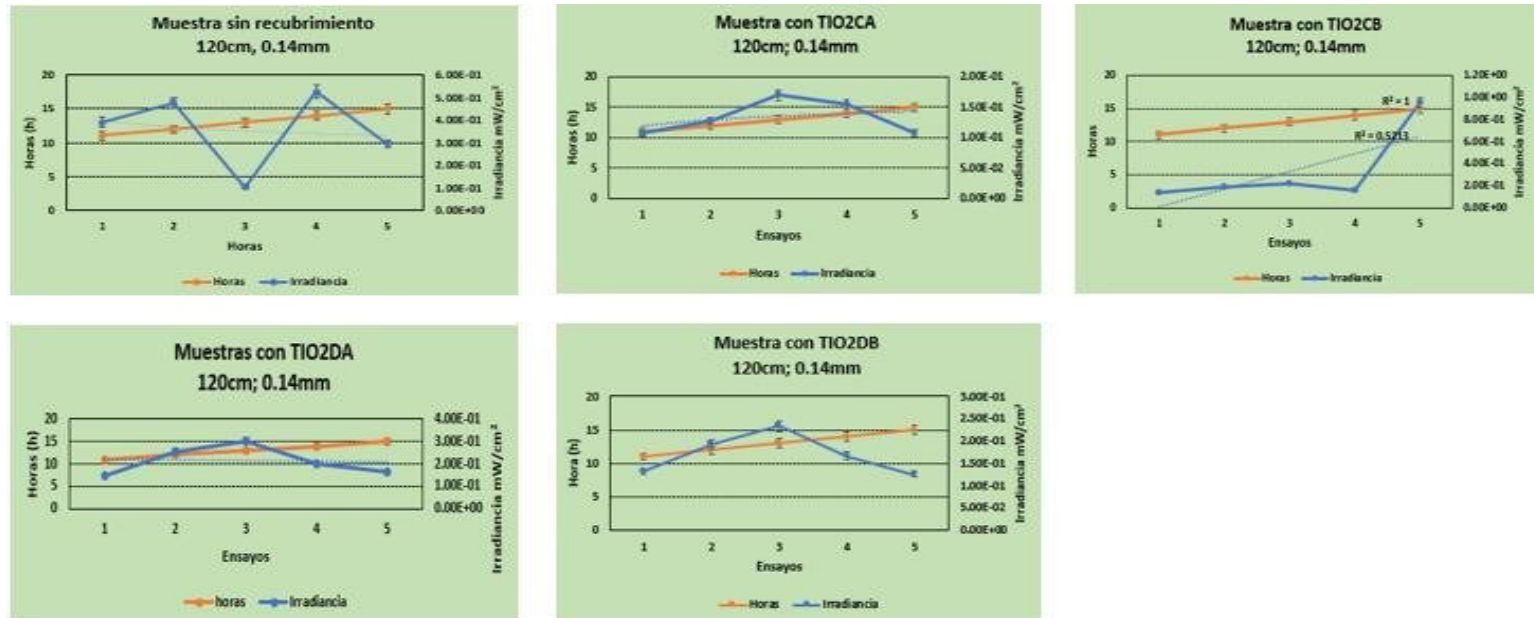
Resultados de las muestras a 110cm de altura con las probetas a 0,14mm de espesor



Se observa en la figura 32, que se colocaron en las probetas de aluminio, a la altura de 110cm, con un espesor de 0,14mm y con un ángulo de inclinación de 37° sin recubrimiento, en que presenta valores más altos de irradiancia a las 11 am y 12 am, comparando con cada recubrimiento de dióxido de titanio más diatomea, observándose que el recubrimiento de TiO_2 (20nm) más diatomea presenta ligeramente valores más bajos de irradiancia a las 11am. y 12am.

Figura 33

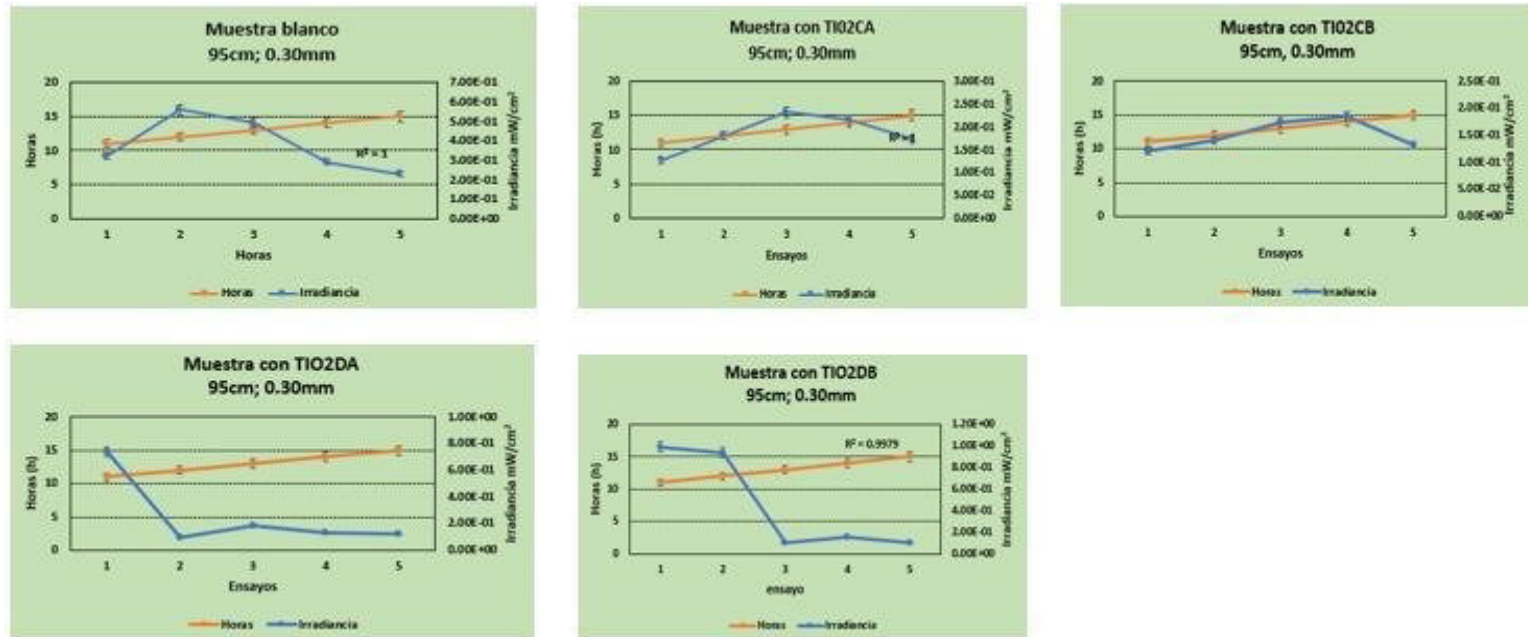
Resultados de las muestras a 120cm de altura con las probetas a 0,14mm de espesor



Se observa en la figura 33 que se colocaron en las probetas de aluminio a la altura de 120 cm, con un espesor de 0,14 mm y con un ángulo de inclinación de 37° sin recubrimiento, en que presenta valores más altos de irradiancia a las 11 am y 1 pm, comparándolo con cada uno de los recubrimientos observándose que con el recubrimiento de $\text{TiO}_2(20\text{nm})$ más diatomea y con el recubrimiento de $\text{TiO}_2(200\text{nm})$ más diatomea presento valores más bajos de irradiancia a las 11 am. y 1 pm.

Figura 34

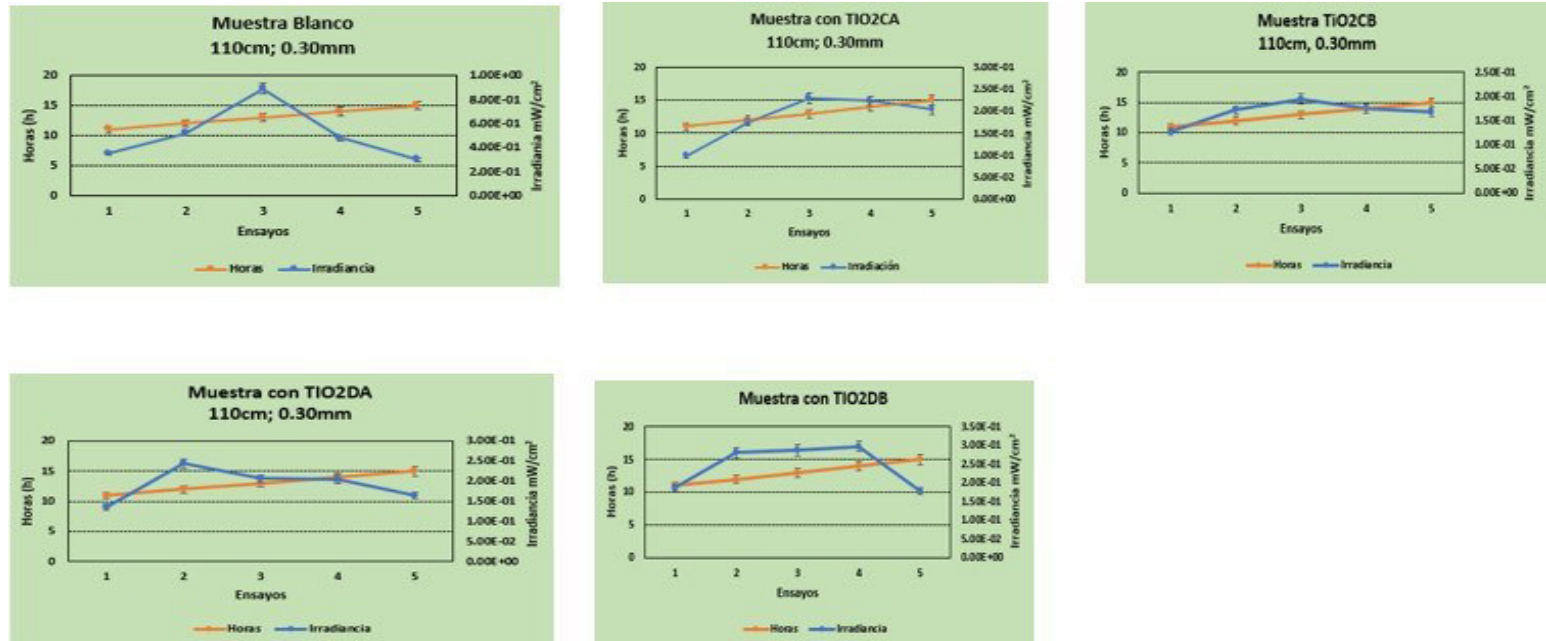
Resultados de las muestras a 95cm de altura con las probetas a 0,30mm de espesor



Se observa en la figura 34 que se colocaron en las probetas de aluminio a la altura de 95 cm, con un espesor de 0,30 mm y con un ángulo de inclinación de 37°, sin recubrimiento, donde se presenta valores más altos de irradiancia 12 am y 1 pm, comparándolo con cada uno de los recubrimientos observándose que con el recubrimiento de TiO₂ (20 nm) más diatomea, presenta valores más bajos de irradiancia a las 12 am y 1 pm.

Figura 35

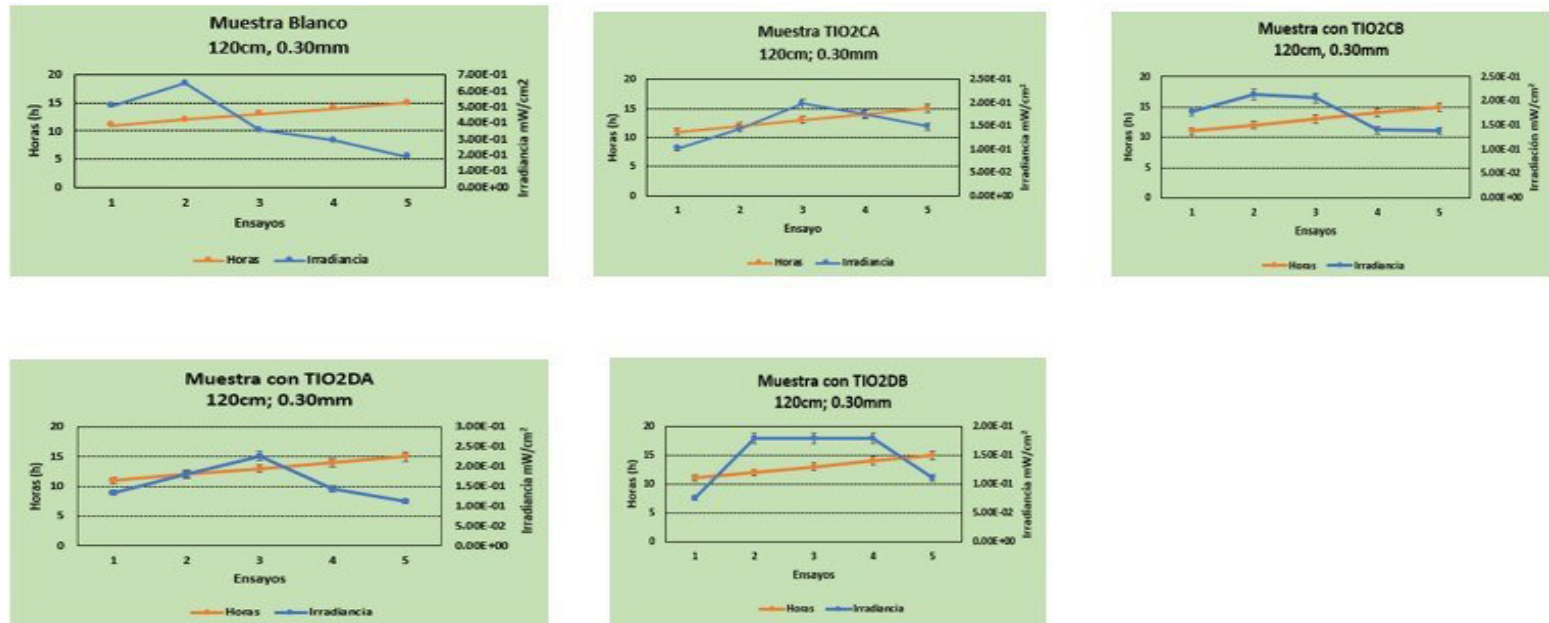
Resultados de las muestras a 110cm de altura con las probetas a 0,30mm de espesor



Se observa en la figura 35 que se colocaron en las probetas de aluminio a la altura de 110 cm, con un espesor de 0,30mm y con un ángulo de inclinación de 37°, sin recubrimiento, que presenta valor más alto de irradiancia es a las 1pm. comparándolo con cada uno de los recubrimientos observándose que con el recubrimiento de TiO_2 (20 nm) más diatomea, presenta un valor bajo de irradiancia a las 1 pm.

Figura 36

Resultados de las muestras a 120cm de altura con las probetas a 0,30mm de espesor

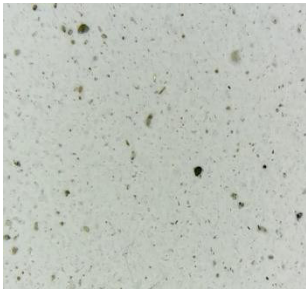
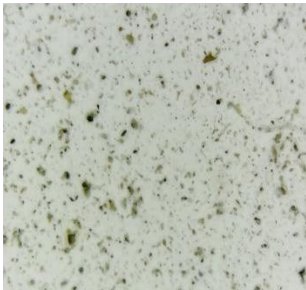
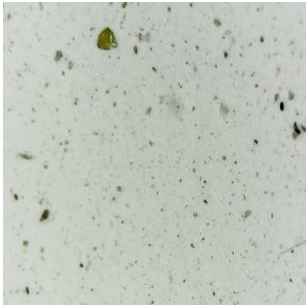


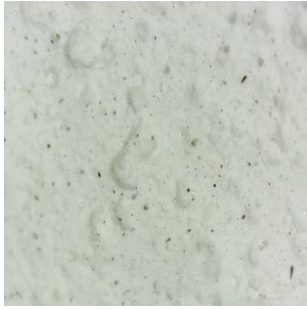
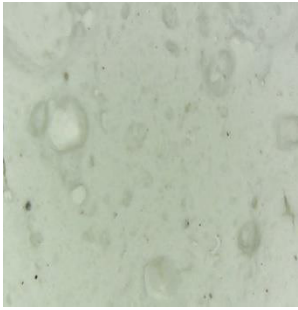
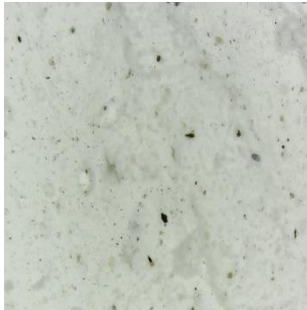
Se observa en la figura 36 que se colocaron en las probetas de aluminio a la altura de 120 cm, con un espesor de 0,30 mm y con un ángulo de inclinación de 37° sin recubrimiento en que presenta valor más alto de irradiancia a las 12am. comparándolo con cada uno de los recubrimientos observándose en el recubrimiento de TiO₂ (20 nm) más diatomea un valor bajo a las 12 am y en el recubrimiento de TiO₂ (20 nm) más carbonato de calcio presenta un valor bajo a las 12 am.

4.1.6 En la medición para la protección de superficies de la radiación UVB, aplicando ensayos de envejecimiento

Figura 37

Resultados en la determinación del grado de herrumbre ASTM 610

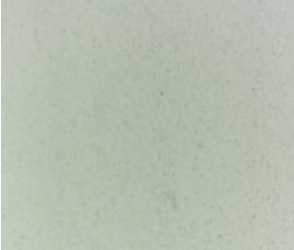
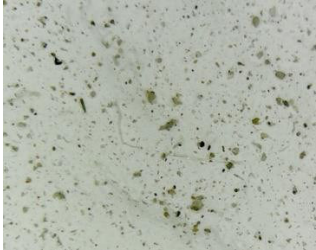
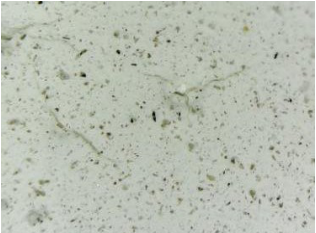
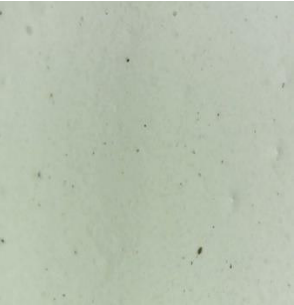
Fórmula # 0 Muestra Blanco Observación de 3% en la formación de Herrumbre.	En 0 horas de irradiación 	En 500 horas de irradiación 
Fórmula # 1 Muestra T01/CATO Observación de 33% en la formación de Herrumbre	En 0 horas de irradiación 	En 500 horas de irradiación 
Fórmula # 2 Muestra T02/CATO Observación de 16% formación de Herrumbre	En 0 horas de irradiación 	En 500 horas de irradiación 

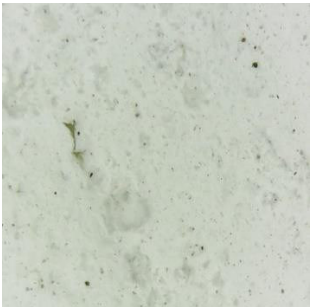
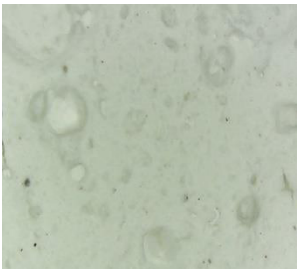
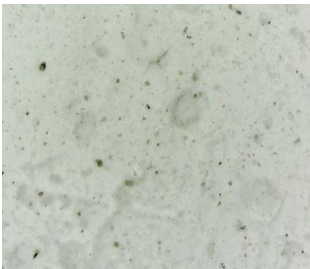
Fórmula # 3 Muestra T01/DITA Observación de 3% formación de Herrumbre	En 0 horas de irradiación 	En 500 horas de irradiación 
Fórmula # 4 Muestra T02/DITA Observación de formación de Herrumbre	En 0 horas de irradiación 	En 500 horas de irradiación 

Se puede observar en la figura 40, la determinación de grado de herrumbre ASTM 610, en este ensayo se evaluó el grado de oxidación y sus porcentajes en las áreas correspondientes utilizando un patrón visual. El óxido como resultado de la oxidación, tiene la posibilidad de absorber la humedad, entonces tendría gran facilidad puede contener otros contaminantes.

Figura 38

Resultados en la determinación del grado de agrietamiento ASTM 661

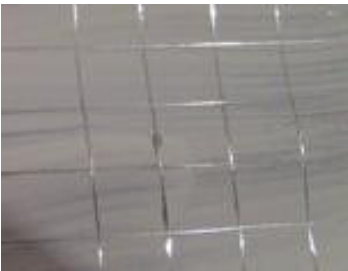
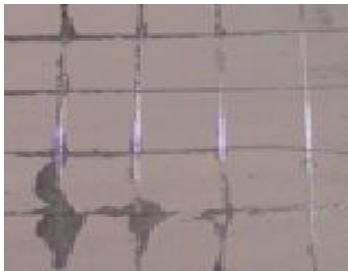
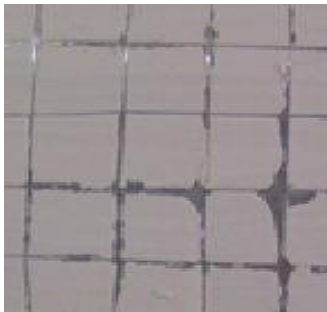
Fórmula # 0 Muestra Blanco Observación de formación de agrietamiento irregular	En 0 horas de irradiación 	En 500 horas de irradiación 
Fórmula # 1 Muestra T01/CATO Observación de formación de agrietamiento irregular	En 0 horas de irradiación 	En 500 horas de irradiación 
Fórmula # 2 Muestra T02/CATO Observación de formación de agrietamiento irregular	En 0 horas de irradiación 	En 500 horas de irradiación 

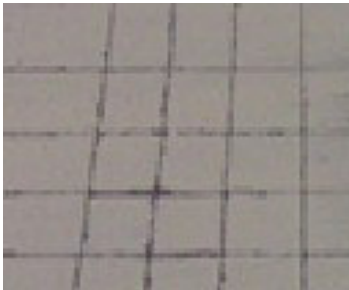
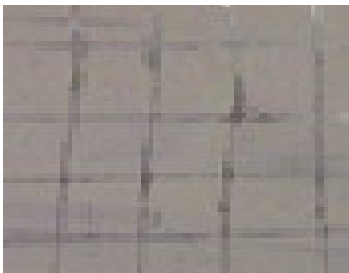
Fórmula # 3 Muestra T01/DITA Observación de formación de agrietamiento irregular	En 0 horas de irradiación 	En 500 horas de irradiación 
Fórmula # 4 Muestra T02/DITA Observación de formación de Agrietamiento irregular	En 0 horas de irradiación 	En 500 horas de irradiación 

Se puede observar en la figura 41, la determinación del grado de agrietamiento ASTM 661. Este ensayo fue aplicado para evaluar la capa inferior su grado de flexibilidad, en que cuando el recubrimiento no puede expandirse y contraerse tiende a extrezar, en la capa superior de la superficie generandose un agrietamiento.

Figura 39

Resultados en la determinación del grado de adherencia ASTM D4541

Fórmula # 0 Muestra Blanco Observación en la remoción del 10% del recubrimiento a las 500 horas de irradiancia.	En 0 horas de irradiancia 	En 500 horas de irradiancia 
Fórmula # 1 Muestra T01/CATO Observación en la remoción del 20% del recubrimiento a las 500 horas de irradiancia.	En 0 horas de irradiancia 	En 500 horas de irradiancia 
Fórmula # 2 Muestra T02/CATO Observación en la remoción del 15% del recubrimiento a las 500 horas de irradiancia	En 0 horas de irradiancia 	En 500 horas de irradiancia 

Fórmula # 3 Muestra T01/DITA Observación en la remoción del 15% del recubrimiento a las 500 horas de irradiancia.	En 0 horas de irradiancia 	En 500 horas de irradiancia 
Fórmula # 4 Muestra T02/DITA Observación en la remoción del 20% del recubrimiento a las 500 horas de irradiancia.	En 0 horas de irradiancia 	En 500 horas de irradiancia 

Se puede observar en la figura 42 la determinación del grado de adherencia ASTM D3359, se realizó con la finalidad de describir como el dióxido de titanio con carbonato de calcio y como el dióxido de titanio con diatomita influyen en la protección de la superficie de la radiación UVB, se uso esta prueba de adherencia que permitió el evaluar el grado de desprendimiento y determinar de esta forma su adherencia.

4.1.7 Análisis inferencial de los datos estadísticos

4.1.7.1. Evaluación de la relación entre irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control)

PRUEBA DE NORMALIDAD:

Prueba de hipótesis

H₀: Los datos de irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control) tienen una distribución normal

H₁: Los datos de irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control) no tienen una distribución normal

Regla de decisión

Si: Sig. es mayor que 0,05 entonces no rechazar la hipótesis nula

Sig. es menor que 0,05 entonces rechazar la hipótesis nula

Resultado

Sig: 0.238 > 0.05 en el caso de irradiancia (Shapiro Wilk)

Sig: 0.655 > 0.05 en el caso de carga solar (Shapiro Wilk)

En ambos casos p-valor es mayor que 0,05 y no se rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, los datos tienen una distribución normal (Ver Tabla 7).

Conclusión

Los datos de irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control) tienen una distribución normal.

Tabla 7

Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control)

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Irradiancia_blanco	,245	7	,200 [*]	,883	7	,238
Carg_solarblanco	,186	7	,200 [*]	,942	7	,655

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

PRUEBA DE CORRELACIÓN DE PEARSON:

Irradiancia y carga solar en la lámina de aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) sin recubrimiento (tratamiento control)

Prueba de hipótesis

Ho: La irradiancia no tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control)

H1: La irradiancia si tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control)

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0.05$ entonces rechazar Ho

Resultado

Sig.= 0,003 < 0.05 (ver Tabla 8); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión

La Irradiancia si tiene relación significativa (0,05) con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control)

Tabla 8

Correlaciones		Irradiancia_blanco	Carg_solarblanco
Irradiancia_blanco	Correlación de Pearson	1	-,924**
	Sig. (bilateral)		,003
	N	7	7
Carg_solarblanco	Correlación de Pearson	-,924**	1
	Sig. (bilateral)	,003	
	N	7	7

**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA:

Irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control)

Por demostrar:

Ho: La irradiancia no influye significativamente en la carga solar de la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control)

H1: La irradiancia si influye significativamente en la carga solar de la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control)

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0.05$ entonces rechazar H_0

Resultado

Sig: $0,003 < 0.05$ (ver Tabla 9); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión

La irradiancia si influye significativamente (0,05) en la carga solar de la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control).

Tabla 9

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	14087,293	1	14087,293	29,128	,003 ^b
	Residual	2418,135	5	483,627		
	Total	16505,429	6			

a. Variable dependiente: Carg_solarblanco

b. Variables predictoras: (Constante), Irradiancia_blanco

CÁLCULO DEL GRADO DE ASOCIACIÓN Y EXPLICACIÓN DEL MODELO (R^2)

La correlación entre la irradiancia en blanco com la carga solar en blanco es igual $R = -0,924$

Ahora, el Coeficiente de Determinación es igual a $R^2 = 0.8538$

En consecuencia, el grado de asociación porcentual es igual a $R^2 \times 100 = 85.38$ por ciento.

El grado de explicación de la incidencia de la variable irradiancia en carga solar de la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control) es igual a 0.8538 (ver Tabla 10)

Tabla 10**Resumen del modelo**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,924 ^a	,853	,824	21,99152	,853	29,128	1	5	,003

a. Variables predictoras: (Constante), Irradiancia_blanco

Tabla 11**Coefficientes^a**

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	601,809	22,715		26,493	,000
	VAR00001	-1,678	,311	-,924	-5,397	,003

a. Variable dependiente: VAR00002

ELABORACIÓN DE LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN LINEAL

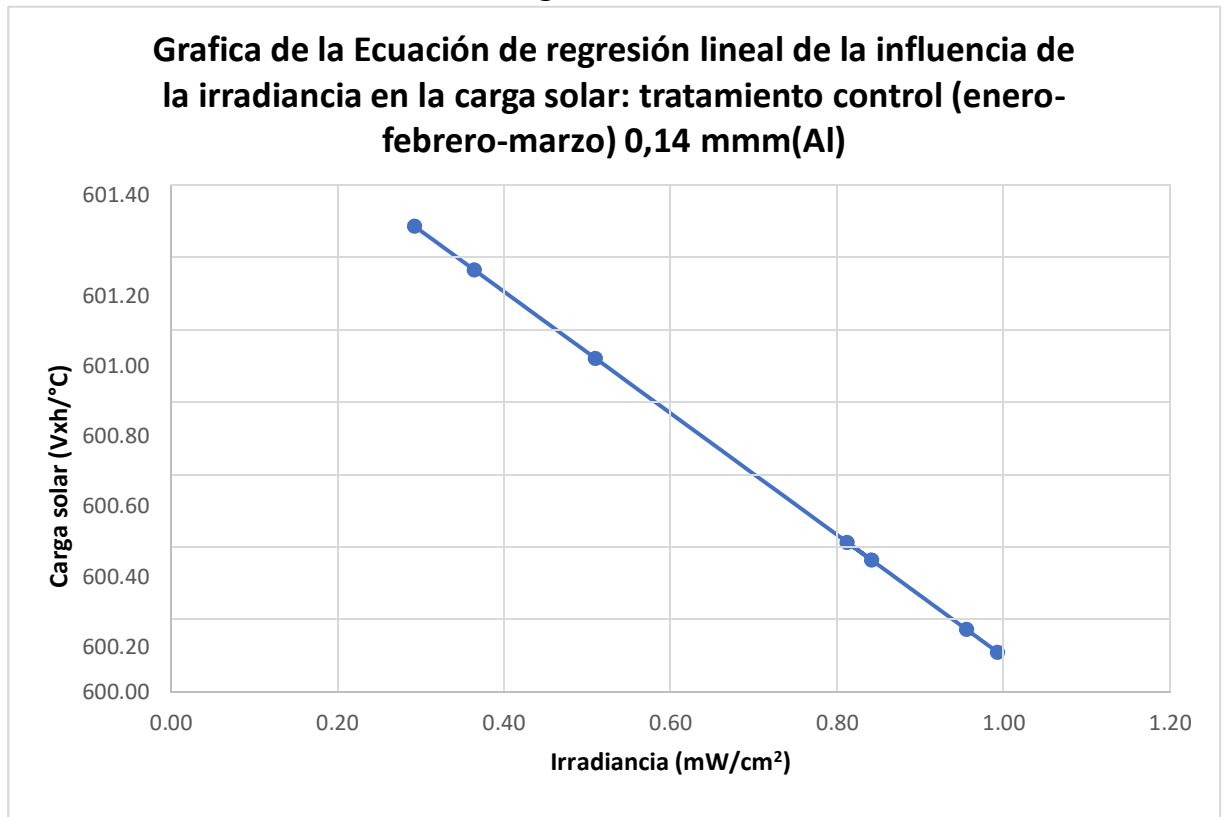
La intensidad o fuerza de la variable independiente (irradiancia) sobre la variable dependiente (carga solar) es igual a -0,924. Entonces, (ver Tabla 11)

Ecuación de regresión lineal simple: $Y = B + B_1X$

Remplazando: $Y = 601,809 - 1,678X$

Carga solar = $601,809 - 1,678$ (Irradiancia)

Figura 40



Los resultados muestran que existe una correlación inversamente proporcional entre la carga solar y la irradiancia. Esto es, a mayor irradiancia (radiación ultravioleta) menor capacidad térmica (carga solar). sin recubrimiento (Tratamiento Control).

Evaluación de la relación entre irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

PRUEBA DE NORMALIDAD:

H₀: Los datos de la irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)] tienen una distribución normal

H₁: Los datos de la irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)] no tienen una distribución normal

Regla de decisión

Si, Sig. es mayor que 0,05 entonces no rechazar la hipótesis nula

Si, Sig. es menor que 0,05 entonces rechazar la hipótesis nula

Resultado

Sig: 0.55 > 0.05 en el caso de irradiancia (Shapiro Wilk)

Sig: 0.297 > 0.05 en el caso de carga solar (Shapiro Wilk)

En ambas variables p-valor es mayor que 0,05 y no se rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, los datos tienen una distribución normal. (ver Tabla 12).

Conclusión

Los datos de irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)] si tienen una distribución normal.

Tabla 12

Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR00001	,255	7	,189	,930	7	,550
VAR00002	,203	7	,200 [*]	,894	7	,297

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

PRUEBA DE CORRELACIÓN DE PEARSON:

Irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Por demostrar

Ho: La irradiancia no tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

H1: La irradiancia si tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0.05$ entonces rechazar Ho

Resultado

Sig: 0,006 < 0.05 (ver Tabla 13); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión

La irradiancia si tiene relación significativa (0,05) con la carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Tabla 13

Correlaciones

		VAR00001	VAR00002
VAR00001	Correlación de Pearson	1	-,901 ^{**}
	Sig. (bilateral)		,006
	N	7	7
VAR00002	Correlación de Pearson	-,901 ^{**}	1
	Sig. (bilateral)	,006	
	N	7	7

^{**}. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA:

Irradiancia en carga solar en la lámina de aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Por demostrar

Ho: La irradiancia no influye significativamente en la carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

H1: La irradiancia si influye significativamente en la carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0.05$ entonces rechazar hipótesis nula

Resultado

Sig: $0,003 < 0.05$ (ver Tabla 14); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión

La irradiancia si influye significativamente en la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Tabla 14

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	7677,356	1	7677,356	21,638	,006 ^b
	Residual	1774,072	5	354,814		
	Total	9451,429	6			

a. Variable dependiente: VAR00002

b. Variables predictoras: (Constante), VAR00001

CÁLCULO DEL GRADO DE ASOCIACIÓN Y EXPLICACIÓN DEL MODELO (R^2)

La correlación entre la irradiancia con la carga solar en Aluminio de espesor de 0,14mm, con recubrimiento de TiO_2 (20nm); con Diatomita es $R = -0,901$

Ahora, el coeficiente de Determinación es igual a $R^2 = 0.8118$

En consecuencia, el grado de asociación porcentual es igual a $R^2 \times 100 = 81.18$ por ciento.

El grado de explicación de la incidencia entre las variables irradiancia y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)] es igual a 81.18 por ciento. (ver Tabla 15)

Tabla 15**Resumen del modelo**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,901 ^a	,812	,775	18,83652	,812	21,638	1	5	,006

a. Variables predictoras: (Constante), VAR00001

Tabla 16**Coefficientes^a**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	383,494	40,871		9,383	,000
	VAR00001	-12,723	2,735	-,901	-4,652	,006

a. Variable dependiente: VAR00002

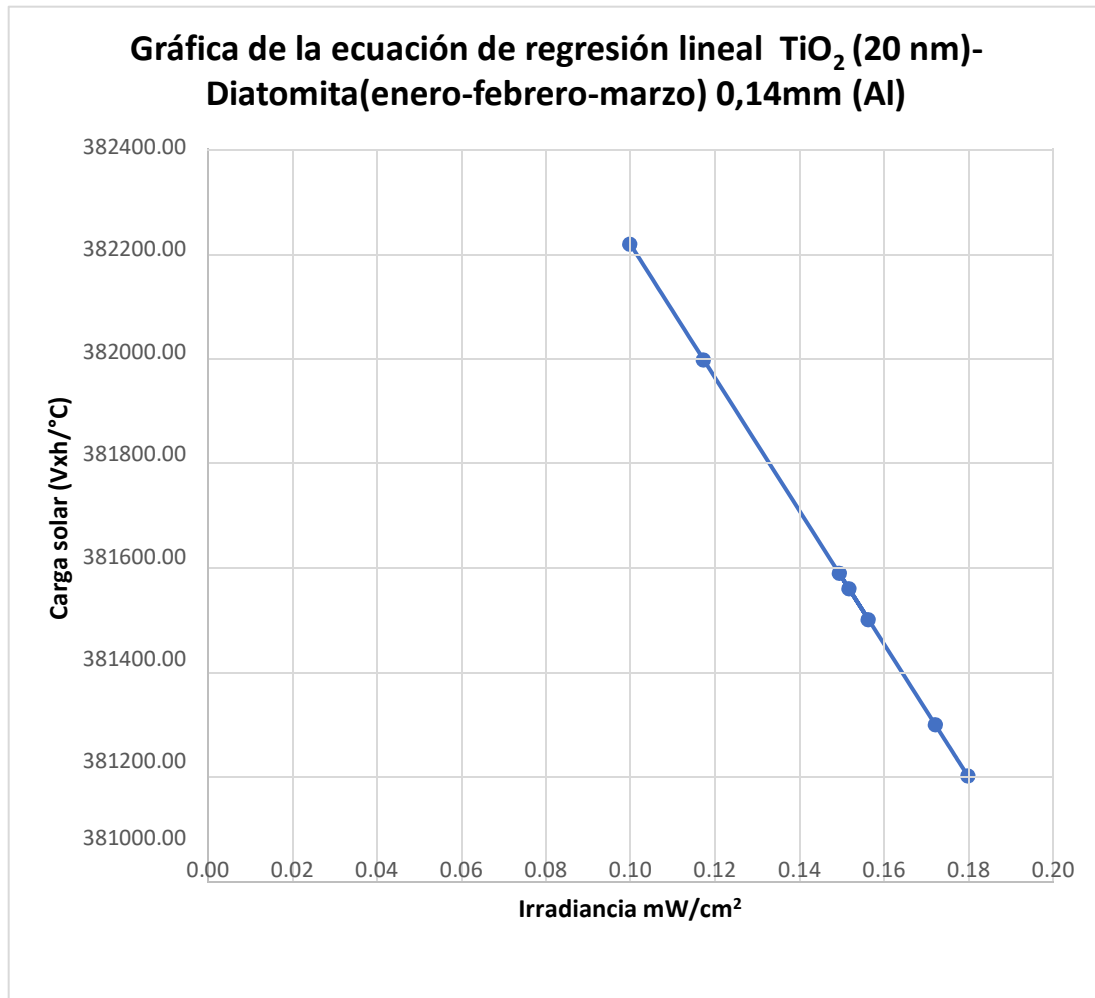
ELABORACIÓN DE LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN LINEAL

La intensidad o fuerza de la variable independiente (irradiancia) sobre la variable dependiente (carga solar) es igual a -0,901. Entonces, (ver Tabla 16)

Ecuación de regresión lineal simple: $Y = B + B_1X$

Remplazando: $Y = 383,494 - 12,723X$

Figura 41



Los resultados muestran que existe una correlación inversamente proporcional entre la irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]. Esto es, a mayor irradiancia (radiación ultravioleta) menor capacidad térmica (carga solar).

4.1.7.2. Evaluación de la relación entre irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

PRUEBA DE LA NORMALIDAD

H_0 = Los datos de la irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)] tiene una distribución normal.

H_1 = Los datos de la irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)] no tiene una distribución normal.

Regla de decisión

Si, Sig. es mayor que 0,05 entonces no rechazar la hipótesis nula.

Si, Sig. es menor que 0,05 entonces rechazar la hipótesis nula.

Resultado

Sig: 0.230 > 0.05 en el caso de irradiancia (Shapiro Wilk)

Sig: 0.172 > 0.05 en el caso de carga solar (Shapiro Wilk)

En ambas variables p-valor es mayor que 0,05 y no se rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, los datos tienen una distribución normal. (ver Tabla 17)

Conclusión

Los datos de irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14nm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)] si tienen una distribución normal.

Tabla 17

Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR00001	,218	7	,200 [*]	,881	7	,230
VAR00002	,276	7	,115	,866	7	,172

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

PRUEBA DE CORRELACIÓN DE PEARSON:

Irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

Por demostrar

Ho: La irradiancia no tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de aluminio galvanizado de espesor (0,14mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

H1: La irradiancia si tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0.05$ entonces rechazar H_0

Resultado

Si: $0.00 > 0.05$ (ver Tabla 18); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión

La irradiancia tiene relación significativa (0,05) con la carga solar en la lámina de aluminio galvanizado de espesor (0,14mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

Tabla 18

Correlaciones			
		VAR00001	VAR00002
VAR00001	Correlación de Pearson	1	,990 ^{**}
	Sig. (bilateral)		,000
	N	7	7
VAR00002	Correlación de Pearson	,990 ^{**}	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	7	7

^{**}. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

PRUEBA DE ANALISIS DE VARIANZA:

Irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

Por demostrar

H_0 : La irradiancia no tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de aluminio galvanizado de espesor (0,14mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

H_1 : La irradiancia si tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0,05$ entonces rechazar hipótesis nula

Resultado

Sig: 0,000 < 0,05 (ver Tabla 19); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión

La irradiancia si influye significativamente en la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

Tabla 19

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	16602,619	1	16602,619	235,101	,000 ^b
	Residual	353,096	5	70,619		
	Total	16955,714	6			

a. Variable dependiente: VAR00002

b. Variables predictoras: (Constante), VAR00001

CÁLCULO DEL GRADO DE ASOCIACIÓN Y EXPLICACIÓN DEL MODELO (R²)

La correlación entre la irradiancia con la carga solar en el aluminio de espesor 0,14mm; con recubrimiento de TiO₂ (200nm) con diatomita R= -0,990

Ahora, el coeficiente de determinación es igual a R²= 0.979

En consecuencia, el grado de asociación porcentual es igual R²x100= 97.90 por ciento.

El grado de explicación de la incidencia de la variable irradiancia en carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)] es igual a 0,97 (ver Tabla 20)

Tabla 20

Resumen del modelo									
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,990 ^a	,979	,975	8,40352	,979	235,101	1	5	,000

Tabla 21

Coeficientes ^a					
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	Sig.
		B	Error típ.	Beta	
1	(Constante)	-150,583	43,887		,019
	VAR00001	3,586	,234	,990	,000

a. Variable dependiente: VAR00002

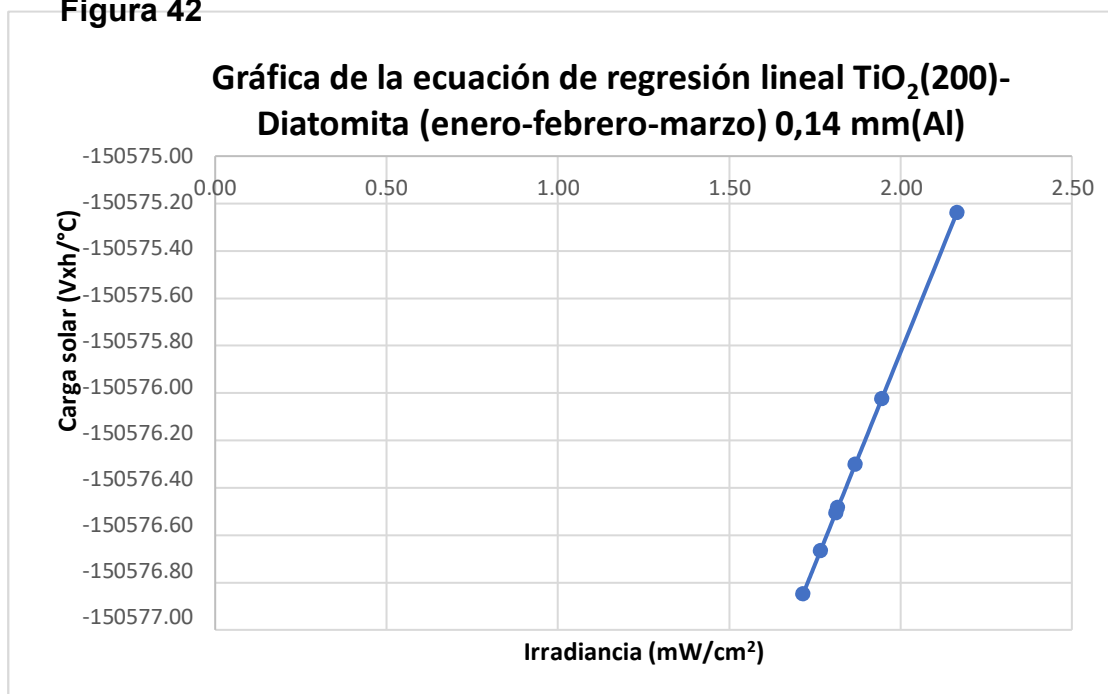
ELABORACIÓN DE LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN LINEAL

La intensidad o fuerza de la variable independiente (irradiancia) sobre la variable dependiente (carga solar) es ideal a 0,990. Entonces, (ver Tabla 21)

Ecuación de regresión lineal simple: $Y = B + B_1X$

Remplazando: $Y = -150,583 + 3.586 X$

Figura 42



Los resultados muestran que existen una correlación directamente proporcional entre la irradiancia y carga solar en la lámina de aluminio galvanizado de espesor

(0,14mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]. Esto es a menor irradiancia (radiación ultravioleta) menor capacidad térmica (carga solar).

4.1.7.3. Evaluación de la relación entre irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

PRUEBA DE NORMALIDAD:

Ho: Los datos de la irradiancia y la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)] tiene una distribución normal.

H1: Los datos de la irradiancia y la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)] no tiene una distribución normal.

Regla de decisión

Si, Sig. es mayor que 0,05 entonces no rechazar la hipótesis nula

Si, Sig. es menor que 0,05 entonces rechazar la hipótesis nula.

Resultado

Sig: 0.230 > 0.05 en el caso de la irradiancia (Shapiro Wilk)

Sig: 0.172 > 0.05 en el caso de la carga solar (Shapiro Wilk)

En ambas variables p-valor es mayor que 0,05 y no se rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, los datos tienen una distribución normal. (ver Tabla 22).

Conclusión

Los datos de irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)] si tienen una distribución normal.

Tabla 22

Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR00001	,218	7	,200 [*]	,881	7	,230
VAR00002	,276	7	,115	,866	7	,172

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

PRUEBA DE CORRELACIÓN DE PEARSON:

Irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Por demostrar

Ho: La irradiancia no tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

H1: La irradiancia si tiene relación significativa con carga solar en la irradiancia y la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0.05$ entonces rechazar Ho

Resultado

Si: $0.99 > 0.05$ (ver Tabla 23); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión

La irradiancia si tiene relación significativa (0,05) con la carga solar en lámina de aluminio galvanizado de espesor (0,14mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Tabla 23

Correlaciones			
		VAR00001	VAR00002
VAR00001	Correlación de Pearson	1	,990**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	7	7
VAR00002	Correlación de Pearson	,990**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	7	7

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

PRUEBA DE ANALISIS DE VARIANZA:

Irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Por demostrar

Ho: La irradiancia no influye significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

H1: La irradiancia si influye relación significativa con carga solar en la irradiancia y la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0,05$ entonces rechazar hipótesis nula.

Resultado

Sig: $0,00 < 0,05$ (ver Tabla 24); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión:

La irradiancia influye significativamente en la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Tabla 24

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	16602,619	1	16602,619	235,101	,000 ^b
	Residual	353,096	5	70,619		
	Total	16955,714	6			

a. Variable dependiente: VAR00002

b. Variables predictoras: (Constante), VAR00001

CÁLCULO DEL GRADO DE ASOCIACIÓN Y EXPLICACIÓN DEL MODELO (R²)

La correlación entre la irradiación en la carga solar en aluminio de espesor de 0,14mm, con recubrimiento de TiO₂ (20nm); con carbonato de calcio es R= 0,990

Ahora, el coeficiente de Determinación es igual a R²= 0.959

En consecuencia, el grado de asociación porcentual es igual a R²x100= 95.90 por ciento.

El grado de explicación de la incidencia de la variable irradiancia en carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)] es igual a 0,9790. (ver Tabla 25)

Tabla 25

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,979 ^a	,959	,951	11,03163	,959	117,238	1	5	,000

a. Variables predictoras: (Constante), VAR00001

Tabla 26

Coefficientes^a

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
1 (Constante)	775,064	25,288		30,649	,000
VAR00001	-17,834	1,647	-,979	-10,828	,000

a. Variable dependiente: VAR00002

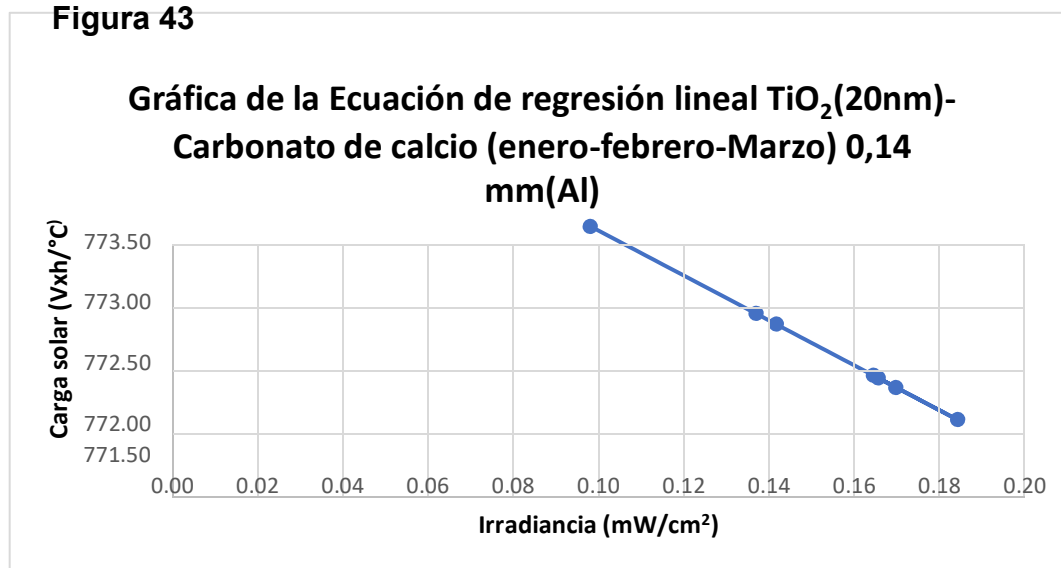
ELABORACIÓN DE LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN LINEAL

La intensidad o fuerza de la variable independiente (irradiancia) sobre la variable dependiente (carga solar) es igual a -0,979. Entonces, (ver Tabla 26)

Ecuación de regresión lineal simple: $Y = B + B1X$

Remplazando: $Y = 775,064 - 17.834 X$

Figura 43



Los resultados muestran que existen una correlación inversamente proporcional entre la irradiancia y carga solar en la lámina de aluminio galvanizado de espesor (0,14mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]. Esto es a mayor irradiancia (radiación ultravioleta) menor capacidad térmica (carga solar).

4.1.7.4. Evaluación de la relación entre irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

PRUEBA DE NORMALIDAD

Ho: Los datos de la irradiancia y la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)] tiene una distribución normal.

H1: Los datos de la irradiancia y la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)] no tiene una distribución normal.

Regla de decisión

Si, Sig. es mayor que 0,05 entonces no rechazar la hipótesis nula

Si, Sig. es menor que 0,05 entonces rechazar la hipótesis nula.

Resultado

Sig: 0.348 > 0.05 en el caso de la irradiancia (Shapiro Wilk)

Sig: 0.213 > 0.05 en el caso de la carga solar (Shapiro Wilk)

En ambas variables p-valor es mayor que 0,05 y no se rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, los datos tienen una distribución normal. (ver Tabla 27).

Conclusión

Los datos de irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)] si tienen una distribución normal.

Tabla 27

Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR00001	,234	7	,200 [*]	,903	7	,348
VAR00002	,235	7	,200 [*]	,877	7	,213

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

PRUEBA DE CORRELACIÓN DE PEARSON:

Irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Por demostrar

Ho: La irradiancia no tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

H1: La irradiancia si tiene relación significativa con carga solar en la irradiancia y la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0.05$ entonces rechazar Ho

Resultado

Si: $0.00 > 0.05$ (ver Tabla 28); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión

La irradiancia si tiene relación significativa (0,05) con la carga solar en lámina de aluminio galvanizado de espesor (0,14mm) + [dióxido de Titanio (200nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Tabla 28

Correlaciones

		VAR00001	VAR00002
VAR00001	Correlación de Pearson	1	-,965**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	7	7
VAR00002	Correlación de Pearson	-,965**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	7	7

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

PRUEBA DE ANALISIS DE VARIANZA:

Irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Por demostrar

Ho: La irradiancia no influye significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (209 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

H1: La irradiancia si influye relación significativa con carga solar en la irradiancia y la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0,05$ entonces rechazar hipótesis nula.

Resultado

Sig: $0,00 < 0,05$ (ver Tabla 29); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión:

La irradiancia influye significativamente en la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Tabla 29

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	10716,051	1	10716,051	68,546	,000 ^b
	Residual	781,664	5	156,333		
	Total	11497,714	6			

a. Variable dependiente: VAR00002

b. Variables predictoras: (Constante), VAR00001

CÁLCULO DEL GRADO DE ASOCIACIÓN Y EXPLICACIÓN DEL MODELO (R²)

La correlación entre la irradiancia con la carga solar en Aluminio de espesor de 0,14mm, con recubrimiento de TiO₂(200nm); con Diatomita es R= -0,965

Ahora, coeficiente de Determinación es igual a R²= 0.932

En consecuencia, el grado de asociación porcentual es igual a R²x100= 93.20 por ciento.

El grado de explicación de la incidencia de la variable irradiancia en carga solar de lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)] es igual a 0,9320 (ver Tabla 30)

Tabla 30

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,965 ^a	,932	,918	12,50331	,932	68,546	1	5	,000

a. Variables predictoras: (Constante), VAR00001

Tabla 31

Coeficientes ^a					
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	Sig.
		B	Error típ.	Beta	
1	(Constante)	741,272	28,756		,000
	VAR00001	-14,810	1,789	-,965	,000

a. Variable dependiente: VAR00002

ELABORACION DE LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN LINEAL

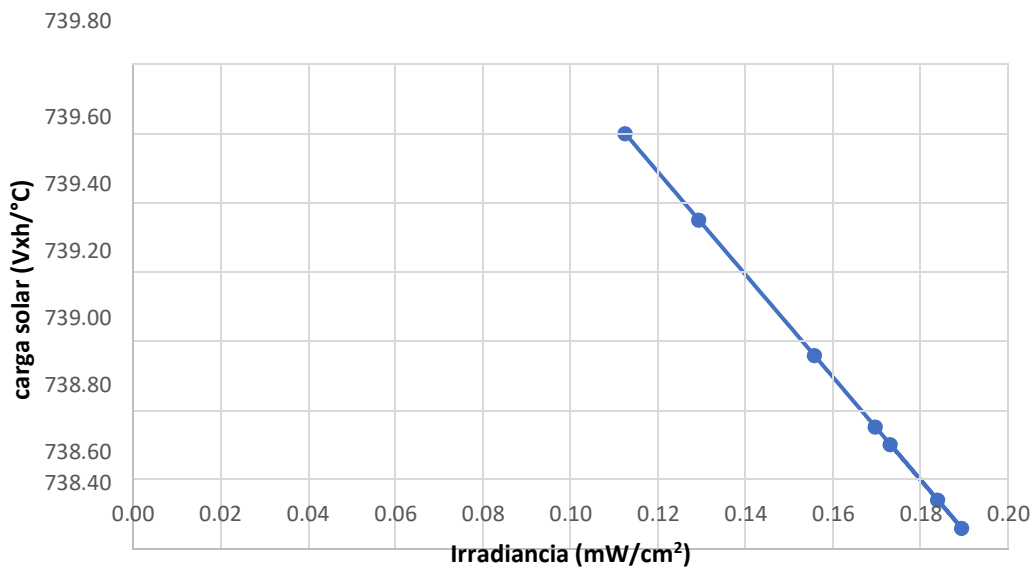
La intensidad o fuerza de la variable independiente (irradiancia) sobre la variable dependiente (carga solar) es igual a -0,965

Ecuación de regresión lineal simple: $Y = B + B1X$

Remplazando: $Y = 741,272 + -14,810X$ (ver Tabla 31)

Figura 44

**Gráfica de la ecuación de regresión lineal
TiO₂(200nm)-Carbonato de calcio (enero-febrero-marzo) 0,14 mm(Al)**



Los resultados muestran que existen una correlación inversamente proporcional entre la irradiancia y carga solar en la lámina de aluminio galvanizado de espesor (0,14mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato (1:3)]. Esto es a mayor irradiancia (radiación ultravioleta) menor capacidad térmica (carga solar).

4.1.7.5. Evaluación de la relación entre irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control)

PRUEBA DE NORMALIDAD

Prueba de hipótesis

H₀: Los datos de irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control) tienen una distribución normal.

H₁: Los datos de irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control) no tienen una distribución normal

Regla de decisión

Si: Sig. es mayor que 0,05 entonces no rechazar la hipótesis nula

Si: Sig. es menor que 0,05 entonces rechazar la hipótesis nula.

Resultado

Sig: 0,807 > en el caso de irradiancia (Shapiro Wilk)

Sig: 0.671 > 0.05 en el caso de carga solar (Shapiro Wilk)

En ambos casos p-valor es mayor que 0,05 y no se rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, los datos tienen una distribución normal (Ver Tabla 32).

Conclusión

Los datos de irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control) tienen una distribución normal.

Tabla 32

Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control)

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR00002	,136	7	,200 [*]	,959	7	,807
VAR00001	,231	7	,200 [*]	,944	7	,671

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

PRUEBA DE CORRELACIÓN DE PEARSON:

Irradiancia y carga solar en la lámina de aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) sin recubrimiento (tratamiento control)

Prueba de hipótesis

H₀: La irradiancia no tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control)

H₁: La irradiancia si tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control)

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0,05$ entonces rechazar H_0

Resultado

$\text{Sig.} = 0,002 < 0.05$ (ver Tabla 33); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión

La Irradiancia si tiene relación significativa (0,05) con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control)

Tabla 33

Correlaciones			
		VAR000001	VAR000002
VAR000001	Correlación de Pearson	1	-,941**
	Sig. (bilateral)		,002
	N	7	7
VAR000002	Correlación de Pearson	-,941**	1
	Sig. (bilateral)	,002	
	N	7	7

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA:

irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control)

Por demostrar:

H_0 : La irradiancia no influye significativamente en la carga solar de la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control)

H_1 : La irradiancia si influye significativamente en la carga solar de la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control)

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0.05$ entonces rechazar H_0

Resultado

Sig: $0,002 < 0.05$ (ver Tabla 34); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión

La irradiancia si influye significativamente (0,05) en la carga solar de la lámina de aluminio galvanizado de espesor (0,30mm) sin recubrimiento (Tratamiento control)

Tabla 34

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	13894,522	1	13894,522	38,436	,002 ^b
	Residual	1807,478	5	361,496		
	Total	15702,000	6			

a. Variable dependiente: VAR00002

b. Variables predictoras: (Constante), VAR00001

CÁLCULO DEL GRADO DE ASOCIACIÓN Y EXPLICACIÓN DEL MODELO (R^2)

La correlacion entre la irradiancia con la carga solar en blanco es igual

$R = -0,941$

Ahora, el coeficiente de determinación es igual a $R^2 = 0.885$

En consecuencia, el grado de asociación porcentual es igual a $R^2 \times 100 = 88.50$ por ciento.

El grado de explicación de la incidencia de la variable irradiancia en carga solar de la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) sin recubrimiento (Tratamiento Control) es igual a 0,8850. (ver Tabla 35)

Tabla 35

Resumen del modelo									
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,941 ^a	,885	,862	19,01304	,885	38,436	1	5	,002

a. Variables predictoras: (Constante), VAR00001

Tabla 36

Coeficientes ^a							
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95,0% para B	
	B	Error típ.	Beta			Límite inferior	Límite superior
1 (Constante)	637,264	25,126		25,363	,000	572,676	701,851
VAR00001	-4,793	,773	-,941	-6,200	,002	-6,780	-2,806

a. Variable dependiente: VAR00002

ELABORACION DE LA ECUACION DE REGRESIÓN LINEAL

La intensidad o fuerza de la variable independiente (irradiancia) sobre la variable dependiente (carga solar) es igual a 0,941. Entonces, (ver Tabla 36)

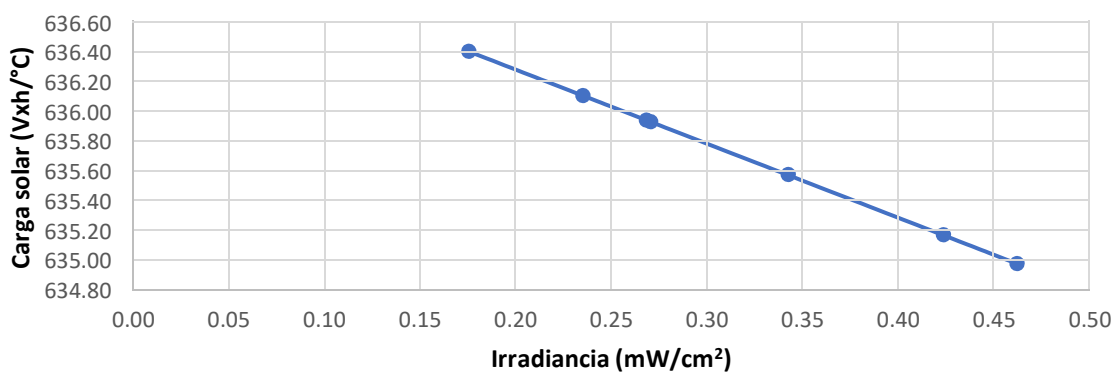
Ecuación de regresión lineal simple: $Y = B + B1X$

Remplazando: $Y = 637,264 - 4,793X$

Carga solar = $637,264 - 4,793$ (Irradiancia)

Figura 45

Grafica de la Ecuación de regresión lineal de la influencia de la irradiancia en la carga solar: tratamiento control (Enero-febrero-marzo) 0,30mm (Al)



Los resultados muestran que existe una correlación inversamente proporcional entre la carga solar y la irradiancia. Esto es, a mayor irradiancia (radiación ultravioleta) menor capacidad térmica (carga solar).

4.1.7.6. Evaluación de la relación entre irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

PRUEBA DE NORMALIDAD:

H₀: Los datos de la irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)] tienen una distribución normal

H₁: Los datos de la irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)] no tienen una distribución normal

Regla de decisión

Si, Sig. es mayor que 0,05 entonces no rechazar la hipótesis nula

Si, Sig. es menor que 0,05 entonces rechazar la hipótesis nula

Resultado

Sig: 0.672 > 0.05 en el caso de irradiancia (Shapiro Wilk)

Sig: 0.598 > 0.05 en el caso de carga solar (Shapiro Wilk)

En ambas variables p-valor es mayor que 0,05 y no se rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, los datos tienen una distribución normal. Ver Tabla 37).

Conclusión

Los datos de irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)] si tienen una distribución normal.

Tabla 37

Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR00002	,157	7	,200*	,944	7	,672
VAR00001	,231	7	,200*	,935	7	,598

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

PRUEBA DE CORRELACIÓN DE PEARSON:

Irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Por demostrar

Ho: La irradiancia no tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

H1: La irradiancia si tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0.05$ entonces rechazar Ho

Resultado

Sig: 0,005 < 0.05 (ver Tabla 38); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión

La irradiancia si tiene relación significativa (0,05) con la carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Tabla 38

Correlaciones

		VAR00001	VAR00002
VAR00001	Correlación de Pearson	1	-,902**
	Sig. (bilateral)		,005
	N	7	7
VAR00002	Correlación de Pearson	-,902**	1
	Sig. (bilateral)	,005	
	N	7	7

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA:

Irradiancia en carga solar en la lámina de aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Por demostrar

Ho: La irradiancia no influye significativamente en la carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

H1: La irradiancia si influye significativamente en la carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0.05$ entonces rechazar hipótesis nula

Resultado

Sig: $0,005 < 0.05$ (ver Tabla 39); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión

La irradiancia si influye significativamente en la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Tabla 39

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	31382,559	1	31382,559	21,796	,005 ^b
	Residual	7199,155	5	1439,831		
	Total	38581,714	6			

a. Variable dependiente: VAR00002

b. Variables predictoras: (Constante), VAR00001

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA:

Irradiancia en carga solar en la lámina de aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Por demostrar

H₀: La irradiancia no influye significativamente en la carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

H₁: La irradiancia si influye significativamente en la carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0.05$ entonces rechazar hipótesis nula

Resultado

$\text{Sig}: 0,005 < 0.05$ (ver Tabla 40); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión

La irradiancia si influye significativamente en la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Tabla 40

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,902 ^a	,813	,776	37,94511	,813	21,796	1	5	,005

a. Variables predictoras: (Constante), VAR00001

CÁLCULO DEL GRADO DE ASOCIACIÓN Y EXPLICACION DEL MODELO (R^2)

La correlación entre la irradiancia con la carga solar en Aluminio de espesor de 0,14mm, con recubrimiento de $\text{TiO}_2(20\text{nm})$; con Diatomita es $R= 0,902$

Ahora, el coeficiente de Determinación es igual a $R^2= 0.813$

En consecuencia, el grado de asociación porcentual es igual a $R^2 \times 100= 81.13$ por ciento.

El grado de explicación de la incidencia de la variable irradiancia en carga solar de la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)] es igual a 0.8118 por ciento. (ver Tabla 41)

Tabla 41

Coeficientes ^a					
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	Sig.
		B	Error típ.	Beta	
1	(Constante)	689,952	41,845		,000
	VAR00001	-9,047	1,938	-,902	,005

a. Variable dependiente: VAR00002

ELABORACIÓN DE LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN LINEAL

La intensidad o fuerza de la variable independiente (irradiancia) sobre la variable dependiente (carga solar) es igual a -0,902. Entonces, (ver Tabla 42)

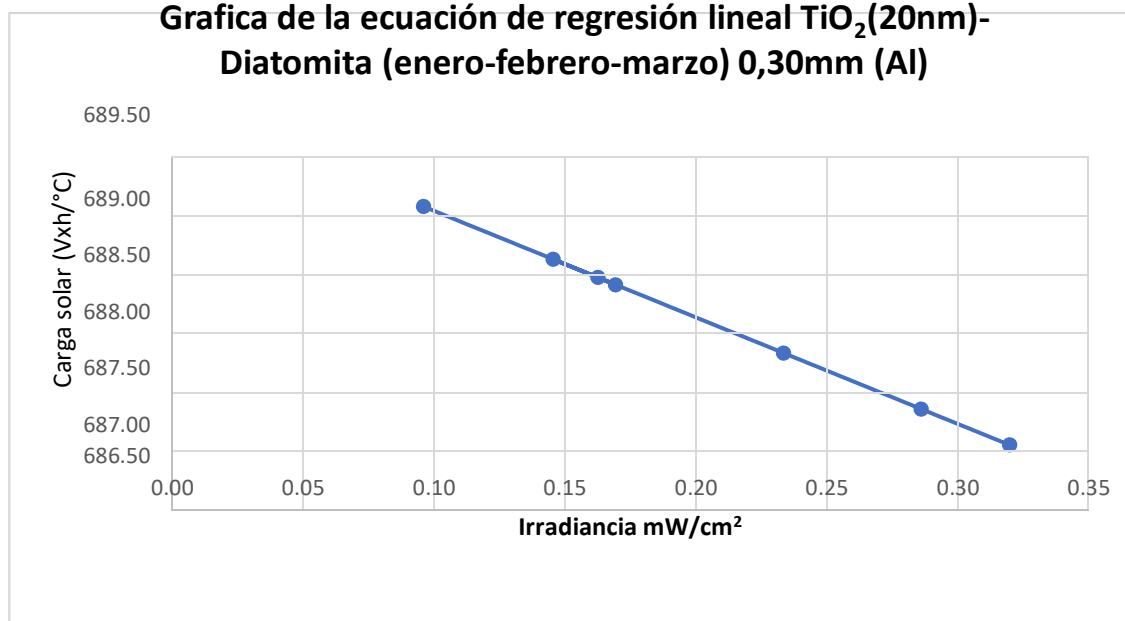
Ecuación de regresión lineal simple: $Y = B + B1X$

Remplazando: $Y = 689,952 - 9,047X$

Carga solar = $689,952 - 9,047(\text{Irradiancia})$

Figura 46

**Grafica de la ecuación de regresión lineal $\text{TiO}_2(20\text{nm})$ -
Diatomita (enero-febrero-marzo) 0,30mm (Al)**



Los resultados muestran que existe una correlación inversamente proporcional entre la carga solar y la irradiancia. Esto es, a mayor irradiancia (radiación ultravioleta) menor capacidad térmica (carga solar).

4.1.7.7. Evaluación de la relación entre irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

PRUEBA DE NORMALIDAD:

H₀: Los datos de la irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)] tienen una distribución normal

H₁: Los datos de la irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)] no tienen una distribución normal

Regla de decisión

Si, Sig. es mayor que 0,05 entonces no rechazar la hipótesis nula

Si, Sig. es menor que 0,05 entonces rechazar la hipótesis nula

Resultado

Sig: 0.559 > 0.05 en el caso de irradiancia (Shapiro Wilk)

Sig: 0.364 > 0.05 en el caso de carga solar (Shapiro Wilk)

En ambas variables p-valor es mayor que 0,05 y no se rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, los datos tienen una distribución normal. Ver Tabla 43).

Conclusión

Los datos de irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)] si tienen una distribución normal.

Tabla 42

Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR00001	,244	7	,200 [*]	,936	7	,599
VAR00002	,195	7	,200 [*]	,905	7	,364

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

PRUEBA DE CORRELACIÓN DE PEARSON:

Irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

Por demostrar

Ho: La irradiancia no tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

H1: La irradiancia si tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0.05$ entonces rechazar Ho

Resultado

Sig: 0,002 < 0.05 (ver Tabla 43); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión

La irradiancia si tiene relación significativa (0,05) con la carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

Tabla 43

Correlaciones

		VAR00001	VAR00002
VAR00001	Correlación de Pearson	1	-,937**
	Sig. (bilateral)		,002
	N	7	7
VAR00002	Correlación de Pearson	-,937**	1
	Sig. (bilateral)	,002	
	N	7	7

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA:

Irradiancia en carga solar en la lámina de aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

Por demostrar

H₀: La irradiancia no influye significativamente en la carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

H₁: La irradiancia si influye significativamente en la carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0.05$ entonces rechazar hipótesis nula

Resultado

$\text{Sig}: 0,002 < 0.05$ (ver Tabla 44); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión

La irradiancia si influye significativamente en la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]

Tabla 44

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	13095,014	1	13095,014	36,041	,002 ^b
	Residual	1816,700	5	363,340		
	Total	14911,714	6			

a. Variable dependiente: VAR00002

b. Variables predictoras: (Constante), VAR00001

CÁLCULO DEL GRADO DE ASOCIACIÓN Y EXPLICACIÓN DEL MODELO (R^2)

La correlación entre la irradiancia con la carga solar en Aluminio de espesor de 0,30mm, con recubrimiento de TiO_2 (0,30mm); con diatomita es $R = -0,937$

Ahora, el coeficiente de Determinación es igual a $R^2 = 0.878$

En consecuencia, el grado de asociación porcentual es igual a $R^2 \times 100 = 87.80$ por ciento.

El grado de asociación entre las variables irradiancia y carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)] es igual a 0.8780. (ver Tabla 45)

Tabla 45

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,937 ^a	,878	,854	19,06148	,878	36,041	1	5	,002

a. Variables predictoras: (Constante), VAR00001

Tabla 46

Coefficientes^a

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	794,294	45,502		17,456	,000
	VAR00001	-13,486	2,246	-,937	-6,003	,002

a. Variable dependiente: VAR00002

ELABORACIÓN DE LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN LINEAL

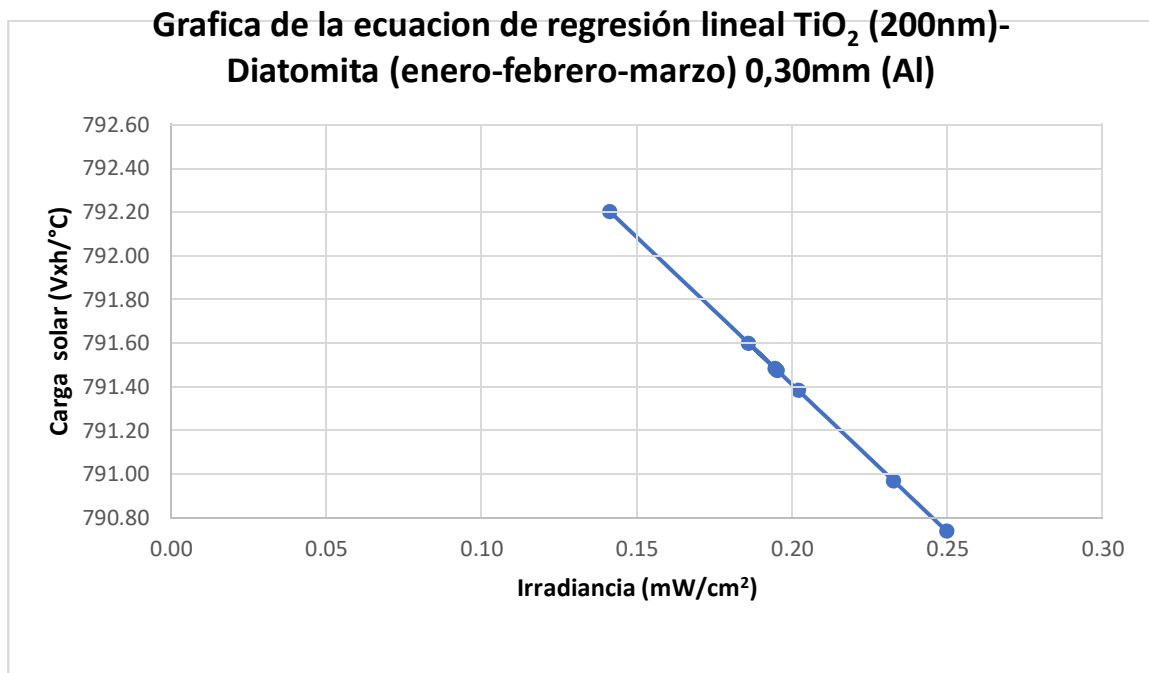
La intensidad o fuerza de la variable independiente (irradiancia) sobre la variable dependiente (carga solar) es igual a -0,901. Entonces, (ver Tabla 46)

Ecuación de regresión lineal simple: **Y= B + B1X**

Remplazando: **Y= 794,294 -13,486X**

Carga solar = 794,294 -13,4867(Irradiancia)

Figura 47



Los resultados muestran que existe una correlación inversamente proporcional entre la irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)]. Esto es, a mayor irradiancia (radiación ultravioleta) menor capacidad térmica (carga solar).

4.1.7.8. Evaluación de la relación entre irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

PRUEBA DE NORMALIDAD:

Ho: Los datos de la irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)] tienen una distribución normal

H1: Los datos de la irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)] no tienen una distribución normal

Regla de decisión

Si, Sig. es mayor que 0,05 entonces no rechazar la hipótesis nula

Si, Sig. es menor que 0,05 entonces rechazar la hipótesis nula

Resultado

Sig: 0.646 > 0.05 en el caso de irradiancia (Shapiro Wilk)

Sig: 0.044 < 0.05 en el caso de carga solar (Shapiro Wilk)

En que la variable de la irradiancia p-valor es mayor que 0,05 la irradiancia tiene una distribución normal , rechazando la hipótesis nula y la carga solar p-valor es menor que 0,05, aceptando la hipótesis nula, e indica que no tiene una distribución normal. En consecuencia, los datos no tienen una distribución normal. (Ver Tabla 48).

Conclusión

Los datos de irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)] no tienen una distribución normal.

Tabla 47

Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR00001	,185	7	,200 [*]	,941	7	,646
VAR00002	,252	7	,199	,803	7	,044

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

PRUEBA DE CORRELACIÓN DE PEARSON:

Irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Por demostrar

Ho: La irradiancia no tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

H1: La irradiancia si tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0.05$ entonces rechazar Ho

Resultado

Sig: 0,051 > 0.05 (ver Tabla 47); en consecuencia, aceptar la hipótesis nula.

Conclusión

La irradiancia no tiene relación significativa (0,05) con la carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Tabla 48

Correlaciones

		VAR00001	VAR00002
VAR00001	Correlación de Pearson	1	-,753
	Sig. (bilateral)		,051
	N	7	7
VAR00002	Correlación de Pearson	-,753	1
	Sig. (bilateral)	,051	
	N	7	7

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA:

Irradiancia en carga solar en la lámina de aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Por demostrar

Ho: La irradiancia no influye significativamente en la carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

H1: La irradiancia si influye significativamente en la carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0.05$ entonces rechazar hipótesis nula

Resultado

Sig: $0,051 > 0.05$ (ver Tabla 48); en consecuencia, aceptar la hipótesis nula.

Conclusión

La irradiancia no influye significativamente en la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)]

Tabla 49

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	2960,751	1	2960,751	6,550	,051 ^b
	Residual	2260,106	5	452,021		
	Total	5220,857	6			

a. Variable dependiente: VAR00002

b. Variables predictoras: (Constante), VAR00001

CÁLCULO DEL GRADO DE ASOCIACIÓN Y EXPLICACION DEL MODELO (R²)

La correlación entre la irradiancia con la carga solar en Aluminio de espesor 0,30mm, con recubrimiento de TiO₂(20mm); con Diatomita es R=-0,753

Ahora, el coeficiente de Determinación es igual a R²= 0.567

En consecuencia, el grado de asociación porcentual es igual a R²x100= 56.7 por ciento.

El grado de explicación de la incidencia de la variable irradiancia en carga solar de la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)] es igual a 0,567. (ver Tabla 50)

Tabla 50

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,753 ^a	,567	,481	21,26079	,567	6,550	1	5	,051

a. Variables predictoras: (Constante), VAR00001

Tabla 51

Coeficientes ^a					
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	434,972	38,023	11,440	,000
	VAR00001	-5,691	2,224	-2,559	,051

a. Variable dependiente: VAR00002

ELABORACION DE LA ECUACIÓN DE REGRESION LINEAL

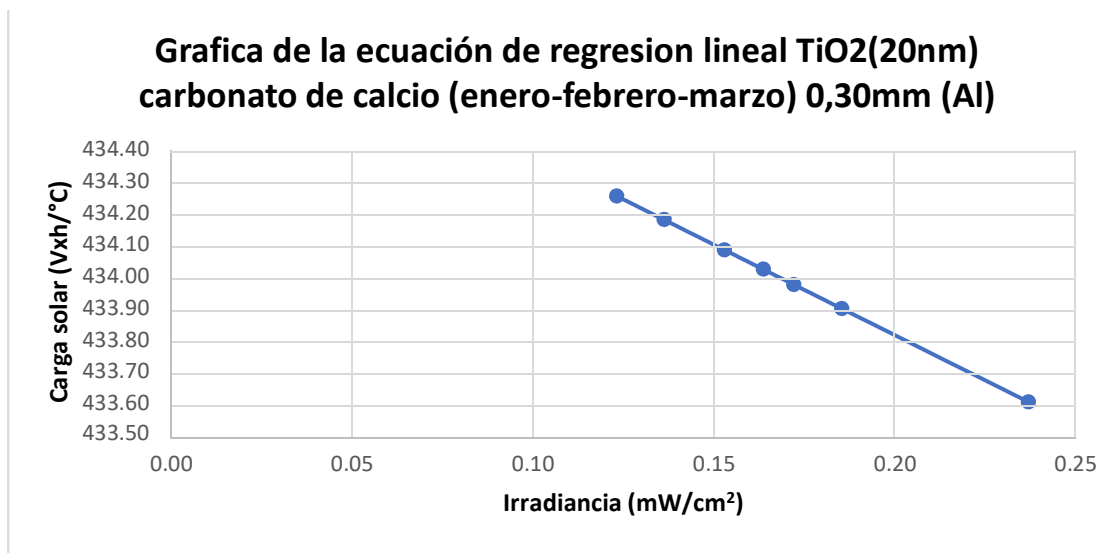
La intensidad o fuerza de la variable independiente (irradiancia) sobre la variable dependiente (carga solar) es igual a -0,753. Entonces, (ver Tabla 51)

Ecuación de regresión lineal simple: $Y = B + B1X$

Remplazando: $Y = 434,972 - 5,691X$

Carga solar = $434,972 - 5,691(\text{Irradiancia})$

Figura 48



Los resultados muestran que existe una correlación **no significativa** entre la irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (20 nm) + diatomita (1:3)].

4.1.7.9. Evaluación de la relación entre irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

PRUEBA DE NORMALIDAD:

H₀: Los datos de la irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)] tienen una distribución normal

H₁: Los datos de la irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)] no tienen una distribución normal

Regla de decisión

Si, Sig. es mayor que 0,05 entonces no rechazar la hipótesis nula

Si, Sig. es menor que 0,05 entonces rechazar la hipótesis nula

Resultado

Sig: 0.204 > 0.05 en el caso de irradiancia (Shapiro Wilk)

Sig: 0.175 > 0.05 en el caso de carga solar (Shapiro Wilk)

En ambas variables p-valor es mayor que 0,05 y no se rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, los datos tienen una distribución normal. (ver Tabla 52).

Conclusión

Los datos de irradiancia y lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)] si tienen una distribución normal.

Tabla 52

Prueba de normalidad para las variables irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VAR00001	,261	7	,161	,875	7	,204
VAR00002	,238	7	,200 [*]	,867	7	,175

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

PRUEBA DE CORRELACIÓN DE PEARSON:

Irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Por demostrar

H₀: La irradiancia no tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

H₁: La irradiancia si tiene relación significativa con la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Regla de decisión

Si: $\text{Sig} \leq 0.05$ entonces rechazar H_0

Resultado

Sig: 0,001 < 0.05 (ver Tabla 53); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión

La irradiancia si tiene relación significativa (0,05) con la carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Tabla 53

Correlaciones

		VAR00001	VAR00002
VAR00001	Correlación de Pearson	1	-,954**
	Sig. (bilateral)		,001
	N	7	7
VAR00002	Correlación de Pearson	-,954**	1
	Sig. (bilateral)	,001	
	N	7	7

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA:

Irradiancia en carga solar en la lámina de aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Por demostrar

H₀: La irradiancia no influye significativamente en la carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

H₁: La irradiancia si influye significativamente en la carga solar en lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Regla de decisión

Si: Sig $\leq$ 0.05 entonces rechazar hipótesis nula

Resultado

Sig: $0,001 < 0.05$ (ver Tabla 54); en consecuencia, rechazar la hipótesis nula.

Conclusión

La irradiancia si influye significativamente en la carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]

Tabla 54

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	10314,465	1	10314,465	50,316	,001 ^b
	Residual	1024,964	5	204,993		
	Total	11339,429	6			

a. Variable dependiente: VAR00002

b. Variables predictoras: (Constante), VAR00001

CÁLCULO DEL GRADO DE ASOCIACIÓN Y EXPLICACIÓN DEL MODELO (R^2)

La correlación entre la irradiancia con la carga solar en Aluminio de espesor de 0,30mm, con recubrimiento de TiO_2 (200nm); con diatomita es $R = 0,954$

Ahora, el coeficiente de Determinación es igual a $R^2 = 0.910$

En consecuencia, el grado de asociación porcentual es igual a $R^2 \times 100 = 91.00$ por ciento.

El grado de explicación de la incidencia de la variable irradiancia en carga solar de la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,14 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + diatomita (1:3)] es igual a 0.910. (ver Tabla 55)

Tabla 55

Resumen del modelo									
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,954 ^a	,910	,892	14,31757	,910	50,316	1	5	,001

a. Variables predictoras: (Constante), VAR00001

Tabla 56

Coeficientes ^a					
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados		Sig.
	B	Error típ.	Beta	t	
1	(Constante)	776,373	38,399	20,219	,000
	VAR00001	-14,747	2,079	-,954	,001

a. Variable dependiente: VAR00002

ELABORACIÓN DE LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN LINEAL

La intensidad o fuerza de la variable independiente (irradiancia) sobre la variable dependiente (carga solar) es igual a -0,954. Entonces, (ver Tabla 56)

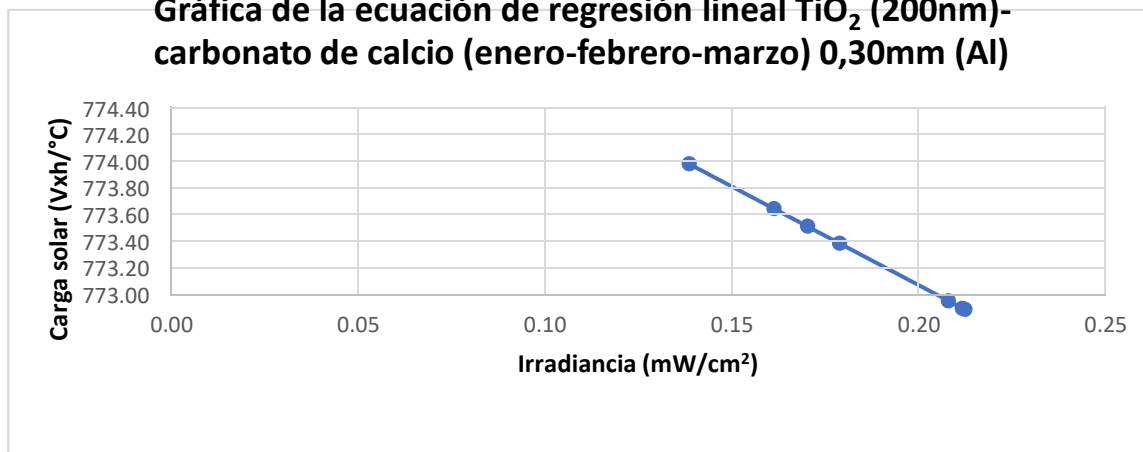
Ecuación de regresión lineal simple: $Y = B + B_1X$

Remplazando: $Y = 776,373 - 14,747X$

Carga solar = $776,373 - 14,747(\text{Irradiancia})$

Figura 49

Gráfica de la ecuación de regresión lineal TiO₂ (200nm)-carbonato de calcio (enero-febrero-marzo) 0,30mm (Al)



Los resultados muestran que existe una correlación inversamente proporcional entre la irradiancia y carga solar en la lámina de Aluminio galvanizado de espesor (0,30 mm) + [dióxido de Titanio (200 nm) + carbonato de calcio (1:3)]. Esto es, a mayor irradiancia (radiación ultravioleta) menor capacidad térmica (carga solar).

4.1.8 Análisis y Discusión de resultados

A partir de los resultados aceptamos la hipótesis general: La radiación UV-b influye significativamente en la capacidad térmica de dióxido de Titanio (20 nanómetros) con carbonato de Calcio (diámetro de malla 325) ($N > 0.05$; $p < 0.05$; Pearson = -0,99 CaCO_3) y dióxido de Titanio con diatomita ($N > 0.05$; $p < 0.05$; Pearson = -0,901 Diatomita). La radiación UV-b influye significativamente en la capacidad térmica de dióxido de Titanio (200 nanómetros) con carbonato de Calcio (diámetro de malla 325) ($N > 0.05$; $p < 0.05$; Pearson = -0,965 CaCO_3) y dióxido de Titanio con diatomita ($N > 0.05$; $p < 0.05$; Pearson = -0,99 Diatomita).

Para estos resultados se consideró la importancia de la caracterización de las muestras, aplicando técnicas de análisis y caracterización lo sostiene Faraldos, Marisol (2012) por ello se usó la espectroscopia infrarroja (IR), que basa su estudio en la interacción entre la materia y la radiación infrarroja. La importancia de la espectroscopia infrarroja es debido a que permite analizar muestras solidas lo sostiene Antonio López & Carlos Márquez A (2012). La espectroscopia Infrarroja es la técnica analítica que permitió la caracterización del Carbonato de calcio (CaCO_3) y la diatomita. Asimismo, la microscopía electrónica de transmisión (TEM) es una técnica que permite ver la muestra en imágenes, dando información de cómo se dispersa la muestra nos dicen Isabel Díaz & Carlos Otero D (2012). De acuerdo a la influencia de la radiación que es medida del espectro reflejado por la radiación solar que sostiene Ferrari, C. et. (2013) se considerado medir la irradiancia en diferentes recubrimientos evaluando la diferencia entre la energía emitida y la energía reflejada en unidades de irradiancia (mW/cm^2) relacionándolo con la carga solar ($V \times \text{h}/^\circ\text{C}$), tomando en

cuenta la radiación ultravioleta solar acumulada a la exposición que sostiene Little Mark P col. (2019).

De acuerdo a las mediciones realizadas en el trabajo de campo, para medir el índice ultravioleta se deben realizar sobre planos inclinados sostenido por Martines-Lozano, col. (2006). En los resultados de la irradiancia acumulada, se han aplicado ensayos de envejecimiento, sugerida en la norma **ASTM G154-16**, que menciona la utilización de la lampara ultravioleta UV, en que debían de ser sometidas las muestras, ello se relacionó con a la aplicación de las normas técnicas siguientes: La determinación del grado de herrumbre la norma (**ASTM 610**), en que se mostró mayor oxidación, en la superficie con un porcentaje equivalente al 33% en la muestra de TiO_2 (20nm) con carbonato de calcio, en que se usaron patrones visuales fotográficos. Asimismo, la determinación del grado de agrietamiento la norma (**ASTM 661**), en cada una de las muestras observadas presenta la formación de un agrietamiento irregular, se utilizó para la comparación visual en relación a cantidad, densidad y forma. Como también la determinación del grado de adherencia la norma (**ASTM D3358**), en que se aplicó el método de corte en cuadrícula, los resultados son de condición cualitativo basados en una escala visual con seis niveles y grados de adherencia, en que se estima el grado desconchamiento a lo largo de los bordes de los cortes. También podemos mencionar que se ha utilizado un comparador visual de la norma (**ASTM D4541**), en que se observó que la fórmula de TiO_2 (20nm) más carbonato de calcio que presenta una remoción del 20% y en la formula TiO_2 (200nm) más diatomea presenta una remoción del 20% ambas sometidas a 500horas de irradiancia, y observándose menor remoción del recubrimiento en la fórmula de TiO_2 (20nm) más diatomea equivalente a un 15% después de haber sido sometidas 500 horas de irradiancia.

Las nanopartículas de dióxido de Titanio (TiO_2) fueron medidas usando un equipo de microscopia de barrido electrónico de transmisión (TEM) al valor de 20 nm y al valor de 200 nm. La caracterización del Carbonato de calcio y de la diatomita fue medida usando un equipo de infrarrojo (IR).

En la investigación donde se obtuvieron los resultados de absorción, se usó un fotocolorímetro modelo (PS-3215). Se midieron las absorbancias, utilizándose el colorante de anaranjado de metilo a las concentraciones de 0.16mol/L y a 0,48mol/L encontrándose una mejor influencia en la absorción de la Diatomita > TiO₂-Diatomita > TiO₂-CaCO₃>TiO₂(200nm) > TiO₂(20nm).

En las mediciones que se realizaron para evaluar la potencia de radiación que llega a la superficie de los paneles solares, expresándolas en unidades de irradiancia de mW/cm², se utilizó el equipo YK- 35UV-B, donde se puede observar que el recubrimiento correspondiente a la unión de TiO₂-Diatomita, mostro un valor de 4.34% de la energía reflejada, demostrándose que fue significativamente menor, lo que indicó que el recubrimiento de la fórmula #4, influye en mayor absorción de la radiación ultravioleta b.

En la investigación se utilizó el equipo de medición de radiación UVb modelo YK-35UV-B, en otras superficies como fueron las probetas de Aluminio a dos espesores de 0,14nm y 0,30nm, colocándose con una inclinación de 37°. Cada una de estas probetas fueron colocadas a tres alturas diferentes como son a 95cm, 110cm y 120cm, luego, en cada altura se midió la radiación ultravioleta sobre su superficie, evaluando la radiación que reflejaban las probetas de aluminio, sobre las cuales fueron aplicados los 4 recubrimientos. Se observó que el recubrimiento de TiO₂ (200nm)-Diatomita de la formula #4 y el recubrimiento de TiO₂ (20nm)-Diatomea de la formula #3, observándose valores más bajos de irradiancia en mW/cm², obteniéndose una mayor influencia en la absorción de la radiación ultravioleta b.

Se evaluaron ensayos de irradiancia acumulada, en forma cíclica y durante 500 horas, con una frecuencia de 8 horas continuas durante el día, recibiendo una irradiancia constante en un valor de 1,41mW/cm²; donde la irradiancia se encontró dentro de la longitud de onda de 310nm a 340nm; de acuerdo con las condiciones establecidos por la norma ASTM G-145. Estos ensayos de envejecimiento fueron sometidos a recubrimientos, cuyos resultados

fueron comparados al inicio y al final de los mencionados ensayos, recibieron una irradiancia acumulada de 705mW/cm^2 en 500 horas.

En el ensayo de envejecimiento (QUV) donde fueron sometidos los recubrimientos, como el ensayo de herrumbre en que se aplicó la norma ASTM 610, se pudo observar una mayor oxidación en la superficie, de $\text{TiO}_2\text{-CaCO}_3$ en un 33% utilizando el patrón visual de la norma ASTM 610.

En el ensayo de envejecimiento (QUV) donde fueron sometidos los recubrimientos, como el ensayo de agrietamiento, se aplicó la norma ASTM 661, observándose la formación de un agrietamiento irregular en todos los recubrimientos, utilizando el comparador visual de la norma ASTM 661.

En el ensayo de envejecimiento (QUV) donde fueron sometidos los recubrimientos, como el ensayo de adherencia, se aplicó la norma ASTM D3359. Se pudo observar que del método de corte de cuadrícula presentó un mayor grado de desconchamiento a lo largo de los bordes, con un valor de un 20% en la fórmula #1 TiO_2 (20nm)- CaCO_3 . También se observó un grado de desconchamiento a lo largo de los bordes con un valor de un 20% en la fórmula #2 TiO_2 (200nm)-Diatomita. Asimismo, se observó un grado desconchamiento a lo largo de los bordes con un valor de un 15% en la fórmula #3 TiO_2 (20nm)-Diatomita, donde se pudo observar, una mejor resistencia y, en consecuencia, una mejor adherencia del recubrimiento sobre la superficie para la protección de la radiación ultravioleta b.

4.2 Prueba de hipótesis

4.2.1 Hipotesis general

La radiación UV-b influye significativamente en la capacidad térmica de dióxido de Titanio con carbonato de Calcio y dióxido de Titanio con diatomita.

4.2.2 Hipótesis Específicas

Hipótesis Específicas (1)

La radiación UV-b influye significativamente en la capacidad térmica de dióxido de Titanio con carbonato de calcio.

Hipótesis Específica (2)

La radiación UV-b influye significativamente en la capacidad térmica de dióxido de Titanio con diatomita.

Hipótesis Específica (3)

Describir como el dióxido de titanio con carbonato de calcio y como el dióxido con diatomita influyen en la protección de superficies de la radiación ultravioleta UVB.

4.3 Presentación de resultados en las mediciones

En el caso de la medición de la Irradiancia acumulada con la norma ASTM G154, en relación con las 8 horas continuas en un día de ensayo. Aquí se observa que influye significativamente en la capacidad térmica manteniéndose en un rango de temperaturas 27°C a 41,2°C. Para evaluar la temperatura, como la capacidad calórica entre la superficie y el ambiente utilizando en los recubrimientos formulados de dióxido de titanio con carbonato de calcio y dióxido de titanio con diatomita.

Tabla 57

Registro de la Irradiancia recibida durante todas las horas del ensayo

<u>Irradiación</u>	<u>horas de ensayo</u>	<u>Temperatura</u>
56.40	40	31.2
157.92	112	30.0
245.34	174	28.4
329.94	234	28.4
417.36	296	27.0
501.96	356	27.6
589.38	418	29.0
673.98	478	30.1
683.85	485	30.1
705.00	500	31.2

Nota. Relación a las horas de ensayos en que recibe la irradiación y su respectiva medición de temperatura

En el caso de la medición de la absorción a la longitud de onda a 430nm, utilizando una solución de anaranjado de metilo a la concentración de 0,16mol/L y a la concentración de 0,32mol/l, se observa la absorción del anaranjado de metilo en los recubrimientos. Para evaluar el resultado aplicando una comparación con la absorción de la radiación UVb del dióxido de titanio con carbonato de calcio y el dióxido de titanio con diatomita, en la longitud de onda de 280nm a 315nm.

En el caso de la medición de la potencia de la radiación UVb, usando un medidor de radiación UVB YK-35UV en relación con la irradiancia en mW/cm^2 , como la carga solar $V \times h/^\circ\text{C}$ usando el controlador solar modelo SD2410c y medidor de amperaje digital modelo Keiweisi, se evaluó en los recubrimientos aplicados a los paneles solares en que cada uno tubo un recubrimiento de dióxido de Titanio con carbonato como dióxido de titanio con diatomita.

- Como resultados en paneles solares sin recubrimiento, y con recubrimiento en la medición de la Irradiancia mW/cm^2 y la carga solar

V x h/°C, midiendo la potencia de la radiación Ultravioleta B, que llega a la superficie en un periodo horas desde las 10:30am a las 3pm.

Figura 50

En las imágenes del área de trabajo y medición de la Irradiancia sobre los paneles solares, utilizando el equipo modelo YK-35UV



A

B

Nota. En la imagen A se observan los paneles solares, en la parte posterior se observan los bastidores; en la imagen B se puede observar la medición realizada sobre la superficie del panel solar.

En el caso de las probetas de aluminio al espesor de 0,14mm sin recubrimiento, como con recubrimiento en la medición de la Irradiancia mW/cm^2 y la carga solar Vx h/°C, se colocó en un bastidor de ángulo de 37° y a tres alturas diferentes de 95cm, 110cm y 120cm, midiendo la potencia de la radiación Ultravioleta B, observándose como llega a la superficie en un periodo horas desde las 10:30am a las 3pm.

En el caso de las probetas de aluminio al espesor de 0,30mm sin recubrimiento, como con recubrimiento en la medición de la Irradiancia mW/cm^2 y la carga solar Vx h/°C, en que se colocó un bastidor de Angulo de 37° y a tres alturas diferentes de 95cm, 110cm y 120cm, midiendo la potencia de la radiación Ultravioleta B, observándose como llega a la superficie en un periodo horas desde las 10:30am a las 3pm.

Figura 51

En las imágenes del área de trabajo y medición de la Irradiancia sobre los bastidores con las probetas de aluminio, utilizando el equipo modelo YK-35UV



A



B

parte posterior

se observan los bastidores; en la imagen B se puede observar la medición realizada sobre la superficie de los bastidores con las probetas de aluminio en espesores de 0,14mm y 0,30mm.

- Como resultado de las condiciones ambientales de % de humedad y temperatura a las muestras que fueron sometidas a ensayos de envejecimiento para, evaluar la protección de superficies de la radiación UVB.

Tabla 58

Registro de las horas de Irradiación en relación con la temperatura

Horas	Temperatura °C				
	irradiación	6:00 a. m.	8:00 a. m.	10:00 a. m.	12:00 a. m. pm.
56	23.3	27.4	29.6	32.4	34.6
120	23	27.1	30.1	32	34.1
180	21.6	22.6	27.8	29.8	32.2
240	20.9	23.9	26.6	28.4	31.2
300	20.1	23.2	25.1	27.7	29.1
360	19	21.5	24.5	26.8	28.3
420	17.9	18.9	21.7	24.4	25.8
480	18.4	20.4	22.4	25.7	26
500	18.2	19.1	20.6	23.3	24.7

Nota. El registro de resultados de las condiciones de irradiancia acumulada a 500hr en relación a la temperatura que ha recibido durante el ensayo realizado durante las horas 6am, 8am, 10am, 12am y 2pm.

Tabla 59

Registro de las horas de Irradiación en relación con la Humedad relativa (%HR)

Horas (h)	Humedad relativa (% RH)				
	6:00	8:00			
Irradiadas	a. m.	a. m.	10:00 a. m.	12:00 a. m.	14 pm.
56	75	71	55	44	36
120	74	68	51	42	37
180	76	71	53	46	43
240	76	68	55	49	45
300	79	70	58	49	52
360	79	68	58	49	52
420	82	83	70	58	53
480	81	72	67	58	53
500	83	80	70	61	54

Nota. El registro de resultados de las condiciones de irradiancia acumulada a 500hr en relación a la humedad relativa (%RH) que ha recibido durante el ensayo realizado durante las horas 6am, 8am, 10am, 12am y 2pm.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los correspondientes objetivos específicos:

- (1) La radiación UV-b influye significativamente ($p < 0,05$; Pearson = -0,979) en la capacidad térmica de dióxido de Titanio (20 nanómetros) con carbonato de calcio. La radiación UV-b influye significativamente ($p < 0,05$; Pearson = -0,965) en la capacidad térmica de dióxido de Titanio (200 nanómetros) con carbonato de calcio.
- (2) La radiación UV-b influye significativamente en la capacidad térmica de dióxido de Titanio (20 nanómetros) con diatomita ($N > 0,05$; $p < 0,05$; Pearson = -0,901 Diatomita). La radiación UV-b influye significativamente en la capacidad térmica de dióxido de Titanio (200 nanómetros) con diatomita ($N > 0,05$; $p < 0,05$; Pearson = 0,990 Diatomita)
- (3) Medir la potencia de radiación de cómo llega al carbonato de calcio y como llega a la diatomita, El dióxido de titanio con carbonato de calcio, así como el dióxido con diatomita influyen significativamente ($p < 0,05$) en la protección de superficies de la radiación ultravioleta UVB.
- (4) Los ensayos de irradiancia acumulada, en forma cíclica y durante 500 horas, con una frecuencia de 8 horas continuas durante el día.
- (5) En el ensayo de envejecimiento (QUV) sometidos los recubrimientos, con los siguientes resultados:
 - a) En el ensayo de herrumbre se aplicó la norma ASTM 610, observandose una mayor oxidación en la superficie, de $\text{TiO}_2\text{-CaCO}_3$ en un 33%.
 - b) En el ensayo de agrietamiento, se aplicó la norma ASTM 661, observándose la formación de un agrietamiento irregular en todos los recubrimientos.
 - c) En el ensayo de adherencia, se aplicó la norma ASTM D3359, utilizando el metodo de corte de cuadrícula. Observandose un grado desconchamiento a lo largo de los bordes con un valor de un 15% en la formula #3 TiO_2 (20nm)-Diatomita, se pudo observar una mejor resistencia.

RECOMENDACIONES

Realizar estudios previos del comportamiento de la diatomita a diferentes rangos de temperatura, y a diferentes cantidades de diatomita para formular un recubrimiento.

Trabajar propuesta de investigación, donde la formulación que se desarrolle para el recubrimiento tenga sólo diatomita, para evaluar la capacidad de absorción térmica del recubrimiento.

Aplicar ensayos de envejecimiento en los recubrimientos desarrollados, con la finalidad de evaluar su resistencia en el tiempo.

Considerar para futuras investigaciones propuestas ecológicas innovadoras aplicando recubrimientos en agricultura.

La aplicación de la investigación considerar como propuesta, pintar con este recubrimiento en las ventanas de los hospitales, para mitigar la radiación ultravioleta, con la finalidad de proteger las superficies de los materiales expuestos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A El Zein and Y. Bedjanian, (2013) Interacción de la superficie de NO₂ bajo irradiación UV: mediciones del coeficiente de captación, Atmos.Chem phys. (12), France p.1013-p.1020. <https://doi.org/10.5194/acp-12-1013-2012>
- Acevedo, A., Bustos, C., Laserre, J.P., Gacitúa, W. (2013). Efecto de un envejecimiento acelerado mediante rayor UV en la propagación superficial de grietas de debobinado en tableros contrachapados de Eucaliptus intensa. Maderas, Ciencia y tecnología 15(1), Chile p.45-p.56. DOI:[10.4067/S0718-221X2013005000004](https://doi.org/10.4067/S0718-221X2013005000004)
- Agresti Giorgia, Giuseppe Bonifazi, Luca Calienno, Giuseppe Capobianco, Angela Lo Monaco, Claudia Pelosi, Rodolfo Picchio, and Silvia Serrati, (2013) Surface Investigación of photo -Degraded Wood by colour Monitoring, Infrared Spectroscopy, and Hyperspectral Imaging, Journal of Spectroscopy, Italy p.1-p.13. <https://doi.org/10.1155/2013/380536>
- Aguilar, Navas, Alcantara, Fernandez, Gallardo, y Martín (2013) Una ruta para la síntesis de nanopartículas de TiO₂ dopadas con Cu con una muy baja intervalo de banda, Journal Chemical Physics Letters, Spain (57) p.49-p.53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cplett.2013.04.007>
- Andrew Pearson, † Harit Jani, § Kourosh Kalantar-Zadeh, ‡ Suresh K. Bhargava, *,† and Vipul Bansal, (2011), Fotocatalizador de iones Begin / TiO₂ decorado con nanopartículas de oro para fotocátalisis de luz solar mejorada, Langmuir (27), Australia p.6661–p.6667. <http://dx.doi.org/10.1021/la2007765>
- Aparna Gangulya, Oruganti Anjaneyulu b, Kasinath Ojhab and Ashok K Ganguli, (2015), Nano estructuras a base de óxido para foto catalítica y aplicaciones electro catalíticas, Royal Society of Chemistry, India p.1-p.55. <http://dx.doi.org/10.1039/C5CE01343G>

ASTM E1980-01. 2002. Standard Practice for Calculating Solar Reflectance

Index of Horizontal and Low-Sloped Opaque Surfaces. ASTM International.

<https://www.document-center.com/standards/show/ASTM-E1980>

ASTM D4541-02. 2002. Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coating Using Portable Adhesion Testers. ASTM International.

https://www.en-standard.eu/astm-d4541-22-standard-test-method-for-pull-off-strength-of-coatings-using-portable-adhesion-testers/?gclid=CjwKCAiA0JKfBhBIEiwAPhZXD0aaeUd25N2YULQx9YJMIlyKRwodPYeyuK2diUpfW2goDhVUCK5uHBoCGT8QAvD_BwE

ASTM G154-16. 2016. Standard Practice for Operating Fluorescent Ultraviolet (UV) Lamp Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials. ASTM International. <https://www.astm.org/g0154-16.html>

ASTM D610-08.2008. Standard Practice for Evaluating Degree of Rusting on Painted Steel Surfaces. ASTM International.

<http://file.yizimg.com/175706/2011090909552699.pdf>

ASTM D3359-09.2009. Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test. ASTM International. https://www.en-standard.eu/astm-d3359-22-standard-test-methods-for-rating-adhesion-by-tape-test/?gclid=CjwKCAiA0JKfBhBIEiwAPhZXD28_I81KNInt_R6yJR13wM3xPTTmaY7DvYuOTMbEsGyUowuMWoyrhoCADYQAvD_BwE

https://www.en-standard.eu/astm-d3359-22-standard-test-methods-for-rating-adhesion-by-tape-test/?gclid=CjwKCAiA0JKfBhBIEiwAPhZXD28_I81KNInt_R6yJR13wM3xPTTmaY7DvYuOTMbEsGyUowuMWoyrhoCADYQAvD_BwE

ASTM D661-93. 2011. Standard Test Method for Evaluating Degree of Cracking of Exterior Paints. ASTM International. https://global.ihc.com/doc_detail.cfm?document_name=ASTM%20D661&item_s_key=00019111

Baifu, Peng, Dandan, Zhiyu y Honggang 2008. Efecto de las especies de

superficie sobre la actividad fotocatalítica de Cu-TiO₂. Journal Applied Surface science (254), China p.2569-p.2574.

<https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2007.09.002>

Burns Erin M. Col (2019), La radiación ultravioleta, tanto UVA como UVB, influye en la composición del microbioma de la piel, Experimental Dermatology (28), USA p.136-p.141.

<https://doi.org/10.1111/exd.13854>

By Karran Woan, Georgios Pyrgiotakis, and Wolfgang Sigmund, (2009), Foto catalítico Carbono-Nanotubos-Compuestos De TiO₂, Avance Material USA (21), 2233-2239.

<https://doi.org/10.1002/adma.200802738>

Carrasco-Ríos. (2009). Efecto de la Radiación Ultravioleta-B en plantas,

27(3), Chile IDESA 59-76. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292009000300009>

Dragos, C., Ríos. (, F., Rusu,T.(2020). Sustainable Wood coatings made of epoxidized vegetable oils for ultraviolet protection. Rumania, p.1-p.20.

<https://www.x-mol.com/paper/1292132694047203328>

Enríquez, E., Fuertes, V., Cabrera, M.J., Seores, J., Muñoz, D., Fernández,

J.F. (2017). New strategy to mitigate urban heat island effect: Energy saving by combining high albedo and low thermal diffusivity in glass ceramic materials. Solar Energy Spain (149) p.114-p.124.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2017.04.011>

Facundo Orte Pablo (2017). “Procesamiento de señales de un radiómetro de

ondas milimétricas para obtener perfiles de onda milimétricas para obtener perfiles de ozono y estudios de la radiación solar UV en superficie” (Tesis doctoral), Buenos Aires.

<https://ria.utn.edu.ar/xmlui/handle/20.500.12272/2789>

Faraldos, Marisol, Goberna C. (2012). Tecnicas de Analisis y caracterización

de materiales, consejo superior de investigaciones científicas, Madrid. <https://icp.csic.es/es/tecnicas-de-analisis-y-caracterizacion-de-materiales-3a-ed/>

Ferrari, C., Libbra, A., Muscio, A., Siligardi, C. (2013). Influence of the irradiance

spectrum on solar reflectance measurements. Italy (7)2 p.244-p.253.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17512549.2013.865563>

Fernandez, M., Velasco, F., Bautista, A.2020.Performance of ultraviolet exposed epoxy powder coatings functionalized with silica by hot mixing. Spain (10) p 1042-p.1057.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785420321700>

Foroughbakhch Pournavab R. Col, (2019), El efecto de la radiación ultravioleta en la germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas de las especies comunes de Noreste de México, Agronomy

(9) 269. <https://doi:10.3390/agronomy9060269>

Fernández-Ibáñez, M.I. Polo-López, S. Malato, S. Wadhwa, J., 2014, Desinfección foto catalítica solar de agua con dióxido de titanio grafeno Composites, Chemical Engineering Journal (1-37) USA.

<https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.06.089>

Gang Xiao, HaijiaSu*, TianweiTan, (2015), Síntesis de composites de Core

– shellbio affinity chitosan – TiO₂ y sus aplicaciones ambientales, Journal of Hazardous Materials (283) China p.888–p.896.

<https://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2014.10.047>

Gokhan Akbulut, B.K, Kayaoglu, Eren, M., Yildiz, B. & Orbay, M. (2016).

The effect of different radiation sources for the UV curing of a screen-printed, water-based polyurethane acrylate water. Technol.Turkey, 132 p.1-p.10. <https://doi.org/10.1111/cote.12219>

Geffertova Jarmilla, Geffert Anton & Vybohova Eva, 2018 The effect of UV

Irradiation on the colour change of the spruce wood, Acta faculties xylological Zvolen, 60(1) Slovakia p.41-p.50.

<https://doi.10.17423/afx.2018.60.1.05>

Gomes de castro Monsorens K. Col, (2019), Influencia de la radiación ultravioleta en polimetilmetacrilato (PMMA), J Mater Res Techno; 8(5) Brasil p.3713-p.3718. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.06.023>

Halide Diker a, Canan Varlikli a, *, Koray Mizrak b, Aykutlu Dana, (2011), Caracterizaciones y comparaciones de actividad foto catalítica de nc-TiO₂ dopado con N Dependiendo de las condiciones sintéticas y las diferencias estructurales de las fuentes de aminas. Energy (36) Tukey p.1243-p.1254.

<https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.11.020>

Hayek, Elías, Dionysios 2007, Películas y membranas de TiO₂ foto catalítica

para el desarrollo de sistemas eficientes de tratamiento y reutilización de aguas residuales. ScienceDirect Desalination (199-206). <https://doi:10.1016/j.desal.2005.12.055>

Hyunwoong, Yiseul, Wonyong kim y Wonyong Choi 2013, Modificación de la superficie del fotocatalizador de TiO₂ para aplicaciones ambientales, Journal of photochemistry and photobiology C. Reviews 15 Korea p.1-p. 20).

<https://doi.org/10.1016/j.jphotochemrev.2012.10.001>

Jatahi-asl, J., Eskandari, M., Bigdeli, AH., Jangirimehr, F. (2020). Comparison

of Ultraviolet Protection Factor of Pure Cotton and Cotton Coated with Titanium Dioxide Nanoparticles using the Electrospinning Method with Two Ultraviolet-C Generators. Iran J Med Phys,17, Iran p.21-p.26. <https://doi.org/10.22038/ijmp.2019.30997.1371>

Khraishen, Wu, Al-Muhtaseb, y Al-Ghouti 2015, Desinfección foto catalítica de Escherichia coli utilizando TiO₂ P25 y TiO₂ dopado con Cu Journal of Industrial and Engineering Chemistry 28 Qatar p.369-p.376. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2015.02.023>

Labordena Merce, Naubauer David, Folini Doris, Patt Anthony, Lillestam Johan, 2018, Blue skies over China: The effect of pollution control on solar power generation and revenues, Journal PLOS ONE 13(11) China. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207028>

Lequan Liu^{1,2, *}, Xinnan Zhang¹, Lufeng Yang¹, Liteng Ren¹, Defa Wang¹, and Jinhua, (2017), Fotocatálisis inducida por nanopartículas metálicas. Revisión Nacional Science (24), Japan p.1-p.20. <https://doi.org/10.1093/nsr/nwx019>

Leguizamón J, Quiñones C. Espinosa H. Sarria V. (2010) Fotosensibilización del TiO₂ con un colorante comercial para foto degradación de contaminantes orgánicos en agua. Divulgación Científica 13 (2): Bogotá p.185-p.190. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262010000200021

Lipponen Antti, Col (2020), Recuperación avanzada de la radiación ultravioleta y del ozono para Aplicaciones-Superficie Ultravioleta Productos de radiación, Atmosphere (11), 324. <https://doi.org/10.3390/atmos11040324>

Little Mark P Col. (2019), La radiación ultravioleta solar acumulada exposición y el carcinoma de células basales de la piel en una cohorte nacional de EE.UU. usando medidas de satélite y en tierra,

Enviromental Health (18) 114. <https://doi.org/10.1186/s12940-019-0536-9>

López, Gómez y Llanos (2009), Propiedades foto físicas y foto catalíticas del dopado con cobre nanométrico catalizadores de sol-gel de Titania, Journal Catalysis today (148) México p.103-p.108. <https://doi:10.1016/j.cattod.2009.04.001>

Malato, Fernández, Maldonado, Blanco y Gernjak (2009) Descontaminación y desinfección del agua por fotocátalisis solar: Resumen y tendencias recientes, Journal Catalysis today (147) p.1-p.59 <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2009.06.018>

María Eugenia Monge, Barbara D'Anna and Christian George, (2010), Eliminación de dióxido de nitrógeno y formación de ácido nitroso sobre óxido de titanio superficies: ¿un proceso de remediación de la calidad del aire? Physcal Chemistry, (12), USA p.8991-p.8998. <https://dx.doi:10.1039/B925785C>

Martínez-Lozano, J., Martín, M., Esteve, A., Utrillas, M., Tena, F Cañada. (2006)., *El índice UV sobre planos inclinados* <https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/5209/1/O2-trabajo%20Martinez-Lozano%20et%20al.pdf>.

Marsi, N., Mohd, A., Mahmood, S., Rashid, A., Singam, R., Mohd, M., (2019). *UV Exposure of the Surface Coating Sustainable Polymer Composite*,8(1.3), Malaysa p.144-p.147. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2019/2881.32019>

Mark Z. Jacobson, Vijaysinh Jadhav, (2018). World estimates of PV optimal tilt angles and ratios of sunlight incident upon tilted and tracked PV panels relative to horizontal panels, Solar Energy, 169, USA p.55-66. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.04.030>

- Mendoza, J, Dong Hoon, Joo-Hyon K, (2016). Eliminación fotocatalítica de NOx utilizando zeolita recubierta con TiO₂. Environmental Engineering Research, (16) Korea p.1-p.18.
<https://dx.doi.org/10.4491/eer.2016.016>
- Ming-Guo Ma¹, * and Jie-Fang Zhu², (2010), Avances recientes en la fabricación de biodegradable inorgánico a base de calcio Nanomaterials, *Recent Patents on Nanotechnology* (4), 164-170
<https://doi.org/10.2174/187221010792483690>
- Monfared, A.H., Jamshidi, M. 2019. Effects of photocatalytic activity of nano TiO₂ and Pain/TiO₂ nanocomposite on the physical/mechanical performances of acrylic pseudo paints. Progress in Organic Coating 136:105300 Iran p.1-p.8. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2019.105300>
- Nicholas J. Bell, † Yun Hau Ng, † Aijun Du, ‡ Hans Coster, § Sean C. Smith, ‡ and Rose Amal, (2011), Entendiendo la mejora en las propiedades fotoelectroquímicas de óxido de grafeno reducido con TiO₂ preparado foto catalíticamente Compuesto, J. Phys. Chem. C, (115), Australia p.6004–p.6009. <https://dx.doi.org/10.1021/jp1113575>
- Nunes, D., Pimental, A., Araújo, A., Calmeiro, T.R., Panigrahi, S., Pinto, J.V., Baquinha, P., Gama, M., Fortunato, E., Martins. (2018). *Enhanced UV Flexible Photodetectors and Photocatalysts Based on TiO₂ Nanoplateforms*, Springer Nature Portugal p.1-p.29.
<https://doi.org/10.1007/s11244-018-0968-4>
- Mohr L.C. Col (2019), Las nanopartículas de dióxido de titanio aplicadas como bloqueador de la radiación ultravioleta en el polímero biodegradable del ácido poliláctico, polymer Testing (77), Brasil p.105-p.867. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2019.04.014>
- QuanJun Xiang, † Jiaguo Yu, *, † and Mietek Jaroniec, (2012), Efecto sinérgico de MoS₂ y grafeno como catalizadores para mejorar Actividad de producción de H₂ foto catalítica de nanopartículas de TiO₂, J. Am. Chem. Soc. (134), USA p.6575–p.6578.
<https://dx.doi.org/10.1021/ja302846n>

- Raya, J., Aguirre. (2012). *El papel del Silicio en los Organismos y Ecosistemas*, Conciencia Tecnológica, 43, 42-46.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94424470007>
- Ramirez, E; Mendoza J, Torres E, Flores E, Serrano J, (2021) Banco de pruebas didáctico para aprendizaje y medición del rendimiento de paneles solares fotovoltaicos. UIS Ingeririas. (20); 1-10.
<http://doi.org/10.18273/revuin.v20n2-2021001>
- Rodriguez, K., Maure, F., Quiñones, J. (2020). *Energía solar fotovoltaica*.
https://energyeducation.ca/encyclopedia/Photovoltaic_effect#cite
- Rtimi, Giannakis, Sanjines, Pulgarin, Bensimon y Kiwi (2016) Información sobre la inactivación bacteriana foto catalítica por TiO₂-Cu co-sputtered en condiciones aeróbicas y anaeróbicas, Journal Applied Catalysis B: environmental (182) Switzerland p.277-p.285.
<https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2015.09.041>
- Rimeh Daghrir, † Patrick Drogui, *, † and Didier Rober, (2013), Revisión del TiO₂ modificado para aplicaciones foto catalíticas ambientales, Ind.Eng. Chem. Res., 52, France p.3581–p.3599.
<https://dx.doi.org/10.1021/ie303468t>
- Sameena Kamaruddin & Dietmar Stephan, (2014), Recubrimiento y caracterización mediada por sol – gel. de Arena Foto catalítica y Sílice Fumed para Ambiental Remediación, Water Air Soil Pollut (225) 1948 Switzerland p.2-p.11. <https://doi.org/10.1007/s11270-014-1948-3>
- Salkany Robert PE (2018), La radiación ultravioleta y la piel, Instituto de dermatología, London, change history November 2nd Edition Mexico. <https://www.scielosp.org/pdf/spm/v55n1/v55n1a14.pdf>
- Seckbach J. Gordon R. (2019) Diatomeas: Fundamentos y aplicaciones, Wiley & Sons, Beverly USA. https://www.cibnor.gob.mx/revistas/pdfs/vol6num1/3_ALGAS_CRISTAL.pdf

- Seúl-Yi Lee Q1, Soo-Jin Park, (2013), Foto catalizador de TiO₂ para aplicaciones de tratamiento de agua, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, (1453) Korea p.1-p.9.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jiec.2013.07.012>
- Tenkate T. Col (2019), La carga de enfermedades y lesiones relacionadas con el trabajo de la OMS/OIT: Protocolo para exámenes sistemáticos de la exposición ocupacional a la radiación solar ultravioleta y del efecto de la exposición ocupacional a la radiación ultravioleta solar en catarata, Environment International, (125) p.542-p.553. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i1.4486>
- Trezza, M. Scian N. (2013), Aporte de las técnicas ATD/TG y espectroscopia FT-IR al estudio de la carbonatación de la matriz cementicio, Afinidad LXX,562 Argentina p.1-p.6.
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/24241/CONICET_Digital_Nro.36801b60-25af-4ad6-8126-fd6fa558ef44_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Valenta Kim, Col, **(2020)** La radiación ultravioleta cambia el color de la planta, BMC Planta biology, 20, 253 USA p.2-p.20.
<https://doi.org/10.1186/s12870-020-02471-8>
- Varganici, C.D., Rosu, L., Rosu, D., Mustata, F., Rosu, T.2020.Sustainable Wood coating made of epoxidized vegetable oils for ultraviolet protection. Springer Nature Switzerland AG2020
p.1-p.22. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01067-w>
- Velasco, M. (2000). Fundamentos de Física Moderna. Limusa.
<https://es.pdfdrive.com/fundamentos-de-fisica-moderna-e157931306.html>
- Vorosmarty, Salisbury, y Lammers 2000, Recursos Hídricos Globales: Vulnerabilidad por el clima Cambio y crecimiento de la población. reporte científico.vol 289 USA p.1-p.6.
<https://doi.10.1126/science.289.5477.284>

- Weiyin Gao, a Minqiang Wang, *a Chenxin Ran, a Xi Yao, a Honghui Yang, Jing Liu, a De Long He and Jinbo Bai, (2014), Síntesis en un solo recipiente de nanocompuestos Ag / r-GO / TiO₂ con alta energía solar Absorción y Anti-Recombinación Mejorada en Foto catalítica Aplicaciones, *Nanoscale*, The Royal Society of Chemistry USA p.1-p.10. <https://doi.10.1039/C3NR05466G>
- Wey, Jason y Rose (2012), Avances en la fotocatálisis heterogénea de radicales clásicos en Química para ingeniería de nano materiales y reactores solares) *Journal Phys. Chemistry* (3) Australia p.629-p.639. <https://dx.doi.org/10.1021/jz3000646>
- Xiaobo Chen y Samuel S. Mao, (2007) Nano materiales de dióxido de titanio: síntesis, propiedades, modificaciones y Aplicaciones, *Journal Chemistry* (107) USA p.2891-p.2959. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/cr0500535>
- Yanling Cai*, Maria Strømme, Ken Welch*, (2013), Los efecto antibacterianos foto catalíticos se mantienen en Nanocompuestos de TiO₂ a base de resina después del cese de UV Irradiación, División for Nanotecnología and Funcional Material, Departamento of Engineering Sciences, Vipul Bansal, RMIT University, Australia, octubre, (8) p.1-p.8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075929>
- Yuri Hendrix, Alberto Lázaro, Qingliang Yu, Jos Brouwers, (2015), Composites de Titania y sílice: una revisión de la Actividad foto catalítica y síntesis. Metodos, *World Journal of Nano Science and Engineering*, (5) 161-177. <https://doi:10.1371/journal.pone.0075929>
- Zhang, Y., Zhai, X.2019.Preparation and testing of thermochromic coatings for buildings. *Solar Energy* 191 China p.540-p.548. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.09.042>

Zouzelka, R & Rathousky, (2017). Reducción foto catalítica de los contaminantes NOx en el aire utilizando un recubrimiento funcional comercial con morfología porosa, Applied Catálisis B: Environmental (217), Czech República p.466-p.476.

<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.apcatb.2017.06.009>

Zhiwei Gea,c, Feng Yea, Hui Caob, Guanghui Lenga, Yue Qind, Yulong Ding, (2013), Materiales compuestos a base de sales de carbonato para el almacenamiento de energía térmica de temperatura media y alta. Partículas (611) p.1-p.5.

<https://doi.org/10.1016/j.partic.2013.09.002>

ANEXOS. Cuadro 1 Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN NOMINAL O CONCEPTUAL	DIMENSIÓN REAL - DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	UNIDADES DE MEDIDA	INSTRUMENTOS, REACTIVOS
VARIABLE INDEPENDIENTE Radiación Ultravioleta B	Es la radiación UVb en superficie se medirá la potencia, el tiempo y la superficie del panel solar y de la superficie del aluminio.	Transferencia de energía. Potencia Tiempo de exposición Superficie del panel solar Superficie de aluminio UVb por envejecimiento a las superficies de aluminio.	La variable dependiente capacidad térmica del dióxido de titanio con carbonato de calcio y diatomita será medirlo mediante la transferencia de energía y el calor. Es una expresión de la energía en relación al tiempo en Segundo.	Temperatura Voltaje Capacidad calorífica Carga solar Sensor de radiación Horas Eficiencia Irradiancia Condiciones climatológicas Tiempo Índice de radiación UVb lampos a 310nm	50 a 300°C 12V a 24V 10A -30A Específico (Ambient al-Material) V x h /°C 2mW/cm² a 20mW/cm² 10:30am a 3pm. Corriente x voltaje J/cm² o Wh/m² 0- 100 %HR 0°C a 40°C Minutos horas 0.67W/m² 1.23W/m²	Termómetro digital, modelo SH-113. Controlador solar (SD2410c). KEWEISI Termómetro digital (modelo SH-113) y controlador solar (SD2410c). Controlador solar (SD2410c). KEWEISI UV light meter, modelo YK35UV ASTM E903 CronometroR MM-60E (KEWEISI) UV light meter, modelo YK35UV. ASTM E903 Humedad relativa Temperatura Cronometro RMM-60E UVB-313

					1,44mW/ cm ²	ASTM G-154/ ASTM D4587 y D3359 ASTM D661, D610
VARIABLES DEPENDIENTES Capacidad térmica del dióxido de titanio con carbonato de calcio Capacidad térmica del dióxido de titanio con diatomita	Las características se expresan en la distribución de la partícula que puede determinar por análisis instrumental como en la escala granulométrica. Los mecanismos de transferencia en energía son los procesos que se transfieren en forma de calor a distintos cuerpos.	Características Propiedades físicas Propiedades de Absorción	El dióxido de titanio, el carbonato de calcio y la diatomita que es la variable independiente serán medidos mediante sus características, propiedades físicas y absorción.	Tamaño Granulometría Espesor Intensidad de la luz. Radiación Ultravioleta UVb	-20nm y 200nm Micrones 44mm 0 y 1,250µm Absorbancia, rango 0,05 a 1,5Abs 2mW/cm² a 20mW/cm²	TEM (Microscopia electrónica de transmisión), ASTM E1588-07 Malla 325, ASTM D-422 Medidor de espesor digital ASTM D4414 Espectrómetro de radiación UV. Pasço sensor Wireless calorímetro. ASTM c1777UV light meter, modelo YK35UV. ASTM E903

Cuadro 2. Matriz de Consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACION Y MUESTRA	TECNICAS E INSTRUMENTOS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General				
¿Cuál es la influencia de la radiación UV-b en la capacidad térmica de dos superficies una de dióxido de Titanio con carbonato de calcio y otra de dióxido de Titanio con diatomita?	Evaluar la influencia de la radiación UV-b en la capacidad térmica de dos superficies una de dióxido de Titanio con carbonato de calcio y otra de dióxido de Titanio con diatomita.	La radiación UV-b influye significativamente en las superficies de dióxido de Titanio con carbonato de calcio y dióxido de Titanio con diatomita.	<u>Variable Independiente</u> X= Radiación Ultravioleta b	> Cuantitativo > Experimental > De tipo causal explicativo	<u>Compositos</u> > TiO₂(nanopartícula) y CaCO₃(micronizada) (3:1) > TiO₂(nanopartícula) y Diatomita (micronizada) (3:1) <u>Superficies</u> > Paneles solares > Lamina de aluminio galvanizado de espesor 0,22mm y 0,14nmm	> Mufla en el rango 400°C a 800°C > Microscopia de transmisión TEM > Equipo de micro pulverizador en 30000rpm > Recubrimiento de TiO₂ +CaCO₃ > Recubrimiento de TiO₂ + diatomita > Espectrofotómetro para de UVvis, usando un fotocolorímetro.
Pproblemas Específicos	Objetivos específicos	Hipótesis especificas	<u>Variable Dependiente</u>			
1. ¿Cuál es la influencia de la radiación UV-b en la capacidad térmica de dióxido de Titanio con	Evaluar la influencia de la radiación UV-b en la capacidad térmica del dióxido de Titanio con	La radiación UV-b influye significativamente, el dióxido de titanio con carbonato de calcio.	Y₁=Capacidad térmica del dióxido de titanio			Controlador digital de carga solar Medir la absorción utilizando anaranjado de metilo para evaluar

carbonato de calcio? 2. ¿Cuál es la influencia de la radiación UV-b en la capacidad térmica de dióxido de titanio con diatomita? 3. ¿Cuál es la potencia de la radiación que llega a ambas superficies en estudio en un periodo de tiempo?	carbonato de calcio. Evaluar la influencia de la radiación UV-b en la capacidad térmica del dióxido de titanio con diatomita.	El dióxido de titanio con carbonato de calcio y dióxido de titanio con diatomita tienen una influencia en la absorción de la radiación UVB. Describir como el dióxido de titanio con carbonato de calcio y	con carbonato de calcio			su absorción utilizando el equipo de espectroscopia UVis usando un fotocolorimetro. ➤ Medidor de Radiacion UVB YK-35UV ➤ Cronometro ➤ Humedad relativa ➤ Temperatura ➤ Presión atmosférica ➤ Cámara de envejecimiento QUV
	Medir la potencia de radiación que llega a ambas superficies en estudio en un periodo de tiempo	como el dióxido con diatomita influyen en la protección de superficies de la radiación ultravioleta UVB.	Y₂=Capacidad térmica del dióxido de titanio con diatomita			

Cuadro 3. Etapas de las Actividades en la investigación

Actividad N°0: Acondicionamiento del área de trabajo de campo y vistas de como se ha conformado la estación para la medición de la Radiación UVB hasta la actualidad



**Acondicionamiento
del lugar físico**



**Implementación de los
paneles solares**



**Colocación de los
bastidores**



**Lista la estación para empezar
el trabajo de campo**

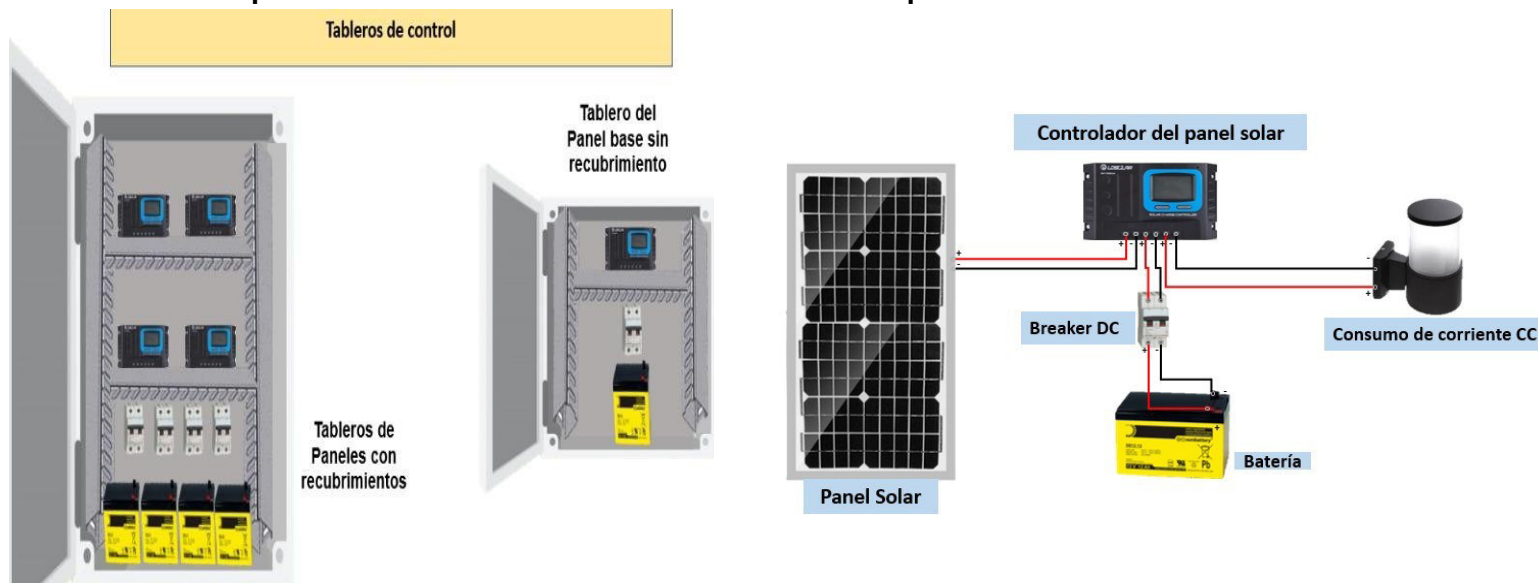


**Probetas de aluminio con los
recubrimientos colocados en los
bastidores y recubrimientos
colocados en los paneles solares**



Pintado de bastidores

Actividad N°1: Implementación de los tableros de control de los paneles solares



Etapas de implementación de los controladores para los paneles solares



a



b



c



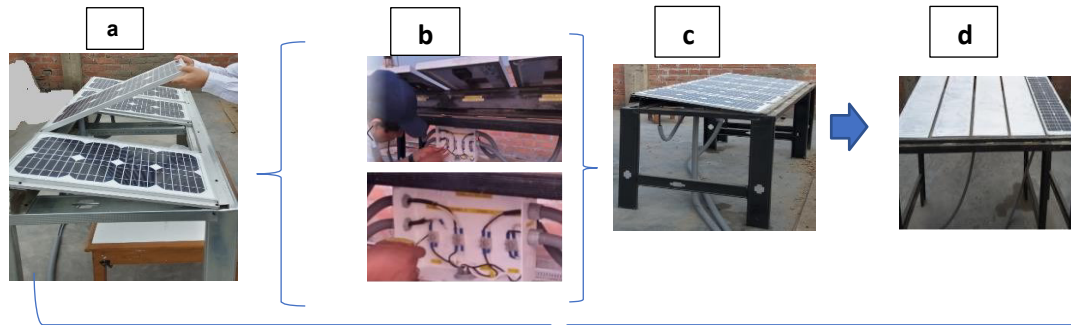
Controlador de los paneles solares con los 4 recubrimientos



Controlador del panel solar sin recubrimiento

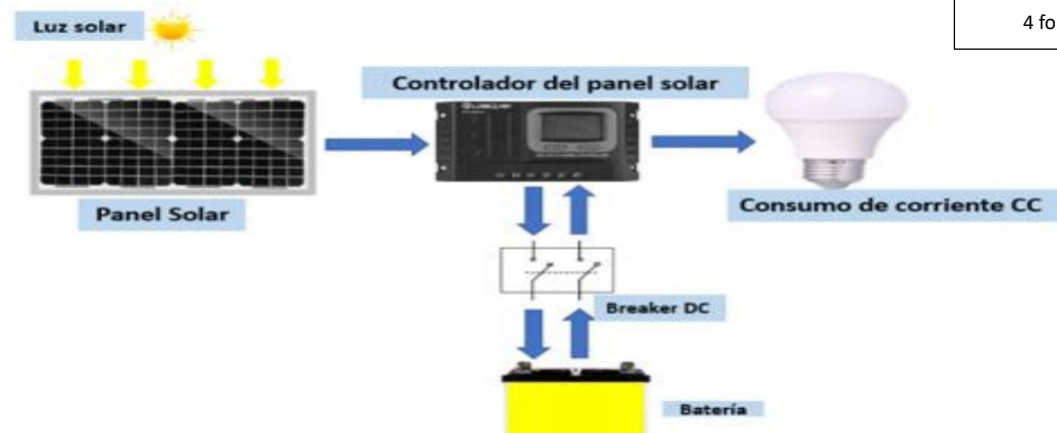
- (a) Armado del tablero de control
- (b) Implementando los controladores solares en el tablero de control de los paneles solares.
- (c) Cables para el consumo de corriente.

Actividad N°2: Implementación de los soportes para los Paneles Solares

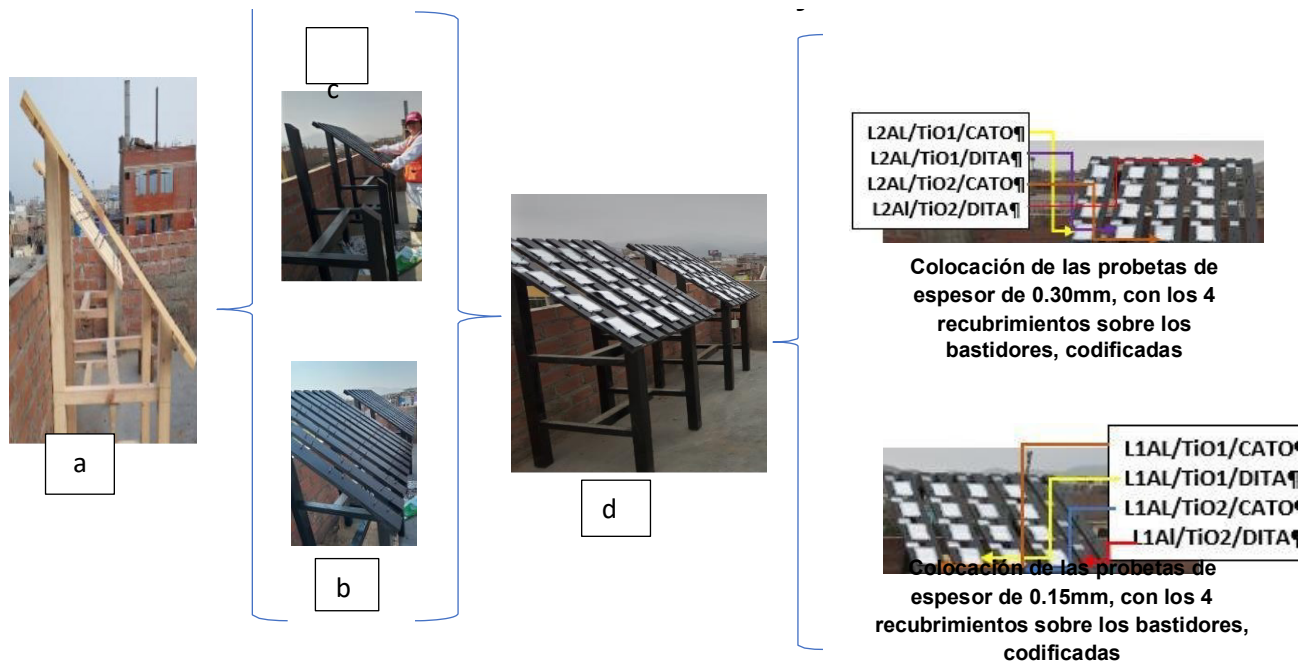


Soportes en paneles solares

- Ensayos de ajuste y colocación de los paneles solares.
- Implementación de las conexiones a los paneles solares.
- Colocación de los paneles para pruebas de verificación
- Colocación de los paneles con los recubrimientos de las 4 formulaciones.



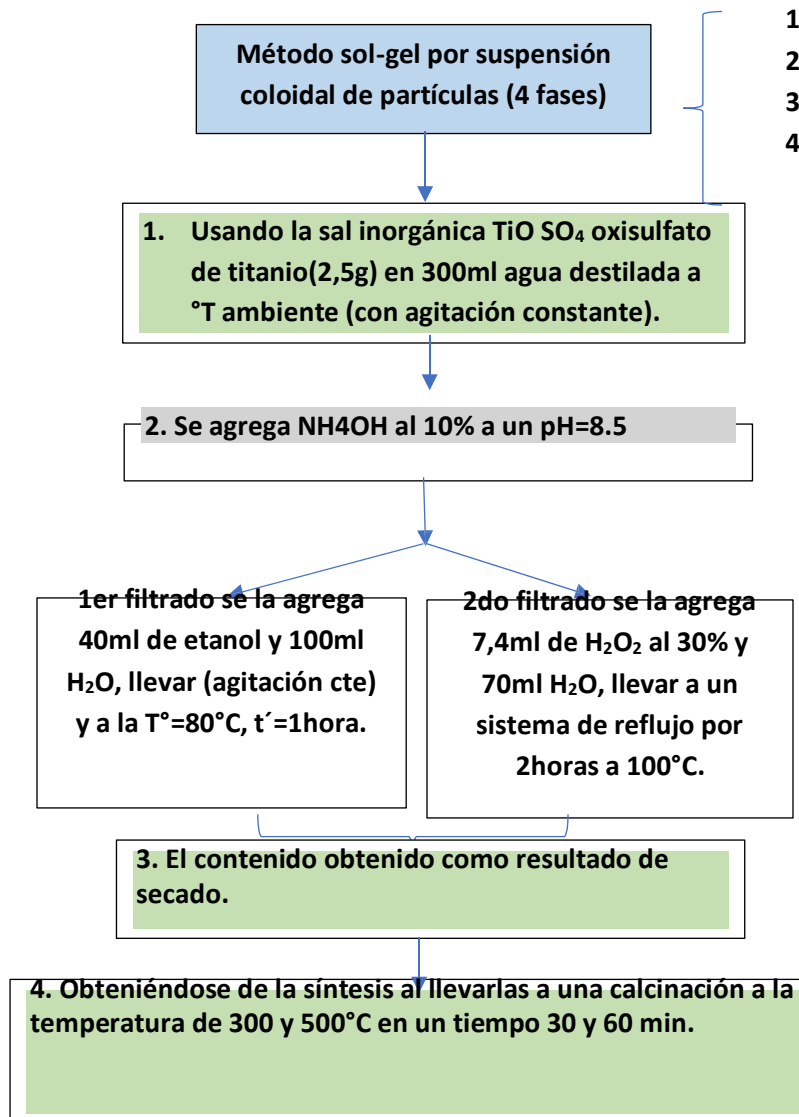
Actividad N°3: Implementación de bastidores para las probetas de Aluminio de dos espesores 0.30mm y 0. a tres alturas de 95cm, 110cm y 120cm, colocados a un ángulo de 37°, ajustado a la norma ASTM C 1598



Implementación de los bastidores

- Preparación de los bastidores
- Pintado de los bastidores
- Colocación de los bastidores
- Colocación de las probetas con los recubrimientos en los bastidores.

Actividad N°4: Proceso de obtención de las nano partículas de TiO_2 (20 nm y 200 nm)



1. Hidrolisis
2. Policondensación
3. Secado
4. Descomposición térmica

Resumen:

En este trabajo se sintetizaron nanopartículas TiO_2 en fase anatasa mediante el método de sol-gel, usando como precursor oxisulfato de titanio.

Condiciones:

Temperatura (300 - 500°C), tiempo de 30-60min para calcinación.

Caracterización:

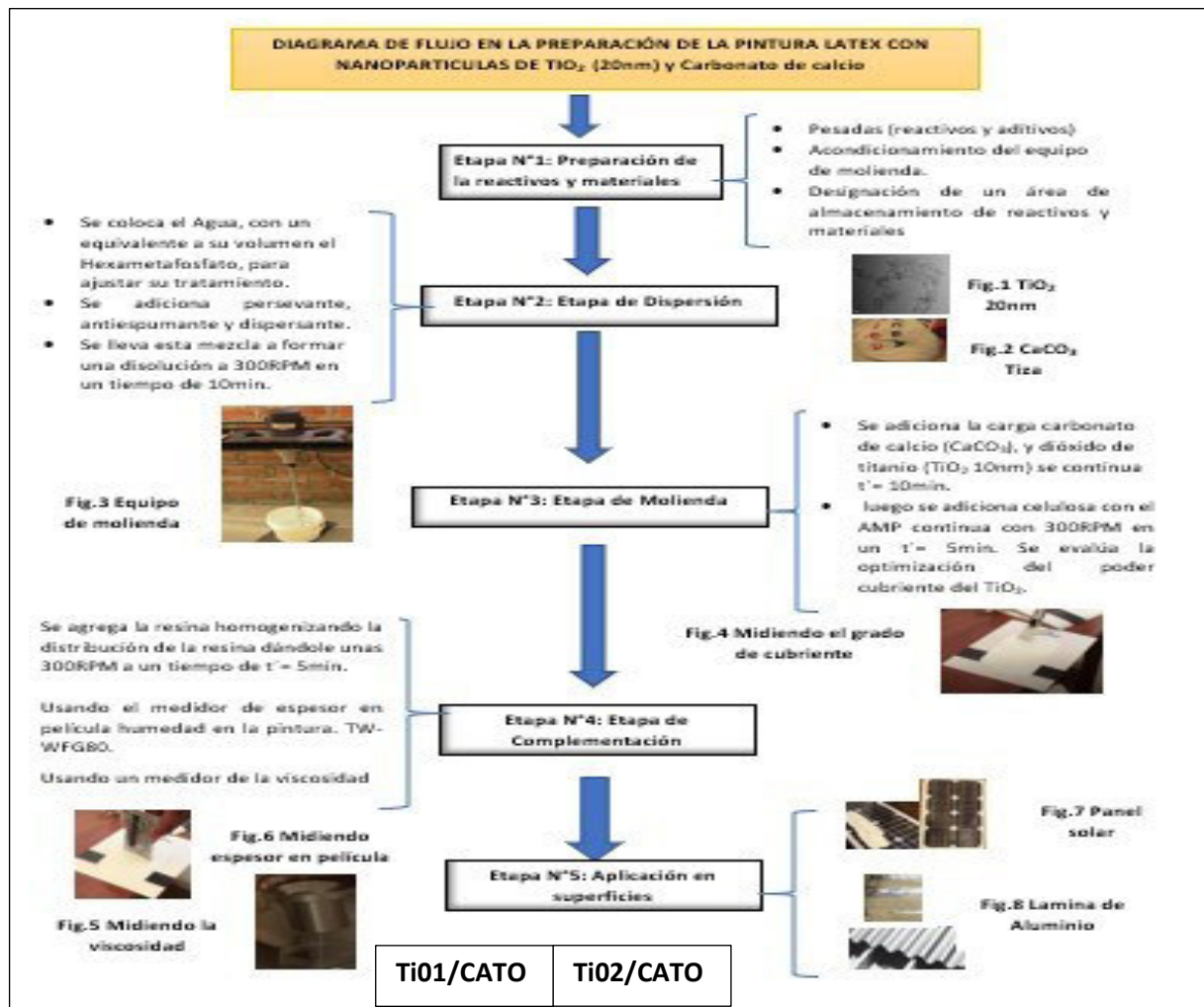
Espectroscopia TEM.

Observaciones:

Los resultados obtenidos permitieron determinar que las mejores condiciones de síntesis incluyen calcinación a 500°C en 1 hora, en el cual se obtiene un tamaño a 20nm.

Referencia: Mosqueira E. col. Síntesis y caracterización de nanopartículas de dióxido de titanio obtenidas por el método de sol gel, Revista Politécnica-Julio 2015, Vol.36, N°1

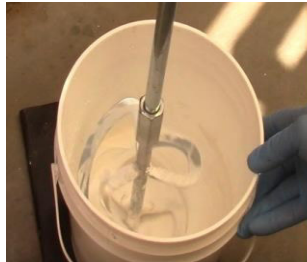
Preparación de la pintura lalátexiO₂ (20nm-200nm) con Carbonato de calcio (CaCO₃)



Preparación de la pintura látex TiO_2 (20nm-200nm) con Diatomea



Actividad N°6: Aplicación del recubrimiento en los paneles solares



Molienda del recubrimiento



Recubrimiento preparado



Aplicación del recubrimiento
vista vertical



Aplicación del recubrimiento
vista horizontal



Ensayos fisicoquímicos aplicados al recubrimiento



Diversas etapas de
implementación y
acondicionamiento en la
preparación del recubrimiento y
su respectiva aplicación sobre el
panel solar.



Cubrimiento



Viscosidad



Espesor

Actividad N°7: Aplicación del recubrimiento en las probetas de aluminio con dos espesores.



Probeta de aluminio vista horizontal



Aplicando el recubrimiento a la probeta y espesor de aplicación a 150 micrómetros



Probeta de aluminio vista vertical



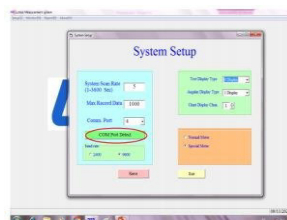
Bastidor sosteniendo las probetas de aluminio

Diversas etapas de implementación y acondicionamiento en la preparación del recubrimiento y su respectiva aplicación sobre las probetas de aluminio a espesores de 0.15mm y 0.30mm.

Cuadro 5 Implementación del programa que mide la radiación UVB con el equipo

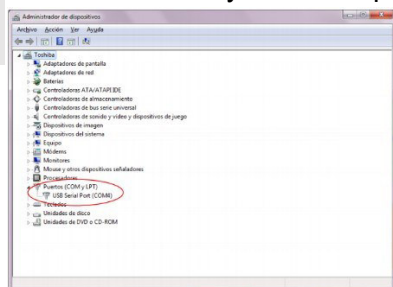


Paso 1: Configuración del Puerto en la PC

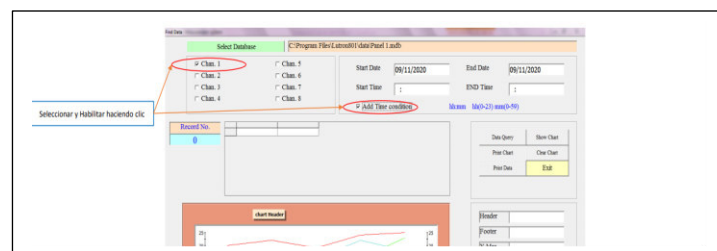
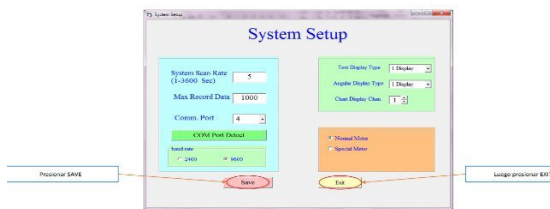
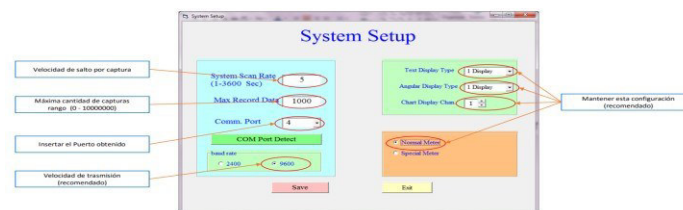


Nota:

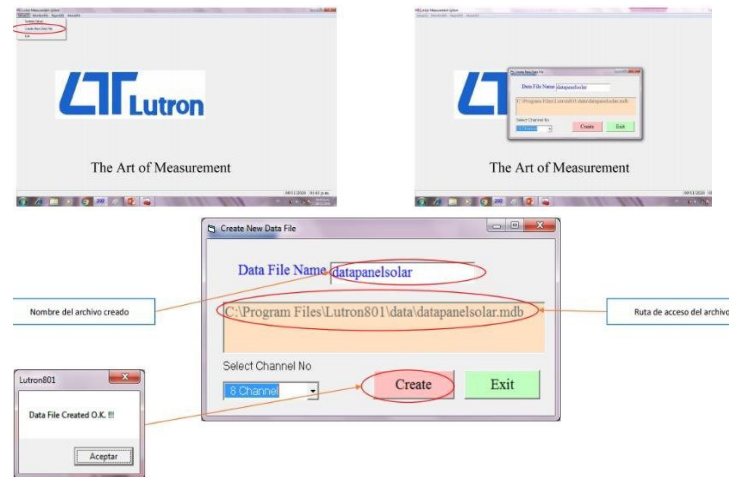
En el recuadro System Setup se selecciona el pu



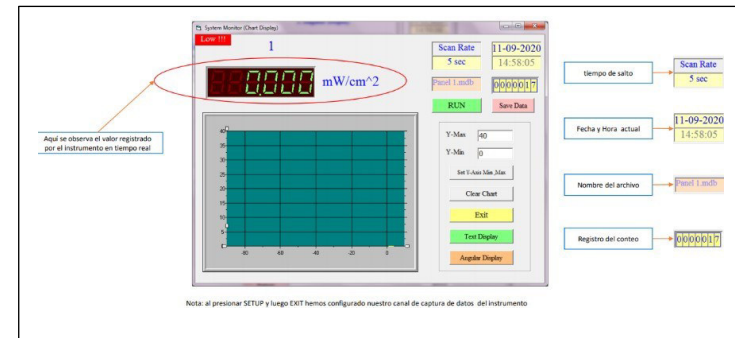
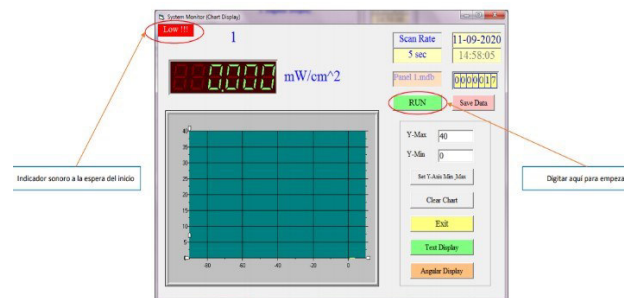
Parámetros para nuestros datos



Creación el archivo de trabajo



Ingreso de las variables en la lectura de datos

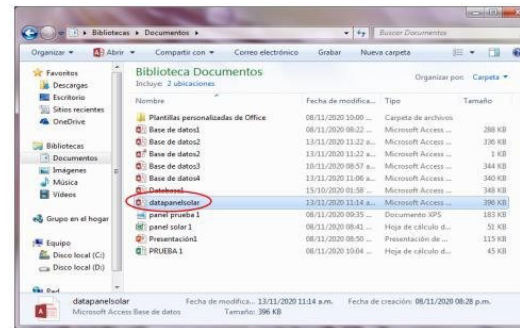
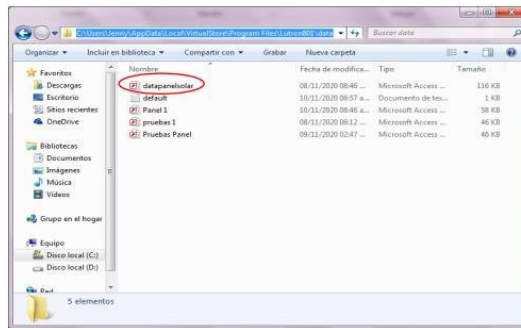
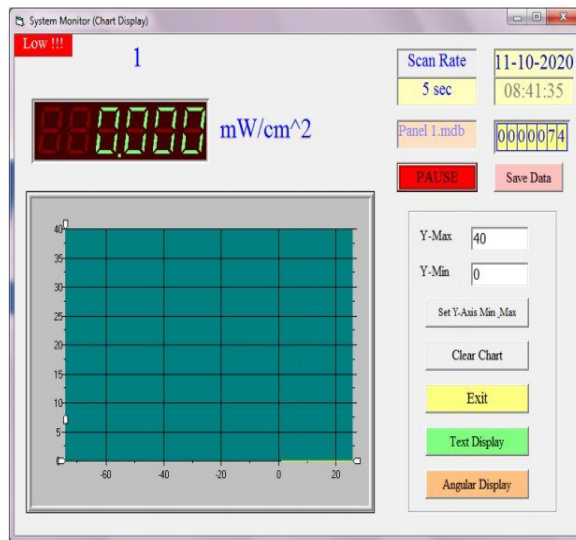


- Además tener en cuenta que al terminar se debe guardar antes de salir
- Los archivos se guarden por fecha y hora por lo que no se tendría problema al momento de comparar de otras fechas

NOTA: A continuación, te indico la ruta donde estará el archivo creado

C:\Users\Jenny\AppData\Local\VirtualStore\Program Files\Lutron801\data

Ingreso para la recuperación de los datos



Recomendación Final Una vez realizado la copia se puede trabajar los datos en otra PC también pues el manejar tanta información puede que tengamos una lentitud al manejar nuestros datos Crear una hoja de cálculo total y las otras que sean de los días trabajos para tener un mejor manejo de la información.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
	date	time	chan 1	unit 1	chan 2	unit 2	chan 3	unit 3	chan 4	unit 4	chan 5	unit 5	chan 6	unit 6	chan 7	u
2	15-oct-20	11:14:09	0	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
3	15-oct-20	11:14:14	0.206	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
4	15-oct-20	11:14:19	0.062	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
5	15-oct-20	11:14:24	0.04	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
6	15-oct-20	11:14:29	0.089	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
7	15-oct-20	11:14:34	0.105	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
8	15-oct-20	11:14:39	0.162	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
9	15-oct-20	11:14:44	0.204	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
10	15-oct-20	11:14:49	0.061	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
11	15-oct-20	11:14:54	0.077	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
12	15-oct-20	11:14:59	0.172	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
13	15-oct-20	11:15:04	0.18	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
14	15-oct-20	11:15:09	0.159	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
15	15-oct-20	11:15:14	0.159	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
16	15-oct-20	11:15:19	0.159	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
17	15-oct-20	11:19:14	0.16	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
18	15-oct-20	11:29:46	0.299	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
19	15-oct-20	11:29:51	0.242	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
20	15-oct-20	11:29:56	0.287	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
21	15-oct-20	11:30:01	0.238	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
22	15-oct-20	11:30:06	0.251	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
23	15-oct-20	11:30:11	0.182	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
24	15-oct-20	11:30:16	0.28	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
25	15-oct-20	11:30:21	0.282	mW/cm²2	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO UNIT	0	NO U
		TOTAL DE DATOS	DIA 1	DIA 2												
LISTO																
PROMEDIO: 16.3244 RECuento: 120 SUMA: 1968.5546 100 %																

Equipo YK-25 que medie la radiación mW/cm^2

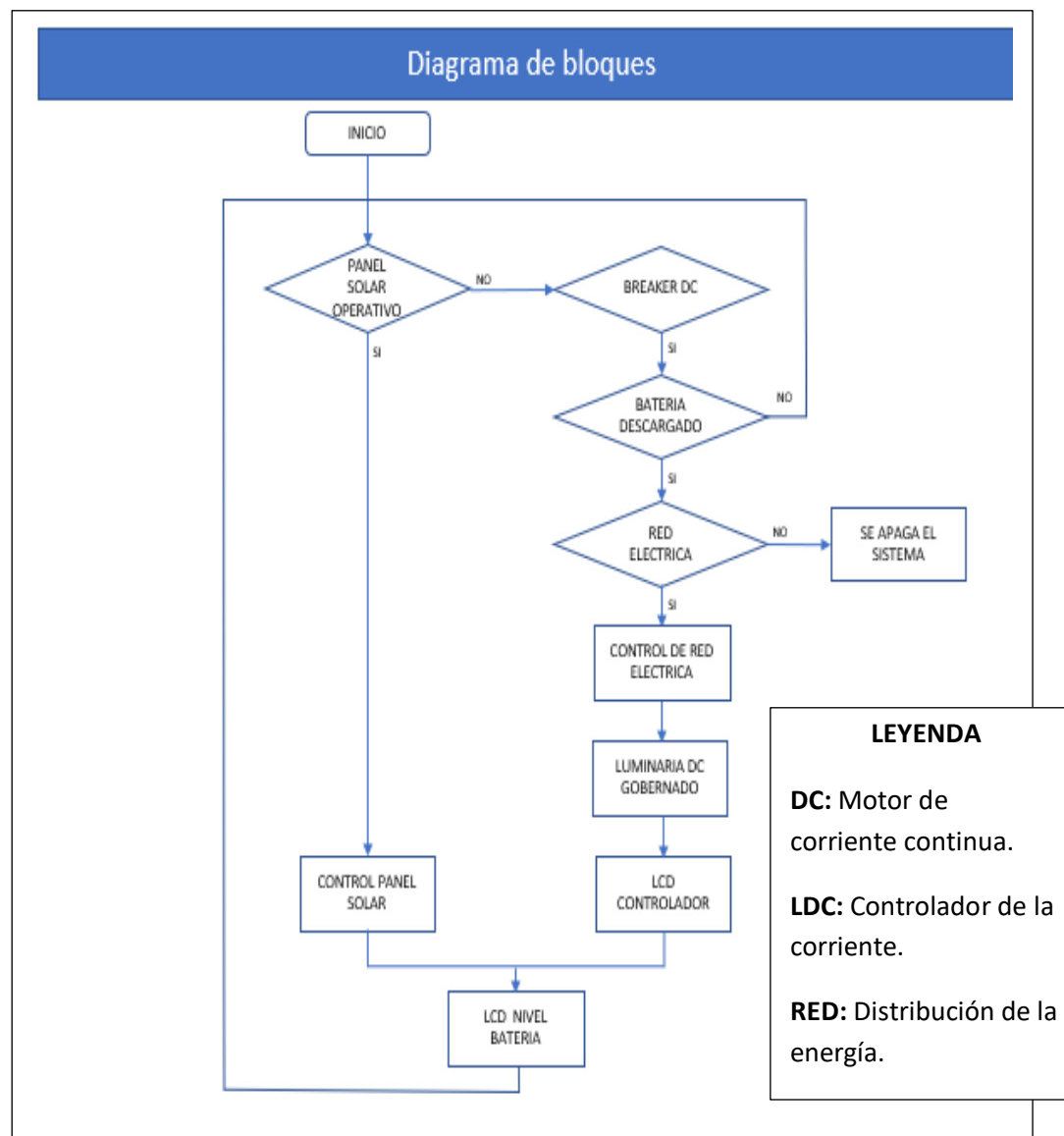
5.1 Programa Lutron, con su respectiva garantía de certificación



5.2 Equipo de UV LIGHT METER utilizado en todos los ensayos experimentales, con rangos de medida en $2\text{mW}/\text{cm}^2$ a $20\text{mW}/\text{cm}^2$

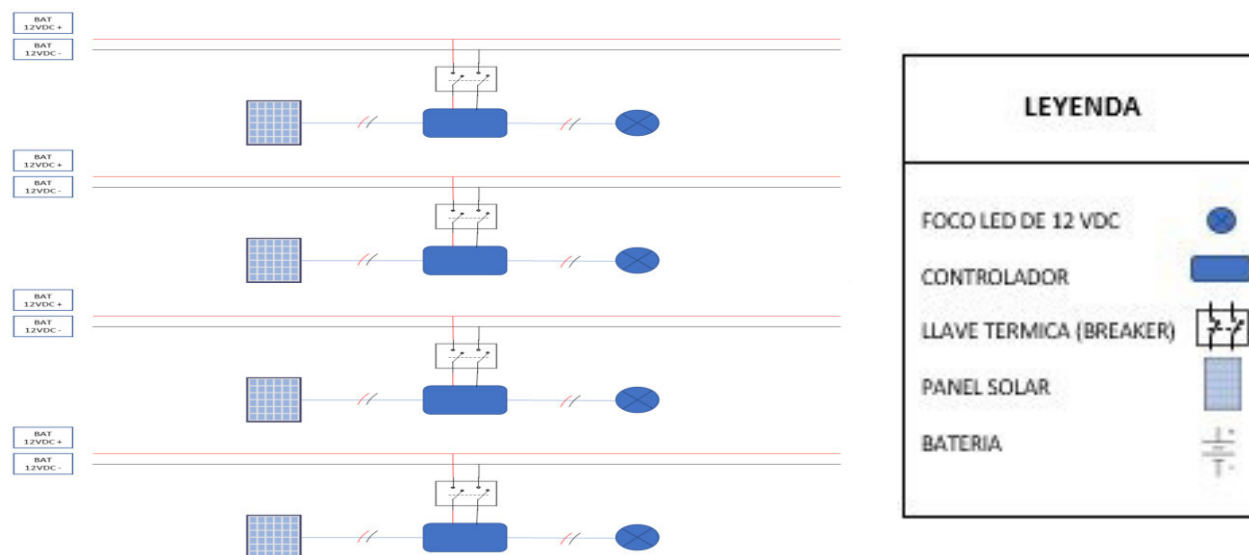


Cuadro 6. Diagrama en bloques de los paneles solares

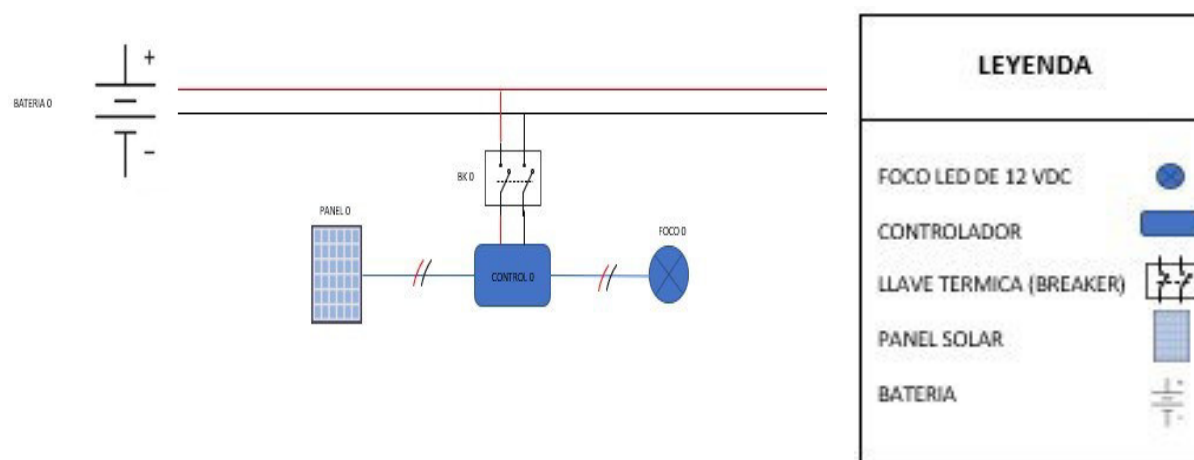


Cuadro 7. Esquemas eléctricos de control de la carga del panel solar que se encuentran en los tableros 1 y tablero 2

7.1 Tablero de control eléctrico N°1



7.2 Tablero de control eléctrico N°2

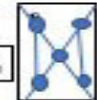


Cuadro 8. Fichas de recojo de datos

8.1 Ficha de campo para paneles solares sin recubrimiento y con recubrimiento



FECHA: ---/---/2021

Código: 5660-04 010000 / PANELES SOLARES CON RECUBRIMIENTO Y SIN RECUBRIMIENTO (5 minutos)

Condición	PTIO1/CTO UVa	PTIO2/CTO UVa	PTIO1/DITA UVa	PTIO2/DITA UVa	PSLR/BLANCO UVa	T _a	H _{rel}	Tiempo
Mediciones durante 1 minuto-se toma lectura cada 5 segundos-para 12 mediciones	1	1	1	1	1	1	1	1 5 -----2 -----5 1
	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	
	5	5	5	5	5	5	5	
	6	6	6	6	6	6	6	
	7	7	7	7	7	7	7	
	8	8	8	8	8	8	8	
	9	9	9	9	9	9	9	
	10	10	10	10	10	10	10	
	11	11	11	11	11	11	11	
	12	12	12	12	12	12	12	

*)

Muestra	Voltaje	Tiempo	T _a	Carga solar	Amperios	Eficiencia	Irradiancia
PTIO1/CTO	1	1	1	1	1	1	1
PTIO2/CTO	1	1	1	1	1	1	1
PTIO1/DITA	1	1	1	1	1	1	1
PTIO2/DITA	1	1	1	1	1	1	1
PSLR/BLANCO	1	1	1	1	1	1	1

*)

Condiciones del Ambiente: (Semaham) ---/---/2021

Temperatura	1
Humedad Relativa	1
Tiempo exposición	1
Muestra	1

*)

Leyenda:*)

) PTIO1/CTO: Panel de dióxido de titanio #1 con carbonato de calcio)

) PTIO2/CTO: Panel de dióxido de titanio #2 con carbonato de calcio)

) PTIO1/DITA: Panel de dióxido de titanio #1 con diatomea)

) PTIO2/DITA: Panel de dióxido de titanio #2 con diatomea)

) PSLR/BLANCO: Panel sin recubrimiento es el blanco)

8.2 Ficha de campo para probetas de Al de espesor 0.30mm sin recubrimiento y con recubrimiento

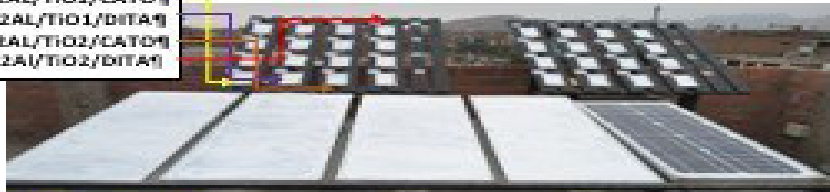
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS DE CAMPO

L2AL/TiO2/CATO

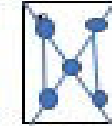
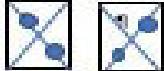
L2AL/TiO2/DITA

L2AL/TiO2/CATO

L2AL/TiO2/DITA



Medida de voltaje
Medida de corriente
Exposición (5 minutos)



FECHA: --/--/2021

Código: Enero -- minutos / LAMINAS DE ALUMINIO CON RECUBRIMIENTO Y SIN RECUBRIMIENTO (5 minutos)

Condición	12V/100mA	12V/100mA	12V/100mA	12V/100mA	12V/100mA	T _a	HR _{rel}	Tiempo
Mediciones durante 1 minuto de lectura cada 5 segundos para 12 mediciones								
Muestra	Voltaje	Tiempo	T _a	Carga solar	Amperios	Eficiencia	Ir radiante	

Condiciones del Ambiente (Sena ham) --/--/2021

Temperatura	
Humedad Relativa	
Tiempo exposición	
Muestra	

Legenda

L2AL/TiO2/CATO: Lamina 30mm con recubrimiento TiO2 #1 y carbonato de calcio

L2AL/TiO2/DITA: Lamina 30mm con recubrimiento TiO2 #1 y diatomea

L2AL/TiO2/CATO: Lamina 30mm con recubrimiento TiO2 #2 y carbonato de calcio

L2AL/TiO2/DITA: Lamina 30mm con recubrimiento TiO2 #2 y diatomea

8.3 Ficha de campo para probetas de Al de espesor 0.14mm sin recubrimiento y con recubrimiento

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS DE CAMPO

Medición de voltaje
(láminas de aluminio
espesor < 0.14 mm)

L1AL/TiO2/CATO

L1AL/TiO2/DITA

L1AL/TiO2/CATO

L1AL/TiO2/DITA

FECHA: 10/01/2021

Código: Enero 10 minutos / LAMINAS DE ALUMINIO CON RECUBRIMIENTO Y SIN RECUBRIMIENTO (5 minutos)

Condición	L1AL/TiO2/CATO	L1AL/TiO2/DITA	L1AL/TiO2/CATO	L1AL/TiO2/DITA	L1AL/TiO2/CATO	T _a	HR	Tiempo
Medición durante 1 minuto lectura cada 5 segundos para 12 mediciones	0	0	0	0	0	0	0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	
Muestra	Voltaje	Tiempo	T _a	Carga solar	Amperios	Eficiencia	Irradiación	
0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	

Condiciones del Ambiente (Senhami) 10/01/2021

Temperatura	0
Humedad Relativa	0
Tiempo exposición	0
Muestra	0

Legenda

L1AL/TiO2/CATO: Lámina 14mm con recubrimiento TiO2-R1 y carbonato de calcio

L1AL/TiO2/DITA: Lámina 14mm con recubrimiento TiO2-R1 y diatomea

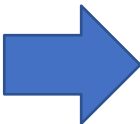
L1AL/TiO2/CATO: Lámina 14mm con recubrimiento TiO2-R2 y carbonato de calcio

175

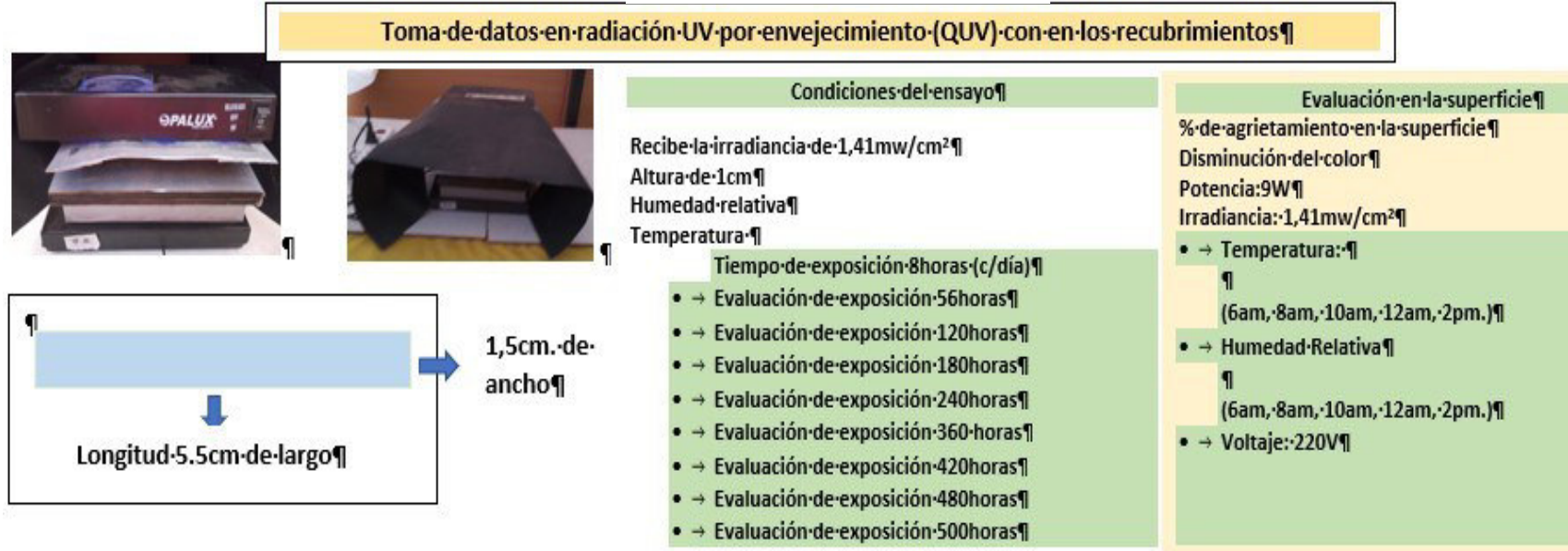
Cuadro 9. Equipo de medición de ensayos de envejecimiento cíclico (QUV)

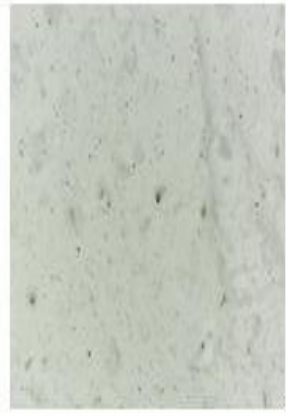
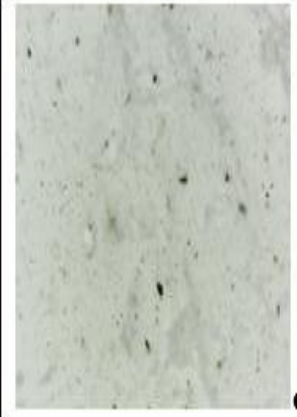


Área de los ensayos de QUV



Observación de las muestras a 1600 aumentos



Muestra	Tiempo-de-exposición-por-UVb-Radiación				
	300-horas	360-horas	420-horas	480-horas	500-horas
#0Base					
Muestra	Tiempo-de-exposición-por-UVb-Radiación				
	300-horas	360-horas	420-horas	480-horas	500-horas
#4					

Cuadro 10. Equipo de Infrarrojo (IR)



Especificaciones técnicas:

Espectrómetro FT-IR Nicolet iS10 de Thermo Scientific

- Realiza análisis que contiene cualificación estándar, en que se incluye software, hardware y documentación basado en métodos de validación estándar del sector estándares trazables certificados y cualificación automatizada de un día para otro.
- Verificación del rendimiento del sistema se basa en el método ASTM E-1421 que incluye comprobación de espectros por FT-IR.

Cuadro 11. Equipo colorímetro modelo Pasco PS-3215

Mide simultáneamente absorbancia y transmitancia sobre 6 longitudes de onda 650nm (rojo), 600 nm (naranja), 570 nm (amarillo), 550 nm (verde), 500 nm (azul) 450nm (violeta)



- Ancho de cada banda: 40 nm
- Rango de medición útil: 0,05 a 1,5 ABS x 0,03 ABS
 - Mide la luz dispersada a 90 grados del paso principal
 - Rango: 0 a 400 NTU +- 5%
- Calibración sencilla
- Porta cubetas opaco que reduce las interferencias de la iluminación ambiente
- Fuente de luz estabilizada
- Comunicación: Nuevo Bluetooth 4.0 (ver reseña e instrucciones para conectar en [conexión Bluetooth Low Energy](#))
- Resistente a salpicaduras
- Software compatible: todas las versiones de [Spark Vue](#) (Windows, Android, iOS, Mac OS X, Chromebook y Spark Element)
- Recomendamos revisar nuestra [tabla de compatibilidad de hardware](#)
- Robusto: se puede usar tanto en el laboratorio como en trabajos de campo
- Alimentación: batería recargable de polímero de litio
- Aplicaciones típicas:
 - Relacionar absorción con concentración
 - Uso de la Ley de Beer para encontrar una concentración
 - Medición de la velocidad de una reacción química
 - Comparación de turbidez de muestras de agua de diversos orígenes
 - Medición de la velocidad de sedimentación de una muestra
 - Medición de la formación de precipitados

Cuadro 12. Condiciones de las muestras a ser medida su absorción

12.1 Composición de las muestras utilizadas para la medición de la absorción

- Carbonato de calcio (micro pulverizado) y Diatomita (micro pulverizado)
- TiO_2 (20nm) o TiO_2 (A)
- TiO_2 (200nm) o TiO_2 (B)
- TiO_2 (20nm) o TiO_2 (A) + carbonato de calcio (micro pulverizada)
- TiO_2 (200nm) o TiO_2 (B) + carbonato de calcio (micro pulverizada)
- TiO_2 (20nm) o TiO_2 (A) + Diatomita (micro pulverizada)
- TiO_2 (200nm) o TiO_2 (B) + Diatomita (micro pulverizada)

12.2 Etapas del procedimiento experimental

- a) La cantidad de muestras es 0.5g y 1 g disuelta en un volumen de 25ml de solución preparada de azul de metileno a las condiciones a dos para medir la absorbancia 0.02mol/L y 0.04 mol/L,
- b) Se realiza el ensayo a dos temperaturas (30 y 40°C),
- c) Como mediciones del ensayo controlando el pH y la conductividad en las soluciones antes de medir.
- d) Condiciones atmosféricas de Humedad relativa y temperatura ambiental
- e) Claro que se ha preparado previamente una curva estándar a 0.1; 0.16; 0.32; 0.48; 0.64 y 0.8 mol/L de Anaranjado de metilo, en donde se debe conocer su absorbancia y su concentración para una vez que se haga las lecturas se interpole y se encuentre el valor de la concentración en cada muestra restándole lo que tenía inicialmente.
- f) $\text{ABS (inicial)} - \text{ABS (final)} = \text{ABS retenida}$

12.3 Ficha de recojo de datos en la medición de la absorción

Condiciones Ambientales:

Temperatura °C

Humedad Relativa

Tipo de Muestra:

Fecha:

Condiciones experimentales en la absorbancia Diatomea (analito)					
T (°C)	30°C			40°C	
Volumen	20ml			20ml	
Concentración (mol/L)	0.16 (Anaranjado de metileno)			0.16 (Anaranjado de metileno)	
Masa (g) TiO ₂ (B) y Diatomita	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
%T					
Absorbancia					
Solución	pH:	Conductividad:		pH:	Conductividad:

Condición inicial solución colorimétrica

Longitud de onda	450nm
Solución	0.16mol/L
Anaranjado de metileno	
%T	
Absorbancia	

Condiciones experimentales en la absorbancia Diatomea (analito)					
T (°C)	30°C			60°C	
Volumen	25ml			25ml	
Concentración (mol/L)	0.32 (Anaranjado de metileno)			0.32 (azul de metileno)	
Masa (g) TiO ₂ (B) y Diatomita	1	1	1	1	1
%T					
Absorbancia					
Solución Diatomea	pH:	Conductividad:		pH:	Conductividad:

Condición inicial solución colorimétrica

Longitud de onda	450nm
Solución	0.32mol/L
Azul de metileno	
%T	
Absorbancia	

Cuadro 13. Georefencia del lugar donde se está realizando en



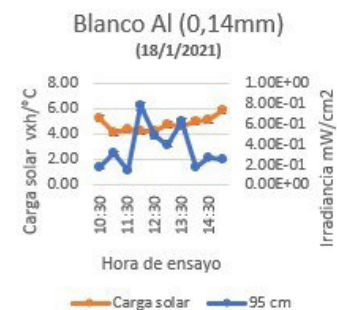
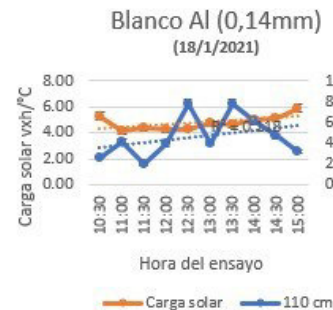
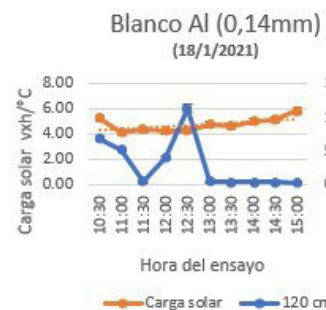
Cuadro 14. Gráficos y tablas de resultados de los bastidores de espesor 0.14mm

Muestras	Irradiancia mW/cm ²								
Horas	11								
Fechas	Enero			Febrero			Marzo		
cm	95	110	120	95	110	120	95	110	120
Blanco	4.9E-01	4.0E-01	2.7E-01	2.5E-01	2.3E-01	3.1E-01	6.5E-01	2.4E-01	3.5E-01
PT01/DITA	1.6E-01	1.4E-01	9.9E-02	9.6E-02	1.3E-01	1.5E-01	1.4E-01	8.5E-02	8.9E-02
PT02/DITA	3.8E-02	1.2E-01	1.1E-01	3.9E-02	6.1E-02	1.9E-01	2.5E-01	4.7E-02	3.2E-01
PT01/CATO	1.6E-01	1.5E-01	1.5E-01	1.4E-01	1.7E-01	5.8E-02	1.4E-01	1.1E-01	5.6E-02
PT02/CATO	8.2E-02	1.4E-01	9.1E-02	1.2E-01	1.5E-01	1.3E-01	1.1E-01	7.8E-02	6.7E-02
Muestras	Irradiancia mW/cm ²								
Horas	12:30								
Fechas	Enero			Febrero			Marzo		
cm	95	110	120	95	110	120	95	110	120
Blanco	6.9E-01	3.2E-01	9.6E-01	6.7E-01	8.9E-01	1.4E+00	2.5E-01	1.4E-01	2.6E-01
PT01/DITA	3.1E-02	2.5E-01	9.1E-02	6.7E-02	1.5E-01	1.3E-01	1.4E-01	8.8E-02	4.7E-02
PT02/DITA	5.1E-02	2.8E-01	8.8E-02	1.7E-01	2.0E-01	1.6E-01	1.4E-01	6.9E-02	9.9E-02
PT01/CATO	2.3E-01	2.5E-01	2.2E-01	1.4E-01	1.7E-01	5.8E-02	7.8E-02	9.6E-02	8.9E-02
PT02/CATO	2.2E-01	2.0E-01	2.6E-01	1.2E-01	1.5E-01	1.3E-01	1.1E-01	6.9E-02	6.3E-02

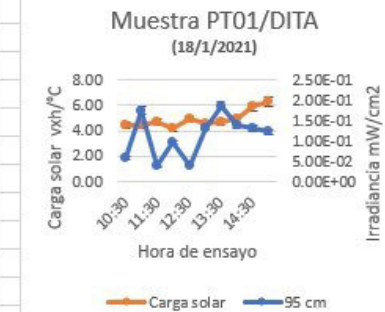
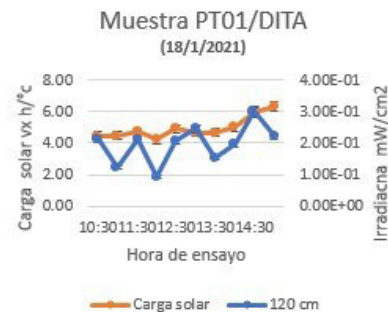
Muestras	Irradiancia mW/cm ²								
Horas	14:00								
Fechas	Enero			Febrero			Marzo		
cm	95	110	120	95	110	120	95	110	120
Blanco	9.7E-02	1.8E-01	2.6E-01	3.1E-01	3.3E-01	5.9E-01	2.9E-01	2.5E-01	4.5E-01
PT01/DITA	8.2E-02	9.2E-02	1.1E-01	1.6E-01	1.8E-01	2.5E-01	2.4E-01	1.8E-01	9.4E-02
PT02/DITA	3.8E-02	4.2E-02	6.1E-02	9.9E-02	7.8E-02	2.2E-01	2.9E-01	1.5E-01	2.1E-01
PT01/CATO	5.4E-02	6.5E-02	4.8E-02	1.4E-01	1.6E-01	8.8E-02	2.8E-01	1.8E-01	1.5E-01
PT02/CATO	5.7E-02	1.1E-01	7.3E-02	2.6E-01	2.2E-01	8.7E-02	2.8E-01	1.8E-01	1.5E-01

En el mes de enero

Irradiancia mW/cm ²		Muestra Blanco PSLR 18 enero		
95 cm	110 cm	120 cm	Hora	Carga solar
1.72E-01	2.66E-01	6.84E-01	10:30	5.29
3.18E-01	4.18E-01	5.23E-01	11:00	4.14
1.38E-01	2.02E-01	5.30E-02	11:30	4.33
7.78E-01	3.93E-01	4.07E-01	12:00	4.23
4.78E-01	7.76E-01	1.14E+00	12:30	4.31
3.98E-01	4.01E-01	5.40E-02	13:00	4.78
6.21E-01	7.82E-01	4.50E-02	13:30	4.65
1.81E-01	6.12E-01	4.60E-02	14:00	5.04
2.67E-01	4.67E-01	4.50E-02	14:30	5.14
2.46E-01	3.27E-01	3.60E-02	15:00	5.86



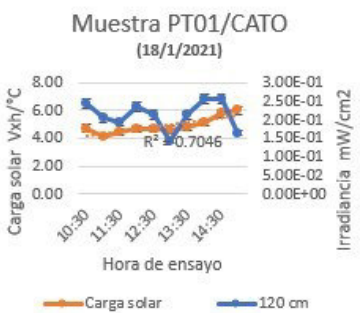
Irradiancia mW/cm ² Muestra PT01/DITA 18 enero				
95 cm	110 cm	120 cm	Hora	Carga solar
5.90E-02	1.72E-01	2.12E-01	10:30	4.48
1.75E-01	1.87E-01	1.24E-01	11:00	4.47
3.80E-02	2.65E-01	2.13E-01	11:30	4.71
9.70E-02	3.33E-01	9.30E-02	12:00	4.20
4.10E-02	2.26E-01	2.08E-01	12:30	4.92
1.33E-01	2.38E-01	2.45E-01	13:00	4.63
1.86E-01	2.07E-01	1.55E-01	13:30	4.69
1.38E-01	3.22E-01	1.96E-01	14:00	5.01
1.32E-01	2.64E-01	3.01E-01	14:30	5.89
1.23E-01	2.15E-01	2.22E-01	15:00	6.30



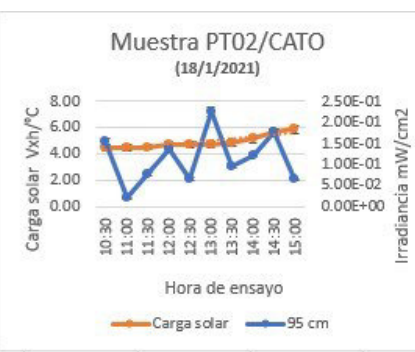
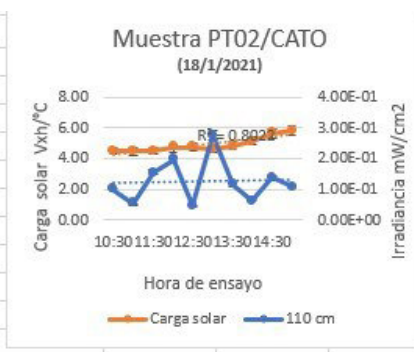
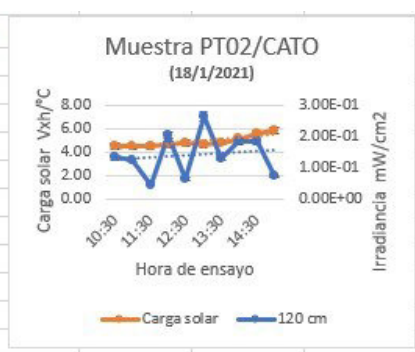
Irradiancia mW/cm ² Muestra PT02/DITA 18 enero				
95 cm	110 cm	120 cm	Hora	Carga solar
1.55E-01	1.71E-01	2.42E-01	10:30	4.67
1.23E-01	1.66E-01	2.65E-01	11:00	4.47
1.27E-01	1.44E-01	2.66E-01	11:30	4.67
1.73E-01	2.52E-01	2.88E-01	12:00	4.52
1.29E-01	2.07E-01	2.07E-01	12:30	4.84
1.32E-01	2.16E-01	2.25E-01	13:00	4.88
1.36E-01	1.82E-01	1.64E-01	13:30	4.92
9.80E-02	2.17E-01	2.16E-01	14:00	5.30
1.93E-01	1.65E-01	1.55E-01	14:30	5.49
1.24E-01	1.45E-01	1.63E-01	15:00	6.25



Irradiancia mW/cm ² Muestra PT01/CATO 18 enero				
95 cm	110 cm	120 cm	Hora	Carga solar
8.50E-02	1.06E-01	2.44E-01	10:30	4.74
8.80E-02	6.70E-02	2.05E-01	11:00	4.16
1.13E-01	1.42E-01	1.93E-01	11:30	4.49
1.63E-01	1.88E-01	2.35E-01	12:00	4.68
3.70E-02	1.05E-01	2.14E-01	12:30	4.73
8.40E-02	1.87E-01	1.43E-01	13:00	4.63
9.50E-02	2.35E-01	2.12E-01	13:30	4.80
2.22E-01	2.05E-01	2.56E-01	14:00	5.13
2.22E-01	2.03E-01	2.56E-01	14:30	5.80
6.80E-02	1.04E-01	1.65E-01	15:00	6.00

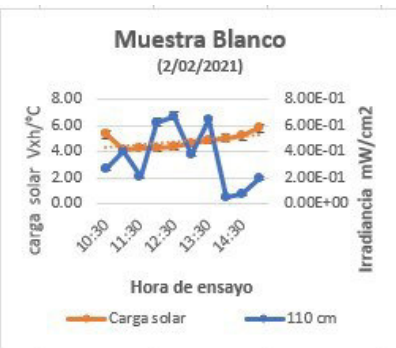
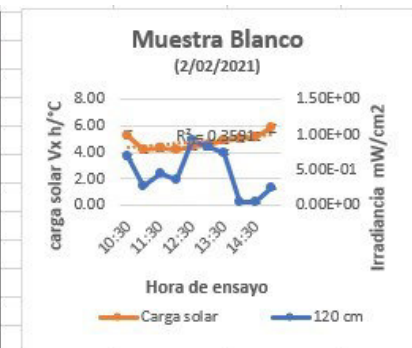


Irradiancia mW/cm ² Muestra PTO2/CATO 18 enero				
95 cm	110 cm	120 cm	Hora	Carga solar
1.56E-01	9.70E-02	1.33E-01	10:30	4.52
1.90E-02	5.30E-02	1.24E-01	11:00	4.47
7.60E-02	1.57E-01	4.60E-02	11:30	4.53
1.36E-01	1.98E-01	2.04E-01	12:00	4.68
6.60E-02	4.80E-02	6.50E-02	12:30	4.77
2.24E-01	2.76E-01	2.65E-01	13:00	4.66
9.70E-02	1.14E-01	1.32E-01	13:30	4.84
1.22E-01	6.40E-02	1.84E-01	14:00	5.13
1.77E-01	1.38E-01	1.86E-01	14:30	5.62
6.40E-02	1.11E-01	7.30E-02	15:00	5.86

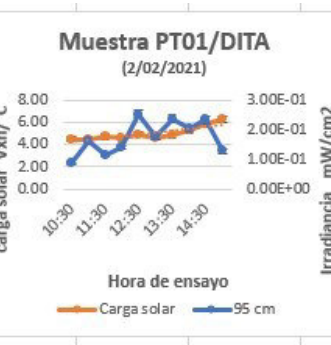
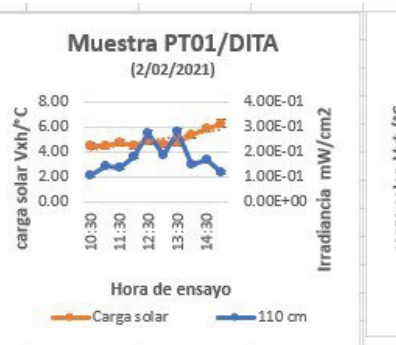
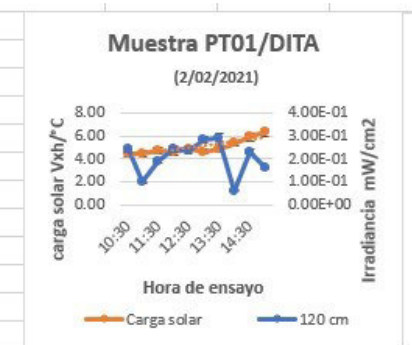


En el mes de febrero

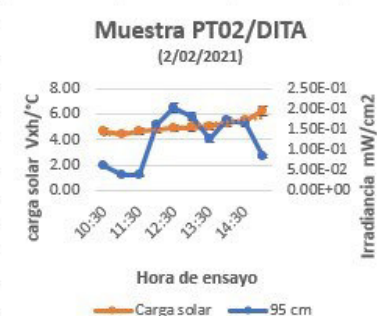
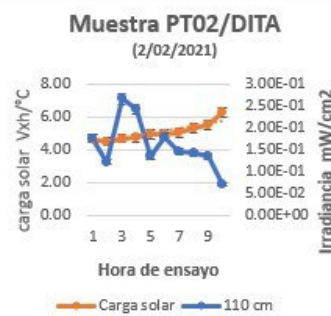
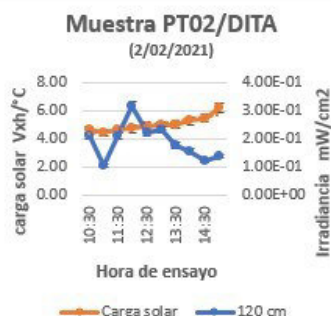
Irradiancia mW/cm ² Muestra Blanco PSLR 2 Febrero				
95 cm	110 cm	120 cm	Hora	Carga solar
1.72E-01	2.66E-01	6.84E-01	10:30	5.29
4.91E-01	3.99E-01	2.73E-01	11:00	4.14
1.38E-01	2.02E-01	4.42E-01	11:30	4.30
5.19E-01	6.24E-01	3.67E-01	12:00	4.23
8.71E-01	6.72E-01	9.14E-01	12:30	4.41
6.89E-01	3.82E-01	8.28E-01	13:00	4.59
3.58E-01	6.42E-01	7.47E-01	13:30	4.88
1.22E-01	5.30E-02	4.80E-02	14:00	5.04
9.50E-02	7.10E-02	5.20E-02	14:30	5.18
2.13E-01	1.98E-01	2.39E-01	15:00	5.82



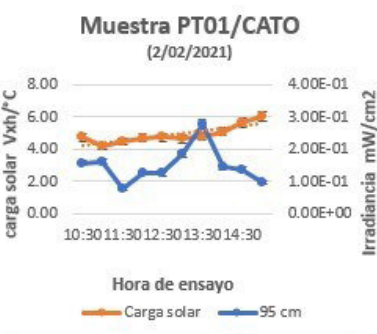
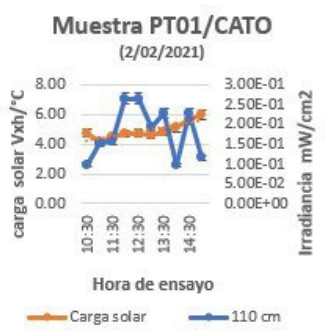
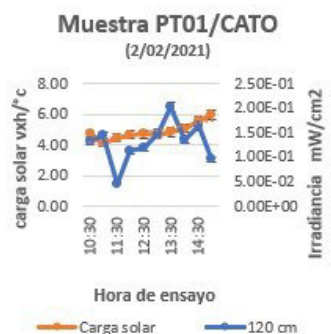
Irradiancia mW/cm ² Muestra PT01/DITA 2 Febrero				
95 cm	110 cm	120 cm	Hora	Carga solar
8.50E-02	1.07E-01	2.45E-01	10:30	4.48
1.62E-01	1.44E-01	9.90E-02	11:00	4.47
1.12E-01	1.41E-01	1.92E-01	11:30	4.71
1.41E-01	1.82E-01	2.43E-01	12:00	4.54
2.52E-01	2.74E-01	2.38E-01	12:30	4.92
1.78E-01	1.91E-01	2.83E-01	13:00	4.63
2.38E-01	2.79E-01	2.94E-01	13:30	4.80
2.04E-01	1.53E-01	6.20E-02	14:00	5.35
2.33E-01	1.71E-01	2.33E-01	14:30	5.89
1.28E-01	1.18E-01	1.63E-01	15:00	6.30



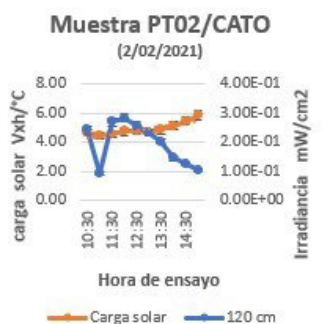
Irradiancia mW/cm ²		Muestra PT02/DITA 2 Febrero		
95 cm	110 cm	120 cm	Hora	Carga solar
6.20E-02	1.75E-01	2.11E-01	10:30	4.67
3.80E-02	1.21E-01	1.06E-01	11:00	4.47
3.80E-02	2.65E-01	2.11E-01	11:30	4.67
1.62E-01	2.41E-01	3.15E-01	12:00	4.73
2.03E-01	1.33E-01	2.23E-01	12:30	4.92
1.81E-01	1.78E-01	2.32E-01	13:00	4.96
1.26E-01	1.44E-01	1.78E-01	13:30	5.00
1.72E-01	1.43E-01	1.57E-01	14:00	5.30
1.64E-01	1.34E-01	1.24E-01	14:30	5.49
8.50E-02	7.10E-02	1.39E-01	15:00	6.25



Irradiancia mW/cm ²		Muestra PT01/CATO 2 Febrero		
95 cm	110 cm	120 cm	Hora	Carga solar
1.56E-01	9.80E-02	1.32E-01	10:30	4.75
1.62E-01	1.51E-01	1.45E-01	11:00	4.16
7.70E-02	1.57E-01	4.70E-02	11:30	4.49
1.26E-01	2.65E-01	1.13E-01	12:00	4.68
1.24E-01	2.65E-01	1.18E-01	12:30	4.73
1.83E-01	1.92E-01	1.49E-01	13:00	4.63
2.77E-01	2.28E-01	2.02E-01	13:30	4.80
1.45E-01	9.60E-02	1.36E-01	14:00	5.09
1.37E-01	2.29E-01	1.63E-01	14:30	5.61
9.80E-02	1.15E-01	9.60E-02	15:00	6.00



Irradiancia mW/cm ²		Muestra PT02/CATO 2 Febrero		
95 cm	110 cm	120 cm	Hora	Carga solar
1.56E-01	1.71E-01	2.42E-01	10:30	4.64
8.20E-02	1.35E-01	9.10E-02	11:00	4.47
1.27E-01	1.44E-01	2.69E-01	11:30	4.53
1.18E-01	2.02E-01	2.83E-01	12:00	4.72
2.04E-01	1.81E-01	2.56E-01	12:30	4.77
5.90E-02	2.14E-01	2.34E-01	13:00	4.66
1.23E-01	1.75E-01	2.03E-01	13:30	4.84
1.43E-01	2.03E-01	1.44E-01	14:00	5.13
1.82E-01	1.34E-01	1.24E-01	14:30	5.44
1.11E-01	1.46E-01	1.03E-01	15:00	5.86

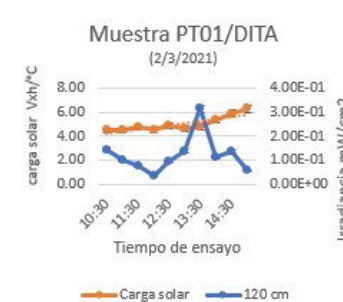


En el mes de marzo

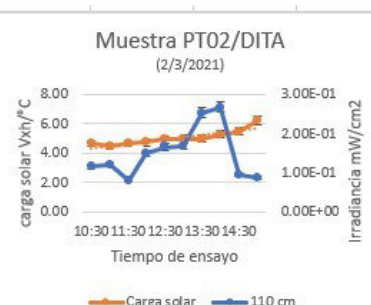
Irradiancia mW/cm ²		Muestra PSLR 02 Marzo		
95 cm	110 cm	120 cm	Hora	Carga solar
4.87E-01	3.96E-01	2.54E-01	10:30	5.29
4.91E-01	3.99E-01	2.73E-01	11:00	4.14
2.16E-01	1.75E-01	3.14E-01	11:30	4.30
3.11E-01	2.35E-01	3.09E-01	12:00	4.23
3.87E-01	2.55E-01	6.04E-01	12:30	4.41
3.98E-01	7.99E-01	1.04E+00	13:00	4.59
4.57E-01	8.52E-01	1.26E+00	13:30	4.88
2.67E-01	5.16E-01	1.05E+00	14:00	5.04
2.42E-01	2.88E-01	3.93E-01	14:30	5.18
2.04E-01	1.87E-01	2.64E-01	15:00	5.82



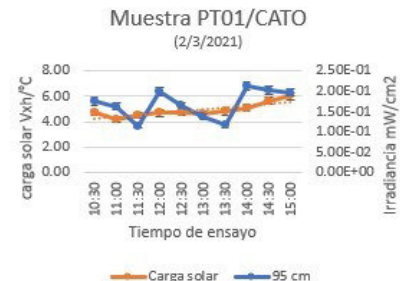
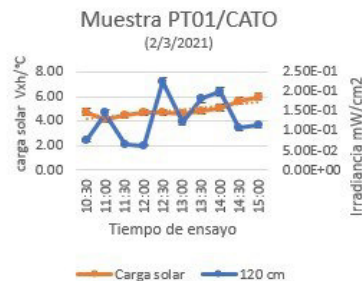
Irradiancia mW/cm ²		Muestra PT01/DITA 02 Marzo		
95 cm	110 cm	120 cm	Hora	Carga solar
9.90E-02	1.82E-01	1.45E-01	10:30	4.48
1.62E-01	1.44E-01	9.90E-02	11:00	4.47
1.37E-01	8.80E-02	7.40E-02	11:30	4.71
6.60E-02	1.38E-01	3.60E-02	12:00	4.54
6.80E-02	1.59E-01	9.10E-02	12:30	4.92
1.22E-01	1.84E-01	1.39E-01	13:00	4.63
2.36E-01	1.07E-01	3.15E-01	13:30	4.80
1.76E-01	2.14E-01	1.14E-01	14:00	5.35
1.34E-01	1.55E-01	1.36E-01	14:30	5.89
2.04E-01	1.11E-01	5.60E-02	15:00	6.30



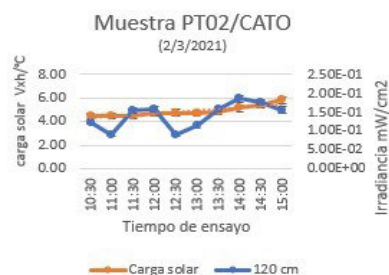
Irradiancia mW/cm ²		Muestra PT02/DITA 02 Marzo		
95 cm	110 cm	120 cm	Hora	Carga solar
1.34E-01	1.15E-01	4.20E-02	10:30	4.67
3.80E-02	1.21E-01	1.06E-01	11:00	4.47
1.44E-01	8.10E-02	1.74E-01	11:30	4.67
1.63E-01	1.49E-01	1.61E-01	12:00	4.73
2.82E-01	1.66E-01	1.84E-01	12:30	4.92
1.61E-01	1.67E-01	9.50E-02	13:00	4.96
2.76E-01	2.53E-01	1.36E-01	13:30	5.00
2.47E-01	2.68E-01	2.15E-01	14:00	5.30
2.73E-01	9.50E-02	9.80E-02	14:30	5.49
2.22E-01	8.80E-02	1.03E-01	15:00	6.25



Irradiancia mW/cm ² Muestra PT01/CATO 02 Marzo				
95 cm	110 cm	120 cm	Hora	Carga solar
1.75E-01	1.48E-01	7.50E-02	10:30	4.75
1.62E-01	1.51E-01	1.45E-01	11:00	4.16
1.15E-01	8.80E-02	6.40E-02	11:30	4.49
1.99E-01	9.10E-02	6.30E-02	12:00	4.68
1.65E-01	1.02E-01	2.24E-01	12:30	4.73
1.39E-01	9.90E-02	1.22E-01	13:00	4.63
1.17E-01	1.67E-01	1.81E-01	13:30	4.80
2.13E-01	2.56E-01	1.99E-01	14:00	5.09
2.03E-01	1.72E-01	1.06E-01	14:30	5.61
1.97E-01	1.59E-01	1.14E-01	15:00	6.00



Irradiancia mW/cm ² Muestra PTO2/CATO 02 Marzo				
95 cm	110 cm	120 cm	Hora	Carga solar
9.20E-02	1.65E-01	1.23E-01	10:30	4.52
8.20E-02	1.35E-01	9.10E-02	11:00	4.47
3.80E-02	7.80E-02	1.54E-01	11:30	4.53
3.10E-02	4.90E-02	1.57E-01	12:00	4.72
9.20E-02	8.30E-02	9.10E-02	12:30	4.77
6.10E-02	6.70E-02	1.14E-01	13:00	4.66
1.77E-01	2.22E-01	1.58E-01	13:30	4.84
2.16E-01	1.71E-01	1.86E-01	14:00	5.13
1.54E-01	9.90E-02	1.76E-01	14:30	5.44
1.05E-01	2.90E-02	1.56E-01	15:00	5.85



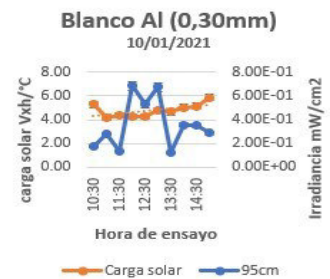
Cuadro 15. Gráficos y tablas de resultados de los bastidores de espesor 0.30mm

Muestras	Irradiancia m W/cm ²								
Horas	11:00								
Fechas	Enero			Febrero			Marzo		
cm	95	110	120	95	110	120	95	110	120
Blanco	5.78E-01	3.71E-01	4.27E-01	1.7E-01	1.7E-01	2.3E-01	4.2E-01	1.9E-01	1.4E-01
PT01/DITA	5.6E-02	2.4E-01	7.4E-02	7.8E-02	1.4E-01	1.3E-01	2.3E-01	9.9E-02	8.7E-02
PT02/DITA	1.5E-01	1.9E-01	2.2E-01	9.3E-02	8.5E-02	7.5E-02	1.7E-01	1.2E-01	1.4E-01
PT01/CATO	1.1E-01	1.1E-01	1.3E-01	1.6E-01	1.7E-01	6.8E-02	6.9E-02	4.5E-02	1.1E-01
PT02/CATO	7.1E-02	1.3E-01	1.4E-01	1.0E-01	5.7E-02	1.3E-01	1.3E-01	8.6E-02	1.4E-01
Muestras	Irradiancia m W/cm ²								
Horas	12:30								
Fechas	Enero			Febrero			Marzo		
cm	95	110	120	95	110	120	95	110	120
Blanco	6.84E-01	7.04E-01	7.31E-01	3.0E-01	8.9E-01	2.9E-01	5.6E-01	4.3E-01	2.6E-01
PT01/DITA	1.0E-01	2.4E-01	1.9E-01	2.6E-01	3.1E-01	1.9E-01	2.4E-01	2.8E-01	1.7E-01
PT02/DITA	1.0E-01	2.4E-01	1.5E-01	9.5E-02	2.9E-01	2.0E-01	1.7E-01	2.4E-01	2.4E-01
PT01/CATO	1.3E-01	2.3E-01	1.4E-01	1.8E-01	3.0E-01	2.7E-01	1.7E-01	1.5E-01	4.1E-02
PT02/CATO	1.8E-01	7.7E-02	2.3E-01	1.4E-01	1.8E-01	2.4E-01	1.7E-01	8.8E-02	1.8E-01
Muestras	Irradiancia m W/cm ²								
Horas	14:00								
Fechas	Enero			Febrero			Marzo		
cm	95	110	120	95	110	120	95	110	120
Blanco	3.34E-01	5.51E-01	3.36E-01	1.4E-01	2.3E-01	1.8E-01	3.4E-01	5.2E-01	3.1E-01
PT01/DITA	7.2E-02	2.2E-01	1.5E-01	8.3E-02	2.6E-01	2.1E-01	2.3E-01	2.8E-01	1.3E-01

PT02/DITA	1.7E-01	3.0E-01	6.4E-02	1.4E-01	2.3E-01	1.8E-01	1.3E-01	2.6E-01	2.7E-01
PT01/CATO	2.4E-01	2.0E-01	1.8E-01	1.6E-01	3.3E-01	1.3E-01	2.4E-01	1.8E-01	2.0E-01
PT02/CATO	1.9E-01	8.1E-02	1.4E-01	1.6E-01	9.7E-02	2.1E-01	2.3E-01	2.8E-01	1.3E-01

En el mes de enero

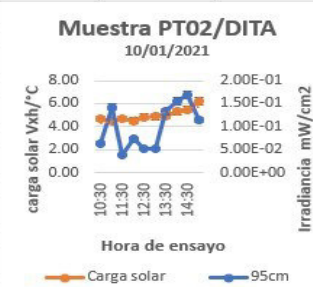
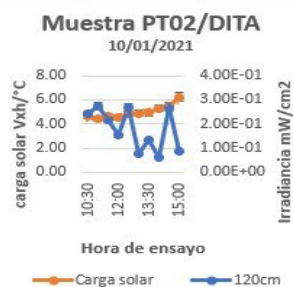
Irradiancia mW/cm ²		Muestra Blanco PSLR 10 enero			
95cm	110cm	120cm	Horas	Carga solar	
1.73E-01	2.66E-01	6.81E-01	10:30	5.29	
2.82E-01	4.81E-01	7.25E-01	11:00	4.14	
1.38E-01	2.02E-01	4.42E-01	11:30	4.33	
6.84E-01	7.04E-01	7.25E-01	12:00	4.23	
5.26E-01	1.13E+00	6.05E-01	12:30	4.31	
6.74E-01	1.07E+00	2.42E-01	13:00	4.78	
1.21E-01	1.04E+00	2.81E-01	13:30	4.65	
3.57E-01	5.36E-01	3.24E-01	14:00	5.04	
3.51E-01	5.57E-01	3.28E-01	14:30	5.14	
2.86E-01	4.37E-01	2.53E-01	15:00	5.86	



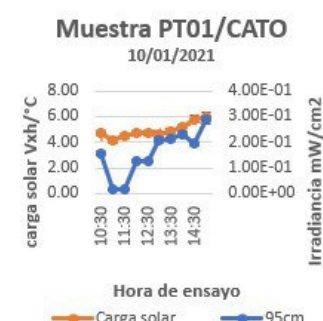
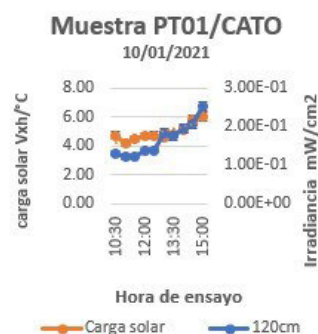
Irradiancia mW/cm ²		Muestra PT01/DITA 10 enero			
95cm	110cm	120cm	Horas	Carga solar	
8.40E-02	9.20E-02	2.45E-01	10:30	4.48	
7.80E-02	6.50E-02	2.14E-01	11:00	4.47	
8.80E-02	6.30E-02	2.14E-01	11:30	4.71	
1.03E-01	2.97E-01	1.93E-01	12:00	4.20	
1.03E-01	2.97E-01	1.93E-01	12:30	4.92	
2.12E-01	2.75E-01	3.27E-01	13:00	4.63	
1.49E-01	3.02E-01	1.08E-01	13:30	4.69	
7.80E-02	2.18E-01	1.44E-01	14:00	5.01	
1.69E-01	2.73E-01	1.97E-01	14:30	5.89	
1.71E-01	1.94E-01	1.05E-01	15:00	6.30	



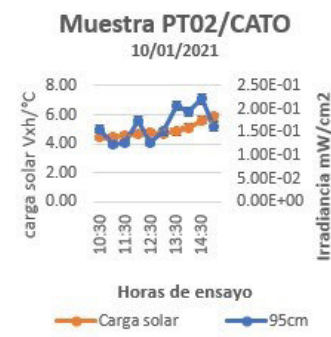
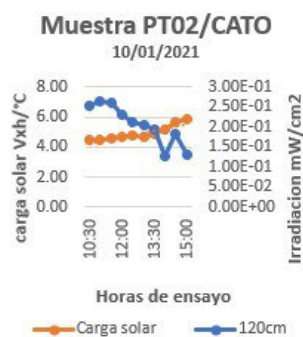
Muestra PT02/DITA 10 enero				
Irradiancia mW/cm ²	95cm	110cm	120cm	Horas
				Carga solar
6.40E-02	1.75E-01	2.42E-01	10:30	4.67
1.43E-01	9.20E-02	2.75E-01	11:00	4.47
3.80E-02	2.65E-01	2.18E-01	11:30	4.67
7.30E-02	2.23E-01	1.53E-01	12:00	4.52
5.30E-02	2.25E-01	2.69E-01	12:30	4.84
5.30E-02	1.64E-01	7.50E-02	13:00	4.88
1.33E-01	2.54E-01	1.35E-01	13:30	4.92
1.56E-01	2.94E-01	6.40E-02	14:00	5.30
1.68E-01	2.51E-01	2.68E-01	14:30	5.49
1.15E-01	1.73E-01	8.70E-02	15:00	6.25



Muestra PT01/CATO 10 enero				
Irradiancia mW/cm ²	95cm	110cm	120cm	Horas
				Carga solar
1.57E-01	8.80E-02	1.31E-01	10:30	4.74
1.80E-02	5.60E-02	1.22E-01	11:00	4.16
1.90E-02	5.60E-02	1.23E-01	11:30	4.49
1.27E-01	2.31E-01	1.39E-01	12:00	4.68
1.27E-01	2.31E-01	1.39E-01	12:30	4.73
2.08E-01	2.46E-01	1.84E-01	13:00	4.63
2.11E-01	1.36E-01	1.75E-01	13:30	4.80
2.32E-01	2.47E-01	1.95E-01	14:00	5.13
1.94E-01	1.51E-01	2.05E-01	14:30	5.80
2.86E-01	4.33E-01	2.52E-01	15:00	6.00



Muestra PT02/CATO 10 enero				
Irradiancia mW/cm ²	95cm	110cm	120cm	Horas
				Carga solar
1.56E-01	1.74E-01	2.54E-01	10:30	4.52
1.25E-01	1.66E-01	2.66E-01	11:00	4.47
1.27E-01	1.53E-01	2.62E-01	11:30	4.53
1.76E-01	7.80E-02	2.31E-01	12:00	4.68
1.26E-01	9.80E-02	2.13E-01	12:30	4.77
1.51E-01	1.23E-01	2.06E-01	13:00	4.66
2.07E-01	1.72E-01	1.92E-01	13:30	4.84
1.94E-01	7.20E-02	1.28E-01	14:00	5.13
2.21E-01	1.24E-01	1.82E-01	14:30	5.62
1.62E-01	8.80E-02	1.32E-01	15:00	5.86

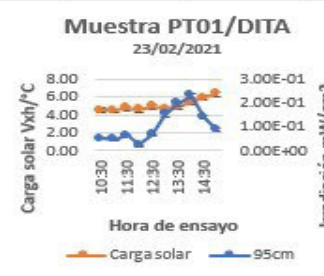
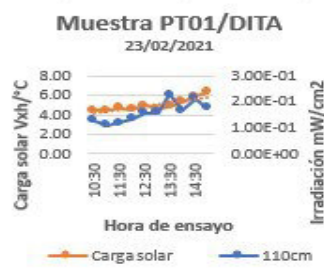


En el mes de febrero

Irradiancia mW/cm ² Muestra Blanco PSR 23 Febrero				
95cm	110cm	120cm	Hora	Carga solar
3.51E-01	2.32E-01	1.57E-01	10:30	5.29
2.59E-01	1.36E-01	2.68E-01	11:00	4.14
2.35E-01	1.28E-01	1.33E-01	11:30	4.30
4.81E-01	2.07E-01	3.29E-01	12:00	4.23
3.36E-01	2.25E-01	1.65E-01	12:30	4.41
3.79E-01	5.85E-01	2.68E-01	13:00	4.59
3.61E-01	6.48E-01	2.82E-01	13:30	4.88
2.54E-01	3.56E-01	1.74E-01	14:00	5.04
1.14E-01	2.98E-01	1.67E-01	14:30	5.18
1.96E-01	3.04E-01	1.75E-01	15:00	5.82



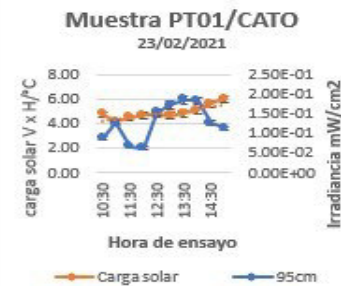
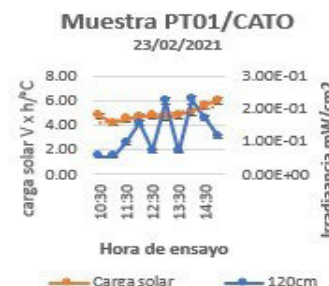
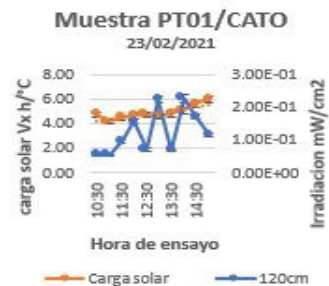
Irradiancia mW/cm ² Muestra PT01/DITA 23 Febrero				
95cm	110cm	120cm	Hora	Carga solar
5.10E-02	1.26E-01	6.20E-02	10:30	4.48
4.80E-02	1.09E-01	9.40E-02	11:00	4.47
6.20E-02	1.17E-01	8.70E-02	11:30	4.71
2.40E-02	1.34E-01	1.26E-01	12:00	4.54
6.70E-02	1.57E-01	6.70E-02	12:30	4.93
1.51E-01	1.57E-01	1.71E-01	13:00	4.63
1.98E-01	2.27E-01	2.22E-01	13:30	4.80
2.29E-01	1.66E-01	1.75E-01	14:00	5.34
1.39E-01	2.12E-01	1.33E-01	14:30	5.89
8.80E-02	1.77E-01	1.38E-01	15:00	6.30



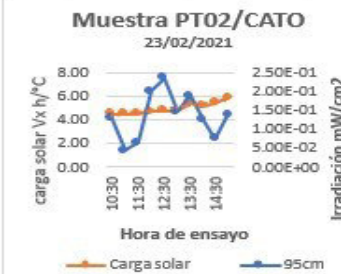
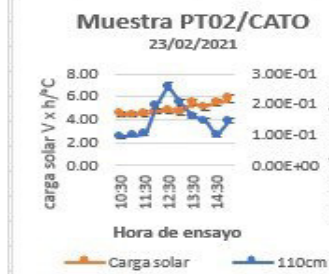
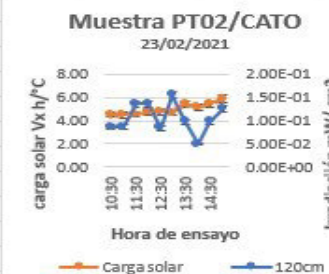
Irradiancia mW/cm ² Muestra PT02/DITA 23 Febrero				
95cm	110cm	120cm	Hora	Carga solar
6.80E-02	1.24E-01	1.19E-01	10:30	4.67
7.70E-02	1.07E-01	1.12E-01	11:00	4.47
3.90E-02	1.11E-01	6.70E-02	11:30	4.67
4.80E-02	1.73E-01	1.34E-01	12:00	4.73
9.80E-02	1.47E-01	8.90E-02	12:30	4.92
8.60E-02	1.27E-01	1.78E-01	13:00	4.96
5.40E-02	1.77E-01	2.19E-01	13:30	5.00
1.43E-01	2.82E-01	1.56E-01	14:00	5.30
1.08E-01	2.22E-01	1.87E-01	14:30	5.49
6.40E-02	1.85E-01	1.14E-01	15:00	6.25



Irradiancia mW/cm ²		Muestra PT01/CATO 23 Febrero		
95cm	110cm	120cm	Hora	Carga solar
8.70E-02	1.11E-01	5.40E-02	10:30	4.75
1.26E-01	9.40E-02	5.40E-02	11:00	4.16
6.70E-02	8.10E-02	9.80E-02	11:30	4.49
6.30E-02	1.08E-01	1.57E-01	12:00	4.68
1.53E-01	1.62E-01	7.20E-02	12:30	4.73
1.72E-01	1.75E-01	2.24E-01	13:00	4.63
1.85E-01	1.67E-01	6.90E-02	13:30	4.80
1.83E-01	1.91E-01	2.27E-01	14:00	5.09
1.26E-01	1.47E-01	1.72E-01	14:30	5.61
1.13E-01	1.65E-01	1.16E-01	15:00	6.00



Irradiancia mW/cm ²		Muestra PT02/CATO 23 Febrero		
95cm	110cm	120cm	Hora	Carga solar
1.29E-01	9.60E-02	8.60E-02	10:30	4.52
4.30E-02	9.90E-02	8.60E-02	11:00	4.47
6.50E-02	1.04E-01	1.37E-01	11:30	4.53
2.01E-01	1.96E-01	1.35E-01	12:00	4.72
2.35E-01	2.59E-01	8.38E-02	12:30	4.77
1.47E-01	2.05E-01	1.55E-01	13:00	4.66
1.88E-01	1.62E-01	9.74E-02	13:30	5.44
1.24E-01	1.47E-01	4.98E-02	14:00	5.13
7.50E-02	9.90E-02	9.74E-02	14:30	5.44
1.39E-01	1.47E-01	1.25E-01	15:00	5.86



En el mes de marzo

Irradiancia mW/cm ²		Muestra Blanco PSRL 02 Marzo		
95cm	110cm	120cm	Tiempo	Carga solar
3.5E-01	4.2E-01	2.0E-01	10:30	5.29
4.2E-01	1.9E-01	1.4E-01	11:00	4.14
5.0E-01	3.6E-01	1.8E-01	11:30	4.30
1.0E-01	2.8E-01	1.3E-01	12:00	4.23
5.6E-01	4.3E-01	2.6E-01	12:30	4.41
5.3E-01	8.2E-01	3.2E-01	13:00	4.59
3.6E-01	6.5E-01	2.1E-01	13:30	4.88
3.4E-01	5.2E-01	3.1E-01	14:00	5.04
1.4E-01	2.9E-01	2.7E-01	14:30	5.18
1.5E-01	2.9E-01	1.5E-01	15:00	5.18



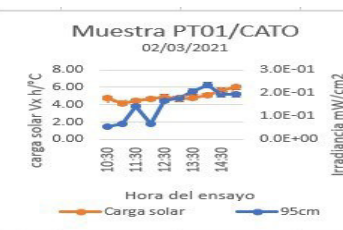
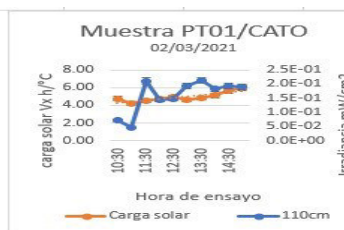
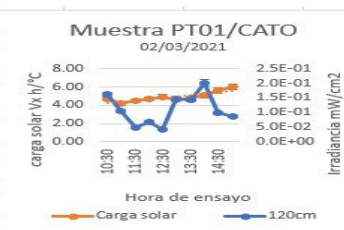
Irradiancia mW/cm ² Muestra PT01/DITA 02 Marzo				
95cm	110cm	120cm	Tiempo	Carga solar
1.0E-01	2.9E-01	5.9E-02	10:30	5.29
2.3E-01	9.9E-02	8.7E-02	11:00	4.14
2.3E-01	1.3E-01	1.4E-01	11:30	4.30
9.8E-02	2.1E-01	1.0E-01	12:00	4.54
2.4E-01	2.8E-01	1.7E-01	12:30	4.92
3.0E-01	2.9E-01	1.8E-01	13:00	4.63
1.7E-01	2.8E-01	1.1E-01	13:30	4.80
2.3E-01	2.8E-01	1.3E-01	14:00	5.35
1.7E-01	2.1E-01	1.2E-01	14:30	5.89
1.7E-01	2.1E-01	1.2E-01	15:00	6.30



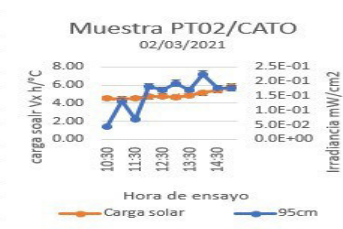
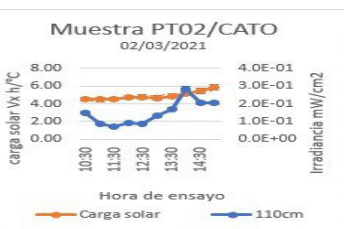
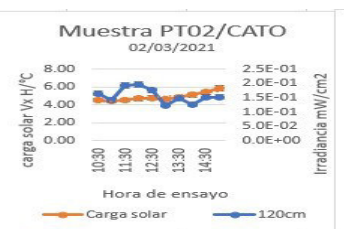
Irradiancia mW/cm ² Muestra PT02/DITA 02 Marzo				
95cm	110cm	120cm	Tiempo	Carga solar
1.1E-01	2.3E-01	2.1E-01	10:30	4.67
1.7E-01	1.2E-01	1.4E-01	11:00	4.47
1.6E-01	8.5E-02	2.2E-01	11:30	4.67
9.8E-02	1.7E-01	2.0E-01	12:00	4.73
1.7E-01	2.4E-01	2.4E-01	12:30	4.92
1.8E-01	3.4E-01	2.6E-01	13:00	4.96
1.7E-01	1.4E-01	3.1E-01	13:30	5.00
1.3E-01	2.6E-01	2.7E-01	14:00	5.30
1.7E-01	2.1E-01	1.2E-01	14:30	5.49
8.6E-02	2.0E-01	2.1E-01	15:00	6.25



Irradiancia mW/cm ² Muestra PT01/CATO 02 Marzo				
95cm	110cm	120cm	Tiempo	Carga solar
5.7E-02	7.1E-02	1.6E-01	10:30	4.75
6.9E-02	4.5E-02	1.1E-01	11:00	4.16
1.5E-01	2.1E-01	4.9E-02	11:30	4.49
6.8E-02	1.4E-01	6.9E-02	12:00	4.68
1.7E-01	1.5E-01	4.1E-02	12:30	4.92
1.8E-01	1.9E-01	1.5E-01	13:00	4.63
2.1E-01	2.1E-01	1.4E-01	13:30	4.80
2.4E-01	1.8E-01	2.0E-01	14:00	5.09
1.9E-01	1.9E-01	9.8E-02	14:30	5.61
1.9E-01	1.9E-01	8.8E-02	15:00	6.00

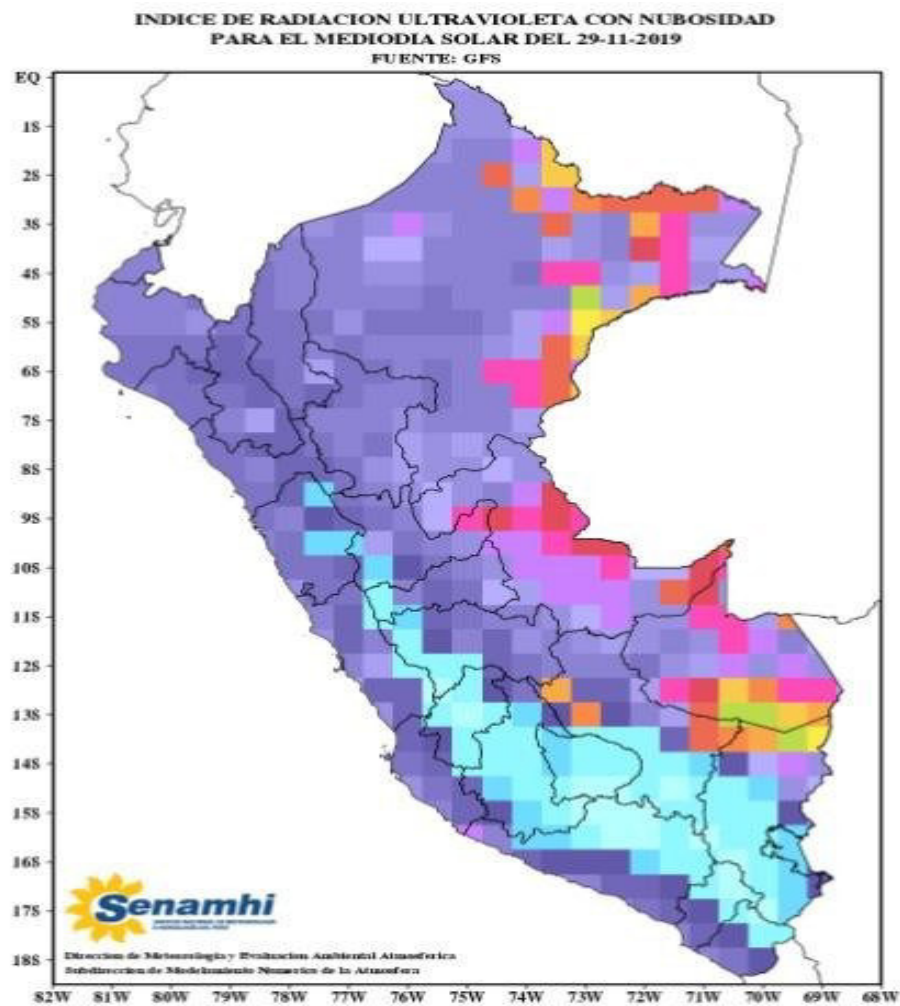


Irradiancia mW/cm ² Muestra PT02/CATO 02 Marzo				
95cm	110cm	120cm	Tiempo	Carga solar
4.3E-02	1.5E-01	1.7E-01	10:30	4.52
1.3E-01	8.6E-02	1.4E-01	11:00	4.47
6.8E-02	7.2E-02	1.9E-01	11:30	4.53
1.8E-01	9.3E-02	2.0E-01	12:00	4.72
1.7E-01	8.8E-02	1.8E-01	12:30	4.77
1.9E-01	1.3E-01	1.2E-01	13:00	4.66
1.7E-01	1.7E-01	1.5E-01	13:30	4.84
2.3E-01	2.8E-01	1.3E-01	14:00	5.13
1.8E-01	2.1E-01	1.5E-01	14:30	5.44
1.8E-01	2.1E-01	1.5E-01	15:00	5.86



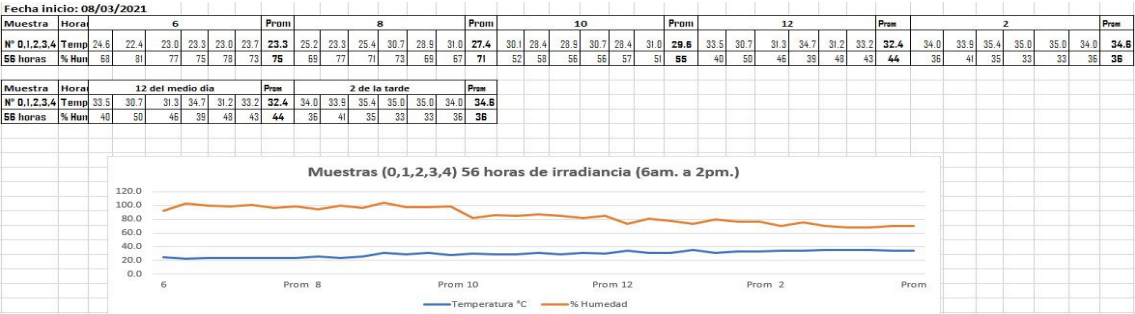
Muestras	Carga solar V x h/°C								
Horas	11			12:30			14:00		
Fechas	Ene	Feb	Marzo	Ene	Feb	Marzo	Ene	Feb	Maz
Blanco	4.14	4.141	4.14	4.41	4.41	4.41	5.04	5.04	5.04
PT01/DITA	4.47	4.47	4.14	4.92	4.92	4.92	5.35	5.35	5.35
PT02/DITA	4.47	4.47	4.47	4.92	4.92	4.92	5.30	5.30	5.30
PT01/CATO	4.16	4.16	4.16	4.73	4.73	4.92	5.09	5.09	5.09
PT02/CATO	4.16	4.47	4.47	4.77	4.77	4.77	5.13	5.13	5.13

Cuadro 16. Mapa del índice de radiación ultravioleta con nubosidad para el medio día. En la gráfica se describe la irradiancia (W/m^2). (Semhami diciembre 2019-Peru).

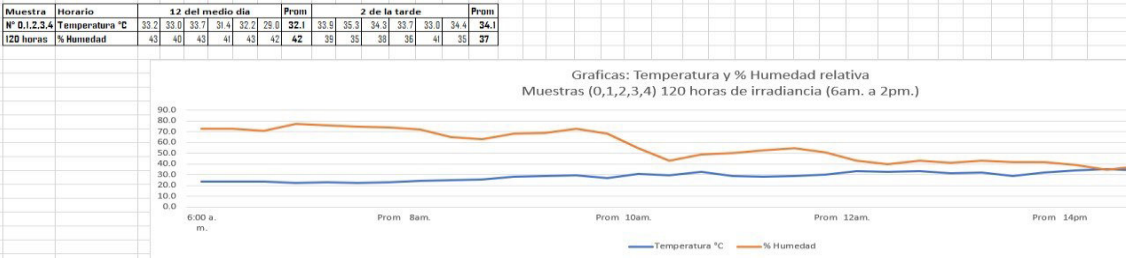


Cuadro 17. Resultados de las condiciones ambientales

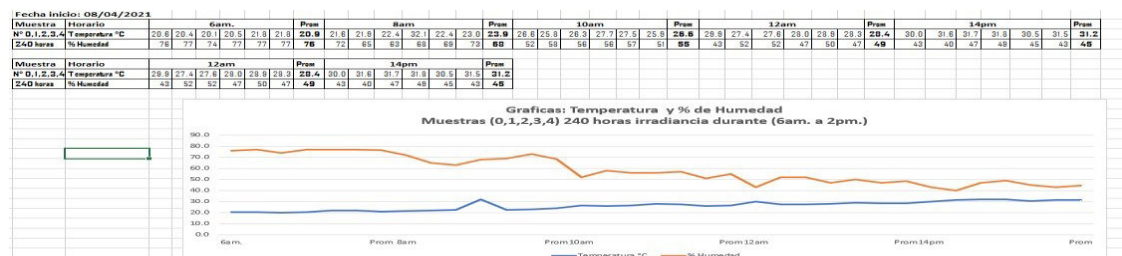
Resultado en las condiciones ambientales a las 56 horas de Irradiancia



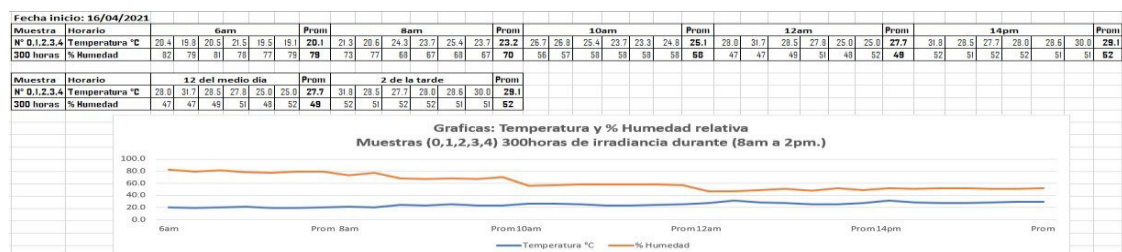
Resultado en las condiciones ambientales a las 120 horas de Irradiancia.



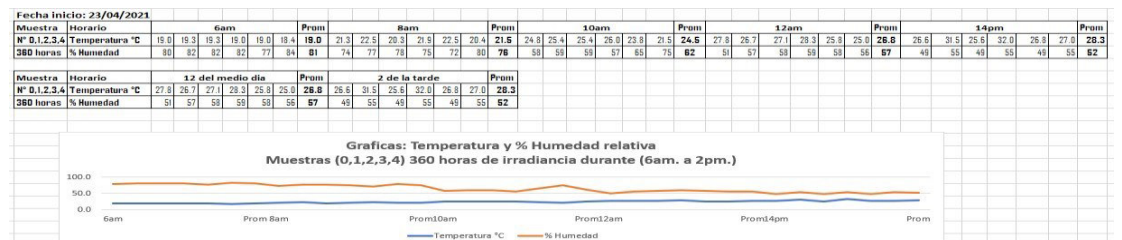
Resultado en las condiciones ambientales a las 240 horas de Irradiancia



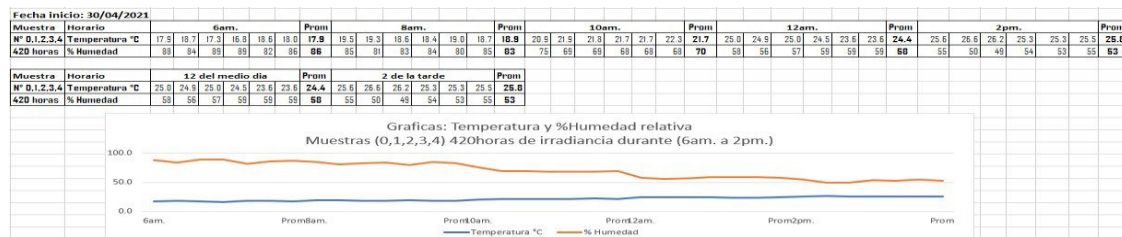
Resultado en las condiciones ambientales a las 300 horas de Irradiancia



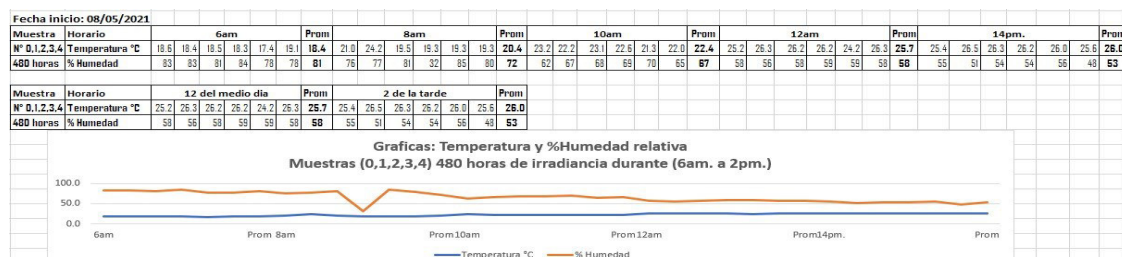
Resultado en las condiciones ambientales a las 360 horas de Irradiancia



Resultado en las condiciones ambientales a las 420 horas de Irradiancia



Resultado en las condiciones ambientales a las 480 horas de Irradiancia



Resultado en las condiciones ambientales a las 500 horas de Irradiancia

