



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**Determinación de zonas con potencial para generación
fotovoltaica en la ciudad de Cuenca, a través de la
adquisición de datos de un piranómetro y modelación en
SIG.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
INGENIERO ELECTRÓNICO.**

Autor:

EDGAR LEONARDO ORDÓÑEZ VÁSCONEZ.

Director:

ING. OMAR DELGADO INGA, MST.

CUENCA-ECUADOR

2017

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada principalmente a Dios y a todos los miembros que conforman mi hermosa familia, mi madre Enma Vásconez Jara, mi padre Edgar Ordóñez Campoverde, mis hermanas Jenny y Angélica Ordóñez Vásconez, ya que gracias a ellos quienes me brindaron su apoyo incondicional en el transcurso de mi vida, cuando necesitada de un aliento, supieron estar presentes. Dios quien es el pilar fundamental de mi vida, con su gracia puesta en mí, supo guiar por el camino correcto y así poder desarrollarme principalmente como una persona de bien y que a la postre me regalara la alegría de ser una persona realizada en el ámbito profesional, y por ultimo a todos los profesores de la universidad que se brindaron para impartir su enseñanza hacia mi persona.

Edgar.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos al Mst. Omar Delgado Inga, por su gran labor y vocación, ya que supo guiar mi tesis de la forma más correcta, cordial y comedida. Le estoy totalmente agradecido por apartar su tiempo y dedicarle a este proyecto.

A la Universidad del Azuay por brindarme sus conocimientos y valores impartidos en cada rincón de su campus.

Al Dr. Hugo Torres, por brindar su apoyo incondicional en todo el transcurso de mis estudios.

A todos los miembros de la junta académica de la escuela de Ingeniería Electrónica por formar parte del desarrollo tanto profesional y humano.

A todos los catedráticos de la universidad por su labor incansable y gran dedicación.

Edgar.

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ECUACIONES.	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1 : MARCO TEÓRICO	2
1.1 Radiación Solar.	2
1.2 Radiación Solar Directa.....	2
1.3 Radiación Solar Difusa.....	3
1.4 Radiación Solar Global.	3
1.5 Condiciones Meteorológicas.	3
1.6 Atlas Solar del Ecuador con Fines de Generación Eléctrica.	3
1.7 Estaciones Meteorológicas.	5
1.8 Recopilación de Datos de Estaciones Meteorológicas INER_UPS.	7
1.9 Georeferenciación en ArcMap.	10
1.10 Cargar Información geográfica en ArcMap	12
1.11 Información cartográfica de las estaciones meteorológicas del cantón Cuenca.....	13
1.12 Ubicación de las estaciones de la INER_UPS del cantón Cuenca en ArcMap.	14

CAPÍTULO 2: ADQUIRIR DATOS DE UN SENSOR DE RADIACIÓN SOLAR “PIRANÓMETRO” PARA ALMACENAR DATOS DE NIVELES DE RADIACIÓN SOLAR GLOBAL.	19
2.1 Área de Estudio.	19
2.2 Equipos de Medición.	20
2.3 Plataforma Arduino.	22
2.4 Características del Arduino.	23
2.4.1 Alimentación a la placa de arduino nano	24
2.4.2 Memoria del microcontrolador.	24
2.4.3 Pines de Entrada y Salida	25
2.4.4 Comunicación.	25
2.4.5 Programación.	26
2.5 Fotodiodo.	26
2.5.1 Amplificador Operacional LM358N	28
2.5.2 Sensor de Temperatura y Humedad DHT11.	29
2.6 Diseño de Placa PCB.	29
2.7 Diseño del software y montaje de Hardware del Piranómetro.	31
2.8 Etapa 1: Reconocimiento de microcontrolador en el cual se basara el trabajo.	31
2.9 Etapa 2: Diagrama de funcionamiento del programa en Arduino y NetBeans.	32
2.10 Etapa 3: Enlace.	33
2.11 Etapa 4: Firmware.	34

2.11.1	Código en Arduino.	34
2.11.2	Código en NetBeans.	37
2.12	Etapa 5: Calibración del sensor	47
2.12.1	Comportamiento del fotodiodo a variaciones de temperatura.	51
2.13	Etapa 6: Montaje de equipo sensor de radiación Solar.....	51
CAPÍTULO 3 : MODELAR PATRONES DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL, EMPLEANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG), EN BASE A LOS DATOS ADQUIRIDOS MEDIANTE EL PIRANÓMETRO CONSTRUIDO.		52
3.1	Análisis exploratorio de datos.	52
3.2	Análisis geoestadístico con Sistemas de Información Geográfica.	60
3.2.1	Fuente de datos para el desarrollo del modelo.	60
3.2.2	Como abrir la tabla donde se encuentra la fuente de datos en forma de puntos.	62
3.3	Técnicas de Interpolación.....	63
3.3.1	Técnicas Geoestadísticas.....	63
3.3.2	Técnicas de Interpolación Determinísticas exactas y locales.....	63
3.4	Cálculo de Inversa de la Distancia Ponderada de la Radiación Solar Global en un punto.....	63
3.4.1	Cálculo del valor de las distancias entre el punto a predecir y los puntos muestrales.....	65
3.4.2	Calcular los pesos λ_i	69
3.4.3	Cálculo de la predicción.....	71

3.5 Generación de Superficies continuas, aplicando técnicas de interpolación IDW.	72
CAPÍTULO 4 : EVALUAR Y VALIDAR LOS DATOS ADQUIRIDOS CONTRA DATOS EXISTENTES.	84
4.1 Análisis de Datos de Radiación Solar Global de la estación de Nulti.....	84
4.2 Datos estación INER_UPS en Nulti.....	85
4.3 Datos Adquiridos por el equipo de Radiación Solar Global en la estación de Nulti.	87
4.4 Datos Adquiridos en la estación de Nulti Vs Piranómetro construido.....	89
RECOMENDACIONES	91
CONCLUSIONES	92
BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXOS	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Mapa de Radiación Solar Global promedio del Ecuador.	5
Figura 1.2. Mapa de las estaciones meteorológicas del cantón Cuenca del proyecto INER_UPS.....	6
Figura 1.3. Insolación Global promedio en JPG cargada en ArcMap.	11
Figura 1.4. Archivos Shapfile de cantones parroquias y provincias cargados en ArcMap.	12
Figura 1.5. Imagen de las zonas de estudio del cantón Cuenca con shapefile cargados en ArcMap.	13
Figura 1.6. Imagen en ArcMap de ubicaciones de las estaciones meteorológicas del INER-UPS.....	15
Figura 1.7. Imagen de zona de Nulti en ArcMap, donde se basara el estudio y medición de Radiación Solar Global.	16
Figura 2.1. Área de estudio en ArcMap.	19
Figura 2.2. Equipo Solar Power Meter SM206 y su sensor de transmisión ubicado en la parte superior del equipo.	20
Figura 2.3. Equipo medidor de radiación solar sm206 en su caja y funcionando. ..	21
Figura 2.4. Arquitectura de arduino Nano.	23
Figura 2.5. Ejemplo de programación en C++.....	26
Figura 2.6. Arquitectura de un fotodiodo.....	27
Figura 2.7. Fotodíodo de SM206 Solar Power Meter Operation.	27
Figura 2.8. Configuración de Amplificador Operacional Lm358N.....	28
Figura 2.9. Etapa de amplificación y circuito de puente de wheatstone.....	28
Figura 2.10. Estructura física del sensor DHT11.....	29

Figura 2.11. Diseño y montaje del circuito en la PCB.....	30
Figura 2.12. Microcontrolador Mega328p.....	31
Figura 2.13. Diagrama de flujo de software.....	32
Figura 2.14. Esquema de Comunicación del sensor con las distintas plataformas de programación Fuente. Autor.	33
Figura 2.15. Adquisición de Información en la Plataforma de Arduino.....	34
Figura 2.16. Imagen de Adquisición de datos en Netbeans.	38
Figura 2.17. Proceso de calibración y recopilación de datos.	48
Figura 2.18. Gráfica de los valores recopilados de Radiación Solar Global vs Voltaje.	50
Figura 2.19. Comportamiento del sensor ante la radiación incidente.....	50
Figura 2.20. Montaje de componentes en la carcasa y puesta en funcionamiento de equipo.....	51
Figura 3.1. Distintos puntos de Ubicación de Equipo medidor de Radiación Solar Global.....	52
Figura 3.2. Tabla en la cual muestra las coordenadas del punto S1 donde se llevara a cabo la recopilación de los niveles de radiación solar global.	53
Figura 3.3. Fotos tomadas al momento de la adquisición de datos en el punto S1..	53
Figura 3.4. Punto de Ubicación S2.	54
Figura 3.5. Coordenadas del punto de Ubicación S2 correspondiente a la Iglesia..	54
Figura 3.6. Fotos tomadas al momento de la adquisición de datos en la zona S2 correspondiente a la Iglesia de Nulti.....	55
Figura 3.7. Punto de Ubicación S3 Feria de Autos.....	55
Figura 3.8. Coordenadas del punto de Ubicación S3 correspondiente a la Iglesia..	56

Figura 3.9. Fotos tomadas al momento de la adquisición de datos en la zona S3 correspondiente a la Feria de Autos.	56
Figura 3.10. Punto de Ubicación S4 LLacao.	57
Figura 3.11. Coordenadas del punto de Ubicación S4 correspondiente a LLacao. ..	57
Figura 3.12. Fotos tomadas al momento de la adquisición de datos en la zona S4 correspondiente a LLacao.	58
Figura 3.13. Punto de Ubicación de estación de Nulti.	58
Figura 3.14. Coordenadas del punto de Ubicación de la Estación INER_UPS Nulti.	59
Figura 3.15. Fotos de la estación de Nulti de la INER_UPS.	59
Figura 3.16. Add Data en ArcMap.	62
Figura 3.17. Ruta para adjuntar Fuente de datos.	62
Figura 3.18. Tabla adjunta en ArcMap.	62
Figura 3.19. Gráfico demostrativo de cómo se comporta los pesos a variación de la distancia.	64
Figura 3.20. Punto de predicción visto desde google earth.	65
Figura 3.21. Interpolación IDW de radiación Solar Global en el periodo de 11:16 am hasta las 11:30am.	73
Figura 3.22. Interpolación IDW de radiación Solar Global en el periodo de 11:31 am hasta las 11:45am.	74
Figura 3.23. Interpolación IDW de radiación Solar Global en el periodo de 11:46 am hasta las 12:00pm.	75
Figura 3.24. Interpolación IDW de radiación Solar Global en el periodo de 12:01 pm hasta las 12:15pm.	76

Figura 3.25. Interpolación IDW de radiación Solar Global en el periodo de 12:16 pm hasta las 12:30pm..... 77

Figura 3.26. Interpolación IDW de radiación Solar Global en el periodo de 12:31 pm hasta las 12:45pm..... 78

Figura 3.27. Interpolación IDW de radiación Solar Global en el periodo de 12:46 pm hasta las 13:00pm..... 79

Figura 3.28. Interpolación IDW de radiación Solar Global en el periodo de 13:01 pm hasta las 13:15pm..... 80

Figura 3.29. Interpolación IDW de radiación Solar Global en el periodo de 13:16 pm hasta las 13:30pm..... 81

Figura 3.30. Interpolación IDW de radiación Solar Global en el periodo de 13:31 pm hasta las 13:45pm..... 82

Figura 3.31. Interpolación IDW de radiación Solar Global en el periodo de 13:46 pm hasta las 14:00 pm..... 83

Figura 4.1. Adquisición de datos entregados por la estación de la INER_UPS. 84

Figura 4.2. Gráfica de los promedios de 15 minutos de los niveles de Radiación Solar Global entregados por estación INER_UPS. 86

Figura 4.3. Gráfica de los promedios de 15 minutos de los niveles de Radiación Solar Global entregados por Piranómetro. 88

Figura 4.4. Gráfica donde expresa datos de Radiación Solar Global de Estación de Nulti Vs datos de Radiación Solar Global adquiridos por el Piranómetro. 90

Figura 4.5. Gráfico de correlación entre datos de estación y piranómetro construido. 91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Cuadro donde se refleja los días de recopilación de datos en las estaciones del cantón Cuenca, del periodo enero a junio del año 2015 INER- UPS.....	8
Tabla 1.2: Cuadro donde se refleja los días de recopilación de datos en las estaciones del cantón Cuenca, del periodo julio a diciembre del año 2015 INER- UPS.	9
Tabla 1.3: Cuadro del total de datos de radiación solar global en el cantón Cuenca por INER-UPS.....	10
Tabla 1.4: Coordenadas de ubicación de las estaciones meteorológicas del cantón Cuenca.....	14
Tabla 1.5: Promedios mensuales de radiación solar global de estaciones meteorológicas del INER desde Nulti hasta Quingeo.....	17
Tabla 1.6: Promedios mensuales de radiación solar global de estaciones meteorológicas del INER desde Cumbe hasta Molleturo.	17
Tabla 2.1: Especificaciones sensor de radiación solar global.	22
Tabla 2.2: Características eléctricas de arduino nano	24
Tabla 2.3: Puertos de entrada y salida de placa arduino Nano.	25
Tabla 2.4: Especificaciones técnicas del sensor DHT11.	29
Tabla 2.5: Niveles de radiación con sus respectivos valores de Voltaje.....	49
Tabla 3.1: Nombres de los puntos donde se colocará el equipo para las distintas mediciones.....	52
Tabla 3.2: Puntos para crear el método IDW.....	61
Tabla 3.3: Coordenadas para cálculo de las distancias.	65
Tabla 3.4: Coordenadas para el punto de predicción.....	66
Tabla 3.5: Coordenadas de ubicación de la estación de la INER_UPS en Nulti.	66

Tabla 3.6: Coordenadas de ubicación de la estación de LLacao.	66
Tabla 3.7: Coordenadas de ubicación de la estación Chaullabamba.	67
Tabla 3.8: Coordenadas de ubicación de la estación de la Iglesia de Nulti.	68
Tabla 3.9: Coordenadas de ubicación de la estación de la feria de autos.	68
Tabla 3.10: Cuadro de valores de las distancias entre los puntos Muéstrales y punto de predicción.	69
Tabla 3.11: Cuadro indicativo de los valores calculados de los pesos, entre el punto de muestreo y punto de predicción.....	71
Tabla 3.12: Cuadro indicativo de los promedios de radiación solar global en las 5 zonas.....	71
Tabla 3.13: Datos para generar la Interpolación.	72
Tabla 4.1: Cuadro de niveles de Radiación Solar Global entregado por la estación de la INER_UPS de Nulti.	85
Tabla 4.2: Cuadro de niveles de Radiación Solar Global adquirido por el piranómetro construido.....	87
Tabla 4.3: Cuadro de niveles de Radiación Solar Global Estación INER_UPS vs Piranómetro construido	89

ÍNDICE DE ECUACIONES.

Ecuación 1.1. Radiación Solar Global	3
Ecuación 2.1. Ecuación de comportamiento del sensor con incidencia de radiación.	50
Ecuación 3.1. Ecuación General IDW.	63
Ecuación 3.2. Cálculo de los pesos.	64
Ecuación 3.3. Distancia entre la estación INER_UPS en Nulti y punto de predicción.	66
Ecuación 3.4. Distancia entre la estación de LLacac y punto de predicción.	67
Ecuación 3.5. Distancia entre la estación de Chaullabamba y punto de predicción.	67
Ecuación 3.6. Distancia entre la estación Iglesia de Nulti y punto de predicción. ..	68
Ecuación 3.7. Distancia entre la estación feria de autos y punto de predicción.....	69
Ecuación 3.8. Cálculo de pesos relativos de los puntos (1,0) correspondiente a las estaciones de INER_UPS y el punto de predicción.	70
Ecuación 3.9. Cálculo de pesos relativos de los puntos (2,0) correspondiente a las estación de LLacac y el punto de predicción.	70
Ecuación 3.10. Cálculo de pesos relativos de los puntos (3,0) correspondiente a las estación de Chaullabamba y el punto de predicción.	70
Ecuación 3.11. Cálculo de pesos relativos de los puntos (4,0) correspondiente a las estación Iglesia de Nulti y el punto de predicción.	70
Ecuación 3.12. Cálculo de pesos relativos de los puntos (5,0) correspondiente a las estación feria de Autos y el punto de predicción.	71
Ecuación 3.13. Radiación Solar Global en el punto de predicción.	71
Ecuación 3.14. Radiación solar global calculada en el punto de predicción.	72

ÍNDICE DE ANEXOS

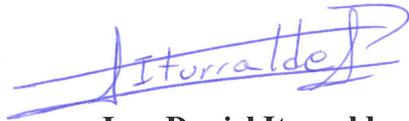
Anexo 1: Promedios mensuales y anuales de Radiación Solar Global entregado por las estaciones INER_UPS, correspondiente al periodo (enero 2015 – Octubre 2015).	95
Anexo 2: Datos de radiación solar global de estación de Nulti y datos adquiridos por equipo piranómetro construido.	99
Anexo 3: Datos adquiridos por equipo medidor de niveles de radiación solar en los diferentes puntos propuestos.	103

DETERMINACIÓN DE ZONAS CON POTENCIAL PARA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA CIUDAD DE CUENCA A TRAVÉS DE LA ADQUISICIÓN DE DATOS DE UN PIRANÓMETRO Y MODELACIÓN EN SIG.

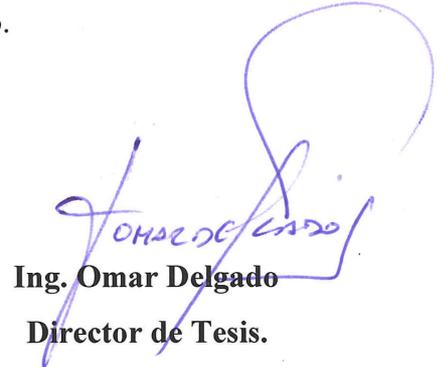
RESUMEN

La principal fuente de energía del mundo es el sol y la información entorno a esta provoca gran interés. Los niveles de Radiación Solar Global (RSG) en Cuenca y en el país no son aprovechados. Por lo que, se recopiló información referente a la materia de RSG en el cantón Cuenca; se construyó un equipo piranómetro capaz de medir y recopilar los niveles de RSG en (W/m^2). Los datos se modelaron en SIG y posteriormente se validaron con los datos de las estaciones meteorológicas del proyecto conjunto de la UPS con la INER.

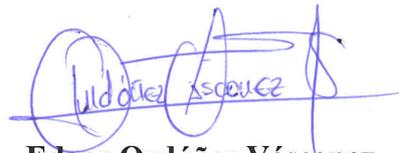
❖ Palabras Clave: RSG, SIG, INER, piranómetro.



Ing. Daniel Iturralde
Coordinador de Escuela



Ing. Omar Delgado
Director de Tesis.



Edgar Ordóñez Vásconez

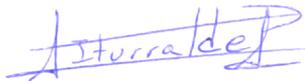
Autor

**DETERMINATION OF ZONES WITH PHOTOVOLTAIC GENERATION
POTENTIAL IN THE CITY OF CUENCA, THROUGH DATA
ACQUISITION OF A PYRANOMETER AND GIS- BASED MODELING**

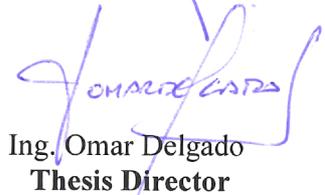
ABSTRACT

The main source of energy in the world is the sun, and any information about it leads to great interest. The levels of Global Solar Radiation (GSR) in Cuenca and in the country have not been used. For that reason, information regarding GSR in the canton Cuenca was collected, and a pyranometer equipment capable of measuring and collecting the GSR levels in (W/m^2) was built. Data were modeled in GIS (Geographic Information System), and later validated with the meteorological stations data of the UPS and INER joint project.

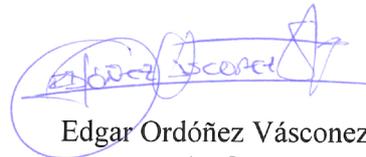
Keywords: GSR, GIS, INER, pyranometer.



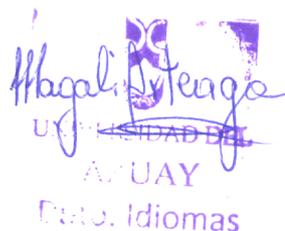
Ing. Daniel Iturralde.
School Coordinator



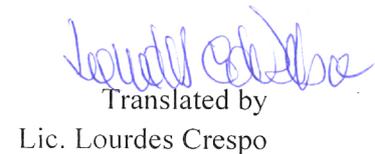
Ing. Omar Delgado
Thesis Director



Edgar Ordóñez Vásconez.
Author



UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Cano. Idiomas



Translated by
Lic. Lourdes Crespo

Edgar Leonardo Ordóñez Vásconez

Trabajo de Graduación

Ing. Omar Delgado Inga, Mst.

Mayo 2017.

**“DETERMINACIÓN DE ZONAS CON POTENCIAL PARA GENERACIÓN
FOTOVOLTAICA EN LA CIUDAD DE CUENCA A TRAVÉS DE LA
ADQUISICIÓN DE DATOS DE UN PIRANÓMETRO Y MODELACIÓN EN
SIG”**

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo del proyecto intervienen las áreas de energías renovables fotovoltaicas, las cuales son amigables con el medio ambiente. Con el análisis planteado se contribuirá a incentivar el uso de energías renovables, la permitirá a futuras generaciones aprovechar de esta energía generada por la radiación solar y tener la perspectiva de ofrecer mayor confort en las zonas urbanísticas. (Behling, 2002)

El trabajo permitirá, determinar zonas con potencial para generación fotovoltaica en la ciudad de Cuenca a través de la adquisición de datos de un piranómetro en RSG¹ W/m² y posteriormente, la información adquirida modelar en sistemas de información geográfica (SIG).

El Ecuador, principalmente por su ubicación geográfica es considerado como un potencial candidato para la generación de energía solar. (Delgado & Orellana, 2015)

Mediante el uso de la metodología bibliográfica se recopilara datos de informaciones disponibles en la materia de energía solar (datasets) ²en el cantón Cuenca. Y posteriormente, mediante la metodología experimental se construirá un modelo en SIG que mostrará la zona con mayor incidencia de radiación en la ciudad de Cuenca, empleando los datos del sensor de radiación solar construido (piranómetro).

¹ Radiación Solar Global

² Datasets: Información almacenada en un geodatabase.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO.

1.1 Radiación solar.

La principal fuente de energía natural en el mundo sin duda alguna es el sol, la mayor parte de energía utilizada por los seres vivos proviene de él, una ventaja de la energía solar es que es inagotable y una desventaja es que es intermitente. (Guerra & Ballesteros, 2008)

La radiación solar desempeña un papel fundamental e importante para el desarrollo del ser humano ya que se encuentra inmiscuido en los procesos naturales de crecimiento de las plantas (cultivo de la tierra), regeneración de vegetación, etc. Por lo tanto, la información sobre los niveles de radiación solar ha provocado que surja un gran interés a nivel mundial, debido a su importante aporte. (Delgado & Orellana, 2015)

El aprovechamiento de la Energía Solar depende del conocimiento de la cantidad de irradiación solar que incide en un lugar determinado y también de la variación de dicho factor en un ciclo anual. La radiación solar que incide sobre una región se representa en mapas, tanto mensuales, como anuales; así como los diversos tipos de radiación tanto difusa, directa y global. Los mapas se realizan utilizando información recurrente de estaciones meteorológicas; recopilando datos obtenidos por equipos medidores de niveles de radiaciones solares incidentes. (Vera, 2006)

La radiación solar se expresa como un conjunto de radiaciones electromagnéticas causadas por el sol, la radiación solar cuantifica la energía que por unidad de tiempo y área, alcanza a la tierra en una superficie perpendicular y su unidad es W/m^2 . (Guerrero, Cely, & Chacón, 2008)

1.2 Radiación solar directa.

La radiación solar directa se conoce como el índice de insolación que influye sobre la tierra en línea recta, la dirección de la radiación solar directa depende de factores importantes a considerar como latitud, hora y día del año. (Delgado & Orellana, 2015)

1.3 Radiación solar difusa.

La radiación solar difusa es una fracción de insolación, que incide sobre la superficie terrestre sin una dirección definida, producto a los índices de reflexión, absorción ocasionado por gases, nubes y aerosoles que se encuentran en la atmósfera. (Delgado & Orellana, 2015)

1.4 Radiación solar global (RSG).

La radiación solar global, no es nada más que la suma tanto de la radiación solar directa con la radiación solar difusa, entonces se puede deducir que la radiación solar global es la insolación total que incide sobre la superficie terrestre.

$$rG = rD + rd$$

Ecuación 1.1. Radiación Solar Global

Fuente. (Delgado & Orellana, 2015)

Donde:

rG = Radiación Solar Global

rD = Radiación Solar Directa

rd = Radiación Solar Difusa

1.5 Condiciones meteorológicas.

Se puede decir que en un día nublado la radiación solar es difusa, por lo contrario en un día totalmente despejado la radiación solar será directa, de igual forma una superficie horizontal recibe mayor radiación, hay que tener en consideración la presencia de superficies reflejantes. (Guerra & Ballesteros, 2008)

1.6 Atlas solar del Ecuador con fines de generación eléctrica.

Un atlas de irradiación está basado en un conjunto de procesamientos, donde básicamente hacen uso de datos de irradiación solar del país. En él se encuentra una serie de mapas correspondientes a estadísticas básicas de medias anuales y mensuales

de irradiación solar, tanto, directa, difusa y global cada una con sus trazos de interpolación. Véase en la figura 1.1. (Vera, 2006)

Debido a que, Ecuador es un país con características topográficas muy variables y con gran diversidad en el cual, se puede llegar a contar con condiciones únicas e inigualables; el año 2008 CONELEC (Consejo Nacional de Electricidad) hizo la presentación de un documento ATLAS de radiación solar, con objetivos de generación eléctrica. (CONELEC, 2008)

Este documento incluye la cuantificación del potencial de radiación solar en el Ecuador, contiene una base de mapas mensuales y anuales de radiación solar tanto directa, difusa y global, así como también un conjunto de mapas de promedios anuales de radiación solar global directa y difusa. (CONELEC, 2008)

La base de información para el desarrollo fue gracias al desarrollo de NREL (*National Renewable Energy Laboratory*) de los Estados Unidos de Norte América, NREL desarrollo un modelo CRS (*Climatological Solar Radiation Model*), el cual permite conocer la insolación diaria total sobre una superficie horizontal, en una área de 40 km x 40 km y cuyos datos han sido validados por estaciones meteorológicas ubicadas en puntos estratégicos. (CONELEC, 2008).

El Atlas solar del Ecuador, es un documento técnico, que está puesto a disposición tanto de instituciones públicas como privadas, así como, también personas naturales. El uso que se le pueda dar a este tipo de documento es para estudios de potencial solar para la generación de energías renovables. Con este se aspira contribuir con la con el crecimiento y desarrollo de las energías limpias en el Ecuador. Figura 1.1 (CONELEC, 2008)

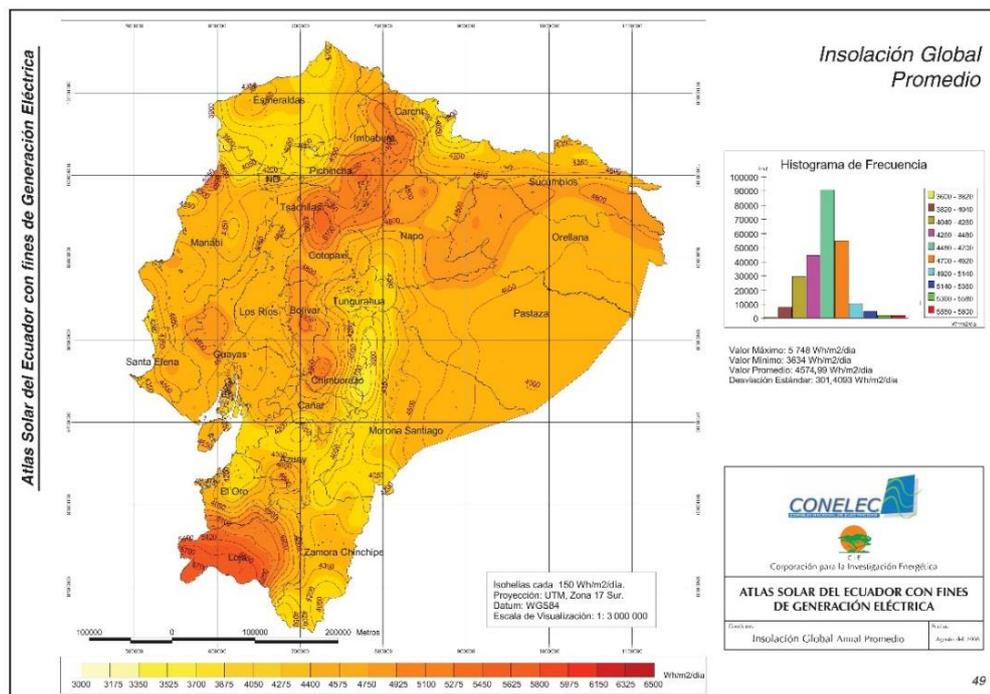


Figura 1.1. Mapa de radiación solar global promedio del Ecuador.

Fuente. (CONELEC, 2008)

1.7 Estaciones meteorológicas.

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI), tiene la capacidad y posibilidad de vigilar y predecir el comportamiento de varios factores meteorológicos, produce información fundamental para emitir, estudiar, publicar y difundir a las personas que requieran dicha información. (INAMHI, 2015)

La Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, en conjunto con el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER), pone a disposición de los usuarios, información correspondiente a variables meteorológicas con la finalidad de que sean utilizadas para modelar e introducir sistemas de energías renovables que favorecerán al desarrollo del cantón Cuenca. (Salesiana & INER, 2015)

Las estaciones meteorológicas están distribuidas en 16 puntos estratégicos a lo largo del cantón Cuenca, véase en la figura 1.2.

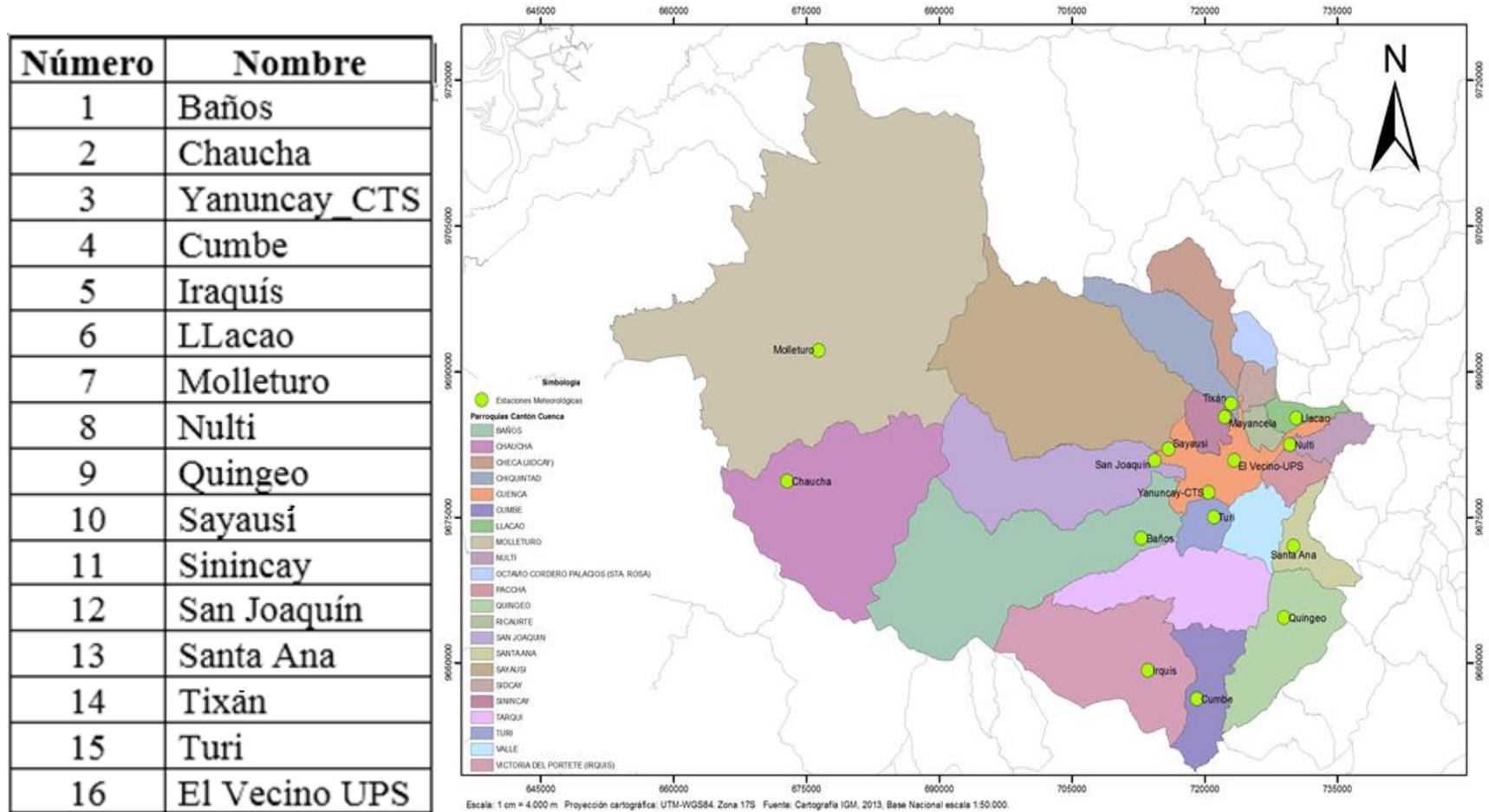


Figura 1.2. Mapa de las estaciones meteorológicas del cantón Cuenca del proyecto INER_UPS.

Fuente. (Salesiana & INER, 2015)

1.8 Recopilación de datos de estaciones meteorológicas INER_UPS.

Los datos de radiación solar global en las 16 estaciones en cantón Cuenca, se registraron; cada hora durante las 24 horas del día, desde el 1 de Enero del año 2015 hasta su última actualización del portal web del INER _UPS, estos datos son procesados por el INER de tal manera; que a partir de la información obtenida y generada por los equipos meteorológicos de medición, se puedan obtener valores promedios diarios del niveles de radiación solar global en dichas zonas de estudio, a continuación se puede observar en la Tabla 1.2: Cuadro donde se refleja los días de recopilación de datos en las estaciones del cantón Cuenca, del periodo julio a diciembre del año 2015 INER- UPS.; Así como también, en la Tabla 1.2: Cuadro donde se refleja los días de recopilación de datos en las estaciones del cantón Cuenca, del periodo julio a diciembre del año 2015 INER- UPS.

Los datos recopilados corresponden en el orden de los niveles de radiación solar global entregados por las 16 estaciones meteorológicas, distribuidas de manera estratégica a lo largo del cantón Cuenca y sus alrededores. Las estaciones son de propiedad de la Universidad Politécnica Salesiana, cede en Cuenca en conjunto con la INER.

Como una observación con respecto a los datos recopilados por la INER, en la estación de Molleturo debido a fallas ajenas, solamente recopiló datos desde el 1 de enero del 2015 hasta el 20 de junio del 2015.

En base a las tablas 1.1 y 1.2; se puede deducir que los datos recopilados por cada uno de los meses son los siguientes: Véase en la tabla 1.3.

Tabla 1.1: Cuadro donde se refleja los días de recopilación de datos en las estaciones del cantón Cuenca, del periodo enero a junio del año 2015 INER- UPS.

Numero	Estación	ene		feb		mar		abr		may		jun	
		Inicio	Fin										
1	Nulti	01/01/2015	31/01/2015	01/02/2015	28/02/2015	01/03/2015	31/03/2015	01/04/2015	30/04/2015	01/05/2015	31/05/2015	01/06/2015	30/06/2015
2	Santa Ana	01/01/2015	31/01/2015	01/02/2015	28/02/2015	01/03/2015	31/03/2015	01/04/2015	30/04/2015	01/05/2015	31/05/2015	01/06/2015	30/06/2015
3	Llacao	01/01/2015	31/01/2015	01/02/2015	28/02/2015	01/03/2015	31/03/2015	01/04/2015	30/04/2015	01/05/2015	31/05/2015	01/06/2015	30/06/2015
4	Tixan - Chiquintad	01/01/2015	31/01/2015	01/02/2015	28/02/2015	01/03/2015	31/03/2015	01/04/2015	30/04/2015	01/05/2015	31/05/2015	01/06/2015	30/06/2015
5	CTS - Yanuncay	01/01/2015	31/01/2015	01/02/2015	28/02/2015	01/03/2015	31/03/2015	01/04/2015	30/04/2015	01/05/2015	31/05/2015	01/06/2015	30/06/2015
6	UPS el Vecino	01/01/2015	31/01/2015	01/02/2015	28/02/2015	01/03/2015	31/03/2015	01/04/2015	30/04/2015	01/05/2015	31/05/2015	01/06/2015	30/06/2015
7	Irquis - Victoria del Portete	01/01/2015	31/01/2015	01/02/2015	28/02/2015	01/03/2015	31/03/2015	01/04/2015	30/04/2015	01/05/2015	31/05/2015	01/06/2015	30/06/2015
8	Quingeo	01/01/2015	31/01/2015	01/02/2015	28/02/2015	01/03/2015	31/03/2015	01/04/2015	30/04/2015	01/05/2015	31/05/2015	01/06/2015	30/06/2015
9	Cumbe	01/01/2015	31/01/2015	01/02/2015	28/02/2015	01/03/2015	31/03/2015	01/04/2015	30/04/2015	01/05/2015	31/05/2015	01/06/2015	30/06/2015
10	Baños	01/01/2015	31/01/2015	01/02/2015	28/02/2015	01/03/2015	31/03/2015	01/04/2015	30/04/2015	01/05/2015	31/05/2015	01/06/2015	30/06/2015
11	San Joaquín	01/01/2015	31/01/2015	01/02/2015	28/02/2015	01/03/2015	31/03/2015	01/04/2015	30/04/2015	01/05/2015	31/05/2015	01/06/2015	30/06/2015
12	Sayausi	01/01/2015	31/01/2015	01/02/2015	28/02/2015	01/03/2015	31/03/2015	01/04/2015	30/04/2015	01/05/2015	31/05/2015	01/06/2015	30/06/2015
13	Turi	01/01/2015	31/01/2015	01/02/2015	28/02/2015	01/03/2015	31/03/2015	01/04/2015	30/04/2015	01/05/2015	31/05/2015	01/06/2015	30/06/2015
14	Sinincay	01/01/2015	31/01/2015	01/02/2015	28/02/2015	01/03/2015	31/03/2015	01/04/2015	30/04/2015	01/05/2015	31/05/2015	01/06/2015	30/06/2015
15	Chaucha	01/01/2015	31/01/2015	01/02/2015	28/02/2015	01/03/2015	31/03/2015	01/04/2015	30/04/2015	01/05/2015	31/05/2015	01/06/2015	30/06/2015
16	Molleturo	01/01/2015	31/01/2015	01/02/2015	28/02/2015	01/03/2015	31/03/2015	01/04/2015	30/04/2015	01/05/2015	31/05/2015	01/06/2015	20/06/2015

Fuente. Autor.

Tabla 1.2: Cuadro donde se refleja los días de recopilación de datos en las estaciones del cantón Cuenca, del periodo julio a diciembre del año 2015 INER- UPS.

Numero	Estación	jul		ago		sep		oct		nov		dic	
		Inicio	Fin										
1	Nulti	01/07/2015	31/07/2015	01/08/2015	31/08/2015	01/09/2015	30/09/2015	01/10/2015	31/10/2015	01/11/2015	30/11/2015	01/12/2015	31/12/2015
2	Santa Ana	01/07/2015	31/07/2015	01/08/2015	31/08/2015	01/09/2015	30/09/2015	01/10/2015	31/10/2015	01/11/2015	30/11/2015	01/12/2015	31/12/2015
3	Llacao	01/07/2015	31/07/2015	01/08/2015	31/08/2015	01/09/2015	30/09/2015	01/10/2015	31/10/2015	01/11/2015	30/11/2015	01/12/2015	31/12/2015
4	Tixan - Chiquintad	01/07/2015	31/07/2015	01/08/2015	31/08/2015	01/09/2015	30/09/2015	01/10/2015	31/10/2015	01/11/2015	30/11/2015	01/12/2015	31/12/2015
5	CTS - Yanuncay	01/07/2015	31/07/2015	01/08/2015	31/08/2015	01/09/2015	30/09/2015	01/10/2015	31/10/2015	01/11/2015	30/11/2015	01/12/2015	31/12/2015
6	UPS el Vecino	01/07/2015	31/07/2015	01/08/2015	31/08/2015	01/09/2015	30/09/2015	01/10/2015	31/10/2015	01/11/2015	30/11/2015	01/12/2015	31/12/2015
7	Irquis - Victoria del Portete	01/07/2015	31/07/2015	01/08/2015	31/08/2015	01/09/2015	30/09/2015	01/10/2015	31/10/2015	01/11/2015	30/11/2015	01/12/2015	31/12/2015
8	Quíngo	01/07/2015	31/07/2015	01/08/2015	31/08/2015	01/09/2015	30/09/2015	01/10/2015	31/10/2015	01/11/2015	30/11/2015	01/12/2015	31/12/2015
9	Cumbe	01/07/2015	31/07/2015	01/08/2015	31/08/2015	01/09/2015	30/09/2015	01/10/2015	31/10/2015	01/11/2015	30/11/2015	01/12/2015	31/12/2015
10	Baños	01/07/2015	31/07/2015	01/08/2015	31/08/2015	01/09/2015	30/09/2015	01/10/2015	31/10/2015	01/11/2015	30/11/2015	01/12/2015	03/12/2015
11	San Joaquín	01/07/2015	31/07/2015	01/08/2015	31/08/2015	01/09/2015	30/09/2015	01/10/2015	31/10/2015	01/11/2015	30/11/2015	01/12/2015	31/12/2015
12	Sayausi	01/07/2015	31/07/2015	01/08/2015	31/08/2015	01/09/2015	30/09/2015	01/10/2015	31/10/2015	01/11/2015	30/11/2015	01/12/2015	31/12/2015
13	Turi	01/07/2015	31/07/2015	01/08/2015	31/08/2015	01/09/2015	30/09/2015	01/10/2015	31/10/2015	01/11/2015	30/11/2015	01/12/2015	31/12/2015
14	Sinincay	01/07/2015	31/07/2015	01/08/2015	31/08/2015	01/09/2015	30/09/2015	01/10/2015	31/10/2015	01/11/2015	30/11/2015	01/12/2015	31/12/2015
15	Chaucha	01/07/2015	31/07/2015	01/08/2015	31/08/2015	01/09/2015	30/09/2015	01/10/2015	31/10/2015	01/11/2015	30/11/2015	01/12/2015	31/12/2015
16	Molleturo												

Fuente. Autor.

Tabla 1.3: Cuadro del total de datos de radiación solar global en el cantón Cuenca por INER-UPS

Numero	Estación	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	TOTAL
1	Nulti	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
2	Santa Ana	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
3	Llacao	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
4	Tixan - Chiquintad	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
5	CTS - Yanuncay	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
6	UPS el Vecino	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
7	Irquis - Victoria del Portete	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
8	Quingeo	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
9	Cumbe	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
10	Baños	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
11	San Joaquin	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
12	Sayausi	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
13	Turi	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
14	Sinincay	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
15	Chaucha	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
16	Molleturo	31	28	31	30	31	20	0	0	0	0	0	0	171
											TOTAL	5646		

Fuente. (Salesiana & INER, 2015)

1.9 Georeferenciación en ArcMap.

Para localizar en el cantón Cuenca; zonas con mayor incidencia de radiación solar, se vio conveniente realizar la georeferenciación del mapa de promedio de radiación solar global del Ecuador contenido por la CONELEC en el documento publicado del ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA, véase en la figura 1.1.

Para realizar la georeferenciación de los mapas de radiación solar, se acudió a la información cartográfica de dicha zona, adjuntada en el documento publicado por la CONELEC en el atlas solar del Ecuador con fines de generación eléctrica.

El objetivo de georeferenciar el mapa, es hacer una transformación, para que el mapa se ajuste lo más posible a la realidad; de esta forma, se ayuda a encontrar en el cantón Cuenca la zona con mayor influencia de radiación solar global, en la cual se basará el desarrollo del proyecto.

El sistema de coordenadas a utilizar en este caso Es UTM³ en el hemisferio sur zona número 17S para Ecuador, véase en la figura 1.3

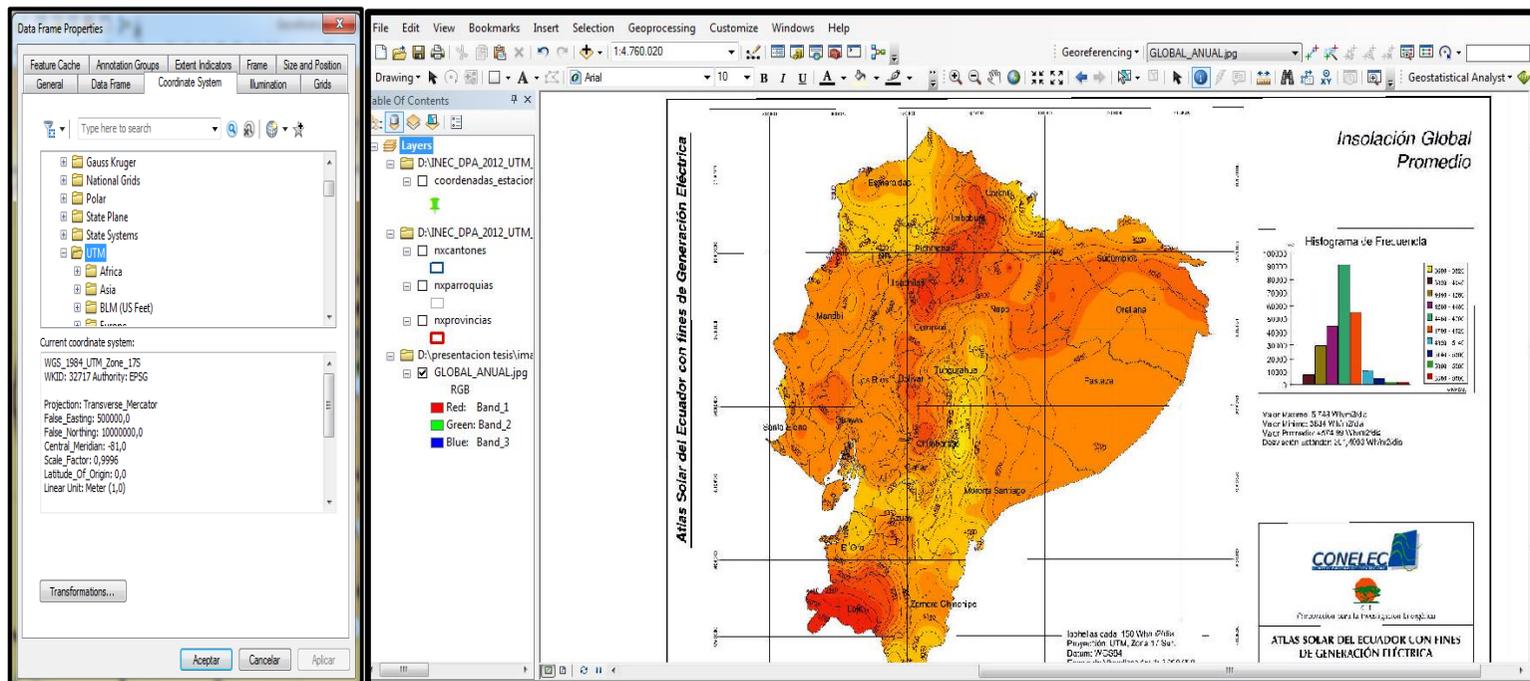


Figura 1.3. Insolación Global promedio en formato JPG⁴; cargada en ArcMap.

Fuente. Autor.

³ UTM: Universal Transverse Mercator.

⁴ JPG: Joint Photographic Group.

1.10 Cargar información geográfica en ArcMap.

Una vez georreferenciada la imagen del mapa de insolación global promedio, se seguirá con el proceso de cargar la información en *ArcMap*⁵, de los archivos *Shapefile*⁶ que abarcan el conjunto de información geográfica de las provincias, cantones y parroquias del Ecuador. Figuras 1.4 y 1.5.

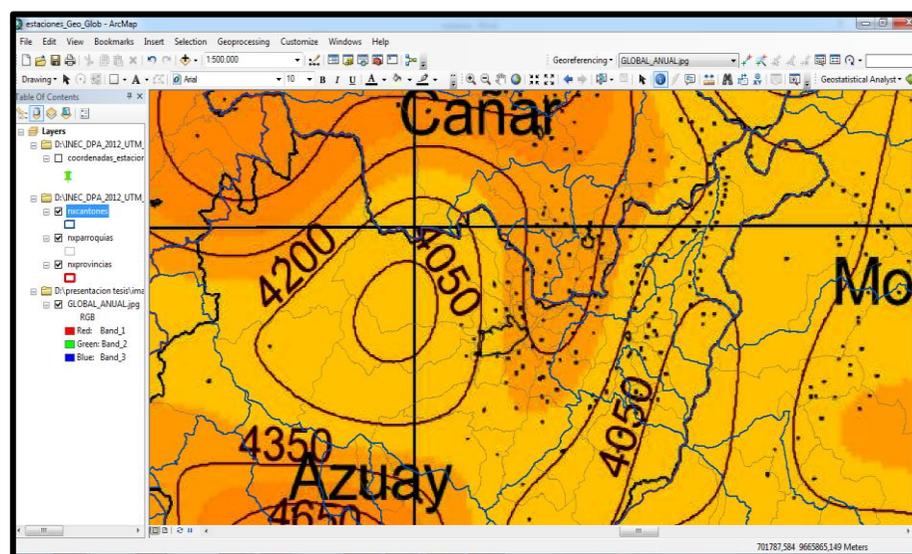


Figura 1.4. Archivos Shapfile de cantones parroquias y provincias cargados en ArcMap.

Fuente. Autor.

⁵ ArcMap: Software de Sistemas de Información Geográfica.

⁶ Shapefile: Conjunto de datos donde se encuentran información geométrica y geográfica de la zona de estudio.

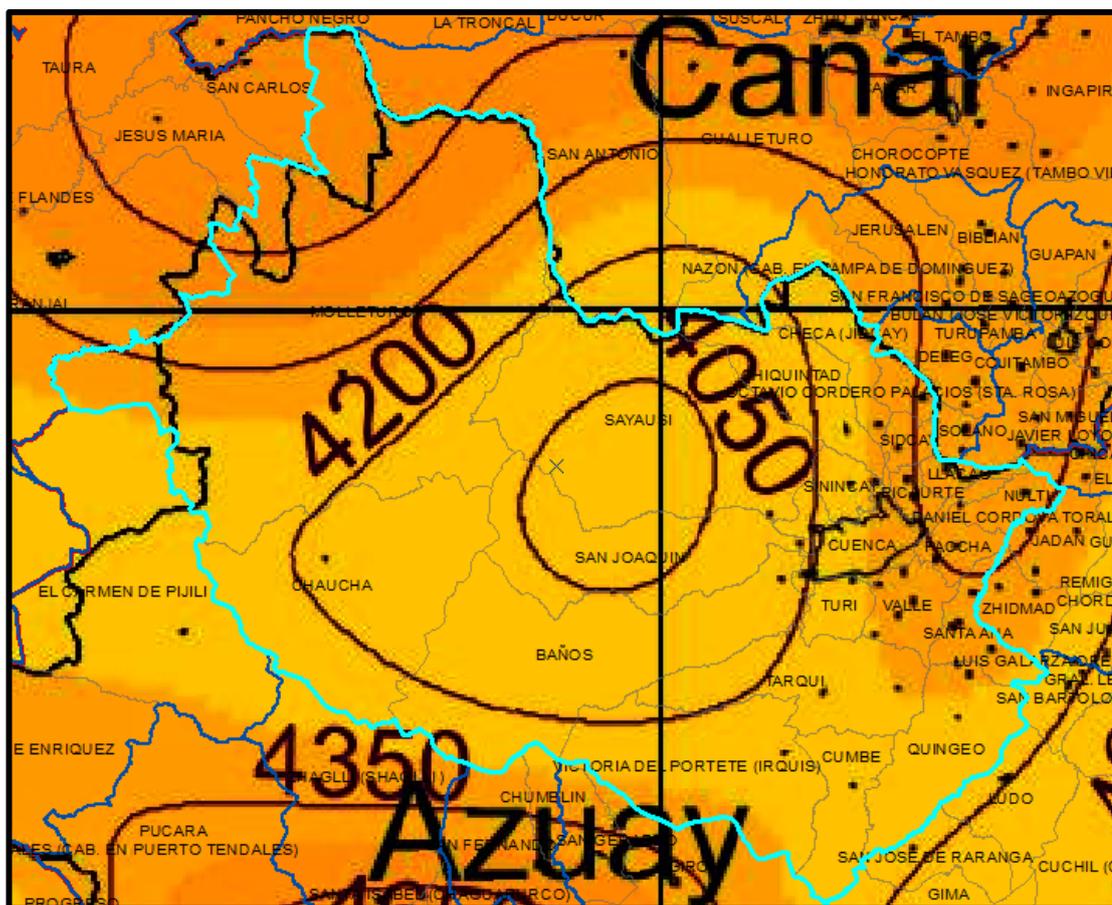


Figura 1.5. Imagen de las zonas de estudio del cantón Cuenca con shapefile cargados en ArcMap.
Fuente. Autor.

1.11 Información cartográfica de las estaciones meteorológicas del cantón Cuenca.

En la figura 1.4 se pueden observar; los datos recopilados correspondientes al número de estación, nombre de estación, coordenadas de ubicación y elevación de las estaciones meteorológicas del INER.

El principal objetivo de estas estaciones es obtener datos meteorológicos, para así ser procesados en un laboratorio y difundirlos en medios de publicación; para trabajos tanto académicos como también laborales.

Tabla 1.4: Coordenadas de ubicación de las estaciones meteorológicas del cantón Cuenca.

Número	Estación	x	y	Elevación
1	Nulti	729704	9682466	2623
2	Santa Ana	730085	9672006	2651
3	Llacao	730418	9685180	2542
4	Tixán - Chiquintad	723017	9686678	2725
5	CTS - Yanuncay	720504	9677509	2561
6	UPS el Vecino	723584	9680788	2556
7	Irquis - Victoria del Portete	713645	9659192	2665
8	Quingeo	729055	9664593	2895
9	Cumbe	719190	9656242	3179
10	Baños	712899	9672817	3062
11	San Joaquín	714405	9680807	2764
12	Sayausí	715974	9681200	2727
13	Turi	721103	9674971	2768
14	Sinincay	722340	9685283	2696
15	Chaucha	672859	9678690	1929
16	Molleturo	676435	9692152	3524

Fuente. (Salesiana & INER, 2015)

1.12 Ubicación de las estaciones de la INER_UPS del cantón Cuenca en ArcMap.

En la figura 1.6; se muestra las 16 estaciones meteorológicas del proyecto de INER_UPS distribuidas en el cantón Cuenca, sobrepuesta en la imagen georeferenciada de la radiación solar global promedio, la zona de estudio y etiquetada cada una con su nombre respectivo.

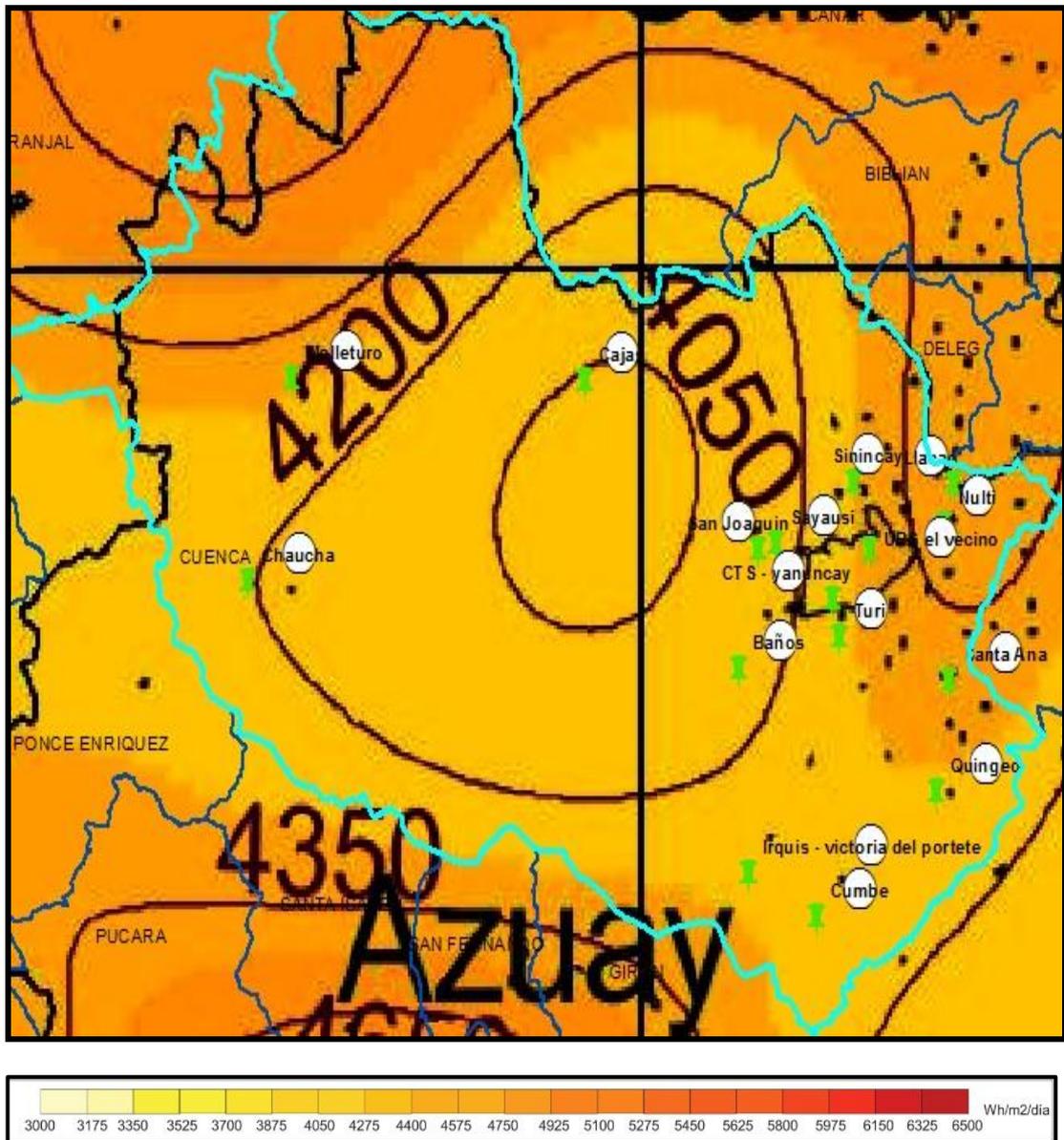


Figura 1.6. Imagen en ArcMap de ubicaciones de las distintas estaciones meteorológicas del INER-UPS.

Fuente. Autor.

De acuerdo con el atlas publicado por la CONELEC y los datos de radiación solar global recopilados de la INER en conjunto con la Universidad Politécnica Salesiana, sede en Cuenca. Se puede demostrar que la estación donde existe un índice mayor de radiación solar global en el cantón Cuenca, se ubica en la zona de Nulti. Véase en la figura 1.7

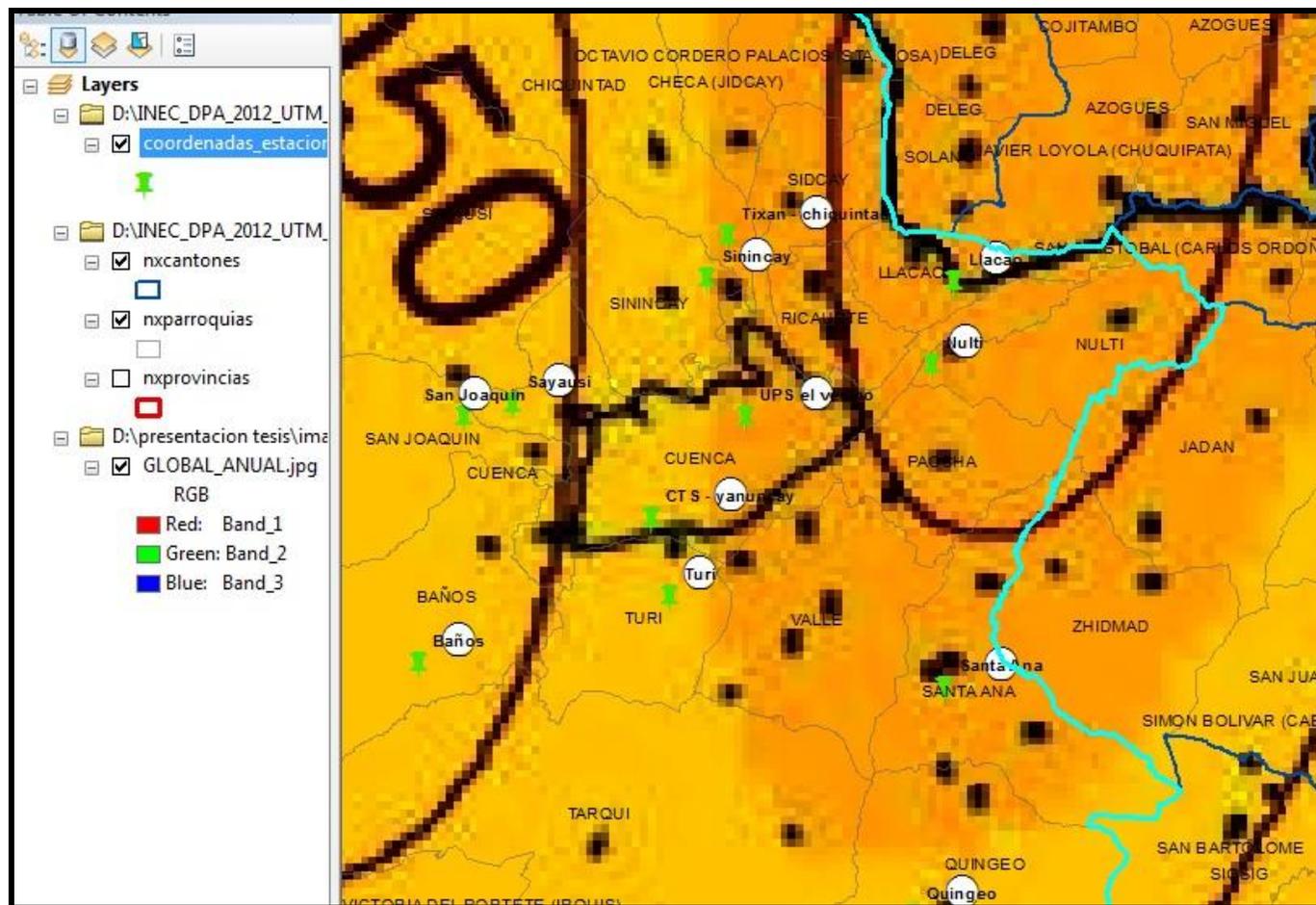


Figura 1.7. Imagen de la zona de Nulti en ArcMap, donde se basara el estudio y medición de Radiación Solar Global.

Fuente. Autor

Tabla 1.5: Promedios mensuales de radiación solar global de estaciones meteorológicas del INER desde Nulti hasta Quingeo.

	NULTI	SANTA ANA	LLACAO	TIXÁN	YANUNCAY-CTS	VECINO-UPS	IRQUIS	QUINGEO
Mes	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
Enero	395,1852771	305,111663	372,7667487	326,330025	346,5957403	375,9371565	315,0074442	317,8178239
Febrero	462,1444596	380,747254	434,75	393,862637	423,9669496	440,7025889	380,9120886	384,7417586
Marzo	350,364971	281,581886	330,0769229	295,193549	318,6630194	334,0004145	313,4615384	286,6799
Abril	359,5592847	294,488248	334,723077	293,410257	296,6153843	335,4794873	296,0897437	301,4102567
Mayo	361,0142677	321,72043	334,9255587	289,583126	299,0099255	349,1116629	303,7380061	310,5632758
Junio	301,5182983	287,679488	282,5666663	237,571794	266,8615377	299,1102563	265,8538453	305,810257
Julio	323,7309752	287,434244	308,8362281	267,053745	282,0446652	313,6923074	281,2481387	306,3275435
Agosto	345,3871161	302,568446	316,3101735	268,349463	282,7444158	321,3771713	305,3672452	327,3498761
Septiembre	417,8294877	356,711111	376,7358983	352,594871	367,766667	387,9564097	361,569231	386,4002137
Octubre	374,0109894	318,990476	351,4637366	330,746703	333,6879129	355,9604394	342,3934071	352,3318689
Noviembre	412,9938047	342,128205	405,9743593	360,16923	382,85641	390,4948713	356,8153847	363,307692
Diciembre	423,2258071		392,0769235	333,920596	351,8337468	389,2194581	323,8337471	353,1364761
Promedio Total	377,2470615	316,287405	353,4338578	312,398833	329,3871979	357,7535186	320,5241517	332,9897452

Fuente. (Salesiana & INER, 2015)

Tabla 1.6: Promedios mensuales de radiación solar global de las estaciones meteorológicas del INER desde Cumbe hasta Molleturo.

	CUMBE	BAÑOS	SAN JOAQUÍN	SAYAUSÍ	TURI	SININCAY	CHAUCHA	MOLLETURO
Mes	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
Enero	297,6433	304,563275	297,2928045	313,426799	341,5905697	346,4267997	192,3591813	377,9379658
Febrero	396,8152475	391,035714	347,0686814	369,733516	424,9065943	386,9532964	224,9656589	418,8186807
Marzo	292,6617039	271,692515	281,6898255	290,166254	306,6203468	317,1166258	184,9958645	319,53598
Abril	283,6495727	269,358974	282,492307	304,989744	291,871795	327,1512817	195,976923	322,120512
Mayo	317,5359797	265,808107	285,7047142	290,686931	288,2704716	321,5111661	206,5543835	338,60794
Junio	275,705341	226,261538	244,2358977	259,851282	250,7461533	264,666667	232,0717953	0
Julio	296,0072377	247,969396	261,3225803	276,114144	268,9999994	299,5310171	289,856851	0
Agosto	313,0773361	264,235732	258,7568239	267,789083	283,2183632	292,83871	420,6774184	0
Septiembre	384,4673077	351,15641	318,038461	332,853845	364,5461543	368,661539	442,4288453	0
Octubre	343,0549451	315,894505	289,1142857	312,397436	323,6333337	333,0131863	384,8355303	0
Noviembre	361,89	345,11	333,65	346,22	371,005	353,505	388,84	0
Diciembre	328,73	310,029	273,94	304,14	346,37	342,25	435,37	0
Pormedio Total	324,2698309	296,926264	289,4421984	305,697419	321,8148984	329,4687741	299,9110376	estación dañada

Fuente. (Salesiana & INER, 2015)

CAPÍTULO 2

ADQUIRIR DATOS DE UN SENSOR DE RADIACIÓN SOLAR “PIRANÓMETRO” PARA ALMACENAR DATOS DE NIVELES DE RADIACIÓN SOLAR GLOBAL.

2.1 Área de estudio.

En base al estudio de investigación realizado en el capítulo anterior con ayuda de los datos recopilados por las estaciones del INER_UPS. Anexo 1, desde los meses de enero hasta octubre del 2015, enfocados en los niveles de radiación solar global del cantón Cuenca se llegó a la deducción; que el área de estudio para el enfoque del proyecto, pertenece a la zona ubicada en la estación de Nulti, figura 2.1, debido a que; basados en los análisis elaborados, esta presenta mayores índices de radiación solar global, en comparación con las otras quince, áreas de estudio realizadas. Véase en las tablas 1.5 y 1.6; basadas en las figuras 1.6 y 1.7.

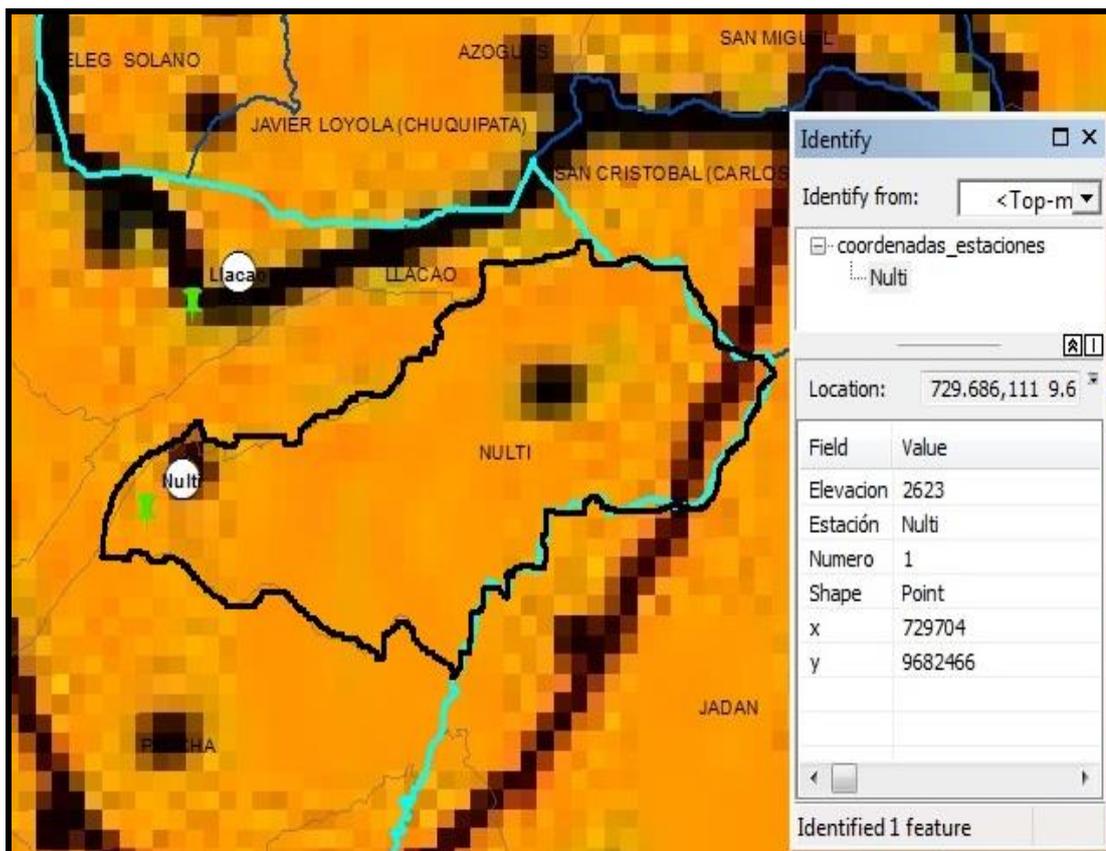


Figura 2.1. Área de estudio en ArcMap.

Fuente. Autor.

2.2 Equipos de medición.

El SM206 *Solar Power Meter Operation*, es un equipo portátil, capaz de medir índices de radiación solar global, este es utilizado para experimentos solares y meteorológicos, su compra fue realizada con fines de reutilización del sensor fotodiodo, ubicado en la parte superior del equipo. Véase en las figuras 2.2 y 2.3.

Las especificaciones técnicas del equipo se pueden observar en la tabla 2.1.



Figura 2.2. Equipo Solar Power Meter SM206 y su sensor de transmisión ubicado en la parte superior del equipo.

Fuente. Autor



Figura 2.3. Equipo medidor de radiación solar sm206 en su caja y funcionando.

Fuente. Autor.

Tabla 2.1: Especificaciones sensor de radiación solar global.

Especificaciones del equipo SM206	
Resolución	0,1 W/m ² ; 0,1 Btu/(ft ² -h)
Precisión	$\pm 10 \frac{W}{m^2}$; [$\pm 3 \text{ Btu}/(\text{ft}^2 - h)$]
Coefficiente de temperatura	$\pm 0,38 \frac{W}{m^2}$ por °C
Pantalla led	3-3/4lcd con capacidad de 3999 numeros en el display
Cambio de equipo	± 3 años de uso
Rango	0,1 ~399.9 W/m ²
Tiempo de espera	0,25 s
Temperatura de operación y humedad	0°C~50°C < 80% RH

Fuente. Sm206 catálogo.

2.3 Plataforma Arduino.

Es una plataforma de desarrollo de computación física, su código es abierto debido a que el software con el cual se crea la programación, se puede encontrar de manera gratuita en la página principal de Arduino.

El arduino consta de una placa en el cual contiene un microcontrolador ATMEGA8 o ATMega168 de Atmel, este tiene la característica de interactuar de muchas maneras con una serie de equipos como; sensores, interruptores, motores, etc.

Haciendo referencia a la placa de trabajo arduino, el costo de estas es relativamente bajo, en comparación con otras, que también trabajas con un software desarrollador. Son conocidas por su facilidad de operación con otros sistemas operativos como Linux, Windows y Macintosh OSX. (Gaibor, 2015)

2.4 Características del Arduino.

Existen diferentes módulos de arduino disponibles en el mercado, cada uno con distintos diseños de placa, donde la única variación es el microcontrolador que contienen y por lo tanto la capacidad de memoria que estos disponen. Tabla 2.2.

Las placas que se encuentran en el mercado son:

- Arduino Mega.
- Arduino Diecimila/Duemilanove
- Arduino Bluetooth
- Arduino Nano
- Arduino Pro
- Arduino mini
- Arduino Leonard
- Arduino mega

En el desarrollo del trabajo se consideró la utilización de arduino nano el cual otorga las siguientes características. Figura 2.4.

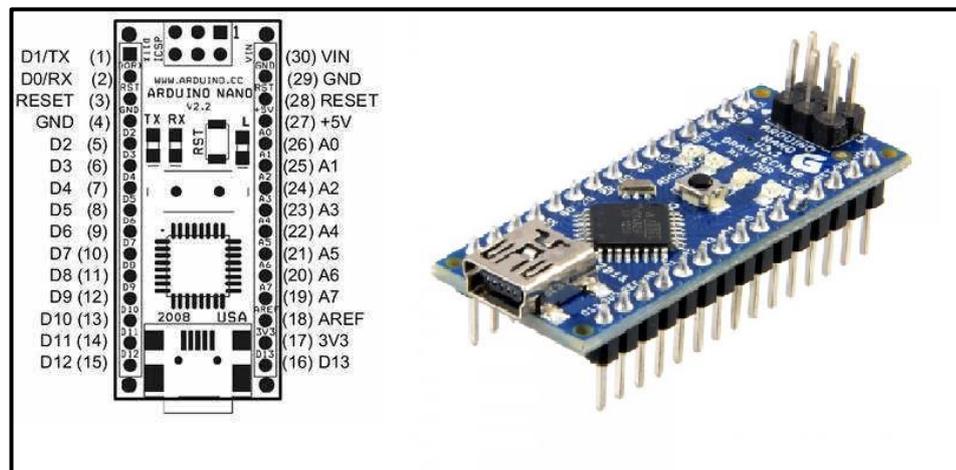


Figura 2.4. Arquitectura de arduino Nano.

Fuente (Arduino, 2016)

2.4.1 Alimentación a la placa de arduino nano.

La alimentación hacia la placa arduino, se puede realizar de forma directa mediante el puerto USB de la PC utilizando la fuente de la máquina, o también de manera externa con una fuente de alimentación o una batería, los rangos óptimos para alimentar a dicha placa es de 7 a 9 V recomendado en la tabla de características. Véase en la tabla 2.2 y 2.3 (Gaibor, 2015).

Tabla 2.2: Características eléctricas de arduino nano.

CARACTERISTICAS DE ARDUINO NANO	
Microcontrolador	ATmega328
Voltage de funcionamiento	5V
Alimentación (recomendada)	7-9V
Pines digitales I/O	14 (de los cuales 6 dan salida PWM)
Pines de entrada analógica	8
Corriente DC por I/O Pin	40 mA
Corriente DC para el pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidad de reloj	16 MHz

Fuente. (Arduino, 2016)

2.4.2 Memoria del microcontrolador.

El microcontrolador ATmega328 del arduino nano consta de almacenamiento de 32 KB, SRAM de 2KB y una memoria EEPROM conocida también, como una memoria no volátil, la cual en el desarrollo del proyecto planteado, será de gran utilidad debido a que tiene la capacidad de almacenar datos, otorgando una absoluta tranquilidad debido a que esta no permite la pérdida de datos al momento de dejar de alimentar dicha placa. Tabla 2.2 (Gaibor, 2015).

De tal forma que los datos de radiación solar recopilados serán almacenados en la memoria EEPROM del microcontrolador del arduino nano, que tiene la capacidad de almacenar 1KB desde la dirección 0 hasta la 999 y utilizando valores de 0 a 255.

2.4.3 Pines de entrada y salida.

En la tabla 2.3, se puede observar la distribución de cada uno de los puertos de la placa arduino nano, en el desarrollo del proyecto para la adquisición de datos de niveles de radiación solar global, se hizo uso del puerto analógico A2 Véase en la tabla 2.3 y en la figura 2.4, así como también se alimentó con 5v mediante una fuente externa.

Tabla 2.3: Puertos de entrada y salida de placa arduino Nano.

Distribución de los pines de entrada y salida del la placa de arduino nano.			
Pin No	Nombre	Tipo	Descripción
1-2, 5-16	DO-D13	I/O	Entradas y salidas digitales desde puerto 0 al 13
3,28	RESET	INPUT	Reset
4, 29	GND	PWR	Tierra
17	3V3	OUTPUT	Salida de 3.3 voltios
18	AREF	INPUT	Referencia ADC
19-26	A7-A0	INPUT	Entradas analogicas de canal 0 al 7
27	+5V	OUTPUT / INPUT	5 voltios
30	VIN	PWR	Voltaje de fuente externa

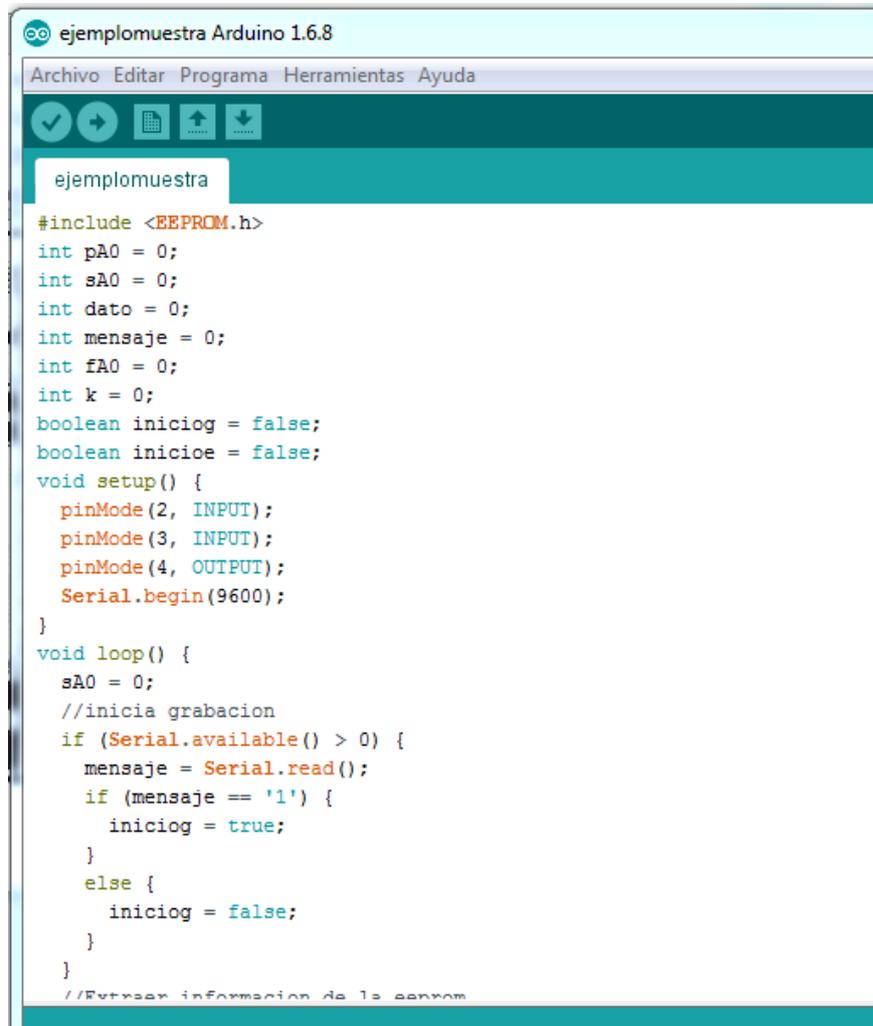
Fuente. (Arduino, 2016)

2.4.4 Comunicación

El proceso de comunicación entre la placa arduino se pueden desarrollar por medio varias alternativas, tomando en consideración la más adecuada y la que se acople al proyecto en el cual se está trabajando. Las alternativas de comunicación son: por medio de UART para TTL de 5V la cual permite la comunicación serial, también mediante comunicación USB y Drivers que generan puertos “COM” virtuales en el ordenador, este proceso permiten la comunicación entre la placa y el ordenador generando un tráfico de datos. (Gaibor, 2015)

2.4.5 Programación.

Arduino se basa en el lenguaje de programación C++; debido a que es ágil y eficaz es utilizado en una serie de plataformas. En la figura 2.5 se puede ver un ejemplo de lenguaje de programación en dicha plataforma mencionada.



```

ejemplomuestra Arduino 1.6.8
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
ejemplomuestra
#include <EEPROM.h>
int pA0 = 0;
int sA0 = 0;
int dato = 0;
int mensaje = 0;
int fA0 = 0;
int k = 0;
boolean iniciog = false;
boolean inicioe = false;
void setup() {
  pinMode(2, INPUT);
  pinMode(3, INPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  sA0 = 0;
  //inicia grabacion
  if (Serial.available() > 0) {
    mensaje = Serial.read();
    if (mensaje == '1') {
      iniciog = true;
    }
    else {
      iniciog = false;
    }
  }
}
//Extraer informacion de la eeprom

```

Figura 2.5. Ejemplo de programación en C++.

Fuente. Autor.

2.5 Fotodiodo.

El elemento principal para la construcción del sensor de medición de radiación solar es el fotodiodo, el cual es un elemento semiconductor de silicio construido por una unión PN y su funcionamiento se basa en la incidencia de luz el cual genera una excitación de electrones que provocan una circulación de corriente a lo largo de la

unión PN, mientras mayor sea la incidencia mayor será la corriente que circula por dicho semiconductor. Figura 2.6 (Fotodíodos, 2016)

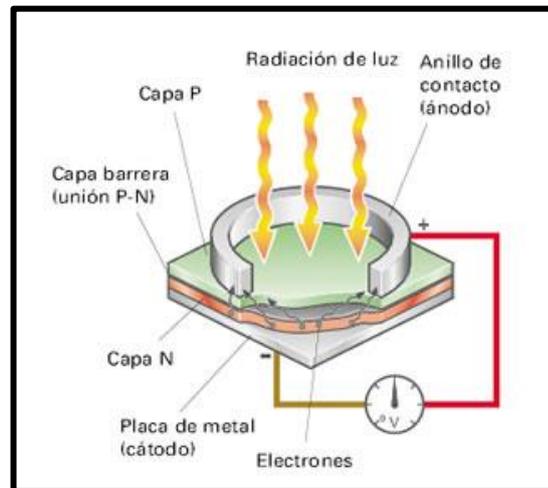


Figura 2.6. Arquitectura de un fotodiodo.

Fuente. (Fotodíodos, 2016)

El fotodiodo a utilizar en el desarrollo del proyecto se consiguió del equipo de medición solar SM206 *Solar Power Meter Operation*. Véase en las figuras 2.2 y 2.7.



Figura 2.7. Fotodiodo de SM206 Solar Power Meter Operation.

Fuente. Autor.

El fotodiodo tiene un valor de resistencia de $130\text{K}\Omega$.

2.5.1 Amplificador operacional LM358N.

El Lm358 es un amplificador operacional, el cual otorga una serie de ventajas con respecto a los otros tipos de amplificadores, la primordial es el suministro único, puede funcionar con voltajes bajos de 3V a 7V y son capaces de soportar temperaturas de 0°C hasta 70°C. Por lo cual en la elaboración del equipo medidor de radiación solar global es muy importante, ya que es capaz de soportar altos niveles de temperatura causados por el sol, figura 2.8 (Instrument, 2002).

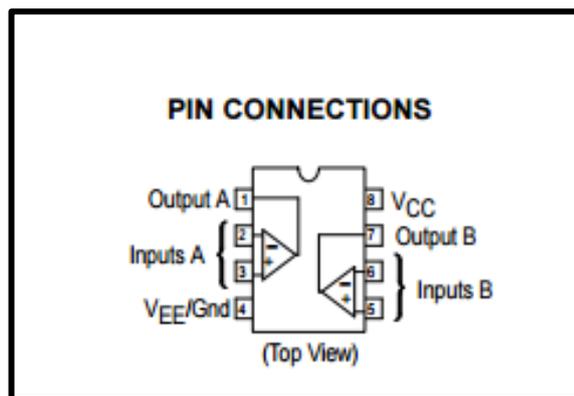


Figura 2.8. Configuración de Amplificador Operacional Lm358N.

Fuente. (Instrument, 2002)

En la figura 2.9, se puede observar el circuito de wheatstone utilizado para esta etapa del proyecto.

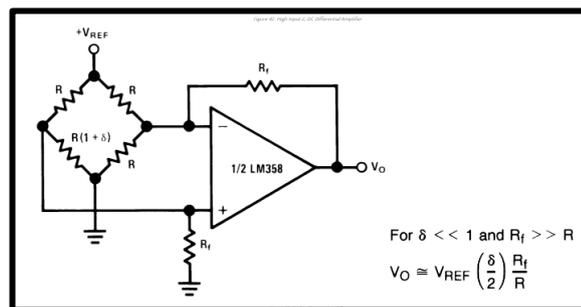


Figura 2.9. Etapa de amplificación y circuito de puente de wheatstone.

Fuente. (Burr-Brown Products Fron Texas Instruments, 2005)

2.5.2 Sensor de temperatura y humedad DHT11.

Este tipo de sensores, figura 2.10, proporcionan los valores físicos de humedad y temperatura de una forma digital, son de uso exclusivo para generar una adquisición de datos de alta resolución con una respuesta inmediata, está constituido por un NTC temperatura. Las especificaciones técnicas se pueden observar en la tabla 2.4. (D-Robotics, 2010)

Tabla 2.4: Especificaciones técnicas del sensor DHT11.

Nombre	Rango de medicion	Humedad	Temperatura	Resolución	Pines
DHT11	20-90%RH 0-50 °C	±5 % RH	±2 °C	1	4 PINES

Fuente. (D-Robotics, 2010)

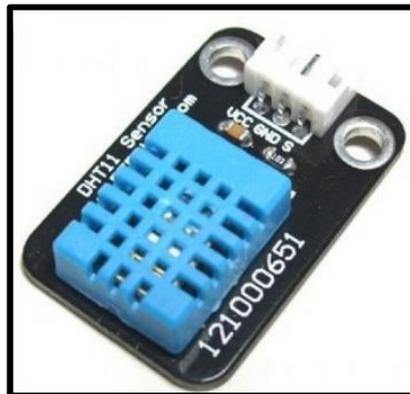


Figura 2.10. Estructura física del sensor DHT11.

Fuente. (D-Robotics, 2010)

2.6 Diseño de placa PCB.

Esta es una etapa del proyecto de vital importancia, debido a que en el proceso se manejan señales, las cuales son producidas por el sensor fotodiodo. Es necesario la elaboración de una placa PCB⁷, en la cual se va a encontrar distribuida un conjunto de elementos electrónicos funcionales.

⁷ Printed Circuit Board (PCB)

Es importante recalcar que en el desarrollo de esta placa PCB se debe considerar la distribución de los elementos electrónicos a utilizar, ya que de ello se verá reflejado un correcto funcionamiento del circuito.

Para la construcción de la placa, se hizo uso del software Proteus 8 Professional, que en conjunto con sus librerías que otorga, sirvió para el desarrollo de la misma.

En la figura 2.11, se puede observar el diseño final de la placa PCB ya montado los elementos electrónicos en la misma.

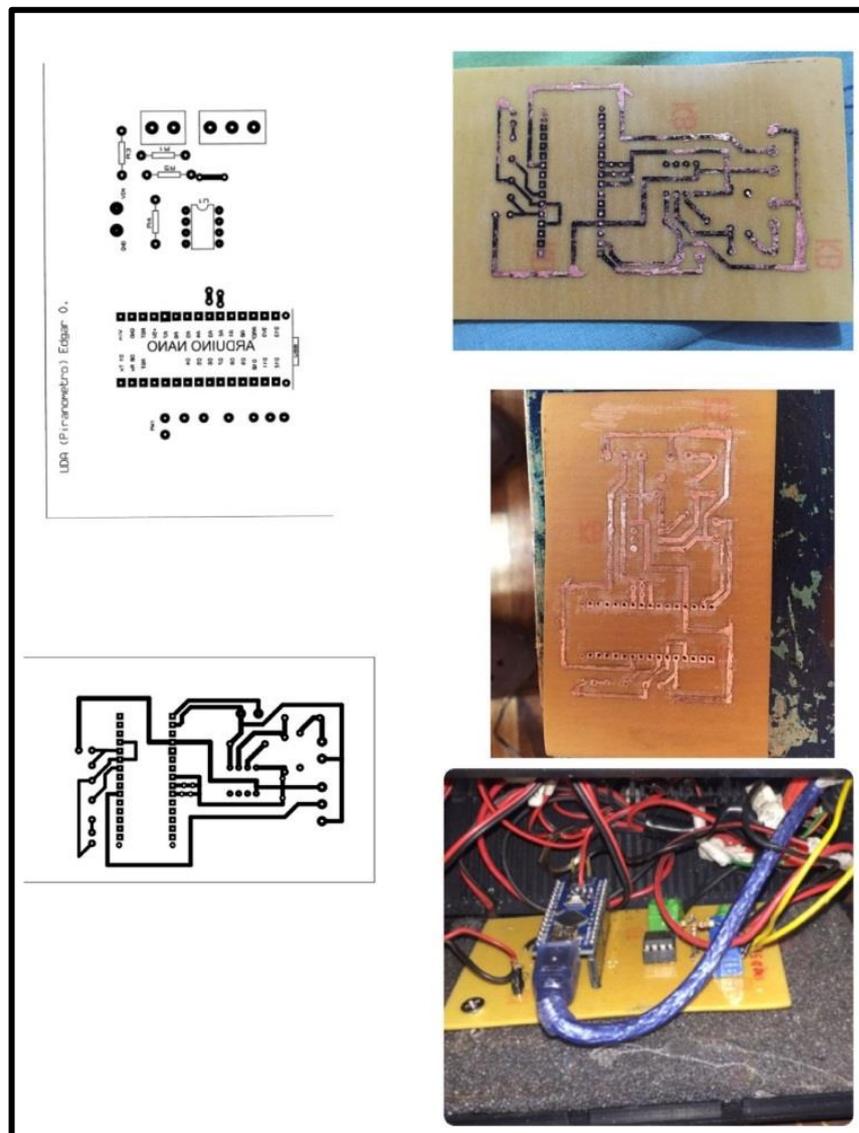


Figura 2.11. Diseño y montaje del circuito en la PCB.

Fuente. Autor.

2.7 Diseño del software y montaje de hardware del piranómetro.

Para el desarrollo y funcionamiento se deberá cumplir con varias etapas, mencionadas a continuación:

Etapa 1: Reconocimiento de microcontrolador en el cual se basara el trabajo.

Etapa 2: Diagrama de funcionamiento del programa.

Etapa 3: Enlace de protocolos.

Etapa 4: Firmware.

Etapa 5: Calibración del sensor.

Etapa 6: Montaje de equipo sensor de radiación Solar.

2.8 Etapa 1: Reconocimiento de microcontrolador en el cual se basara el trabajo.

Es necesario tener en consideración y bien claro el microcontrolador del arduino en el cual se va a basar el desarrollo de programación, el control y manejo del mismo, así como cada una de sus entradas y salidas tanto digitales como analógicas, para nuestro caso; se hará uso de una entrada analógica por el cual se va a procesar el flujo de datos, generados por el equipo sensor de radiación solar elaborado.

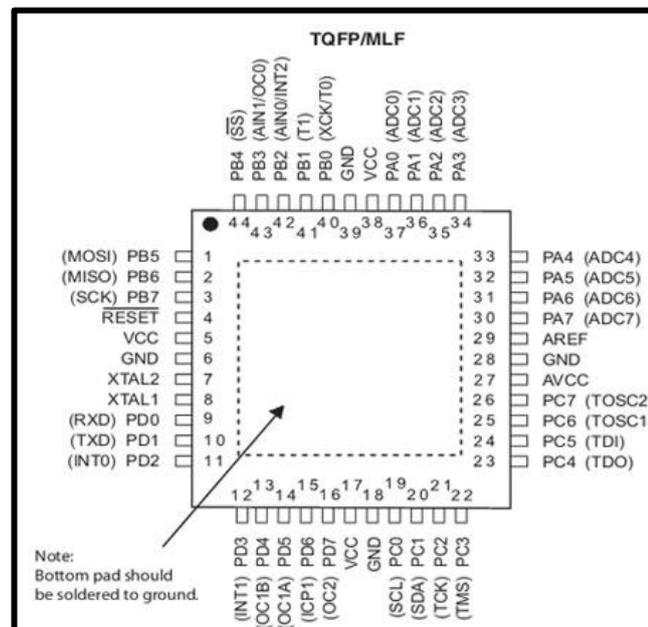


Figura 2.12. Microcontrolador Mega328p.

Fuente. (Arduino, 2016)

2.9 Etapa 2: Diagrama de funcionamiento en las plataformas de Arduino y NetBeans.

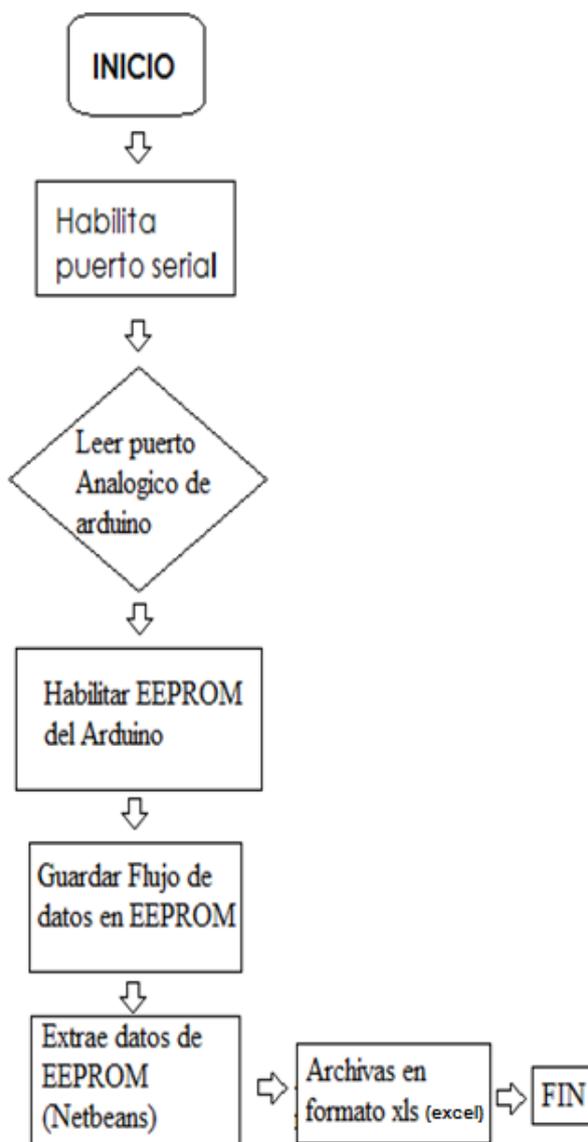


Figura 2.13. Diagrama de flujo de software.

Fuente. Autor.

El desarrollo del firmware de programación del proyecto, se basa en la lectura del flujo de información que se obtiene del sensor de radiación solar, por medio del puerto analógico del microcontrolador mega 328p de la placa arduino.

Una vez leídos los datos del sensor en mención, se procederá a la grabación del flujo de información, en la memoria EEPROM del microcontrolador Mega328p del arduino; el cual otorga la capacidad de almacenar 1KB desde la dirección 0 hasta la 999 y

utilizando valores de 0 a 255 que suficientemente necesario, para almacenar la información de radiación solar global diaria.

Mediante Netbeans, que no es nada más que otra plataforma de lenguaje de programación abierta, en donde su entorno de desarrollo es libre y gratuito, Se desarrolló un programa donde por el cual se recibe la información almacenada desde el arduino y su memoria EEPROM. Para que esta sea grabada en un formato xlm y hacer un registro adecuado del mismo.

2.10 Etapa 3: Enlace.

Consta en la Conexión de cada uno de los elementos y etapas que conforman el proyecto, cuyo objetivo es mantener la comunicación del sensor de radiación solar con cada una de las plataformas, para así poder recopilar el flujo de datos generados y poder trabajar con ellos. Figura 2.14.

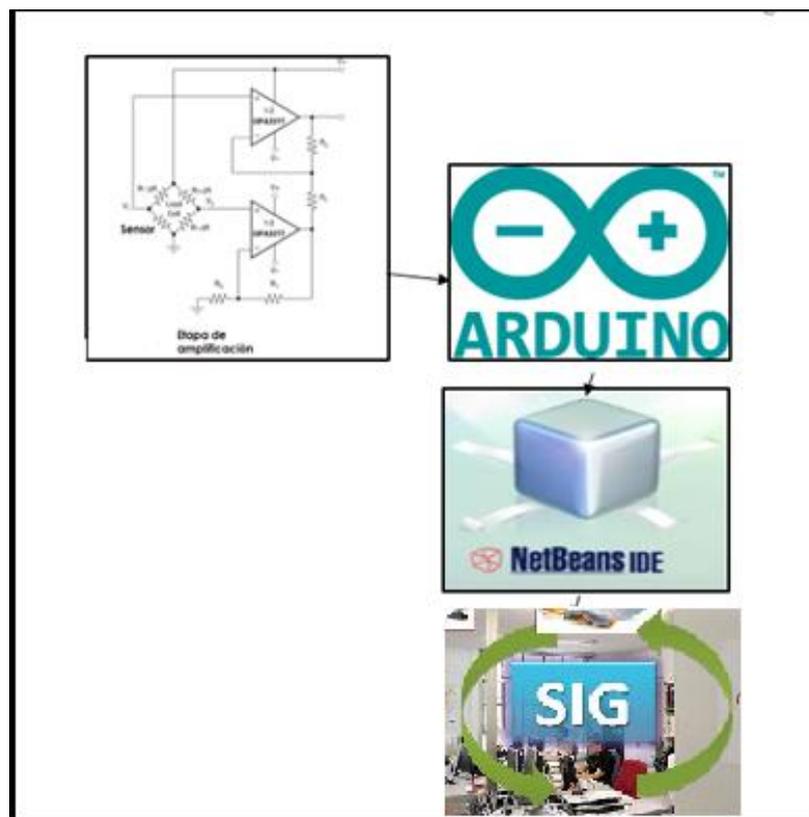


Figura 2.14. Esquema de Comunicación del sensor con las distintas plataformas de programación
Fuente. Autor.

2.11 Etapa 4: Firmware.

Consta del código de programación en las distintas plataformas, su objetivo es controlar, adquirir y archivar el flujo de información generado por el equipo desarrollado. Figura 2.15.

2.11.1 Código en Arduino.

A continuación se puede observar el código de programación en la plataforma de arduino; para los procesos de adquisición de información por su puerto serial, para así almacenar en la memoria EEPROM y después; hacer una comparación con respecto a los valores tanto de voltaje y temperatura. Figura 2.15

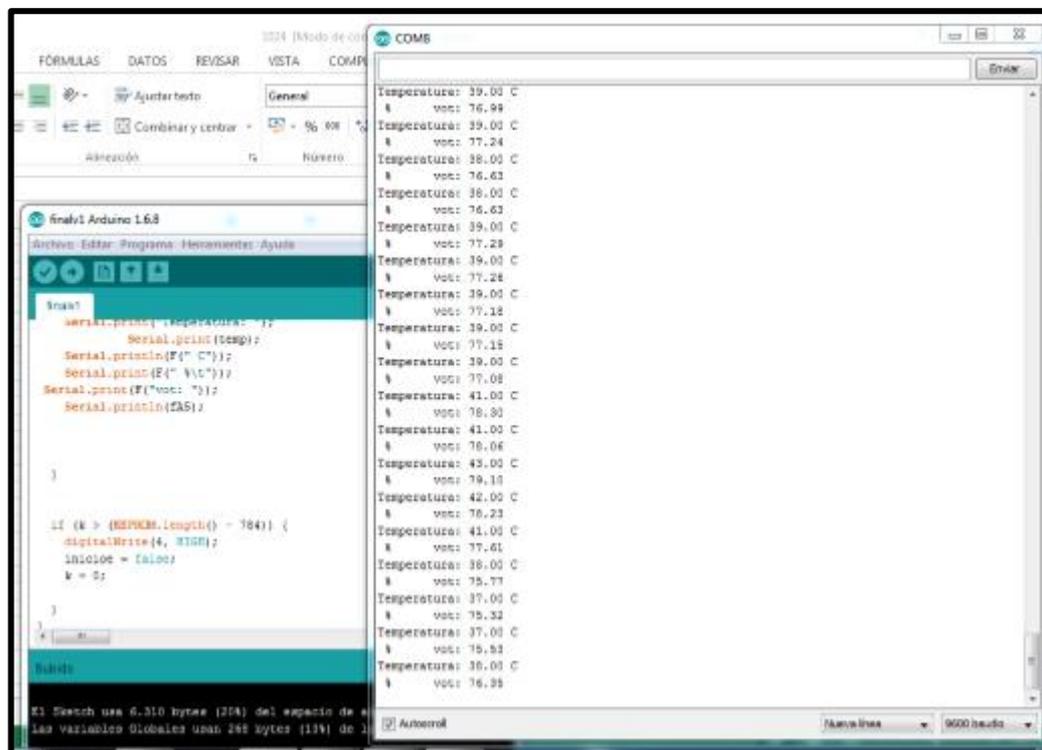


Figura 2.15. Adquisición de Información en la Plataforma de Arduino.

Fuente. Autor.

// Desarrollado por: Edgar Leonardo Ordóñez Vásconez

// Facultad de Ciencia y Tecnología.

// Escuela de Ingeniería Electrónica.

// UDA

//Equipo para medir la Radiación Solar Global

```
// Director: Mst. Omar Delgado

#include <DHT11.h> // Cargar Librería TEMP
#include <EEPROM.h> // Cargar Librería de Mem

int pin = 7; // declaración de PIN 7 como int parara el sensor de Temp DHT11
DHT11 dht11(pin);
int err;
float temp, humi;
int val;
int tempPin = 2;
int t;
float cel ;
float mv ;
float h;
float pA5 ;
float voltaje;
float sA5 = 0;
float dato = 0;
float mensaje = 0;
float fA5 = 0;
int k = 0;
float x ;
float y ;
boolean iniciog = false;
boolean inicioe = false;
void setup() {
  pinMode(2, INPUT);
  pinMode(3, INPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  //inicia grabacion
```

```

if (Serial.available() > 0) {
  mensaje = Serial.read();
  if (mensaje == '1') {
    iniciog = true;
  }
  else {
    iniciog = false;
  }
}

//Extraer informacion de la eeprom
if (iniciog == true) {
  for (int i = 0; i < (EEPROM.length() - 841); i++) {
    dato = EEPROM.read(i);
    Serial.println(dato);
    delay(10);
  }
  iniciog = false;
}

//inicio guardado memoria
if (digitalRead(2) == HIGH) {
  inicioe = true;
  digitalWrite(4, LOW);
  Serial.println(1000000000);
  delay(10);
}
if (digitalRead(3) == HIGH) {
  inicioe = false;
  digitalWrite(4, HIGH);
}
sA5 = 0;
x = 0;
y = 0;
if (inicioe == true) {
  for (int i = 0; i < 59; i++) {

```

```

pA5 = analogRead(4);
pA5 = (((5 * pA5) / 1024));
err = dht11.read(humi,temp);
voltaje = pA5 ;
sA5 += (voltaje);
delay (1000);
}
// Hace una comparación los valores de Volt con los Valores de Tem.
float A5 = (sA5 / 59);
x = temp - 23 ;
y = x * 0.0266 ;
fA5 = ((A5 + y) * 100) / 4 ;
EEPROM.write(k, fA5);
delay(100);
k++;
Serial.print("Temperatura: ");
Serial.print(temp);
Serial.println(F(" C"));
Serial.print(F(" %\t"));
Serial.print(F("vot: "));
Serial.println(fA5);
}
if (k > (EEPROM.length() - 841)) {
digitalWrite(4, HIGH);
inicioe = false;
k = 0;
}
}

```

2.11.2 Código en NetBeans.

Es una plataforma abierta creada para desarrolladores de java, en el caso del proyecto se realizó una aplicación para adquirir los datos desde la memoria EEPROM del arduino y así adjuntar en una hoja de excel y poder archivar dicha información de radiación solar global. En las siguientes líneas se puede ver el código de programación

en la plataforma de NetBeans para la adquisición de los datos desde Arduino y archivarlo en un formato. Xlm. Véase en la figura 2.16.

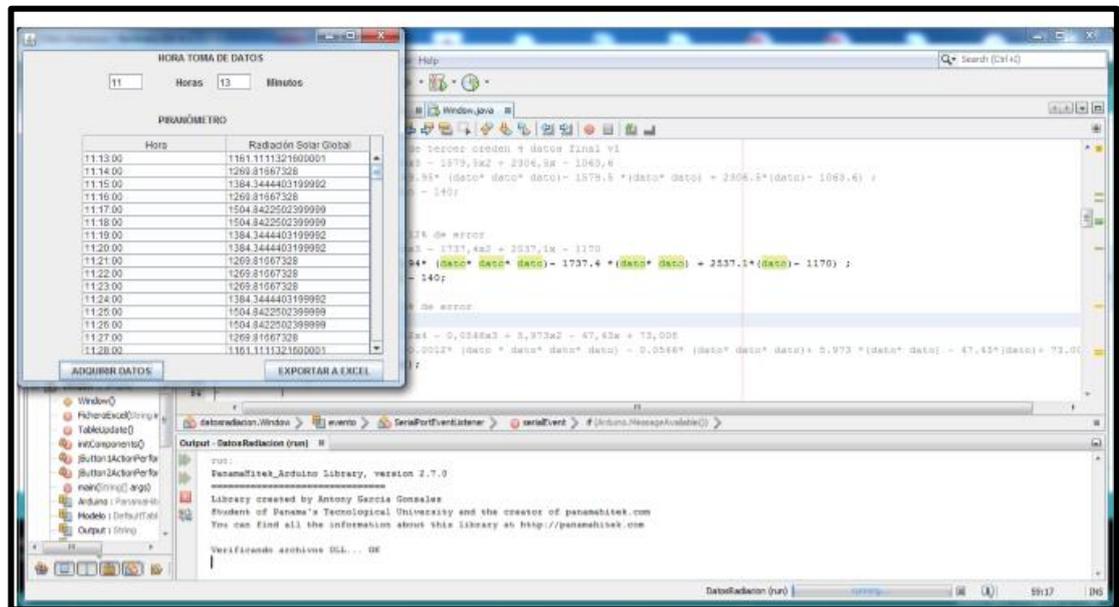


Figura 2.16. Imagen de Adquisición de datos en Netbeans.

Fuente. Autor.

// Desarrollado por: Edgar Leonardo Ordóñez Vásconez

// Facultad de Ciencia y Tecnología.

// Escuela de Ingeniería Electrónica.

// UDA

//Equipo para medir la Radiación Solar Global

// Director: Mst. Omar Delgado

```
package datosradiacion;
```

```
import com.panamahitek.PanamaHitek_Arduino;
```

```
import gnu.io.SerialPortEvent;
```

```
import gnu.io.SerialPortEventListener;
```

```
import java.io.FileOutputStream;
```

```
import java.util.logging.Level;
```

```
import java.util.logging.Logger;
```

```
import javax.swing.table.DefaultTableModel;
```

```
import org.apache.poi.hssf.usermodel.HSSFCell;
```

```

import org.apache.poi.hssf.usermodel.HSSFRow;
import org.apache.poi.hssf.usermodel.HSSFSheet;
import org.apache.poi.hssf.usermodel.HSSFWorkbook;
public class Window extends javax.swing.JFrame {
String Output;
String horas;
String minutos;
int hora;
int minuto;
DefaultTableModel Modelo;
PanamaHitek_Arduino Arduino = new PanamaHitek_Arduino();
double dato;
SerialPortEventListener evento = new SerialPortEventListener() {
@Override
public void serialEvent(SerialPortEvent spe) {
if (Arduino.MessageAvailable()) {
//System.out.println(Arduino.printMessage());
dato = (Double.parseDouble(Arduino.printMessage())*4/100);
//ecuación hasta 300w/m2 a 25
//y = -366,26x4 + 2974,7x3 - 8637,4x2 + 10753x - 4863,9
//dato = (-366.26* (dato * dato* dato* dato) + 2974.7* (dato* dato* dato)- 8637.4
*(dato* dato) + 10753*(dato)- 4863,9);
//dato = dato - 5;
//ecuación de tercer orden 4 datos final v1
//y = 349,95x3 - 1579,5x2 + 2306,5x - 1063,6
// dato = (349.95* (dato* dato* dato)- 1579.5 *(dato* dato) + 2306.5*(dato)- 1063.6)
;
// dato = dato - 140;
//ecu con 12% de error
//y = 384,94x3 - 1737,4x2 + 2537,1x - 1170
dato = (384.94* (dato* dato* dato)- 1737.4 *(dato* dato) + 2537.1*(dato)- 1170) ;
dato = dato - 140;
//ecu con 20% de error
//y = -0,0012x4 - 0,0546x3 + 5,973x2 - 47,43x + 73,008

```

```
//dato = (-0.0012* (dato * dato* dato* dato) - 0.0546* (dato* dato* dato)+ 5.973
*(dato* dato) - 47.43*(dato)+ 73.008);
```

```
TableUpdate();
```

```
}
```

```
}
```

```
};
```

```
public void TableUpdate() {
```

```
if (hora < 10) {
```

```
horas = "0" + Integer.toString(hora);
```

```
} else {
```

```
horas = Integer.toString(hora);
```

```
}
```

```
if (minuto < 10) {
```

```
minutos = "0" + Integer.toString(minuto);
```

```
} else {
```

```
minutos = Integer.toString(minuto);
```

```
}
```

```
Output = horas + ":" + minutos + ":" + "00";
```

```
Modelo.addRow(new Object[]{ Output, dato});
```

```
minuto++;
```

```
if (minuto == 60) {
```

```
minuto = 0;
```

```
hora++;
```

```
}
```

```
if (hora == 24) {
```

```
hora = 0;
```

```
}
```

```
}
```

```
/**
```

```
* Creates new form Window
```

```
*/
```

```
public Window() {
```

```
initComponents();
```

```
Modelo = (DefaultTableModel) jTable1.getModel();
```

```

try {
    Arduino.ArduinoRXTX("COM8", 100, 9600, evento);
} catch (Exception ex) {
    Logger.getLogger(Window.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
}
}

/**
 * This method is called from within the constructor to initialize the form.
 * WARNING: Do NOT modify this code. The content of this method is always
 * regenerated by the Form Editor.
 */
@SuppressWarnings("unchecked")
// <editor-fold defaultstate="collapsed" desc="Generated Code">
private void initComponents() {

    jScrollPane1 = new javax.swing.JScrollPane();
    jTable1 = new javax.swing.JTable();
    jLabel1 = new javax.swing.JLabel();
    jButton1 = new javax.swing.JButton();
    jButton2 = new javax.swing.JButton();
    jLabel2 = new javax.swing.JLabel();
    txtHora = new javax.swing.JTextField();
    txtMinutos = new javax.swing.JTextField();
    jLabel3 = new javax.swing.JLabel();
    jLabel4 = new javax.swing.JLabel();
    setDefaultCloseOperation(javax.swing.WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);
    jTable1.setModel(new javax.swing.table.DefaultTableModel(
        new Object [][] {
            },
        new String [] {
            "Hora", "Radiación Solar Global"
        }
    ));

```

```

jScrollPane1.setViewportView(jTable1);
jLabel1.setText("PIRANÓMETRO");
jButton1.setText("ADQUIRIR DATOS");
jButton1.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
jButton1ActionPerformed(evt);
}
});
jButton2.setText("EXPORTAR A EXCEL");
jButton2.addActionListener(new java.awt.event.ActionListener() {
public void actionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
jButton2ActionPerformed(evt);
}
});
jLabel2.setText("HORA TOMA DE DATOS");
jLabel3.setText("Horas");
jLabel4.setText("Minutos");
javax.swing.GroupLayout layout = new
javax.swing.GroupLayout(getContentPane());
getContentPane().setLayout(layout);
layout.setHorizontalGroup(
layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
.addGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING,
layout.createSequentialGroup()
.addGap(29, 44, Short.MAX_VALUE)
.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING)
.addGroup(layout.createSequentialGroup()
.addComponent(txtHora, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 43,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
.addGap(18, 18, 18)
.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
.addComponent(jLabel2)
.addGroup(layout.createSequentialGroup()

```

```
.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
G)
.addGroup(layout.createSequentialGroup())
.addComponent(jLabel1)
.addGap(50, 50, 50))
.addGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING,
layout.createSequentialGroup()
.addComponent(jLabel3)
.addGap(18, 18, 18)
.addComponent(txtMinutos, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 43,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
.addGap(18, 18, 18)))
.addComponent(jLabel4)))
.addGap(120, 120, 120))
.addGroup(layout.createSequentialGroup()
.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
G)
.addGroup(layout.createSequentialGroup()
.addComponent(jButton1)
.addGap(125, 125, 125)
.addComponent(jButton2))
.addComponent(jScrollPane1, javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 375,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE))
.addGap(19, 19, 19))))
);
layout.setVerticalGroup(
layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.LEADING)
.addGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.TRAILING,
layout.createSequentialGroup()
.addComponent(jLabel2)
.addGap(13, 13, 13)
.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
NE)
.addComponent(txtHora, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
```

```

.addComponent(txtMinutos, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.DEFAULT_SIZE,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
.addComponent(jLabel3)
.addComponent(jLabel4))
.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED, 29,
Short.MAX_VALUE)
.addComponent(jLabel1)
.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.UNRELATED)
.addComponent(jScrollPane1, javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE, 275,
javax.swing.GroupLayout.PREFERRED_SIZE)
.addPreferredGap(javax.swing.LayoutStyle.ComponentPlacement.RELATED)
.addGroup(layout.createParallelGroup(javax.swing.GroupLayout.Alignment.BASELINE)
.addComponent(jButton1)
.addComponent(jButton2)))
);
pack();
} // </editor-fold>

private void jButton1ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
// TODO add your handling code here:
try {
// TODO add your handling code here:
//Modelo.removeRow(0);
Arduino.sendData("1");
} catch (Exception ex) {
Logger.getLogger(Window.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
}
hora = Integer.parseInt(txtHora.getText());
minuto = Integer.parseInt(txtMinutos.getText());
}

private void jButton2ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
// TODO add your handling code here:
javax.swing.JFileChooser Ventana = new javax.swing.JFileChooser();
String ruta;

```

```

try {
if (Ventana.showSaveDialog(null) == Ventana.APPROVE_OPTION) {
ruta = Ventana.getSelectedFile().getAbsolutePath() + ".xls";
FicheroExcel(ruta);
}
} catch (Exception ex) {
}
}

public void FicheroExcel(String input) {
HSSFWorkbook libro = new HSSFWorkbook();
HSSFSheet hoja = libro.createSheet();
HSSFRow fila = hoja.createRow(0);
HSSFCell celda = fila.createCell(0);
celda.setCellValue("Datos de Radiación Solar Global"); //título
// Se colocan los encabezados
fila = hoja.createRow(1);
celda = fila.createCell(0);
celda.setCellValue("HORA");
celda = fila.createCell(1);
celda.setCellValue("Radiación Solar Global");
for (int i = 0; i <= Modelo.getRowCount() - 1; i++) {
fila = hoja.createRow(i + 2); //se crea la fila
for (int j = 0; j <= 1; j++) {
celda = fila.createCell(j); //se crea la celda
celda.setCellValue(jTable1.getValueAt(i, j).toString()); //se le asigna el valor
}
}
try (FileOutputStream Fichero = new FileOutputStream(input)) {
libro.write(Fichero); //Se genera el fichero
Fichero.close(); //Se cierra el archivo
} catch (Exception e) {
}
}

```

```

/**
 * @param args the command line arguments
 */
public static void main(String args[]) {
    /* Set the Nimbus look and feel */
    //<editor-fold defaultstate="collapsed" desc=" Look and feel setting code (optional)
    ">
    /* If Nimbus (introduced in Java SE 6) is not available, stay with the default look and
    feel.
    * For details see
    http://download.oracle.com/javase/tutorial/uiswing/lookandfeel/plaf.html
    */
    try {
        for (javax.swing.UIManager.LookAndFeelInfo info :
            javax.swing.UIManager.getInstalledLookAndFeels()) {
            if ("Nimbus".equals(info.getName())) {
                javax.swing.UIManager.setLookAndFeel(info.getClassName());
                break;
            }
        }
    } catch (ClassNotFoundException ex) {
        java.util.logging.Logger.getLogger(Window.class.getName()).log(java.util.logging.L
        evel.SEVERE, null, ex);
    } catch (InstantiationException ex) {
        java.util.logging.Logger.getLogger(Window.class.getName()).log(java.util.logging.L
        evel.SEVERE, null, ex);
    } catch (IllegalAccessException ex) {
        java.util.logging.Logger.getLogger(Window.class.getName()).log(java.util.logging.L
        evel.SEVERE, null, ex);
    } catch (javax.swing.UnsupportedLookAndFeelException ex) {
        java.util.logging.Logger.getLogger(Window.class.getName()).log(java.util.logging.L
        evel.SEVERE, null, ex);
    }
    //</editor-fold>
    /* Create and display the form */
    java.awt.EventQueue.invokeLater(new Runnable() {

```

```

public void run() {
new Window().setVisible(true);
}
});
}
// Variables declaration - do not modify
private javax.swing.JButton jButton1;
private javax.swing.JButton jButton2;
private javax.swing.JLabel jLabel1;
private javax.swing.JLabel jLabel2;
private javax.swing.JLabel jLabel3;
private javax.swing.JLabel jLabel4;
private javax.swing.JScrollPane jScrollPane1;
private javax.swing.JTable jTable1;
private javax.swing.JTextField txtHora;
private javax.swing.JTextField txtMinutos;
// End of variables declaration
}

```

2.12 Etapa 5: Calibración del sensor.

En el proceso se desarrollaron pruebas, con el fin de comprobar el comportamiento del sensor; por lo cual, se utilizó un multímetro para recopilar los datos en voltaje que entrega dicho fotodíodo con la incidencia de radiación W/m^2 , sobre una superficie medida como se puede observar en la figura 2.17.

El proceso de calibración del sensor, se basa en encontrar el valores de voltajes que entrega el sensor con sus etapas de amplificación y acoplamiento, a cierto nivel de radiación solar expuesto, para ello es necesario tomar una serie de lecturas simultaneas de niveles de radiación solar global en (W/m^2), con su respectivo valor de voltaje en (V). Observar la tabla 2.5.

Los datos son ingresados mediante la activación de un puerto analógico de un arduino y almacenado en la memoria EEPROM del mismo. Para así tener una mejor precisión de los datos de voltaje que entrega el circuito.

El equipo escogido para este proceso de calibración es el “*Solar Power Meter SM206*” y “*Amprobe solar 100*” véase sus especificaciones en la tabla 2.1, para el proceso de lecturas de datos se toma en consideración el ángulo de incidencia, por el cual ingresa el índice de nivel de radiación al sensor.

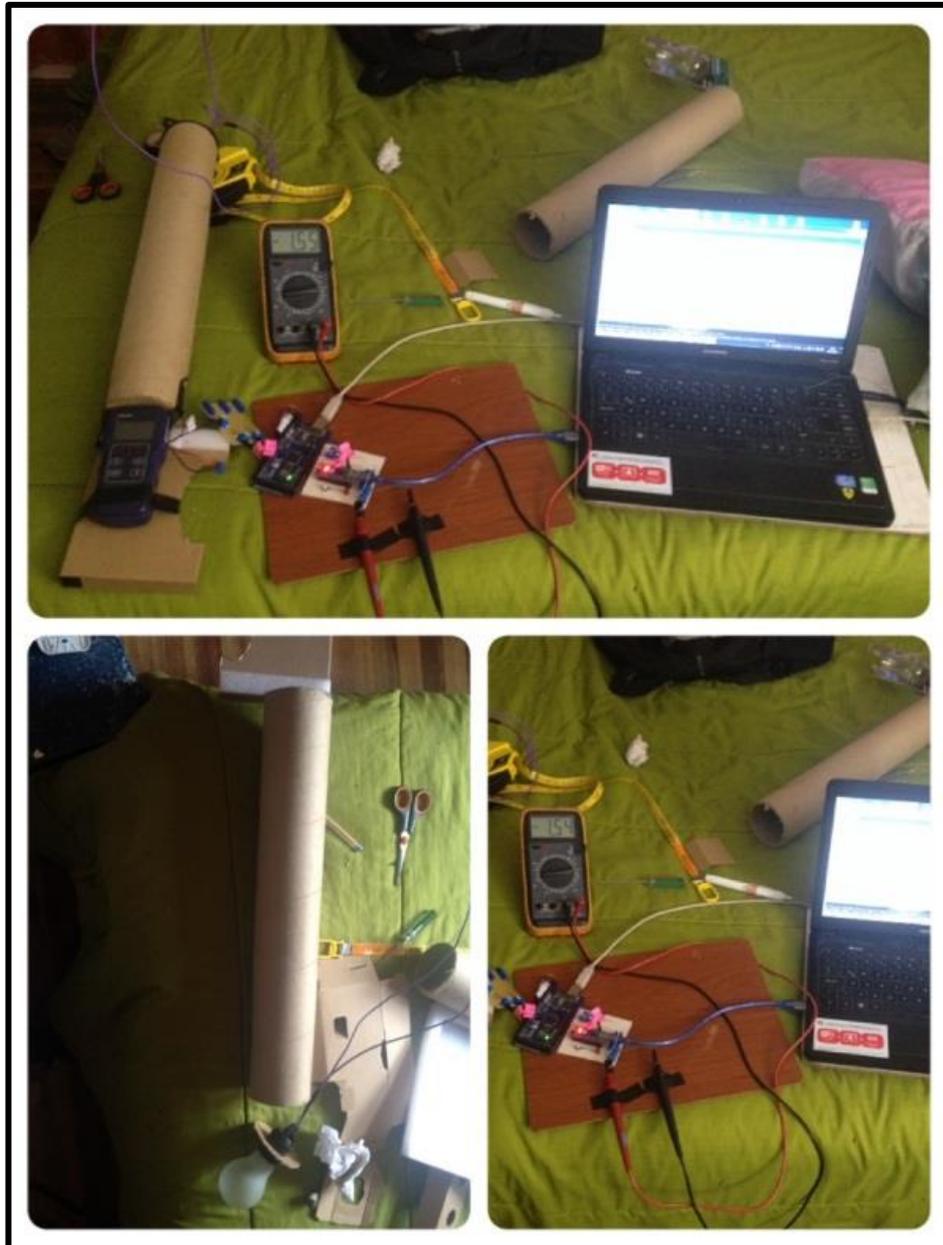


Figura 2.17. Proceso de calibración y recopilación de datos.

Fuente. Autor.

Con los datos tomados de voltaje en función de la radiación solar global expuesta, se realiza una comparación mediante una línea de tendencia, para así de esta manera

encontrar la ecuación de correlación de los datos, la cual permita hacer la transformación del voltaje a niveles de radiación solar global, véase en la tabla 2.5 y las figuras 2.18 y 2.19.

Tabla 2.5: Niveles de radiación solar global con sus respectivos valores de Voltaje.

<i>VOLTAJE (V)</i>	<i>RADIACIÓN SOLAR GLOBAL (W/m2)</i>
0,86	1,1
1	2,2
1,3	3,3
1,488888889	6,6
1,7	15,4
1,8	22
1,94	39,6
2,05	55
2,28	110
2,364444444	220
2,48	330
2,573333333	440
2,631111111	550
2,697777778	660
2,831111111	770
2,88	880
2,955555556	990
3	1100
3,053333333	1210
3,06	1320
3,071111111	1430
3,1	1540
3,111111111	1650
3,208888889	1760
3,235555556	1870
3,24	1980

Fuente. Autor.

En la figura 2.18, se puede observar el comportamiento del Equipo con incidencia de luz, como se demostró en la figura 2.17, las pruebas se elaboraron con un bombillo de 100w.

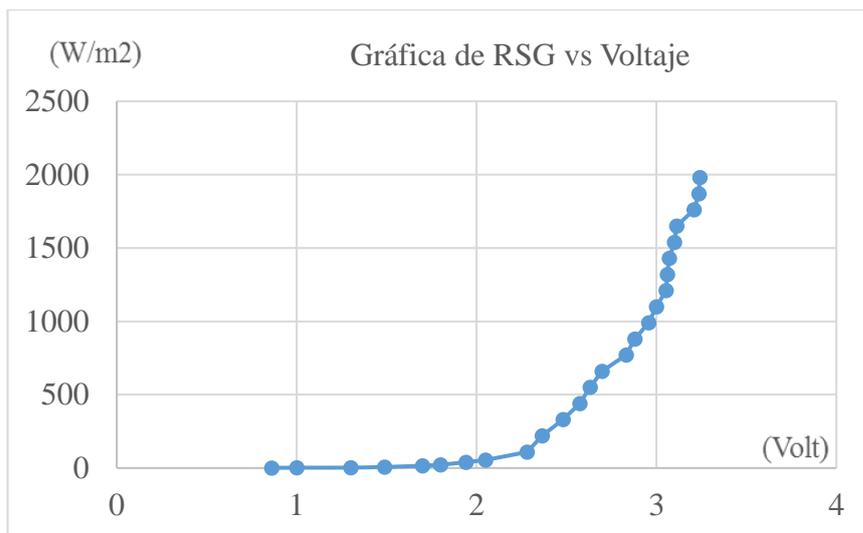


Figura 2.18: Gráfica de los valores recopilados de Radiación Solar Global vs Voltaje.

Fuente. Autor.

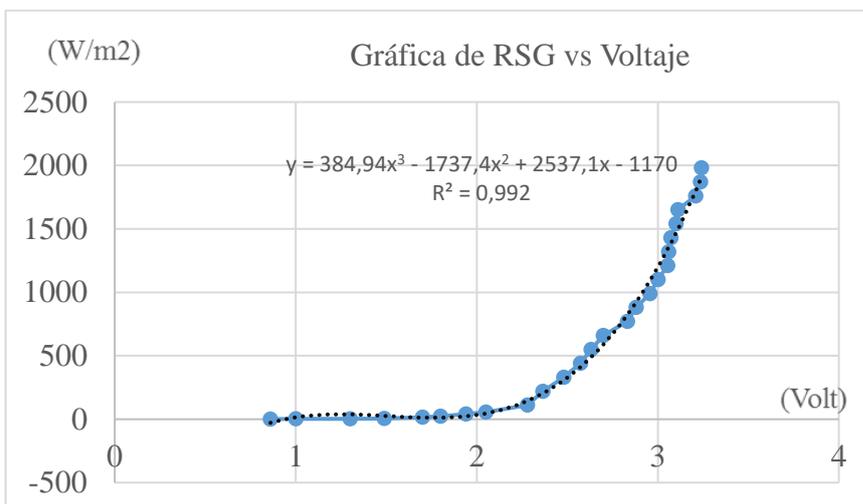


Figura 2.19. Comportamiento del sensor ante la radiación incidente.

Fuente. Autor.

Una vez recopilados los datos necesarios de radiación incidente en función de su voltaje entregado, el siguiente paso es obtener la ecuación de correlación que entrega dicha información recopilada; la cual, se puede ver en la ecuación 2.1.

$$y = 234,94x^3 - 1737,4x^2 + 2537,1x - 1170$$

Ecuación 2.1. Ecuación de comportamiento del sensor con incidencia de radiación.

Fuente. Autor.

2.12.1 Comportamiento del fotodíodo a variaciones de temperatura.

Se observa que el comportamiento del fotodíodo, con ciertas variaciones de temperatura, causó que disminuya el valor de radiación incidente, es decir que si la temperatura aplicada en el sensor aumentaba la radiación incidente entregada por dicho sensor disminuye de forma muy notable; lo cual, demuestra la poca estabilidad del sensor con respecto a la variación de la temperatura.

2.13 Etapa 6: Montaje de equipo sensor de radiación solar.

En la figura 2.20 se puede observar, el proceso de montaje de cada uno de los componentes que conforman el equipo medidor de radiación solar global en la carcasa; así como también, las primeras puestas a prueba en el campo con insolación de sol natural.



Figura 2.20. Montaje de componentes en la carcasa y puesta en funcionamiento de equipo.

Fuente. Autor.

CAPÍTULO 3

MODELAR PATRONES DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL, EMPLEANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG), EN BASE A LOS DATOS ADQUIRIDOS MEDIANTE EL PIRANÓMETRO CONSTRUIDO

3.1 Análisis exploratorio de datos.

Para el proceso de modelar los patrones de radiación solar global, se consideró la colocación del equipo en 5 zonas alrededor de la estación de Nulti. Distribuidas de la siguiente manera observar la tabla 3.1 y la figura 3.1

Tabla 3.1: Nombres de los puntos donde se colocará el equipo para las distintas mediciones.

ITEM	NOMBRE
S1	PANAMERICANA NORTE
S2	IGLESIA NULTI
S3	FERIA DE AUTOS
S4	LLACAO
ESTACIÓN	INER_UPS NULTI

Fuente. Autor.



Figura 3.1. Distintos puntos de Ubicación de Equipo medidor de Radiación Solar Global.

Fuente. Autor.

La zona S1 está situada en la Panamericana Norte; las coordenadas se observan en la figura 3.2.

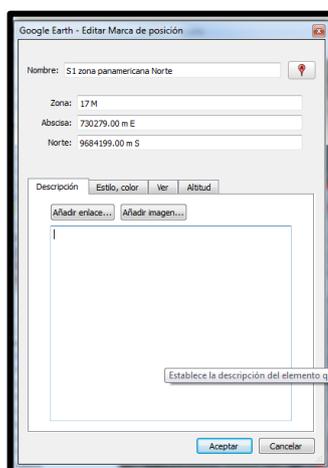


Figura 3.2. Tabla en la cual muestra las coordenadas del punto S1 donde se llevara a cabo la recopilación de los niveles de radiación solar global.

Fuente. Autor.

En la zona S1 mostrada en figura 3.1; se llevó a cabo la recopilación de los niveles de radiación solar global, del día 23 de enero del año 2017, la adquisición de datos se realizó mediante el equipo construido y el periodo de medición se realizó desde las 11:13 am hasta las 14:14. Véase en **anexo 2**.



Figura 3.3. Fotos tomadas al momento de la adquisición de datos en el punto S1.

Fuente. Autor.

La zona S2 está situada en Nulti su punto se nombró como Iglesia de Nulti, las coordenadas se observan en la figura 3.5.

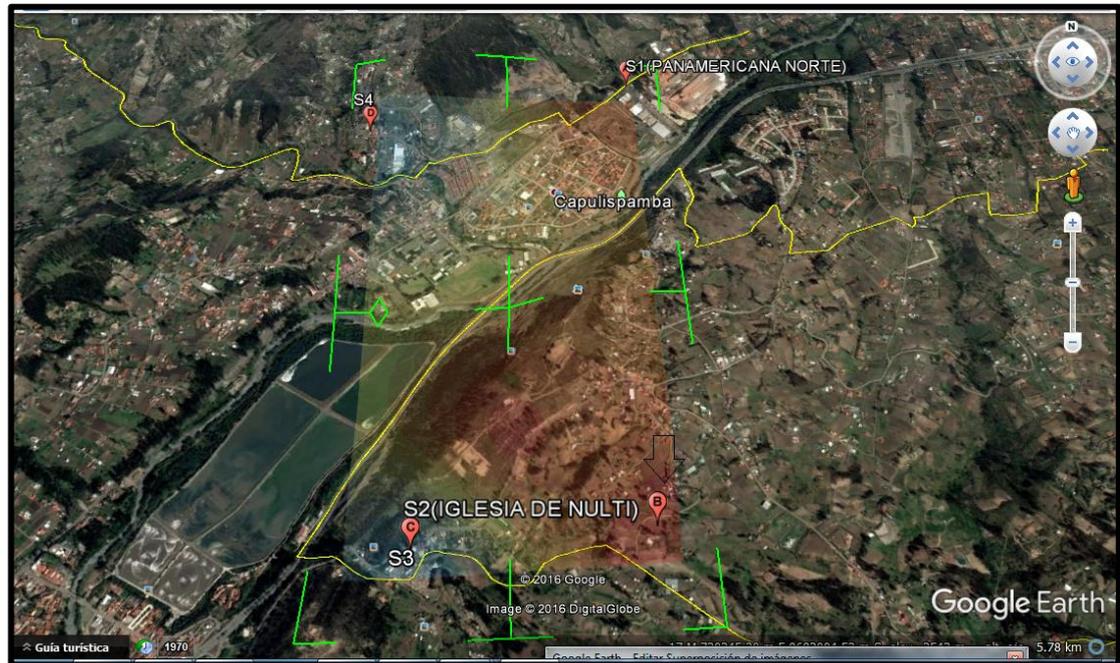


Figura 3.4. Punto de ubicación S2.

Fuente. Autor.

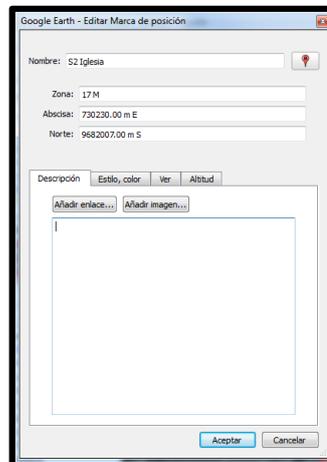


Figura 3.5. Coordenadas del punto de ubicación S2 correspondiente a la Iglesia de Nulti.

Fuente. Autor.

En la zona S2 mostrada en la figura 3.4; se llevó a cabo la recopilación de los niveles de radiación solar global, del día 24 de enero del año 2017; la adquisición de datos se realizó mediante el equipo construido y el periodo de medición se realizó desde las 11:00 am hasta las 14:00 pm. Véase en **anexo 2**.



Figura 3.6. Fotos tomadas al momento de la adquisición de datos en la zona S2 correspondiente a la Iglesia de Nulti.

Fuente. Autor.

La zona S3 está situada en la parroquia de Nulti su punto se llamó feria de autos, las coordenadas se observan en la figura 3.8.

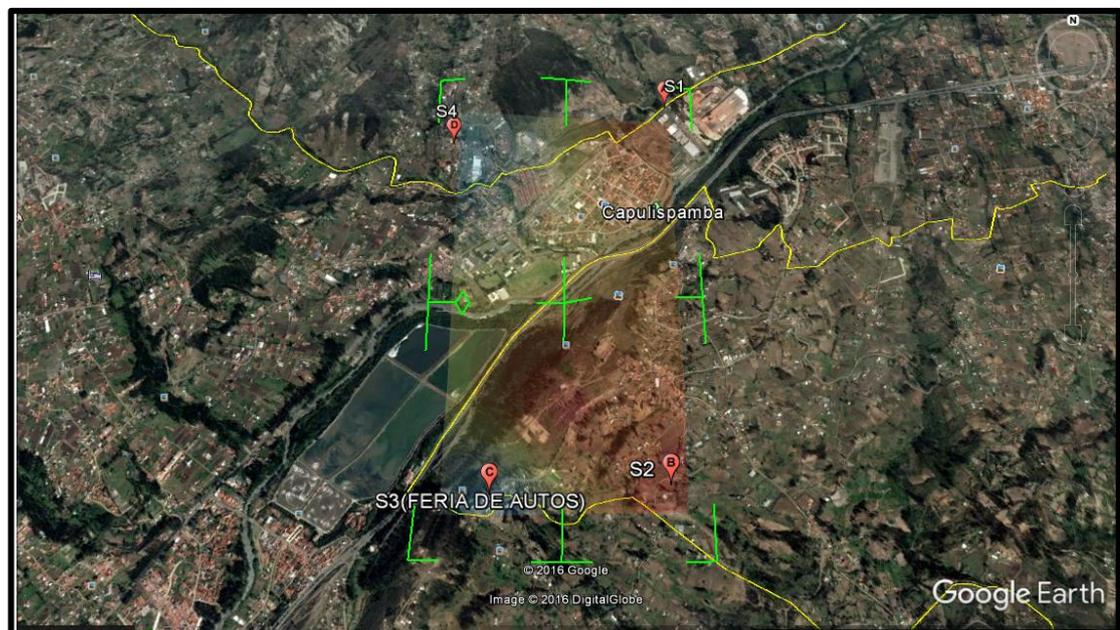


Figura 3.7. Punto de Ubicación S3 Feria de Autos.

Fuente. Autor.

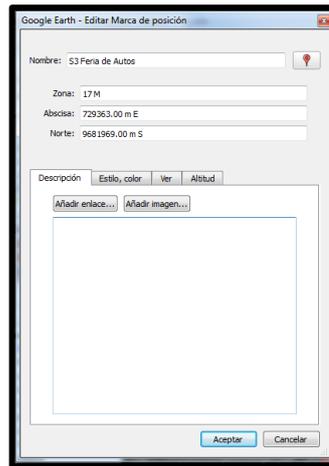


Figura 3.8. Coordenadas del punto de ubicación S3 correspondiente a la Iglesia.

Fuente. Autor.

En la zona S3 mostrada en la figura 3.7; se llevó a cabo la recopilación de los niveles de radiación solar global, del día 25 de enero del año 2017; la adquisición de datos se realizó mediante el equipo construido y el periodo de medición se realizó desde las 11:15 am hasta las 14:15 pm. Véase en **anexo 2**.



Figura 3.9. Fotos tomadas al momento de la adquisición de datos en la zona S3 correspondiente a la Feria de Autos.

Fuente. Autor.

La zona S4 está situada en la parroquia de LLacao su punto se llamó LLacao, las coordenadas se observan en la figura 3.11.

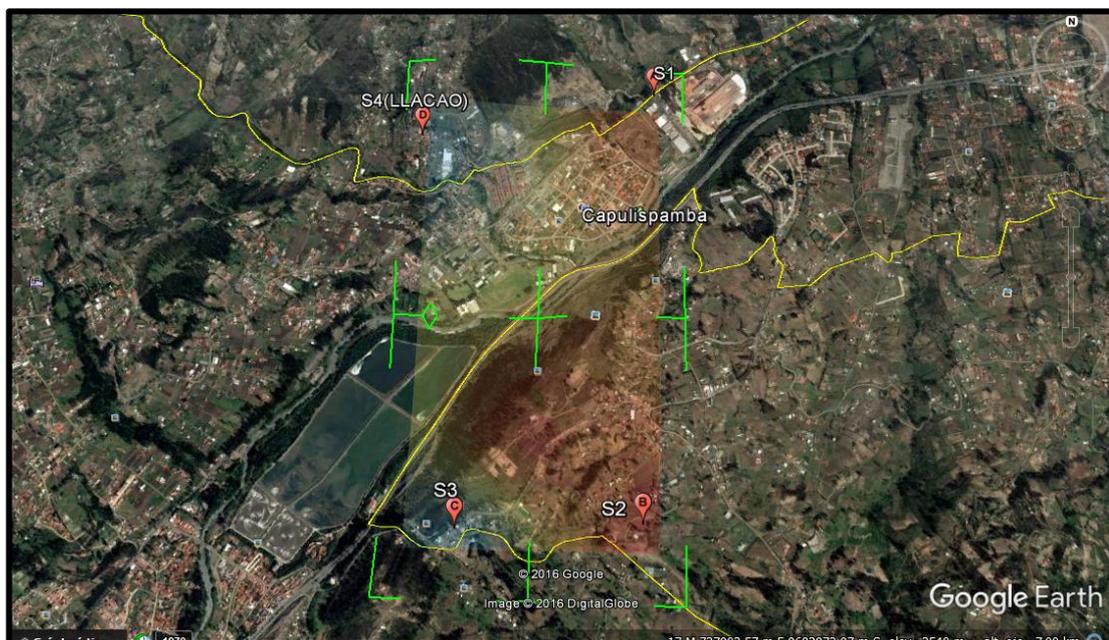


Figura 3.10. Punto de ubicación S4 LLacao.

Fuente. Autor.

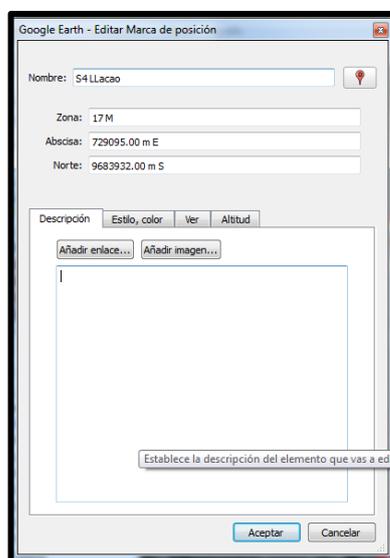


Figura 3.11. Coordenadas del punto de ubicación S4 correspondiente a LLacao.

Fuente. Autor.

En la zona S4 mostrada en la figura 3.10; se llevó a cabo la recopilación de los niveles de radiación solar global, del día 21 de enero del año 2017; la adquisición de datos se

realizó mediante el equipo construido y el periodo de medición se realizó desde las 10:17 am hasta las 14:09 pm. Véase en **anexo 2**.



Figura 3.12. Fotos tomadas al momento de la adquisición de datos en la zona S4 correspondiente a LLacao.

Fuente. Autor.

La zona de la estación de Nulti está situada en la parroquia de Nulti, su punto se llamó Estación INER_UPS Nulti, las coordenadas se observan en la figura 3.14.



Figura 3.13. Punto de ubicación de estación de Nulti.

Fuente. Autor.

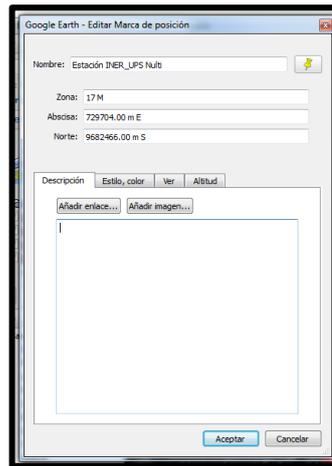


Figura 3.14. Coordenadas del punto de ubicación de la Estación INER_UPS Nulti.

Fuente. Autor.

En la figura 3.13, se muestra la zona de la estación de Nulti donde se llevó a cabo la recopilación de los niveles de radiación solar global, del día 21 de enero del año 2017; la adquisición de datos se realizó mediante el equipo construido y el periodo de medición se realizó desde las 11:15 am hasta las 14:09 pm. Véase en **anexo 2**.



Figura 3.15. Fotos de la estación de Nulti de la INER_UPS.

Fuente. Autor.

3.2 Análisis geoestadístico con Sistemas de Información Geográfica.

Los sistemas de información geográfica tienen incorporado extensiones o herramientas, que sirven para un análisis geoestadístico, permitiendo crear modelos de superficie usando métodos deterministas y geoestadísticos.

ArcGIS, es una herramienta, el cual dispone de extensiones procedimientos y algoritmos para realizar un análisis geoestadístico.

- Crea modelos de superficies.
- Es capaz de cuantificar los modelos de superficie midiendo errores estadísticos de las superficies creadas.

Para lograr obtener un modelo de superficie es necesario identificar tres pasos enumerados a continuación:

1. Análisis Exploratorio de datos espaciales
2. Análisis Estructural (cálculo y modelación de superficies).
3. Predicción de superficies y valoración de resultados.

3.2.1 Fuente de datos para el desarrollo del modelo.

Los datos que permiten generar modelos de superficie suelen ser:

- Datos de Puntos
- Datos de polígonos.
- Datos raster.

En el caso de radiación solar global usada en la elaboración del modelo, la información es representada en forma de puntos; se puede ver a continuación en la tabla 3.2, donde se muestra se las coordenadas de los puntos donde se colocó el equipo para su respectiva adquisición de datos, así como también los nombres de las estaciones y los valores promedios de radiación solar global adquiridos durante un periodo de 15 minutos, en los diferentes días tomados.

Tabla 3.2: Puntos para crear el método IDW.

Núm.	X	Y	Estación	11:16a 30	11:31a 45	11:46a 12	12a12: 15	12:16a 30	12:31a 45	12:46a 13	13:01a 15	13:16a 30	13:31a 45	13:46a 14
1	729704	9682466	Estación de INER_UPS en Nulti	1378,8	1121,53	416,67	712,27	643,73	496,8	717	1301,8	780,6	265	431,6
2	729095	9683932	Estación LLacao	727,36	512,13	319,8	395,62	331,45	80,53	67,15	117,26	303,3	369,57	466,22
3	730279	9684199	Estación de Panamericana Norte	1327,53	1342,47	1336,13	956,23	1404,85	1209,13	1130,15	1099,12	1105,08	1018,04	553,95
4	730230	9682007	Estación Iglesia de Nulti	1432,54	1432,54	1332,47	1279	1440,98	1440,58	1472,71	1448,61	1222,96	1219,09	1244,3
5	729363	9681969	Estación Feria de Autos	688,97	260,76	363,94	433,89	383,38	197,53	270,93	489,61	1009,81	975,32	918,1

Fuente. Autor.

3.2.2 Proceso para abrir la tabla donde se encuentra la fuente de datos en forma de puntos.

Para cargar el archivo es necesario colocarse en *add data*.

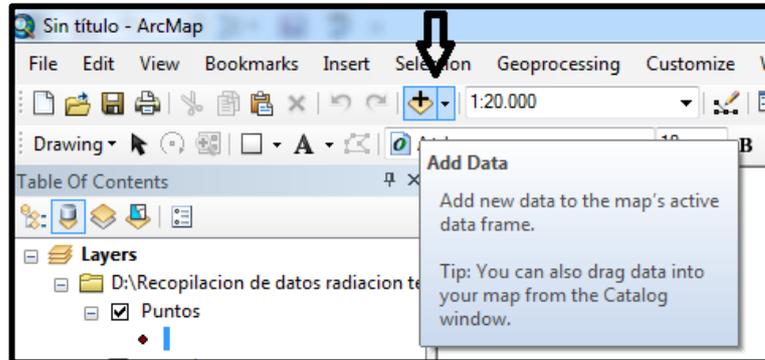


Figura 3.16. Add Data en ArcMap.

Fuente. Autor.

Se despliega una ventana en la cual se escoge la ruta donde se encuentra nuestro archivo a cargar, colocar *add*.

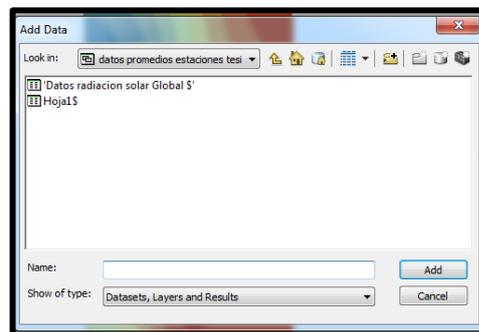


Figura 3.17. Ruta para adjuntar fuente de datos.

Fuente Autor.

La tabla, que contiene la fuente de datos, la misma que se puede observar en la figura 3.18. se adjunto a *ArcMap*.

Hoja1\$					11-16a30	11-31a45	11-46a12	12-01a15	12-16a30	12-31a45	12-46a13	13-01a15	13-16a30	13-31a45	13-46a14
1	72024	980246	Estación de NER_UPS en Nuat		137,8	1121,533333	416,698967	712,266667	843,733333	496,8	717	1301,8	780,8	265	431,8
2	72025	980263	Estación Lacer		720,295995	512,155017	319,803074	395,616378	331,447881	86,538327	67,151904	117,292003	303,295918	369,573511	486,165362
3	73627	988419	Estación de Chaulabamba		1327,532597	1342,473844	1336,130988	956,233967	1404,853879	1209,132878	1130,152368	1099,124802	1105,678761	1018,039693	553,845272
4	73623	980250	Estación general de Nuat		1433,545664	1632,545664	1332,478462	379,044451	1440,964659	1440,578762	1472,786501	1448,899939	1222,599965	1219,681421	1244,302156
5	72936	988198	Estación Feria de Aulus		688,97437	266,789652	363,940015	433,891404	363,380883	197,527337	270,934438	489,612406	1009,80839	975,318477	918,099101

Figura 3.18: Tabla adjunta en ArcMap.

Fuente. Autor.

3.3 Técnicas de interpolación.

“Es un procedimiento el cual permite, el cálculo de una variable en una posición en el espacio, conociendo el valor de esa variable en otras posiciones del espacio (puntos muestrales)”. (Delgado, 2015)

3.3.1 Técnicas geoestadísticas.

Evalúa la autocorrelación espacial de la variable a interpolar, usando puntos muestrales. Con lo cual se genera una función de interpolación que engloba el grado y el tipo de autocorrelación existente en esa variable.

El objetivo de realizar una técnica de análisis geoestadístico es generar superficies continuas en el espacio, del fenómeno estudiado. (Delgado, 2015)

3.3.2 Técnicas de interpolación determinísticas exactas y locales.

Son valores reales, es decir que operan en zonas pequeñas alrededor del punto en el cual se realiza la interpolación.

3.4 Cálculo de inversa de la distancia ponderada de la radiación solar global en un punto.

El método IDW genera valores exactos para localidades más cercanas las cuales van diferenciando conforme se incrementa la distancia. (Delgado, 2015)

$$Z(S_0) = \sum_{i=1}^N \lambda * Z(S_i)$$

Ecuación 3.1. Ecuación general IDW.

Fuente. (Delgado, 2015)

Los pesos son proporcionales a la inversa de la distancia entre; el punto de datos y la ubicación de predicción elevada a la potencia de valor p.

$$\lambda_i = \frac{d_{i0}^{-p}}{\sum_{i=1}^N d_{i0}^{-p}}$$

Ecuación 3.2. Cálculo de los pesos.

Fuente. (Delgado, 2015)

A medida de que la distancia aumenta, el peso disminuye, la velocidad a la que este disminuye depende del valor de p véase en la figura 3.19.

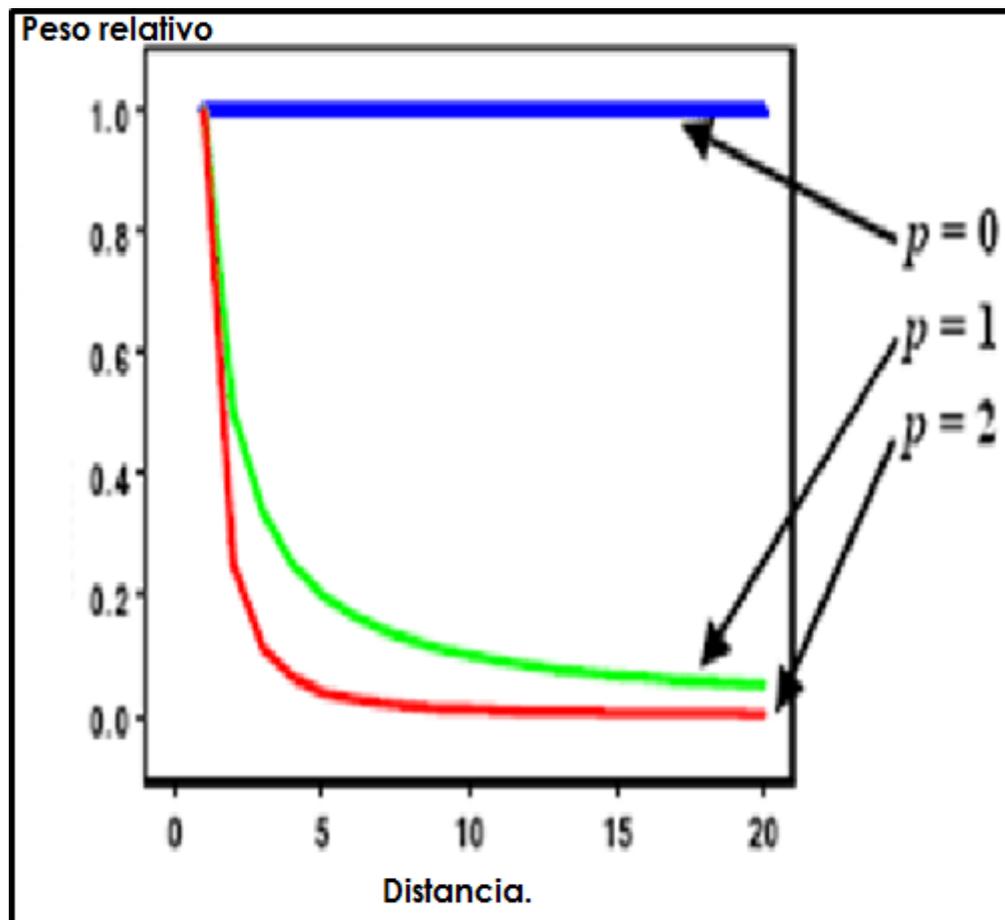


Figura 3.19. Gráfico demostrativo de cómo se comporta los pesos a variación de la distancia.

Fuente. (Delgado, 2015)

3.4.1 Cálculo del valor de las distancias entre el punto a predecir y los puntos muestrales.

En la tabla 3.3 a continuación; se puede ver los nombres, coordenadas de los puntos donde se ubica el equipo sensor, para que cumpla con la adquisición de datos.

Tabla 3.3: Cuadro de coordenadas para cálculo de las distancias.

Puntos	Nombre	Coordenada X	Coordenada Y
1	Estación de INER_UPS en Nulti	729704	9682466
2	Estación LLacao	729095	9683932
3	Estación de Chaullabamba	730279	9684199
4	Estación Iglesia de Nulti	730230	9682007
5	Estación Feria de Autos	729363	9681969

Fuente. Autor.



Figura 3.20. Punto de predicción visto desde Google Earth.

Fuente. Autor.

En la tabla 3.4 se puede observar, las coordenadas del (punto 0), el cual pertenece al punto de predicción.

Tabla 3.4: Coordenadas para el punto de predicción.

Puntos	Nombre	Coordenada X	Coordenada Y
0	Punto de predicción	729704	9683056

Fuente Autor.

En la tabla 3.5 se puede ver, las coordenadas del (punto 1), el cual pertenece al punto de la Estación INER_UPS.

Tabla 3.5: Coordenadas de ubicación de la estación de la INER_UPS en Nulti.

Puntos	Nombre	Coordenada X	Coordenada Y
1	Estación de INER_UPS en Nulti	729704	9682466

Fuente. Autor.

$$d(\text{Estación de INER_UPS en Nulti}, \text{Punto de predicción}) = d_{10}$$

$$d_{10} = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$$

$$d_{10} = \sqrt{(729704 - 729704)^2 + (9682466 - 9683056)^2}$$

$$d_{10} = \sqrt{(0)^2 + (-590)^2}$$

$$d_{10} = \sqrt{0 + 348100}$$

$$d_{10} = \sqrt{348100}$$

$$d_{10} = 590$$

Ecuación 3.3. Distancia entre la estación INER_UPS en Nulti y punto de predicción.

Fuente. Autor.

En la tabla 3.6 se pueden ver, las coordenadas del (punto 2), el cual pertenece al punto de la Estación LLacao.

Tabla 3.6: Coordenadas de ubicación de la estación de LLacao.

Puntos	Nombre	Coordenada X	Coordenada Y
2	Estación LLacao	729095	9683932

Fuente. Autor.

$$\begin{aligned}
 d(\text{Estación LLacoo, Punto de predicción}) &= d_{20} \\
 d_{20} &= \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} \\
 d_{20} &= \sqrt{(729095 - 729704)^2 + (9683932 - 9683056)^2} \\
 d_{20} &= \sqrt{(-609)^2 + (876)^2} \\
 d_{20} &= \sqrt{370881 + 767376} \\
 d_{20} &= \sqrt{1138257} \\
 \mathbf{d_{20} = 1066,89}
 \end{aligned}$$

Ecuación 3.4. Distancia entre la estación de LLacoo y punto de predicción.

Fuente. Autor.

En la tabla 3.7 se puede observar las coordenadas del (punto 3), el cual pertenece al punto de la Estación de Chaullabamba.

Tabla 3.7: Coordenadas de ubicación de la estación Chaullabamba.

Puntos	Nombre	Coordenada X	Coordenada Y
3	Estación de Chaullabamba	730279	9684199

Fuente. Autor.

$$\begin{aligned}
 d(\text{Estación de Chaullabamba, Punto de predicción}) &= d_{30} \\
 d_{30} &= \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} \\
 d_{30} &= \sqrt{(730279 - 729704)^2 + (9684199 - 9683056)^2} \\
 d_{30} &= \sqrt{(575)^2 + (1143)^2} \\
 d_{30} &= \sqrt{330625 + 1306449} \\
 d_{30} &= \sqrt{1637074} \\
 \mathbf{d_{30} = 1279,48}
 \end{aligned}$$

Ecuación 3.5. Distancia entre la estación de Chaullabamba y punto de predicción.

Fuente. Autor.

En la tabla 3.8 se puede ver las coordenadas del (punto 4), el cual pertenece al punto de la Estación de Nulti.

Tabla 3.8: Coordenadas de ubicación de la estación de la Iglesia de Nulti.

Puntos	Nombre	Coordenada X	Coordenada Y
4	Estación Iglesia de Nulti	730230	9682007

Fuente. Autor.

$$d(\text{Estación Iglesia Nulti, Punto de predicción}) = d_{40}$$

$$d_{40} = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$$

$$d_{40} = \sqrt{(730230 - 729704)^2 + (9682007 - 9683056)^2}$$

$$d_{40} = \sqrt{(526)^2 + (-1049)^2}$$

$$d_{40} = \sqrt{(276676)^2 + (1100401)^2}$$

$$d_{40} = \sqrt{1377077}$$

$$\mathbf{d_{40} = 1173,48}$$

Ecuación 3.6. Distancia entre la estación Iglesia de Nulti y punto de predicción.

Fuente. Autor.

En la tabla 3.9 se puede observar las coordenadas del (punto 5), el cual pertenece al punto de la Estación de feria de autos.

Tabla 3.9: Coordenadas de ubicación de la estación de la feria de autos.

Puntos	Nombre	Coordenada X	Coordenada Y
5	Estación Feria de Autos	729363	9681969

Fuente. Autor.

$$d(\text{Estación Feria de Autos, Punto de predicción}) = d_{50}$$

$$d_{50} = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$$

$$d_{50} = \sqrt{(729363 - 729704)^2 + (9681969 - 9683056)^2}$$

$$d_{50} = \sqrt{(-341)^2 + (-1087)^2}$$

$$d_{50} = \sqrt{116281 + 1181596}$$

$$d_{50} = \sqrt{1297850}$$

$$d_{50} = 1139,23$$

Ecuación 3.7. Distancia entre la estación; feria de autos y punto de predicción.

Fuente. Autor.

En la tabla 3.10 se visualiza las distancias entre el punto maestro de predicción hacia los puntos de ubicación del equipo para la adquisición de datos de niveles de radiación solar global en el cantón Cuenca.

Tabla 3.10: Cuadro de valores de las distancias entre los puntos Muéstrales y punto de predicción.

Puntos	Distancias	di
(1;0)	590	d10
(2;0)	1.066,89	d20
(3;0)	1.279,48	d30
(4;0)	1.173,48	d40
(5;0)	1.139,23	d50

Fuente. Autor.

3.4.2 Calcular los pesos λ_i

$$\lambda_i = \frac{d_{i0}^{-p}}{\sum_{i=1}^N d_{i0}^{-p}}$$

Donde:

N: Es el número de sitios de muestreo.

P: Es el grado de ponderación; en este caso es 2 por defecto en el software.

$$\sum_{i=1}^5 d_{i0}^{-2} = \sum_{i=1}^5 \left(\frac{1}{d_{i0}^2} \right) = \frac{1}{d_{10}^2} + \frac{1}{d_{20}^2} + \frac{1}{d_{30}^2} + \frac{1}{d_{40}^2} + \frac{1}{d_{50}^2}$$

$$\sum_{i=1}^5 d_{i0}^{-2} = \sum_{i=1}^5 \left(\frac{1}{d_{i0}^2} \right) = \frac{1}{d_{10}^2} + \frac{1}{d_{20}^2} + \frac{1}{d_{30}^2} + \frac{1}{d_{40}^2} + \frac{1}{d_{50}^2}$$

$$\sum_{i=1}^5 d_{i0}^{-2} = \sum_{i=1}^5 \left(\frac{1}{d_{i0}^2} \right) = 2,87274E-06 + 8,7854E-07 + 6,1085E-07 + 7,2619E-07 + 7,7051E-07$$

$$\sum_{i=1}^5 d_{i0}^{-2} = \sum_{i=1}^5 \left(\frac{1}{d_{i0}^2} \right) = 5,85882E-06$$

$$\lambda_1 = \frac{d_{10}^{-2}}{\sum_{i=1}^5 d_{10}^{-2}}$$

$$\lambda_1 = \frac{2,87274E - 06}{5,85882E - 06}$$

$$\lambda_1 = \mathbf{0,49032709}$$

Ecuación 3.8. Cálculo de pesos relativos de los puntos (1,0) correspondiente a las estaciones de INER_UPS y el punto de predicción.

Fuente. Autor.

$$\lambda_2 = \frac{d_{20}^{-2}}{\sum_{i=1}^5 d_{10}^{-2}}$$

$$\lambda_2 = \frac{8,7854E - 07}{5,85882E - 06}$$

$$\lambda_2 = \mathbf{0,149951434}$$

Ecuación 3.9. Cálculo de pesos relativos de los puntos (2,0) correspondiente a las estación de LLacac y el punto de predicción.

Fuente. Autor.

$$\lambda_3 = \frac{d_{30}^{-2}}{\sum_{i=1}^5 d_{10}^{-2}}$$

$$\lambda_3 = \frac{6,1085E - 07}{5,85882E - 06}$$

$$\lambda_3 = \mathbf{0,104261245}$$

Ecuación 3.10. Cálculo de pesos relativos de los puntos (3,0) correspondiente a las estación de Chaullabamba y el punto de predicción.

Fuente. Autor.

$$\lambda_4 = \frac{d_{40}^{-2}}{\sum_{i=1}^5 d_{10}^{-2}}$$

$$\lambda_4 = \frac{7,2619E - 07}{5,85882E - 06}$$

$$\lambda_4 = \mathbf{0,123947716}$$

Ecuación 3.11. Cálculo de pesos relativos de los puntos (4,0) correspondiente a las estación Iglesia de Nulti y el punto de predicción.

Fuente. Autor.

$$\lambda_5 = \frac{d_{50}^{-2}}{\sum_{i=1}^5 d_{10}^{-2}}$$

$$\lambda_5 = \frac{7,7051E - 07}{5,85882E - 06}$$

$$\lambda_5 = 0,131512516$$

Ecuación 3.12. Cálculo de pesos relativos de los puntos (5,0) correspondiente a las estación feria de Autos y el punto de predicción.

Fuente. Autor.

Siempre la suma de todos los pesos debe ser 1 por lo cual se cumple en la tabla 3.11.

Tabla 3.11: Cuadro indicativo de los valores calculados de los pesos, entre el punto de muestreo y punto de predicción.

PESOS	
λ_1	0,4903271
λ_2	0,1499514
λ_3	0,1042612
λ_4	0,1239477
λ_5	0,1315125
Suma	1

Fuente. Autor

3.4.3 Cálculo de la predicción.

$$z(S_0) = \lambda_1 * z(S_1) + \lambda_2 * z(S_2) + \lambda_3 * z(S_3) + \lambda_4 * z(S_4) + \lambda_5 * z(S_5)$$

Ecuación 3.13. Radiación Solar Global en el punto de predicción.

Fuente. (Delgado, 2015)

Los valores de Z (S1) hasta Z (Sn) son los valores promedios del nivel de radiación solar Global en el lugar1 hasta el lugar n. Sabiendo que Z (So) es la Radiación Solar Global en dicha zona de predicción. Fuente (Delgado, 2015)

Tabla 3.12: Cuadro indicativo de los promedios de radiación solar global en las 5 zonas.

Número	X	Y	Estación	Promedios
1	729704	9682466	Estación de INER UPS en Nulti	758,513812
2	729095	9683932	Estación LLacao	337,183096
3	730279	9684199	Estación de Chaullabamba	1103,45905
4	730230	9682007	Estación Iglesia de Nulti	1368,65654
5	729363	9681969	Estación Feria de Autos	586,754198

Fuente Autor.

$$Z(S_0) = 0,49032709 * 758,513812 + 0,149951434 * 337,183096 + 0,104261245 * 1103,45905 + 0,123947716 * 1368,65654 + 0,131512516 * 586,754198$$

$$Z(S_0) = 784,3363463 \text{ W/m}^2$$

Ecuación 3.14. Radiación solar global calculada en el punto de predicción.

Fuente. Autor.

3.5 Generación de Superficies continuas, aplicando técnicas de interpolación IDW.

En la tabla 3.13 se pone a consideración la constantes que por defecto entrega el sistema de información geográfica para realizar las técnicas de interpolación por el inverso de la distancia ponderada.

Tabla 3.13: Datos para generar la interpolación.

Potencia (p)	2
Puntos a Considerar	5

Fuente. Autor

En cada una de las figuras desde la 3.21 hasta la 3.31, se pone a consideración la los modelos creados en el sistemas de información geográfica; los cuales tienen la capacidad de cuantificar datos estadísticos en el orden de radiación solar global W/m^2 ; aplicando la técnica de interpolación del Inverso de la distancia ponderada (IDW), se crearon localidades y mapas de variación de la energía solar en dicha zona de estudio, dando como resultado una serie de información meteorológica en función de la radiación solar global.

Los modelos de IDW están montadas en *Google Earth*, para una mejor visualización del mismo.

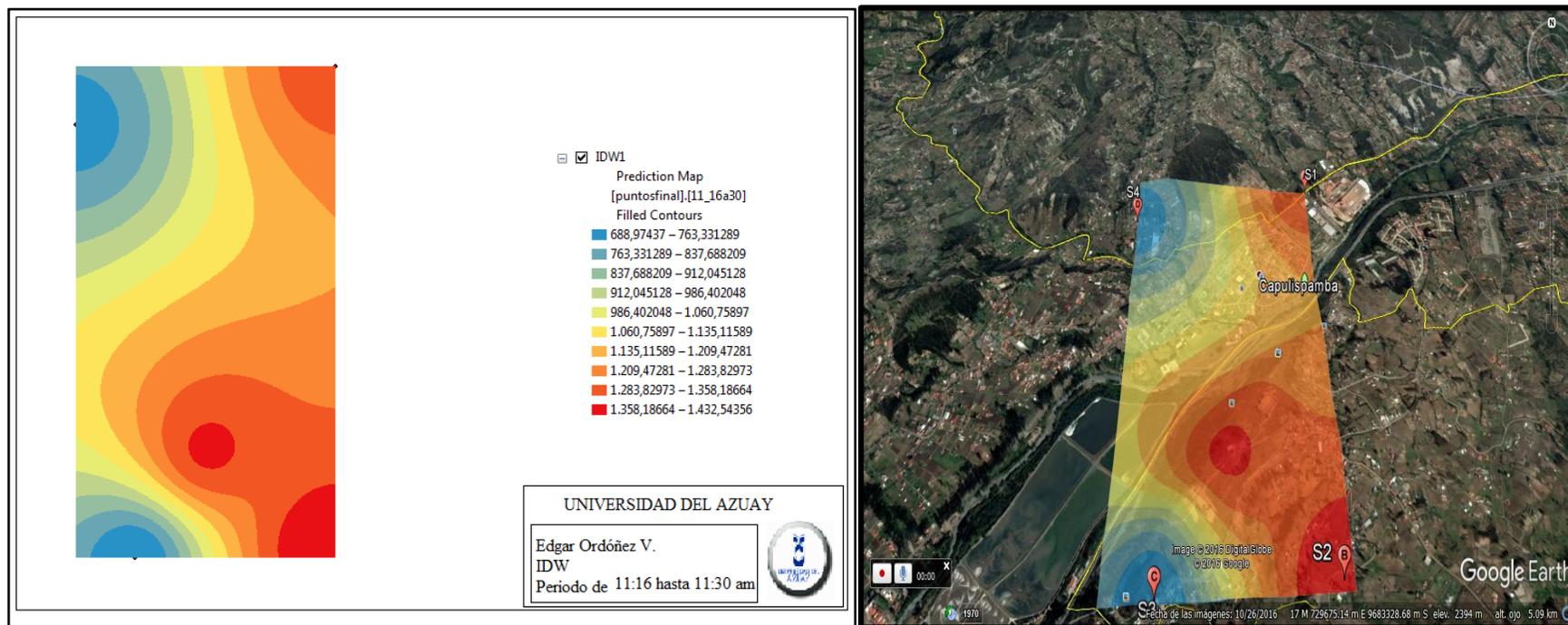


Figura 3.21: Interpolación IDW de radiación solar global en el periodo de 11:16 am hasta las 11:30am.

Fuente. Autor

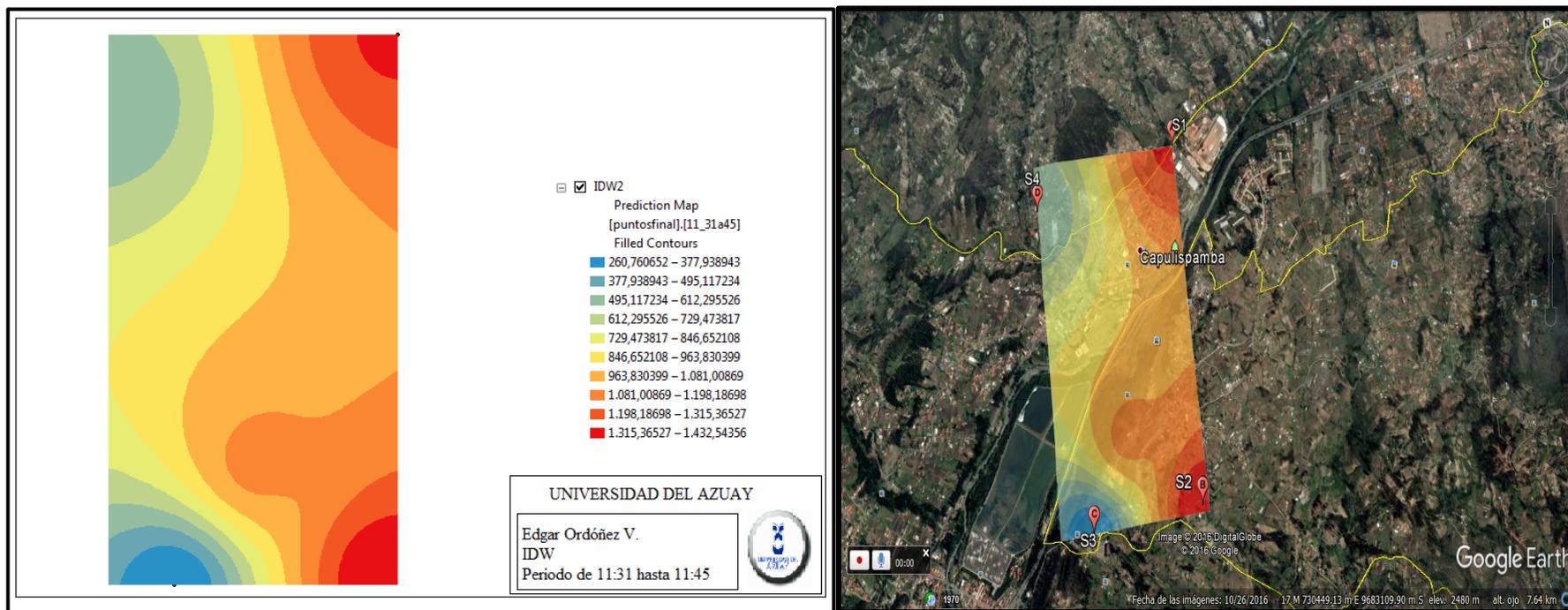


Figura 3.22: Interpolación IDW de radiación solar global en el periodo de 11:31 am hasta las 11:45am.

Fuente. Autor.

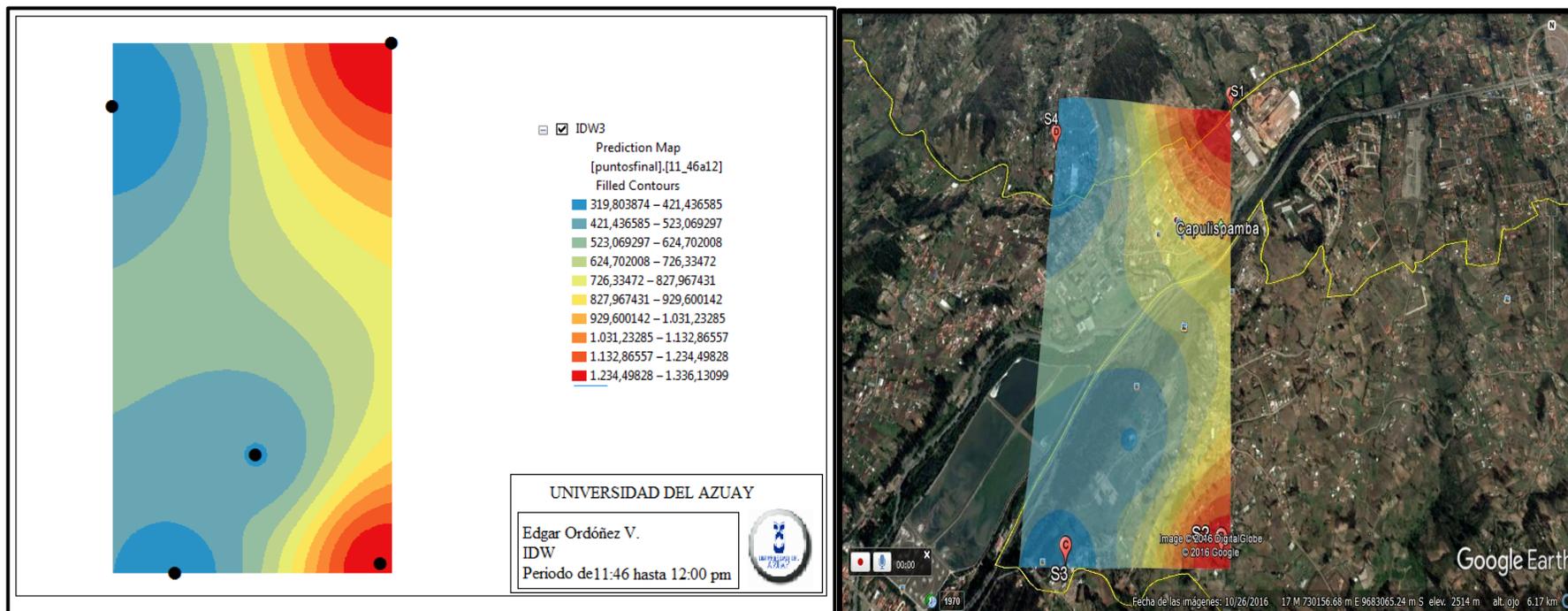


Figura 3.23: Interpolación IDW de radiación solar global en el periodo de 11:46 am hasta las 12:00pm.

Fuente. Autor.

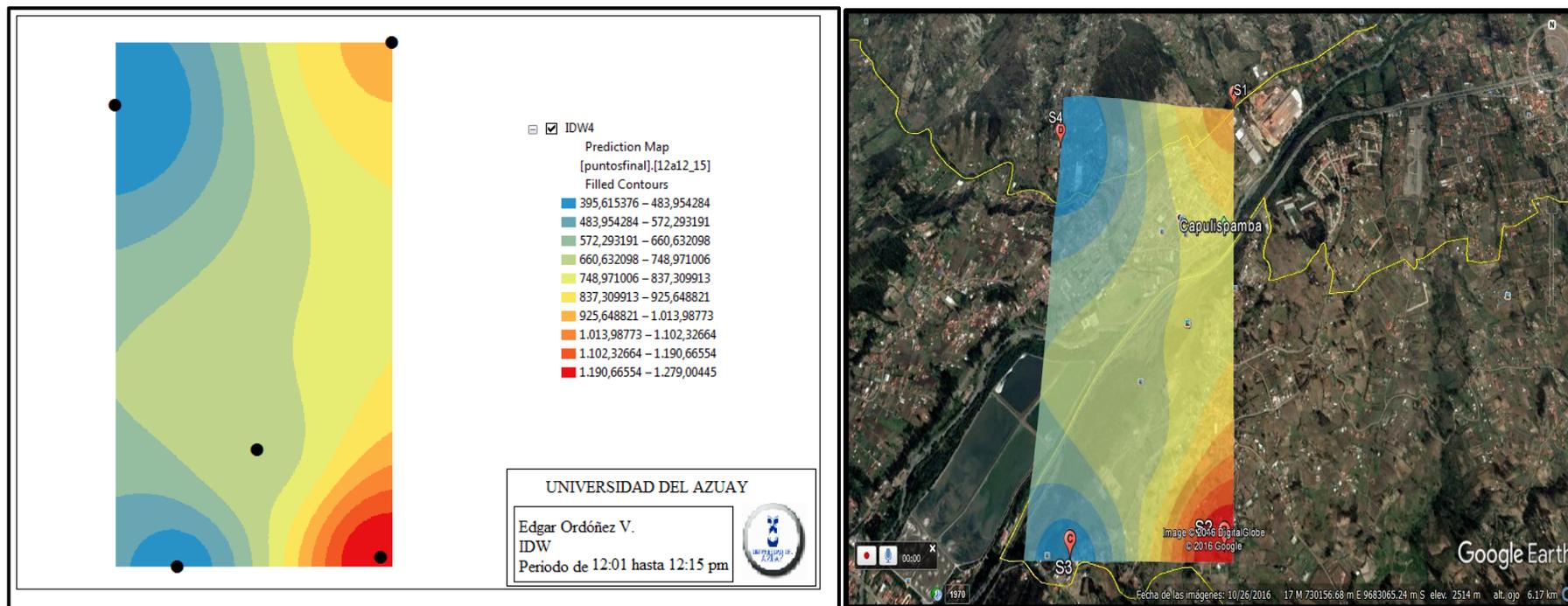


Figura 3.24: Interpolación IDW de radiación solar global en el periodo de 12:01 pm hasta las 12:15pm.

Fuente. Autor.

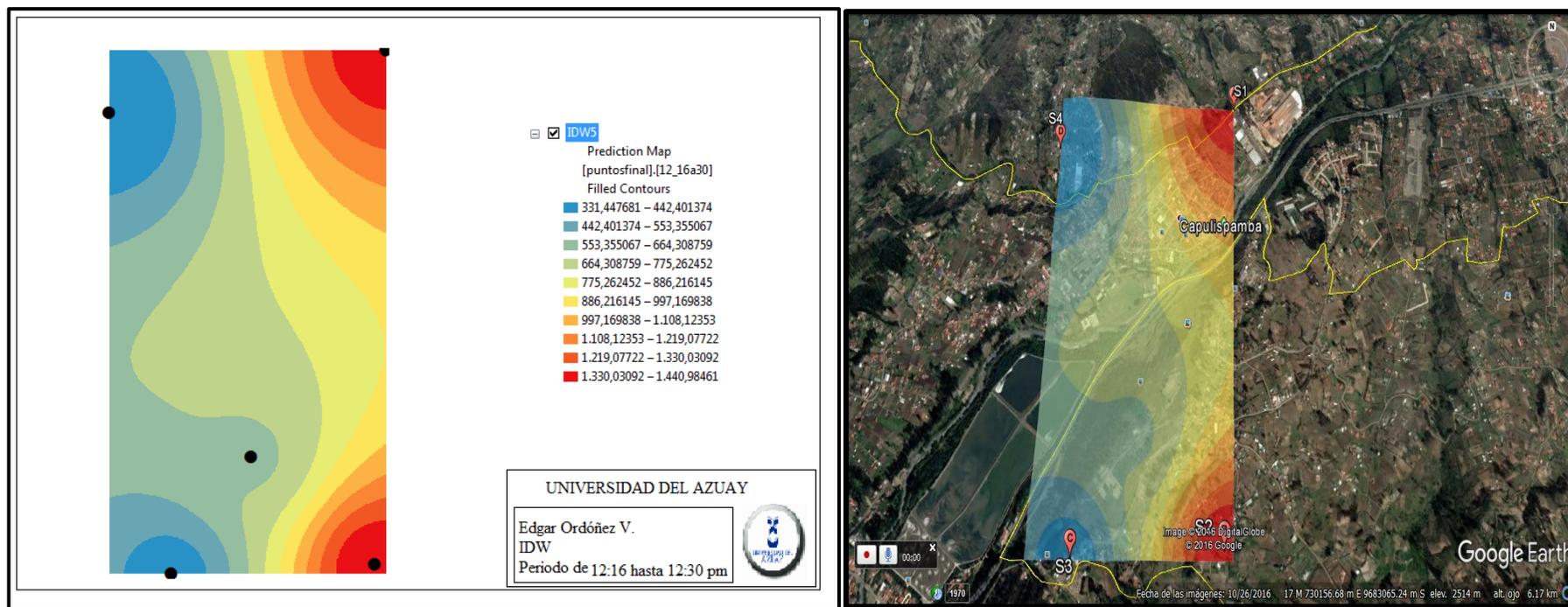


Figura 3.25: Interpolación IDW de radiación solar global en el periodo de 12:16 pm hasta las 12:30pm.

Fuente. Autor.

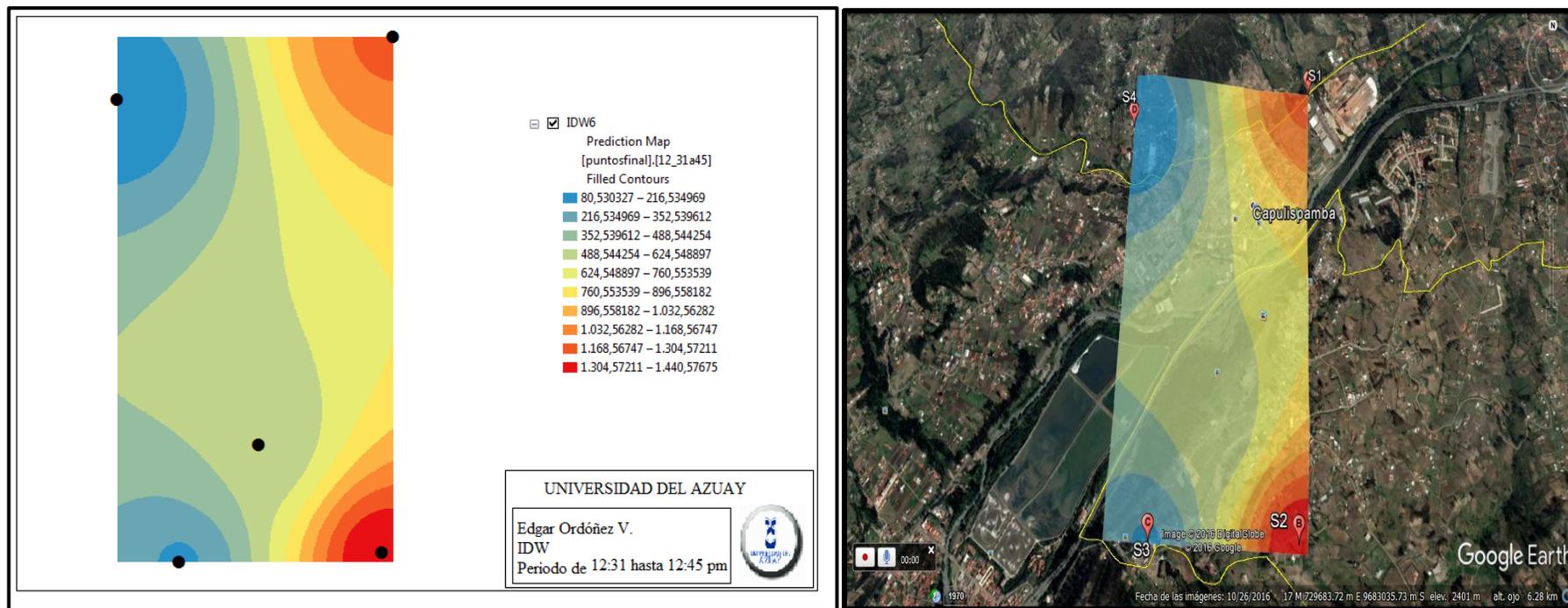


Figura 3.26: Interpolación IDW de radiación solar global en el periodo de 12:31 pm hasta las 12:45pm.

Fuente. Autor.

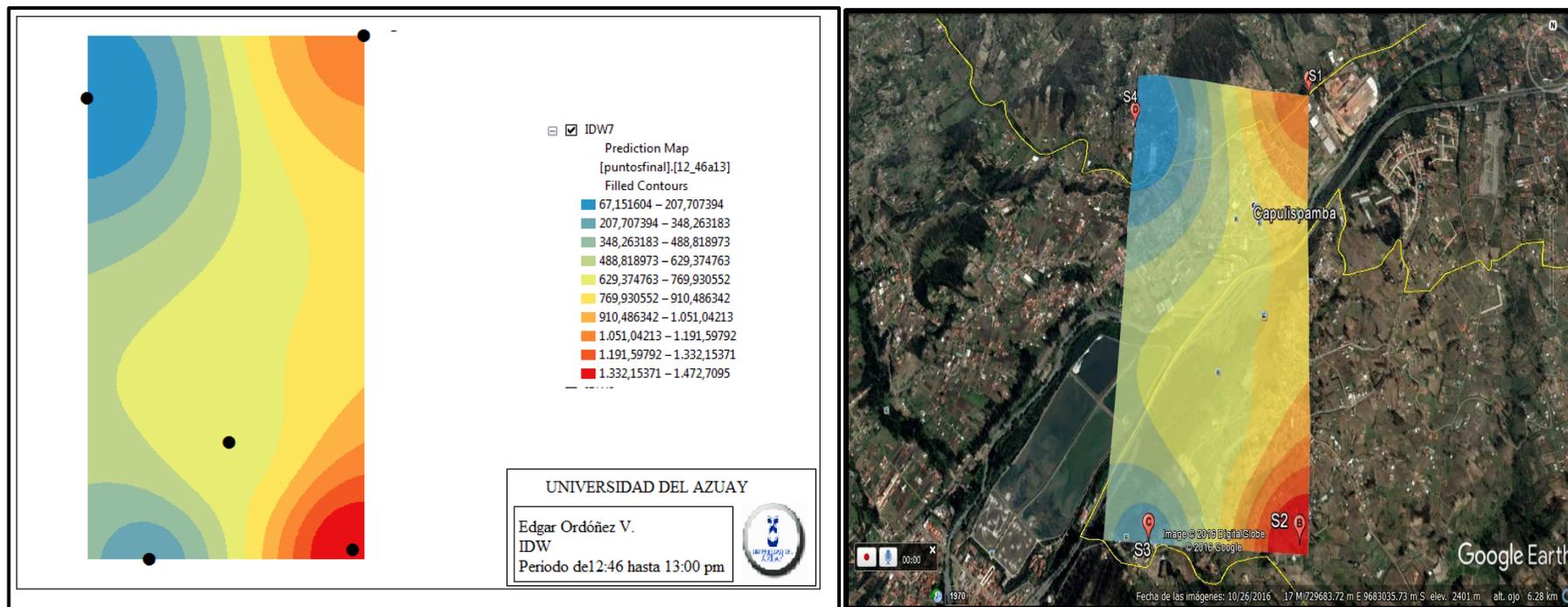


Figura 3.27: Interpolación IDW de radiación solar global en el periodo de 12:46 pm hasta las 13:00pm.

Fuente. Autor.

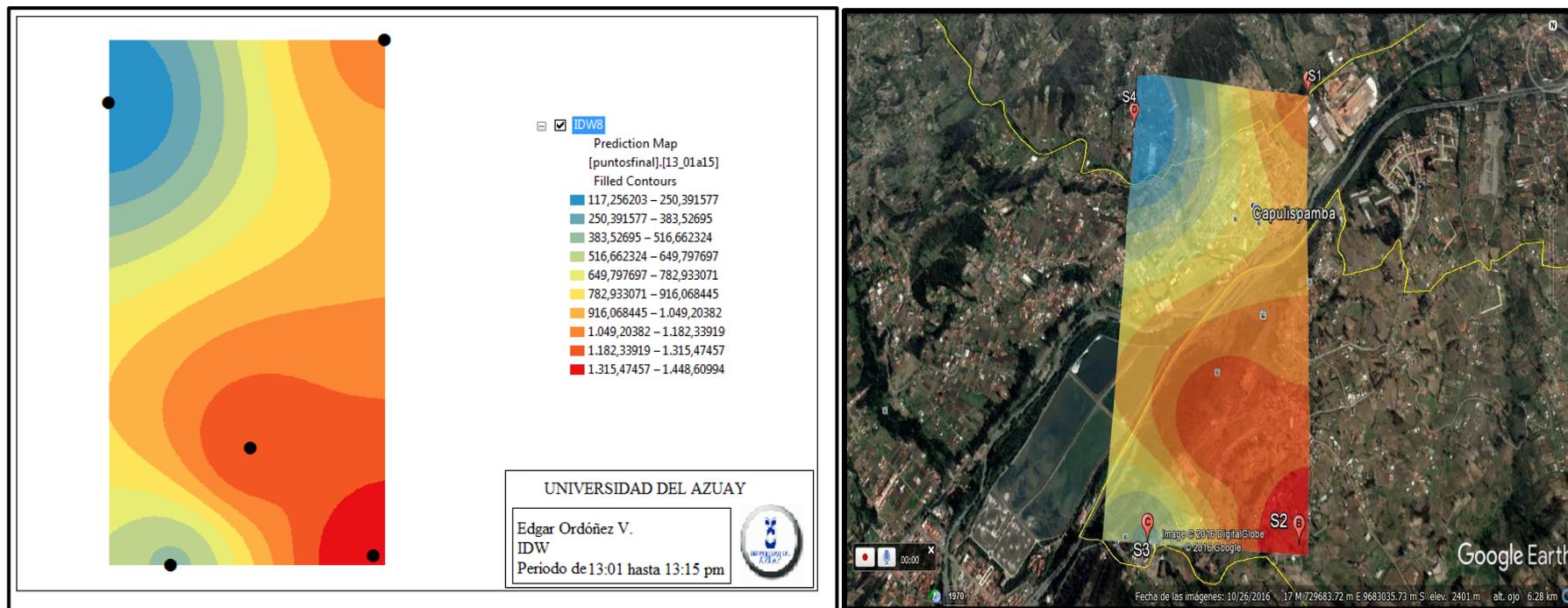


Figura 3.28: Interpolación IDW de radiación solar global en el periodo de 13:01 pm hasta las 13:15pm.

Fuente Autor.

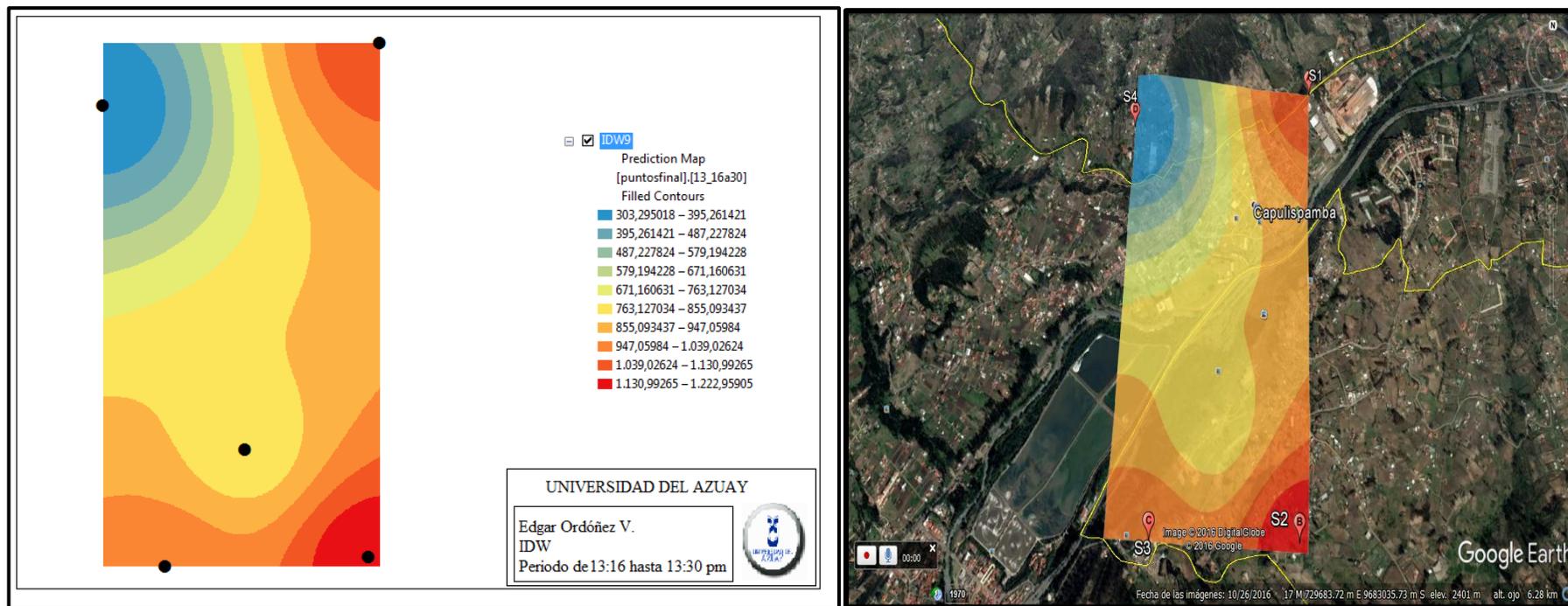


Figura 3.29: Interpolación IDW de radiación solar global en el periodo de 13:16 pm hasta las 13:30pm.

Fuente. Autor.

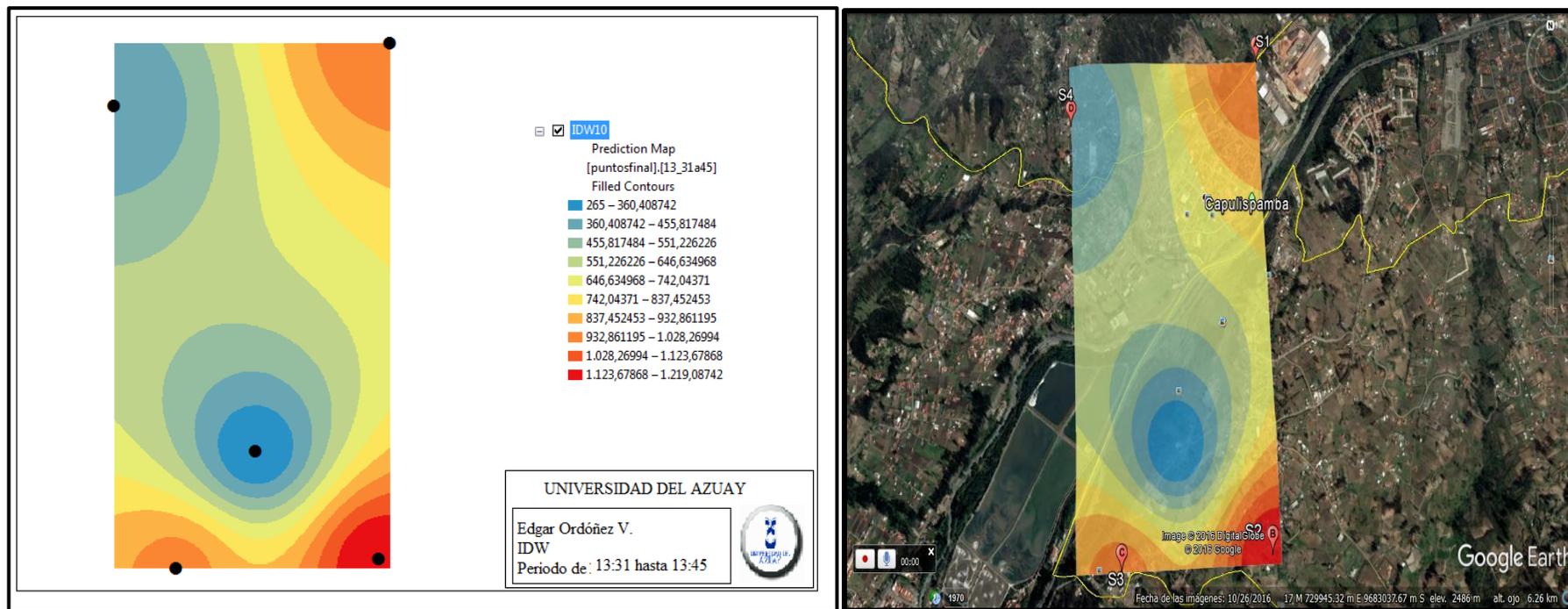


Figura 3.30: Interpolación IDW de radiación solar global en el periodo de 13:31 pm hasta las 13:45pm.

Fuente. Autor.

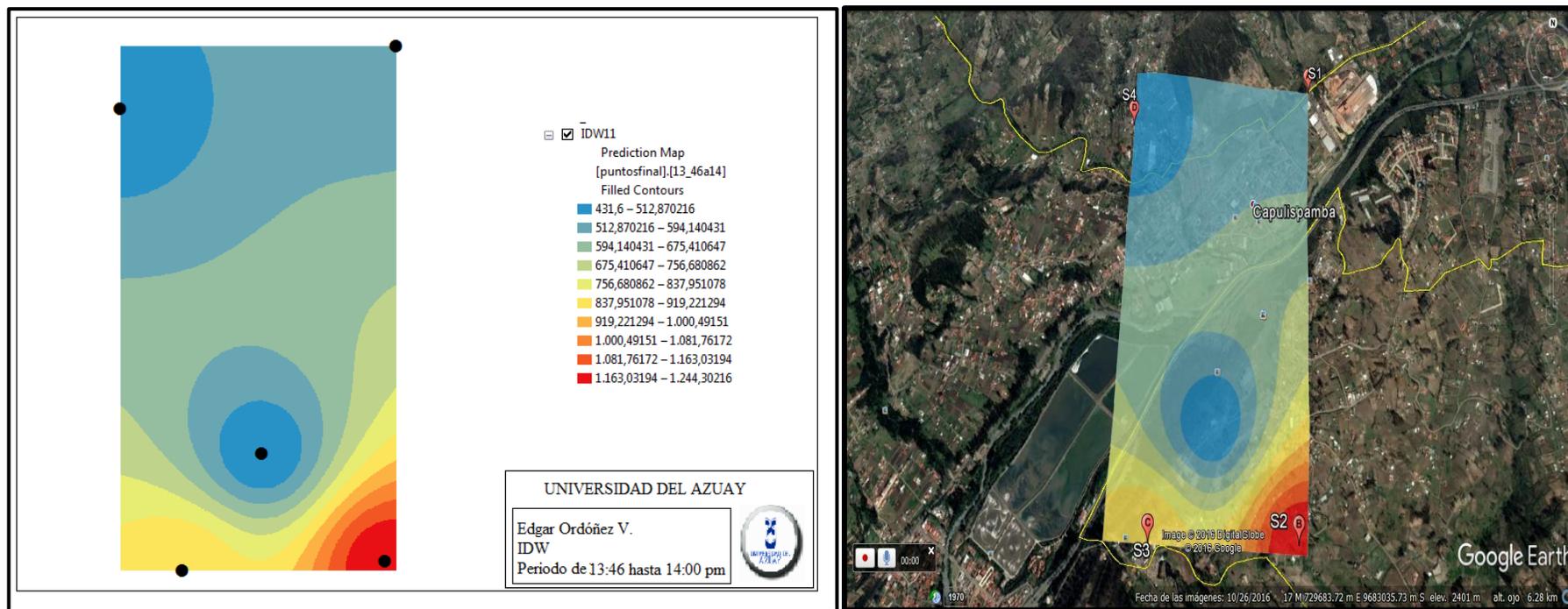


Figura 3.31: Interpolación IDW de radiación solar global en el periodo de 13:46 pm hasta las 14:00 pm.

Fuente. Autor.

CAPÍTULO 4

EVALUAR Y VALIDAR LOS DATOS ADQUIRIDOS CONTRA DATOS EXISTENTES.

4.1 Análisis de datos de radiación solar global en la estación de Nulti.

Los datos a estudiar en este punto son registrados por la estación meteorológica del proyecto de la INER conjuntamente con la Universidad Politécnica Salesiana sede en Cuenca.

Se analizaron los valores de radiación solar global por minuto entregado por dicha estación, se procesó los datos basándonos en el día y la hora en el cual el equipo construido adquirió dicha información, para así, después encontrar la correlación entre los datos de la estación de la INER_UPS y los datos adquiridos por el piranómetro construido. **Anexo 2**

Los datos entregados por la estación fueron recopilados de manera directa ya que, para el desarrollo del análisis de correlación fue necesario adquirir los niveles de radiación solar global por minuto y por ello se vio necesario llegar hasta dicha estación y proceder a descargar los datos de manera directa desde ese punto. Véase en la figura 4.1.



Figura 4.1. Adquisición de datos entregados por la estación de la INER_UPS.

Fuente. Autor.

4.2 Datos estación INER_UPS en Nulti.

En la tabla 4.1 a continuación, se puede ver los niveles de radiación solar global en promedios de 15 minutos entregados por la estación de la INER y la UPS sede Cuenca; recopilado el día 19 de enero del año 2017; **anexo 2**, Así como también, en la figura 4.2 la gráfica de dicha información.

Tabla 4.1: Cuadro de niveles de radiación solar global entregado por la estación de la INER_UPS de Nulti.

HORARIO	ESTACIÓN RADIACIÓN w/m²
9:17 a 9:31	748,2568
9:32 a 9:46	809,8976
9:47 a 10:01	873,7391333
10:02 a 10:16	892,6662667
10:17 a 10:31	962,6698667
10:32 a 10:46	1002,16
10:47 a 11:01	1018,748733
11:02 a 11:16	1049,268933
11:17 a 11:31	1070,823533
11:32 a 11:46	1098,128867
11:47 a 12:01	1120,246133
12:02 a 12:16	1120,130067
12:17 a 12:31	1059,124067

Fuente (*Salesiana & INER, 2015*)

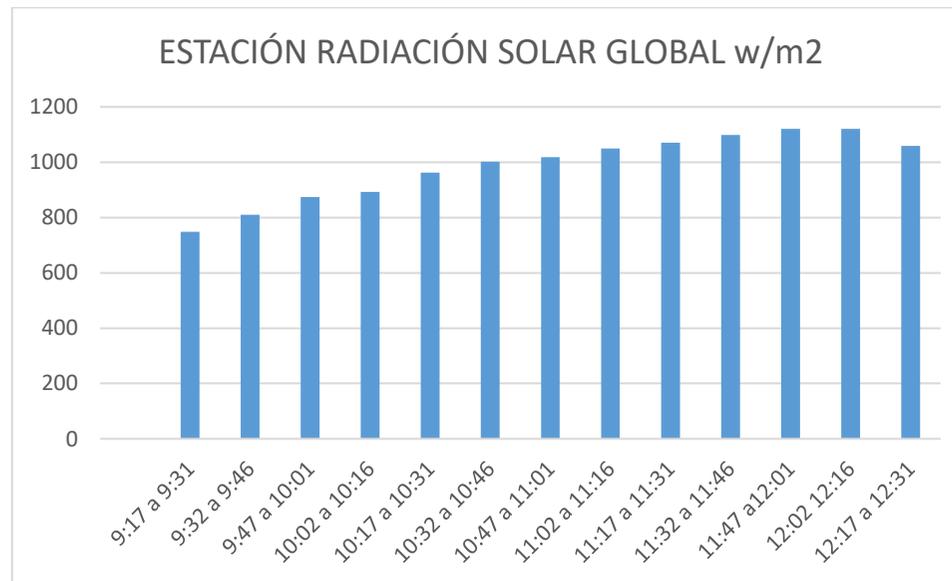


Figura 4.2: Gráfica de los promedios de 15 minutos de los niveles de radiación solar global entregados por estación INER_UPS.

Fuente. Autor.

4.3 Datos Adquiridos por el equipo de Radiación Solar Global en la estación de Nulti.

En la tabla 4.2; se refleja los datos adquiridos por el piranómetro construido; de igual forma que en de la estación se adjuntó un cuadro en el cual se expresa los promedios de periodos de 15 minutos; tomados el día 19 de enero del año 2017; **anexo 2**. Así como también, en la figura 4.3 la gráfica de dichos valores.

Tabla 4.2: Cuadro de niveles de radiación solar global adquirido por el piranómetro construido.

HORARIO	PIRANÓMETRO RADIACIÓN w/m²
9:17 a 9:31	796,8399095
9:32 a 9:46	822,5023
9:47 a 10:01	911,2902933
10:02 a 10:16	816,2363467
10:17 a 10:31	919,613425
10:32 a 10:46	983,6019867
10:47 a 11:01	1033,27308
11:02 a 11:16	1101,2214
11:17 a 11:31	1159,818273
11:32 a 11:46	1083,02126
11:47 a 12:01	1070,5278
12:02 a 12:16	1067,30364
12:17 a 12:31	763,9935733

Fuente. Autor

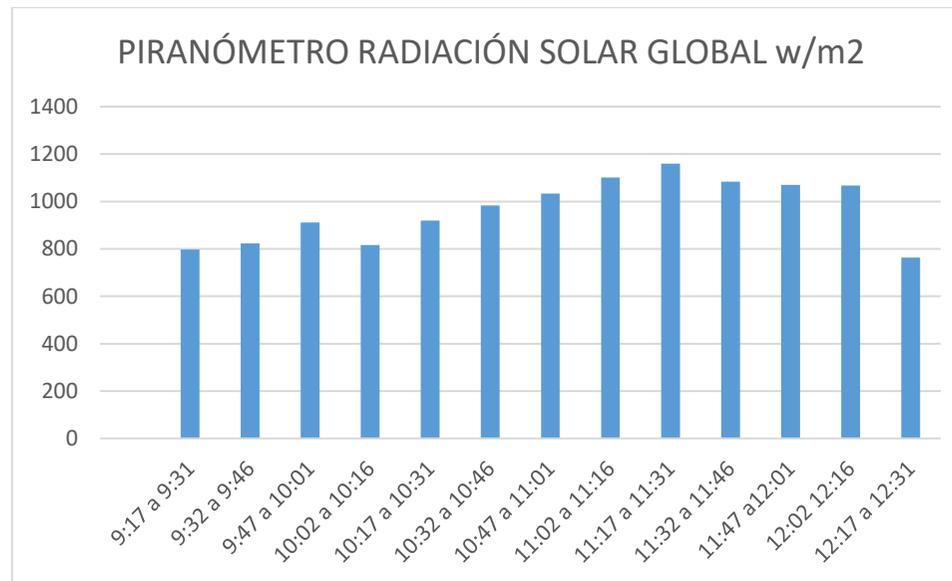


Figura 4.3: Gráfica de los promedios de 15 minutos de los niveles de Radiación Solar Global entregados por Piranómetro.

Fuente. Autor

4.4 Datos adquiridos en la estación de Nulti Vs Piranómetro construido.

Tabla 4.3: Cuadro de niveles de radiación solar global estación INER_UPS vs Piranómetro construido

HORARIO	ESTACIÓN RADIACIÓN w/m²	PIRANÓMETRO RADIACIÓN w/m²
9:17 a 9:31	748,2568	796,8399095
9:32 a 9:46	809,8976	822,5023
9:47 a 10:01	873,7391333	911,2902933
10:02 a 10:16	892,6662667	816,2363467
10:17 a 10:31	962,6698667	919,613425
10:32 a 10:46	1002,16	983,6019867
10:47 a 11:01	1018,748733	1033,27308
11:02 a 11:16	1049,268933	1101,2214
11:17 a 11:31	1070,823533	1159,818273
11:32 a 11:46	1098,128867	1083,02126
11:47 a 12:01	1120,246133	1070,5278
12:02 a 12:16	1120,130067	1067,30364
12:17 a 12:31	1059,124067	763,9935733

Fuente. Autor.

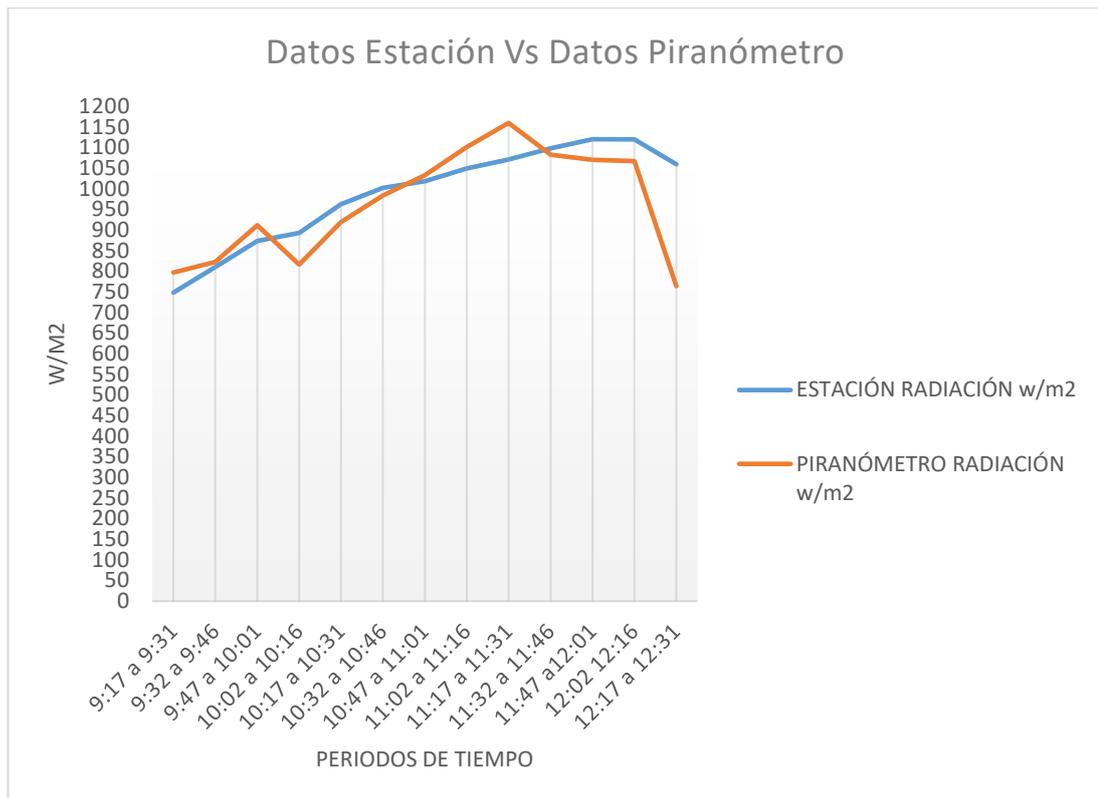


Figura 4.4: Gráfica donde expresa datos de radiación solar global de estación de Nulti Vs datos de radiación solar global adquiridos por el Piranómetro.

Fuente. Autor.

Como se puede observar en la figura 4.4; los datos expresados en función de radiación solar global recopilados la estación de Nulti de la INER_UPS; contra, el equipo piranómetro construido durante el periodo de las 9:17 hasta las 12:31; de igual manera, en la figura 4.5 se observa los datos con su respectiva ecuación de correlación.

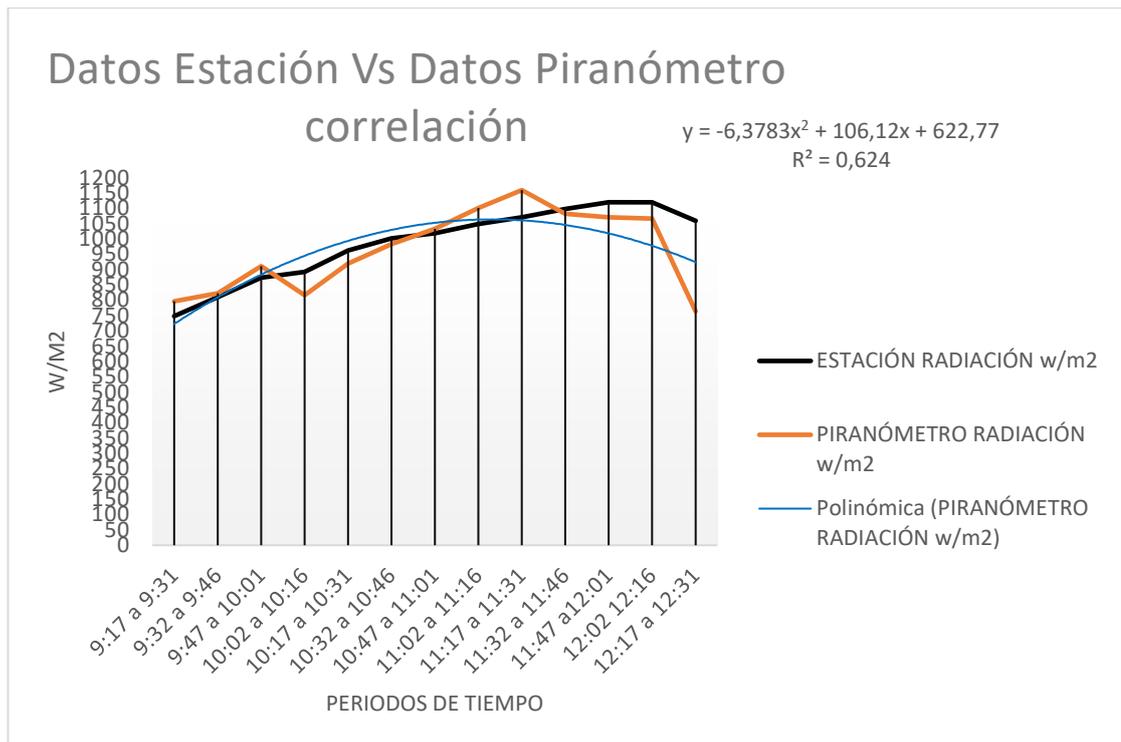


Figura 4.5. Gráfico de correlación entre datos de estación y piranómetro construido.

Fuente. Autor

RECOMENDACIONES.

En el proceso de construcción del equipo, se utilizó un sensor fotodiodo, el cual tiene una respuesta espectral limitada, así como también tiene una dependencia angular con respecto al ángulo de incidencia de la radiación solar, abarcando como consecuencia una serie de datos incongruentes de los niveles de radiación solar global.

El sensor fotodiodo, presenta, poca estabilidad con respecto a la variación de la temperatura. Lo cual incide en los valores de radiación entregados.

Los niveles de radiación solar global dependen de los factores climáticos que otorgan cada día, por lo tanto este puede variar dependiendo del tiempo y lugar donde se tomó dichas medidas.

CONCLUSIONES.

Tomando en consideración el objetivo propuesto en un principio para el desarrollo del proyecto, en el orden de determinar zonas con potencial para la generación fotovoltaica en el cantón Cuenca, a través de la adquisición de datos de un piranómetro y posteriormente modelar el SIG; se puede concluir lo siguiente:

- El proceso de recopilación de datos en el orden de radiación solar global en W/m^2 , se realizó con ayuda de las estaciones meteorológicas, que conjuntamente con el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER) y la Universidad Politécnica Salesiana sede en Cuenca llevaron a cabo; alrededor de 16 estaciones ubicadas en zonas estratégicas a lo largo del cantón Cuenca. Producto a ello se llevó a cabo la recopilación de datos de radiación solar global registradas en dichas estaciones, desarrollando una serie de análisis, en el sistema de información geográfica, se llegó a los resultados de las variaciones de energía solar en las zonas de estudio, dando como lugar a la estación de Nulti como la zona en el cantón de Cuenca con mayores índices de radiación solar global. **Anexo 1**
- El proceso de construcción del equipo sensor de niveles de radiación solar global, da como resultado una reducción notable del costo, poniendo en consideración, que un equipo certificado capaz de medir estas tipos de constantes meteorológicas, sus precios llegan cotizarse de hasta ocho veces más el valor del costo del equipo construido. El equipo de bajo costo conectado a un software elaborado, es capaz de almacenar de hasta 5 horas los niveles de radiación solar global en W/m^2 ; cada minuto, el comportamiento del sensor a varias condiciones climáticas es un inconveniente. Los resultados de los niveles de radiación, entregados por el equipo construido muestran una correlación muy favorable poniendo a comparación con los datos obtenidos por la estación certificada. Como puede observarse en los resultados finales de la gráfica de correlación en la figura 4.5.
- Mediante la utilización de sistemas de información geográfica se creó modelos de superficies, capaces de cuantificar datos estadísticos en el orden de radiación

solar global W/m^2 ; aplicando la técnica de interpolación del Inverso de la Distancia Ponderada (IDW) se creó localidades y mapas de variación de la energía solar en dicha zona de estudio, previamente ya escogida, dando como resultado una serie de información meteorológica en función de la radiación solar global, lo cual es el principio del estudio, para la incorporación de generadores fotovoltaicos capaces alimentar una zona con energía eléctrica, cabe recalcar que este tipo de energía generada es amigable con el medio ambiente ya que esta es renovable. Puede verse desde las figuras 3.21 hasta la 3.31.

- Al momento de evaluar los datos adquiridos por el equipo medidor de niveles de radiación solar global, se debe considerar la información existente de las estaciones del Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER) y la Universidad Politécnica Salesiana sede en Cuenca, ya que es utilizado como referencia para la comparación con los datos adquiridos por el equipo, dando como resultado datos con una correlación de $R^2 = 0,63$ véase en la figura 4.5.

BIBLIOGRAFÍA.

- Arduino. (22 de 08 de 2016). ARDUINO. Obtenido de ARDUINO:
<https://www.arduino.cc/>
- Burr-Brown Products Fron Texas Instruments. (2005). OPA2277.
- Caivinagua, F. P., & Caiza, E. R. (2012). Tarjeta de Control de Carga para un Control Eólico. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Cely, Ó. E., Guerrero, F., & Chacón Cardona, C. A. (2008). Diseño y construcción de un medidor de radiación solar. colombia.
- CONELEC. (Agosto de 2008). Atlas solar del Ecuador con fines de generación eléctrica. pág. 51.
- Delgado Orellana, G. J., & Orellana Samaniego, M. L. (febrero 2015). Estimacion de radiación solar Global diaria en el canton Cuenca mediante la aplicación del modelo de BRISTOW y CAMPBELL. Cuenca.
- Delgado, O. (2015). Análisis Geoestadístico con Sistemas de Información Geográfica. CUENCA.
- D-Robotics. (2010). DHT11 Humidity & Temperature Sensor. D-Robotics, 9.
- Fotodíodos. (22 de 8 de 2016). Fotodiodos. Obtenido de Fotodiodos:
<https://www.emaze.com/@AOTZORIQ/FOTODIODOS>
- Gaibor, J. B. (2015). Estudio e implementación de un árbol solar inmóvil y autosustentable desarrollado en software libre. Cuenca.
- Gallegos, C. M. (2011). Metodología para Adquisición de Datos Digitales y Analógicos con el Software labVIEW por medio de Comunicación Serial RS232 . Mexico.
- Guerra Plasencia, I., & Ballesteros Perdices, M. (2008). Fuentes de energía para el futuro. María Del Rosario Heras Celemín,.
- INAMHI. (2015). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador.
- Instrument, T. (2002). LM358N Dual Low Power Operational Amplifiers. Japon.

- MICROCHIP. (2003). PIC18F4550 Data Sheet. Obtenido de http://yxs.en.seekic.com/product/integrated_circuits_ics/PIC18F2550_I_SO.html
- MICROCHIP.http://yxs.en.seekic.com/product/integrated_circuits_ics/PIC18F2550_I_SO.html.
- Orellana, G. J. (2015). Estimación de radiación solar global diaria en el canton cuenca mediante la aplicación de modelos de BRISTOW y CAMPBELL. 21.
- Salesiana, U. P., & INER. (Noviembre de 2015). Información Meteorológica del cantón Cuenca. Obtenido de <http://redenti.ups.edu.ec:8086/iner/faces/index.xhtml>
- Sophia Behling, S. B. (2002). Procesos Avanzados de Oxidación para la Eliminación. España-Barcelona: Barcelona : Editorial Gustavo Gili, S.L.
- Vásquez Amaya, L. G. (2008). Diseño y Construcción de un sistema usb híbrido para control y monitoreo de procesos industriales bajo entorno gráfico LabVIEW. QUITO.
- Vera Mella, N. (2006). Atlas climático de irradiación solar a partir de imágenes del satélite NOAA. Aplicación a la península Ibérica. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Projectes d'Enginyeria.

ANEXOS

Anexo 1: Promedios mensuales y anuales de Radiación Solar Global entregado por las estaciones INER_UPS, correspondiente al periodo (enero 2015 – Octubre 2015).

Estación Nulti		Estación Santa Ana	
Mes	Promedio	Mes	Promedio
Enero	395,1852771	Enero	305,1116626
Febrero	462,1444596	Febrero	380,7472536
Marzo	350,364971	Marzo	281,5818861
Abril	359,5592847	Abril	294,488248
Mayo	361,0142677	Mayo	321,72043
Junio	301,5182983	Junio	287,6794883
Julio	323,7309752	Julio	287,4342435
Agosto	345,3871161	Agosto	302,5684458
Septiembre	417,8294877	Septiembre	356,7111113
Octubre	374,0109894	Octubre	318,9904763
Noviembre		Noviembre	
Diciembre		Diciembre	
Pormedio Total	369,0745127 W/m²	Pormedio Total	313,7033246 W/m²

Estación Llaoco		Estación Tixan	
Mes	Promedio	Mes	Promedio
Enero	372,7667487	Enero	326,3300252
Febrero	434,75	Febrero	393,8626368
Marzo	330,0769229	Marzo	295,1935487
Abril	334,723077	Abril	293,4102567
Mayo	334,9255587	Mayo	289,5831265
Junio	282,5666663	Junio	237,5717943
Julio	308,8362281	Julio	267,0537448
Agosto	316,3101735	Agosto	268,3494626
Septiembre	376,7358983	Septiembre	352,5948713
Octubre	351,4637366	Octubre	330,7467034
Noviembre		Noviembre	
Diciembre		Diciembre	
Pormedio Total	344,315501 W/m²	Pormedio Total	305,469617 W/m²

Estación Yanuncay-CTS		Estación Vecino-UPS	
Mes	Promedio	Mes	Promedio
Enero	346,5957403	Enero	375,9371565
Febrero	423,9669496	Febrero	440,7025889
Marzo	318,6630194	Marzo	334,0004145
Abril	296,6153843	Abril	335,4794873
Mayo	299,0099255	Mayo	349,1116629
Junio	266,8615377	Junio	299,1102563
Julio	282,0446652	Julio	313,6923074
Agosto	282,7444158	Agosto	321,3771713
Septiembre	367,766667	Septiembre	387,9564097
Octubre	333,6879129	Octubre	355,9604394
Noviembre		Noviembre	
Diciembre		Diciembre	
Pormedio Total	321,7956218 W/m^2	Pormedio Total	351,3327894 W/m^2

Estación Irquis		Estación Quingeo	
Mes	Promedio	Mes	Promedio
Enero	315,0074442	Enero	317,8178239
Febrero	380,9120886	Febrero	384,7417586
Marzo	313,4615384	Marzo	286,6799
Abril	296,0897437	Abril	301,4102567
Mayo	303,7380061	Mayo	310,5632758
Junio	265,8538453	Junio	305,810257
Julio	281,2481387	Julio	306,3275435
Agosto	305,3672452	Agosto	327,3498761
Septiembre	361,569231	Septiembre	386,4002137
Octubre	342,3934071	Octubre	352,3318689
Noviembre		Noviembre	
Diciembre		Diciembre	
Pormedio Total	316,5640688 W/m^2	Pormedio Total	327,9432774 W/m^2

Estación Baños		Estación San Joaquín	
Mes	Promedio	Mes	Promedio
Enero	304,5632745	Enero	297,2928045
Febrero	391,0357136	Febrero	347,0686814
Marzo	271,6925148	Marzo	281,6898255
Abril	269,3589743	Abril	282,492307
Mayo	265,8081071	Mayo	285,7047142
Junio	226,2615377	Junio	244,2358977
Julio	247,9693965	Julio	261,3225803
Agosto	264,2357323	Agosto	258,7568239
Septiembre	351,1564097	Septiembre	318,038461
Octubre	315,8945054	Octubre	289,1142857
Noviembre		Noviembre	
Diciembre		Diciembre	
Pormedio Total	290,7976166 W/m^2	Pormedio Total	286,5716381 W/m^2

Estación Sayausi		Estación Turi	
Mes	Promedio	Mes	Promedio
Enero	313,4267994	Enero	341,5905697
Febrero	369,7335161	Febrero	424,9065943
Marzo	290,1662535	Marzo	306,6203468
Abril	304,9897443	Abril	291,871795
Mayo	290,686931	Mayo	288,2704716
Junio	259,851282	Junio	250,7461533
Julio	276,1141435	Julio	268,9999994
Agosto	267,7890826	Agosto	283,2183632
Septiembre	332,853845	Septiembre	364,5461543
Octubre	312,3974357	Octubre	323,6333337
Noviembre		Noviembre	
Diciembre		Diciembre	
Pormedio Total	301,8009033 W/m²	Pormedio Total	314,4403781 W/m²

Estación Sinincay		Estación Chaucha	
Mes	Promedio	Mes	Promedio
Enero	346,4267997	Enero	192,3591813
Febrero	386,9532964	Febrero	224,9656589
Marzo	317,1166258	Marzo	184,9958645
Abril	327,1512817	Abril	195,976923
Mayo	321,5111661	Mayo	206,5543835
Junio	264,666667	Junio	232,0717953
Julio	299,5310171	Julio	289,856851
Agosto	292,83871	Agosto	420,6774184
Septiembre	368,661539	Septiembre	442,4288453
Octubre	333,0131863	Octubre	384,8355303
Noviembre		Noviembre	
Diciembre		Diciembre	
Pormedio Total	325,7870289 W/m²	Pormedio Total	277,4722452 W/m²

Estación Molleturo	
Mes	Promedio
Enero	377,9379658
Febrero	418,8186807
Marzo	319,53598
Abril	322,120512
Mayo	338,60794
Junio	0
Julio	0
Agosto	0
Septiembre	0
Octubre	0
Noviembre	
Diciembre	
Pormedio Total	177,7021079 W/m²

Anexo 2: Datos de radiación solar global de estación de Nulti y datos adquiridos por equipo piranómetro construido.

Nombre de Estación	Estacion INER UPS de Nulti
Operador:	Edgar Leonardo Ordóñez
Día de recopilación	19 de Enero del 2017
Director de Proyecto	Mst, Omar Delgado Inga.

DATOS RADIACIÓN SOLAR GLOBAL ESTACIÓN DE NULTI ETREGADO POR INER_UPS							
Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
Hora	Radiación solar Global	Hora	Radiación solar Global	Hora	Radiación solar Global	Hora	Radiación solar Global
9:17:00	710,282	10:01:00	894,126	11:01:00	16:04:48	12:01:00	1136,837
9:18:00	722,695	10:02:00	824,151	11:02:00	0:40:19	12:02:00	1088,015
9:19:00	720,234	10:03:00	797,057	11:03:00	10:50:53	12:03:00	1152,876
9:20:00	722,982	10:04:00	810,209	11:04:00	16:07:41	12:04:00	1155,035
9:21:00	736,289	10:05:00	842,012	11:05:00	13:12:00	12:05:00	1153,634
9:22:00	745,96	10:06:00	868,404	11:06:00	18:54:43	12:06:00	1165,122
9:23:00	752,819	10:07:00	875,698	11:07:00	0:57:36	12:07:00	1187,25
9:24:00	738,196	10:08:00	889,854	11:08:00	14:48:29	12:08:00	1175,559
9:25:00	743,804	10:09:00	907,967	11:09:00	1:16:19	12:09:00	1177,333
9:26:00	741,76	10:10:00	925,778	11:10:00	17:31:12	12:10:00	1180,682
9:27:00	756,317	10:11:00	941,684	11:11:00	18:24:29	12:11:00	1155,339
9:28:00	765,527	10:12:00	940,693	11:12:00	7:56:38	12:12:00	1125,577
9:29:00	775,613	10:13:00	945,57	11:13:00	18:47:31	12:13:00	1138,761
9:30:00	787,787	10:14:00	945,768	11:14:00	19:13:26	12:14:00	1153,315
9:31:00	803,587	10:15:00	934,497	11:15:00	0:37:26	12:15:00	656,616
9:32:00	791,635	10:16:00	940,652	11:16:00	9:30:14	12:16:00	1157,018
9:33:00	805,894	10:17:00	941,12	11:17:00	8:36:58	12:17:00	1165,994
9:34:00	802,059	10:18:00	953,961	11:18:00	4:33:36	12:18:00	1164,182
9:35:00	803,003	10:19:00	959,805	11:19:00	6:59:02	12:19:00	1179,1
9:36:00	816,365	10:20:00	963,138	11:20:00	7:04:48	12:20:00	1006,969
9:37:00	814,233	10:21:00	945,804	11:21:00	12:34:34	12:21:00	1089,605
9:38:00	823,974	10:22:00	939,011	11:22:00	7:33:36	12:22:00	1125,224
9:39:00	807,636	10:23:00	959,62	11:23:00	1:49:26	12:23:00	1192,744
9:40:00	800,378	10:24:00	962,231	11:24:00	5:08:10	12:24:00	1083,279
9:41:00	806,257	10:25:00	965,155	11:25:01	7:00:29	12:25:00	1155,243
9:42:00	798,867	10:26:00	957,601	11:26:01	2:08:10	12:26:00	294,093
9:43:00	806,792	10:27:00	965,2	12:27:01	19:40:48	12:27:00	852,253
9:44:00	825,055	10:28:00	978,104	11:28:02	16:53:46	12:28:00	1152,074
9:45:00	821,02	10:29:00	976,266	11:29:00	21:59:02	12:29:00	1145,495
9:46:00	825,296	10:30:00	978,962	11:30:00	5:16:48	12:30:00	1123,588
9:47:00	842,798	10:31:00	994,07	11:31:00	1:09:07	12:31:00	1152,127
9:48:00	846,28	10:32:00	1006,415	11:32:00	13:39:22		
9:49:00	854,261	10:33:00	1008,205	11:33:00	9:25:55		
9:50:00	853,296	10:34:00	1004,818	11:34:00	19:07:41		
9:51:00	860,219	10:35:00	1006,381	11:35:00	14:24:00		
9:52:00	855,753	10:36:00	915,045	11:36:00	21:08:38		
9:53:00	856,079	10:37:00	964,187	11:37:00	14:38:24		
9:54:00	858,792	10:38:00	975,071	11:38:00	8:26:53		
9:55:00	878,231	10:39:00	1002,914	11:39:00	3:00:00		
9:56:00	892,845	10:40:00	1006,79	11:40:00	13:12:00		
9:57:00	893,247	10:41:00	1004,219	11:41:00	0:00:00		
9:58:00	895,574	10:42:00	1009,661	11:42:00	14:09:36		
9:59:00	905,718	10:43:00	1009,656	11:43:00	22:24:58		
10:00:00	918,868	10:44:00	1005,951	11:44:00	9:31:41		
		10:45:00	1002,794	11:45:00	21:47:31		
		10:46:00	1110,293	11:46:00	5:26:53		
		10:47:00	1007,203	11:47:00	21:00:00		
		10:48:00	997,789	11:48:00	4:58:05		
		10:49:00	999,336	11:49:00	21:37:26		
		10:50:00	1014,371	11:50:00	2:22:34		
		10:51:00	1011,593	11:51:00	21:07:12		
		10:52:00	1020,382	11:52:00	7:13:26		
		10:53:00	1024,732	11:53:00	4:12:00		
		10:54:00	1025,598	11:54:00	18:33:07		
		10:55:00	1023,833	11:55:00	10:52:19		
		10:56:00	1013,768	11:56:00	9:36:00		
		10:57:00	1021,392	11:57:00	0:24:29		
		10:58:00	1024,866	11:58:00	12:15:50		
		10:59:00	1027,988	11:59:00	8:13:55		
		11:00:00	1032,71	12:00:00	22:04:48		

Nombre de Estación	Estacion INER_UPS de Nulti
Operador:	Edgar Ordóñez V.
Día de recopilación	19 de Enero del 2017
Director de Proyecto	Mst. Omar Delgado Inga.

PROMEDIOS DE NIVELES DE RADIACION SOLAR GLOBAL EN PERIODOS DE 15 MINUTOS ENTREGADOS POR LA ESTACIÓN INER_UPS

Datos de radiación Solar Global							
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>						
9:17:00	710,282	9:32:00	791,635	9:47:00	842,798	10:02:00	824,151
9:18:00	722,695	9:33:00	805,894	9:48:00	846,28	10:03:00	797,057
9:19:00	720,234	9:34:00	802,059	9:49:00	854,261	10:04:00	810,209
9:20:00	722,982	9:35:00	803,003	9:50:00	853,296	10:05:00	842,012
9:21:00	736,289	9:36:00	816,365	9:51:00	860,219	10:06:00	868,404
9:22:00	745,96	9:37:00	814,233	9:52:00	855,753	10:07:00	875,698
9:23:00	752,819	9:38:00	823,974	9:53:00	856,079	10:08:00	889,854
9:24:00	738,196	9:39:00	807,636	9:54:00	858,792	10:09:00	907,967
9:25:00	743,804	9:40:00	800,378	9:55:00	878,231	10:10:00	925,778
9:26:00	741,76	9:41:00	806,257	9:56:00	892,845	10:11:00	941,684
9:27:00	756,317	9:42:00	798,867	9:57:00	893,247	10:12:00	940,693
9:28:00	765,527	9:43:00	806,792	9:58:00	895,574	10:13:00	945,57
9:29:00	775,613	9:44:00	825,055	9:59:00	905,718	10:14:00	945,768
9:30:00	787,787	9:45:00	821,02	10:00:00	918,868	10:15:00	934,497
9:31:00	803,587	9:46:00	825,296	10:01:00	894,126	10:16:00	940,652
PROMEDIO	748,2568	PROMEDIO	809,8976	PROMEDIO	873,7391333	PROMEDIO	892,6662667

<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
10:17:00	941,12
10:18:00	953,961
10:19:00	959,805
10:20:00	963,138
10:21:00	945,804
10:22:00	939,011
10:23:00	959,62
10:24:00	962,231
10:25:00	965,155
10:26:00	957,601
10:27:00	965,2
10:28:00	978,104
10:29:00	976,266
10:30:00	978,962
10:31:00	994,07
PROMEDIO	962,6698667

<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
10:32:00	1006,415
10:33:00	1008,205
10:34:00	1004,818
10:35:00	1006,381
10:36:00	915,045
10:37:00	964,187
10:38:00	975,071
10:39:00	1002,914
10:40:00	1006,79
10:41:00	1004,219
10:42:00	1009,661
10:43:00	1009,656
10:44:00	1005,951
10:45:00	1002,794
10:46:00	1110,293
PROMEDIO	1002,16

<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
10:47:00	1007,203
10:48:00	997,789
10:49:00	999,336
10:50:00	1014,371
10:51:00	1011,593
10:52:00	1020,382
10:53:00	1024,732
10:54:00	1025,598
10:55:00	1023,833
10:56:00	1013,768
10:57:00	1021,392
10:58:00	1024,866
10:59:00	1027,988
11:00:00	1032,71
11:01:00	1035,67
PROMEDIO	1018,748733

<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
11:02:00	1036,028
11:03:00	1040,452
11:04:00	1043,672
11:05:00	1045,55
11:06:00	1048,788
11:07:00	1051,04
11:08:00	1052,617
11:09:00	1050,053
11:10:00	1049,73
11:11:00	1050,767
11:12:00	1050,331
11:13:00	1054,783
11:14:00	1054,801
11:15:00	1054,026
11:16:00	1056,396
PROMEDIO	1049,268933

<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
11:17:00	1058,359
11:18:00	1063,19
11:19:00	1065,291
11:20:00	1066,295
11:21:00	1065,524
11:22:00	1068,315
11:23:00	1072,076
11:24:00	1071,214
11:25:00	1072,292
11:26:00	1071,089
11:27:00	1071,82
11:28:00	1074,704
11:29:00	1077,916
11:30:00	1081,22
11:31:00	1083,048
PROMEDIO	1070,823533

<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
11:32:00	1083,569
11:33:00	1085,393
11:34:00	1089,797
11:35:00	1089,6
11:36:00	1090,881
11:37:00	1092,61
11:38:00	1095,352
11:39:00	1100,125
11:40:00	1100,55
11:41:00	1102,00
11:42:00	1106,59
11:43:00	1105,934
11:44:00	1108,397
11:45:00	1110,908
11:46:00	1110,227
PROMEDIO	1098,128867

<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
11:47:00	1108,875
11:48:00	1108,207
11:49:00	1107,901
11:50:00	1109,099
11:51:00	1109,88
11:52:00	1112,301
11:53:00	1109,175
11:54:00	1116,773
11:55:00	1123,453
11:56:00	1128,4
11:57:00	1132,017
11:58:00	1134,511
11:59:00	1133,343
12:00:00	1132,92
12:01:00	1136,837
PROMEDIO	1120,246133

<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
12:01:00	1136,837
12:02:00	1088,015
12:03:00	1152,876
12:04:00	1155,035
12:05:00	1153,634
12:06:00	1165,122
12:07:00	1187,25
12:08:00	1175,559
12:09:00	1177,333
12:10:00	1180,682
12:11:00	1155,339
12:12:00	1125,577
12:13:00	1138,761
12:14:00	1153,315
12:15:00	656,616
PROMEDIO	1120,130067

<i>Hora</i>	<i>Radiación</i>
12:16:00	1157,018
12:17:00	1165,994
12:18:00	1164,182
12:19:00	1179,1
12:20:00	1006,969
12:21:00	1089,605
12:22:00	1125,224
12:23:00	1192,744
12:24:00	1083,279
12:25:00	1155,243
12:26:00	294,093
12:27:00	852,253
12:28:00	1152,074
12:29:00	1145,495
12:30:00	1123,588
PROMEDIO	1059,124067

Nombre de Estación	Estacion INER_UPS de Nulti
Operador:	Edgar Leonardo Ordóñez
Día de recopilación	19 de Enero del 2017
Director de Proyecto	Mst, Omar Delgado Inga.

DATOS RADIACIÓN SOLAR GLOBAL ESTACIÓN DE NULTI ADQUIRIDO POR EL SENSOR PIRANÓMETRO CONSTRUIDO.

Datos de radiación Solar Global							
Hora	Radiación solar Global						
9:17:00	410,7289	10:01:00	945,6414	11:01:00	1055,181	12:01:00	1291,079
9:18:00	410,7289335	10:02:00	945,6414	11:02:00	1055,181	12:02:00	1291,079
9:19:00	433,1199656	10:03:00	945,6414	11:03:00	1055,181	12:03:00	1170,282
9:20:00	620,4252964	10:04:00	841,5295	11:04:00	1055,181	12:04:00	1170,282
9:21:00	759,689042	10:05:00	841,5295	11:05:00	1170,282	12:05:00	1170,282
9:22:00	832,2433468	10:06:00	841,5295	11:06:00	1170,282	12:06:00	1170,282
9:23:00	862,1380419	10:07:00	742,7105	11:07:00	1170,282	12:07:00	1055,181
9:24:00	954,5266083	10:08:00	742,7105	11:08:00	1170,282	12:08:00	1170,282
9:25:00	981,2527901	10:09:00	841,5295	11:09:00	1055,181	12:09:00	1055,181
9:26:00	942,6834815	10:10:00	841,5295	11:10:00	1055,181	12:10:00	945,6414
9:27:00	917,4626695	10:11:00	742,7105	11:11:00	1055,181	12:11:00	945,6414
9:28:00	969,2195432	10:12:00	742,7105	11:12:00	1170,282	12:12:00	841,5295
9:29:00	1029,29054	10:13:00	742,7105	11:13:00	1055,181	12:13:00	945,6414
9:30:00	1050,424384	10:14:00	742,7105	11:14:00	1055,181	12:14:00	841,5295
9:31:00	778,6651	10:15:00	742,7105	11:15:00	1055,181	12:15:00	945,6414
9:32:00	806,3476	10:16:00	945,6414	11:16:00	1055,181	12:16:00	841,5295
9:33:00	828,3866	10:17:00		11:17:00	1055,181	12:17:00	649,05
9:34:00	834,4414	10:18:00		11:18:00	1170,282	12:18:00	945,6414
9:35:00	839,5017	10:19:00		11:19:00	1170,282	12:19:00	945,6414
9:36:00	857,8282	10:20:00		11:20:00	1170,282	12:20:00	1055,181
9:37:00	872,2012	10:21:00		11:21:00	1170,282	12:21:00	1055,181
9:38:00	878,393	10:22:00		11:22:00	1170,282	12:22:00	841,5295
9:39:00		10:23:00		11:23:00	1170,282	12:23:00	1055,181
9:40:00		10:24:00	841,5295	11:24:00	1170,282	12:24:00	476,6671
9:41:00		10:25:00	841,5295	11:25:00		12:25:00	945,6414
9:42:00		10:26:00	945,6414	11:26:00		12:26:00	841,5295
9:43:00		10:27:00	945,6414	11:27:00		12:27:00	476,6671
9:44:00		10:28:00	945,6414	11:28:00		12:28:00	121
9:45:00	742,7105	10:29:00	945,6414	11:29:00	1170,282	12:29:00	560,4137
9:46:00	742,7105	10:30:00	945,6414	11:30:00	1170,282	12:30:00	649,05
9:47:00	945,6414	10:31:00	945,6414	11:31:00	1170,282	12:31:00	742,7105
9:48:00	945,6414	10:32:00	945,6414	11:32:00	1170,282		
9:49:00	945,6414	10:33:00	945,6414	11:33:00	1055,181		
9:50:00	945,6414	10:34:00	1055,181	11:34:00	1055,181		
9:51:00	945,6414	10:35:00	841,5295	11:35:00	1055,181		
9:52:00	945,6414	10:36:00	841,5295	11:36:00	1055,181		
9:53:00	945,6414	10:37:00	841,5295	11:37:00	1055,181		
9:54:00	945,6414	10:38:00	841,5295	11:38:00	1055,181		
9:55:00	841,5295	10:39:00	1055,181	11:39:00	1055,181		
9:56:00	742,7105	10:40:00	1055,181	11:40:00	1055,181		
9:57:00	841,5295	10:41:00	1055,181	11:41:00	1055,181		
9:58:00	841,5295	10:42:00	1055,181	11:42:00	1055,181		
9:59:00	945,6414	10:43:00	1055,181	11:43:00	1055,181		
10:00:00	945,6414	10:44:00	1055,181	11:44:00	1055,181		
		10:45:00	1055,181	11:45:00	1055,181		
		10:46:00	1055,181	11:46:00	1170,282		
		10:47:00	1055,181	11:47:00	1170,282		
		10:48:00	1055,181	11:48:00	1170,282		
		10:49:00	1055,181	11:49:00	945,6414		
		10:50:00	1055,181	11:50:00	1055,181		
		10:51:00	945,6414	11:51:00	841,5295		
		10:52:00	945,6414	11:52:00	253,4224		
		10:53:00	945,6414	11:53:00	841,5295		
		10:54:00	1055,181	11:54:00	841,529494		
		10:55:00	1055,181	11:55:00	841,5295		
		10:56:00	1055,181	11:56:00	1170,282		
		10:57:00	1055,181	11:57:00	1170,282		
		10:58:00	1055,181	11:58:00	1291,079		
		10:59:00	1055,181	11:59:00	1291,079		
		11:00:00	1055,181	12:00:00	1291,079		

Nombre de Estación	Estacion INER_UPS de Nulti
Operador:	Edgar Ordóñez V.
Día de recopilación	19 de Enero del 2017
Director de Proyecto	Mst. Omar Delgado Inga.

PROMEDIOS DE NIVELES DE RADIACION SOLAR GLOBAL EN PERIODOS DE 15 MINUTOS ADQUIRIDOS POR EL PIRANOMETRO CONSTRUIDO.

Datos de radiación Solar Global							
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>						
9:17:00	410,7289	9:32:00	806,3476	9:47:00	945,6414	10:02:00	945,6414
9:18:00	410,7289335	9:33:00	828,3866	9:48:00	945,6414	10:03:00	945,6414
9:19:00	433,1199656	9:34:00	834,4414	9:49:00	945,6414	10:04:00	841,5295
9:20:00	620,4252964	9:35:00	839,5017	9:50:00	945,6414	10:05:00	841,5295
9:21:00	759,689042	9:36:00	857,8282	9:51:00	945,6414	10:06:00	841,5295
9:22:00	832,2433468	9:37:00	872,2012	9:52:00	945,6414	10:07:00	742,7105
9:23:00	862,1380419	9:38:00	878,393	9:53:00	945,6414	10:08:00	742,7105
9:24:00	954,5266083	9:39:00		9:54:00	945,6414	10:09:00	841,5295
9:25:00	981,2527901	9:40:00		9:55:00	841,5295	10:10:00	841,5295
9:26:00	942,6834815	9:41:00		9:56:00	742,7105	10:11:00	742,7105
9:27:00	917,4626695	9:42:00		9:57:00	841,5295	10:12:00	742,7105
9:28:00	969,2195432	9:43:00		9:58:00	841,5295	10:13:00	742,7105
9:29:00	1029,29054	9:44:00		9:59:00	945,6414	10:14:00	742,7105
9:30:00	1050,424384	9:45:00	742,7105	10:00:00	945,6414	10:15:00	742,7105
9:31:00	778,6651	9:46:00	742,7105	10:01:00	945,6414	10:16:00	945,6414
PROMEDIO	796,8399095	PROMEDIO	822,5023	PROMEDIO	911,2902933	PROMEDIO	816,2363467

Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>						
10:17:00		10:32:00	945,6414	10:47:00	1055,181	11:02:00	1055,181
10:18:00		10:33:00	945,6414	10:48:00	1055,181	11:03:00	1055,181
10:19:00		10:34:00	1055,181	10:49:00	1055,181	11:04:00	1055,181
10:20:00		10:35:00	841,5295	10:50:00	1055,181	11:05:00	1170,282
10:21:00		10:36:00	841,5295	10:51:00	945,6414	11:06:00	1170,282
10:22:00		10:37:00	841,5295	10:52:00	945,6414	11:07:00	1170,282
10:23:00		10:38:00	841,5295	10:53:00	945,6414	11:08:00	1170,282
10:24:00	841,5295	10:39:00	1055,181	10:54:00	1055,181	11:09:00	1170,282
10:25:00	841,5295	10:40:00	1055,181	10:55:00	1055,181	11:10:00	1055,181
10:26:00	945,6414	10:41:00	1055,181	10:56:00	1055,181	11:11:00	1055,181
10:27:00	945,6414	10:42:00	1055,181	10:57:00	1055,181	11:12:00	1055,181
10:28:00	945,6414	10:43:00	1055,181	10:58:00	1055,181	11:13:00	1170,282
10:29:00	945,6414	10:44:00	1055,181	10:59:00	1055,181	11:14:00	1055,181
10:30:00	945,6414	10:45:00	1055,181	11:00:00	1055,181	11:15:00	1055,181
10:31:00	945,6414	10:46:00	1055,181	11:01:00	1055,181	11:16:00	1055,181
PROMEDIO	919,613425	PROMEDIO	983,6019867	PROMEDIO	1033,27308	PROMEDIO	1101,2214

Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>						
11:17:00	1055,181	11:32:00	1170,282	11:47:00	1170,282	12:01:00	1291,079
11:18:00	1170,282	11:33:00	1055,181	11:48:00	1170,282	12:02:00	1291,079
11:19:00	1170,282	11:34:00	1055,181	11:49:00	1055,181	12:03:00	1170,282
11:20:00	1170,282	11:35:00	1055,181	11:50:00	1055,181	12:04:00	1170,282
11:21:00	1170,282	11:36:00	1055,181	11:51:00	841,5295	12:05:00	1170,282
11:22:00	1170,282	11:37:00	1055,181	11:52:00	945,6414	12:06:00	1170,282
11:23:00	1170,282	11:38:00	1055,181	11:53:00	841,5295	12:07:00	1055,181
11:24:00	1170,282	11:39:00	1055,181	11:54:00	841,529494	12:08:00	1170,282
11:25:00		11:40:00	1055,181	11:55:00	1055,181	12:09:00	1055,181
11:26:00		11:41:00	1055,181	11:56:00	1170,282	12:10:00	945,6414
11:27:00		11:42:00	1055,181	11:57:00	1170,282	12:11:00	945,6414
11:28:00		11:43:00	1055,181	11:58:00	1055,181	12:12:00	841,5295
11:29:00	1170,282	11:44:00	1055,181	11:59:00	1291,079	12:13:00	945,6414
11:30:00	1170,282	11:45:00	1055,181	12:00:00	1291,079	12:14:00	841,5295
11:31:00	1170,282	11:46:00	1170,282	12:01:00	1291,079	12:15:00	945,6414
PROMEDIO	1159,818273	PROMEDIO	1070,5278	PROMEDIO	1083,02126	PROMEDIO	1067,30364

Datos de radiación Solar Global	
<i>Hora</i>	<i>Radiación</i>
12:16:00	841,5295
12:17:00	649,05
12:18:00	945,6414
12:19:00	945,6414
12:20:00	1055,181
12:21:00	1055,181
12:22:00	841,5295
12:23:00	1055,181
12:24:00	476,6671
12:25:00	945,6414
12:26:00	841,5295
12:27:00	476,6671
12:28:00	121
12:29:00	560,4137
12:30:00	649,05
PROMEDIO	763,9935733

Anexo 3: Datos adquiridos por equipo medidor de niveles de radiación solar en los diferentes puntos propuestos.

Nombre de Estación	ESTACIÓN DE NULTI				
Operador:	Edgar Leonardo Ordóñez Vásconez				
Día de recopilación	1 de febrero del 2017				
ctor de Proy	Mst, Omar Delgado Inga.				

Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
10:00:00	849	11:01:00	621	12:01:00	432
10:01:00	431	11:02:00	654	12:02:00	509
10:02:00	360	11:03:00	652	12:03:00	777
10:03:00	415	11:04:00	673	12:04:00	700
10:04:00	435	11:05:00	682	12:05:00	682
10:05:00	409	11:06:00	650	12:06:00	680
10:06:00	416	11:07:00	649	12:07:00	566
10:07:00	416	11:08:00	680	12:08:00	600
10:08:00	422	11:09:00	790	12:09:00	1072
10:09:00	428	11:10:00	740	12:10:00	1339
10:10:00	426	11:11:00	726	12:11:00	531
10:11:00	413	11:12:00	724	12:12:00	478
10:12:00	395	11:13:00	1750	12:13:00	500
10:13:00	371	11:14:00	1357	12:14:00	573
10:14:00	350	11:15:00	1276	12:15:00	1245
10:15:00	326	11:16:00	1770	12:16:00	1503
10:16:00	303	11:17:00	1704	12:17:00	1116
10:17:00	317	11:18:00	1799	12:18:00	1834
10:18:00	382	11:19:00	1830	12:19:00	515
10:19:00	429	11:20:00	1821	12:20:00	478
10:20:00	495	11:21:00	1931	12:21:00	439
10:21:00	559	11:22:00	1198	12:22:00	405
10:22:00	1225	11:23:00	1700	12:23:00	387
10:23:00	677	11:24:00	1116	12:24:00	390
10:24:00	623	11:25:00	1248	12:25:00	407
10:25:00	594	11:26:00	783	12:26:00	417
10:26:00	550	11:27:00	736	12:27:00	425
10:27:00	546	11:28:00	1333	12:28:00	450
10:28:00	589	11:29:00	860	12:29:00	454
10:29:00	744	11:30:00	853	12:30:00	436
10:30:00	778	11:31:00	996	12:31:00	431
10:31:00	754	11:32:00	656	12:32:00	428
10:32:00	967	11:33:00	1036	12:33:00	833
10:33:00	827	11:34:00	620	12:34:00	503
10:34:00	788	11:35:00	716	12:35:00	435
10:35:00	1709	11:36:00	748	12:36:00	430
10:36:00	1284	11:37:00	727	12:37:00	443
10:37:00	900	11:38:00	1847	12:38:00	450
10:38:00	775	11:39:00	1787	12:39:00	456
10:39:00	639	11:40:00	1813	12:40:00	472
10:40:00	718	11:41:00	1681	12:41:00	494
10:41:00	1264	11:42:00	1676	12:42:00	506
10:42:00	849	11:43:00	1675	12:43:00	512
10:43:00	625	11:44:00	441	12:44:00	520
10:44:00	554	11:45:00	404	12:45:00	539
10:45:00	501	11:46:00	418	12:46:00	561
10:46:00	470	11:47:00	444	12:47:00	580
10:47:00	482	11:48:00	462	12:48:00	681
10:48:00	513	11:49:00	561	12:49:00	705
10:49:00	683	11:50:00	473	12:50:00	806
10:50:00	903	11:51:00	428	12:51:00	716
10:51:00	1084	11:52:00	425	12:52:00	694
10:52:00	1510	11:53:00	426	12:53:00	773
10:53:00	780	11:54:00	409	12:54:00	800
10:54:00	878	11:55:00	378	12:55:00	688
10:55:00	645	11:56:00	365	12:56:00	670
10:56:00	627	11:57:00	359	12:57:00	716
10:57:00	658	11:58:00	360	12:58:00	751
10:58:00	634	11:59:00	361	12:59:00	700
10:59:00	629	12:00:00	381	13:00:00	914
11:00:00	598				

Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
13:01:00	693	14:01:00	311
13:02:00	757	14:02:00	303
13:03:00	1787	14:03:00	305
13:04:00	1805	14:04:00	305
13:05:00	1852	14:05:00	299
13:06:00	966	14:06:00	294
13:07:00	826	14:07:00	284
13:08:00	774	14:08:00	276
13:09:00	1583	14:09:00	274
13:10:00	1398	14:10:00	271
13:11:00	1501	14:11:00	272
13:12:00	1851	14:12:00	283
13:13:00	1886	14:13:00	280
13:14:00	1074	14:14:00	293
13:15:00	774	14:15:00	305
13:16:00	710	14:16:00	310
13:17:00	880	14:17:00	307
13:18:00	684	14:18:00	328
13:19:00	774	14:19:00	350
13:20:00	694	14:20:00	331
13:21:00	665	14:21:00	299
13:22:00	1331	14:22:00	286
13:23:00	1030	14:23:00	273
13:24:00	1112	14:24:00	307
13:25:00	1176	14:25:00	703
13:26:00	652	14:26:00	884
13:27:00	497	14:27:00	875
13:28:00	488	14:28:00	1091
13:29:00	614	14:29:00	1198
13:30:00	402	14:30:00	1175
13:31:00	445	14:31:00	1168
13:32:00	297	14:32:00	1160
13:33:00	264	14:33:00	1150
13:34:00	253	14:34:00	1140
13:35:00	243	14:35:00	1138
13:36:00	235	14:36:00	1150
13:37:00	240	14:37:00	1165
13:38:00	235	14:38:00	1189
13:39:00	260	14:39:00	1178
13:40:00	232	14:40:00	1205
13:41:00	238	14:41:00	1243
13:42:00	247	14:42:00	1280
13:43:00	256	14:43:00	395
13:44:00	262	14:44:00	298
13:45:00	268	14:45:00	359
13:46:00	286	14:46:00	850
13:47:00	312	14:47:00	1154
13:48:00	345	14:48:00	344
13:49:00	365	14:49:00	335
13:50:00	381	14:50:00	357
13:51:00	428	14:51:00	393
13:52:00	913	14:52:00	450
13:53:00	394	14:53:00	456
13:54:00	1179	14:54:00	403
13:55:00	305	14:55:00	1334
13:56:00	298	14:56:00	684
13:57:00	306	14:57:00	390
13:58:00	317	14:58:00	375
13:59:00	325	14:59:00	639
14:00:00	320	15:00:00	1263

PROMEDIOS EN FRACIONES DE 15 MINUTOS DE LA ESTACION DE NULTI							
Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
11:01:00	621	11:16:00	1770	11:31:00	996	11:46:00	418
11:02:00	654	11:17:00	1704	11:32:00	656	11:47:00	444
11:03:00	652	11:18:00	1799	11:33:00	1036	11:48:00	462
11:04:00	673	11:19:00	1830	11:34:00	620	11:49:00	561
11:05:00	682	11:20:00	1821	11:35:00	716	11:50:00	473
11:06:00	650	11:21:00	1931	11:36:00	748	11:51:00	428
11:07:00	649	11:22:00	1198	11:37:00	727	11:52:00	425
11:08:00	680	11:23:00	1700	11:38:00	1847	11:53:00	426
11:09:00	790	11:24:00	1116	11:39:00	1787	11:54:00	409
11:10:00	740	11:25:00	1248	11:40:00	1813	11:55:00	378
11:11:00	726	11:26:00	783	11:41:00	1681	11:56:00	365
11:12:00	724	11:27:00	736	11:42:00	1676	11:57:00	359
11:13:00	1750	11:28:00	1333	11:43:00	1675	11:58:00	360
11:14:00	1357	11:29:00	860	11:44:00	441	11:59:00	361
11:15:00	1276	11:30:00	853	11:45:00	404	12:00:00	381
PROMEDIO	841,6	PROMEDIO	1378,8	PROMEDIO	1121,533333	PROMEDIO	416,666667
Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
12:01:00	432	12:16:00	1503	12:31:00	431	12:46:00	561
12:02:00	509	12:17:00	1116	12:32:00	428	12:47:00	580
12:03:00	777	12:18:00	1834	12:33:00	833	12:48:00	681
12:04:00	700	12:19:00	515	12:34:00	503	12:49:00	705
12:05:00	682	12:20:00	478	12:35:00	435	12:50:00	806
12:06:00	680	12:21:00	439	12:36:00	430	12:51:00	716
12:07:00	566	12:22:00	405	12:37:00	443	12:52:00	694
12:08:00	600	12:23:00	387	12:38:00	450	12:53:00	773
12:09:00	1072	12:24:00	390	12:39:00	456	12:54:00	800
12:10:00	1339	12:25:00	407	12:40:00	472	12:55:00	688
12:11:00	531	12:26:00	417	12:41:00	494	12:56:00	670
12:12:00	478	12:27:00	425	12:42:00	506	12:57:00	716
12:13:00	500	12:28:00	450	12:43:00	512	12:58:00	751
12:14:00	573	12:29:00	454	12:44:00	520	12:59:00	700
12:15:00	1245	12:30:00	436	12:45:00	539	13:00:00	914
PROMEDIO	712,266667	PROMEDIO	643,7333333	PROMEDIO	496,8	PROMEDIO	717

Nombre de Estación	Llacao				
Operador:	Edgar Leonardo Ordóñez Vásconez				
Día de recopilación	21 de Enero del 2017				
Director de Proyecto	Mst, Omar Delgado Inga.				
Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
10:17:00	361,7584154	11:01:00	550,7780454	12:01:00	307,34144
10:18:00	361,7584154	11:02:00	550,7780454	12:02:00	307,34144
10:19:00	361,7584154	11:03:00	550,7780454	12:03:00	361,7584154
10:20:00	420,3716301	11:04:00	550,7780454	12:04:00	361,7584154
10:21:00	420,3716301	11:05:00	483,3289011	12:05:00	420,3716301
10:22:00	483,3289011	11:06:00	550,7780454	12:06:00	420,3716301
10:23:00	483,3289011	11:07:00	550,7780454	12:07:00	550,7780454
10:24:00	699,7432218	11:08:00	622,86688	12:08:00	550,7780454
10:25:00	868,4496947	11:09:00	622,86688	12:09:00	420,3716301
10:26:00	622,86688	11:10:00	550,7780454	12:10:00	420,3716301
10:27:00	622,86688	11:11:00	550,7780454	12:11:00	420,3716301
10:28:00	622,86688	11:12:00	483,3289011	12:12:00	361,7584154
10:29:00	781,5548877	11:13:00	483,3289011	12:13:00	361,7584154
10:30:00	868,4496947	11:14:00	483,3289011	12:14:00	307,34144
10:31:00	960,5754598	11:15:00	483,3289011	12:15:00	361,7584154
10:32:00	699,7432218	11:16:00	483,3289011	12:16:00	420,3716301
10:33:00	622,86688	11:17:00	483,3289011	12:17:00	483,3289011
10:34:00	699,7432218	11:18:00	483,3289011	12:18:00	420,3716301
10:35:00	699,7432218	11:19:00	483,3289011	12:19:00	420,3716301
10:36:00	622,86688	11:20:00	699,7432218	12:20:00	420,3716301
10:37:00	699,7432218	11:21:00	1058,08	12:21:00	420,3716301
10:38:00	622,86688	11:22:00	1504,84225	12:22:00	361,7584154
10:39:00	622,86688	11:23:00		12:23:00	307,34144
10:40:00	622,86688	11:24:00		12:24:00	307,34144
10:41:00	622,86688	11:25:00		12:25:00	307,34144
10:42:00	699,7432218	11:26:00		12:26:00	256,972887
10:43:00	699,7432218	11:27:00		12:27:00	256,972887
10:44:00	699,7432218	11:28:00		12:28:00	210,5049395
10:45:00	699,7432218	11:29:00		12:29:00	210,5049395
10:46:00	699,7432218	11:30:00	622,86688	12:30:00	167,7897805
10:47:00	699,7432218	11:31:00	622,86688	12:31:00	128,679593
10:48:00	622,86688	11:32:00	550,7780454	12:32:00	128,679593
10:49:00	550,7780454	11:33:00	622,86688	12:33:00	93,02656
10:50:00	483,3289011	11:34:00	550,7780454	12:34:00	93,02656
10:51:00	550,7780454	11:35:00	550,7780454	12:35:00	93,02656
10:52:00	622,86688	11:36:00	550,7780454	12:36:00	60,68286464
10:53:00	622,86688	11:37:00	550,7780454	12:37:00	60,68286464
10:54:00	550,7780454	11:38:00	550,7780454	12:38:00	60,68286464
10:55:00	550,7780454	11:39:00	483,3289011	12:39:00	60,68286464
10:56:00	550,7780454	11:40:00	483,3289011	12:40:00	60,68286464
10:57:00	550,7780454	11:41:00	420,3716301	12:41:00	60,68286464
10:58:00	622,86688	11:42:00	420,3716301	12:42:00	60,68286464
10:59:00	622,86688	11:43:00	420,3716301	12:43:00	93,02656
11:00:00	550,7780454	11:44:00	420,3716301	12:44:00	60,68286464
		11:45:00	483,3289011	12:45:00	93,02656
		11:46:00	483,3289011	12:46:00	93,02656
		11:47:00	483,3289011	12:47:00	93,02656
		11:48:00	420,3716301	12:48:00	60,68286464
		11:49:00	420,3716301	12:49:00	60,68286464
		11:50:00	361,7584154	12:50:00	60,68286464
		11:51:00	307,34144	12:51:00	60,68286464
		11:52:00	256,972887	12:52:00	60,68286464
		11:53:00	256,972887	12:53:00	60,68286464
		11:54:00	210,5049395	12:54:00	60,68286464
		11:55:00	210,5049395	12:55:00	60,68286464
		11:56:00	256,972887	12:56:00	60,68286464
		11:57:00	256,972887	12:57:00	60,68286464
		11:58:00	256,972887	12:58:00	60,68286464
		11:59:00	307,34144	12:59:00	60,68286464
		12:00:00	307,34144	13:00:00	93,02656

Operador:	Edgar Leonardo Ordóñez Vásconez								
Día de recopilación:	21 de Enero del 2017								
Director de Proyecto:	Mst, Omar Delgado Inga.								
Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global							
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>						
13:01:00	93,02656	14:01:00	622,86688						
13:02:00	93,02656	14:02:00	699,7432218						
13:03:00	93,02656	14:03:00	699,7432218						
13:04:00	93,02656	14:04:00	699,7432218						
13:05:00	93,02656	14:05:00	622,86688						
13:06:00	93,02656	14:06:00	622,86688						
13:07:00	93,02656	14:07:00	699,7432218						
13:08:00	128,679593	14:08:00	622,86688						
13:09:00	128,679593	14:09:00	622,86688						
13:10:00	128,679593								
13:11:00	128,679593								
13:12:00	128,679593								
13:13:00	128,679593								
13:14:00	167,7897805								
13:15:00	167,7897805								
13:16:00	210,5049395								
13:17:00	210,5049395								
13:18:00	210,5049395								
13:19:00	256,972887								
13:20:00	256,972887								
13:21:00	256,972887								
13:22:00	307,34144								
13:23:00	307,34144								
13:24:00	361,7584154								
13:25:00	361,7584154								
13:26:00	361,7584154								
13:27:00	361,7584154								
13:28:00	361,7584154								
13:29:00	361,7584154								
13:30:00	361,7584154								
13:31:00	361,7584154								
13:32:00	361,7584154								
13:33:00	361,7584154								
13:34:00	361,7584154								
13:35:00	420,3716301								
13:36:00	420,3716301								
13:37:00	361,7584154								
13:38:00	361,7584154								
13:39:00	361,7584154								
13:40:00	361,7584154								
13:41:00	361,7584154								
13:42:00	361,7584154								
13:43:00	361,7584154								
13:44:00	361,7584154								
13:45:00	361,7584154								
13:46:00	361,7584154								
13:47:00	361,7584154								
13:48:00	361,7584154								
13:49:00	361,7584154								
13:50:00	420,3716301								
13:51:00	420,3716301								
13:52:00	420,3716301								
13:53:00	420,3716301								
13:54:00	483,3289011								
13:55:00	483,3289011								
13:56:00	550,7780454								
13:57:00	550,7780454								
13:58:00	550,7780454								
13:59:00	622,86688								
14:00:00	622,86688								

PROMEDIOS EN FRACIONES DE 15 MINUTOS DE LA ESTACION DE LLACAO							
Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
11:01:00	550,7780454	11:16:00	483,3289011	11:31:00	622,86688	11:46:00	483,3289011
11:02:00	550,7780454	11:17:00	483,3289011	11:32:00	550,7780454	11:47:00	483,3289011
11:03:00	550,7780454	11:18:00	483,3289011	11:33:00	622,86688	11:48:00	420,3716301
11:04:00	550,7780454	11:19:00	483,3289011	11:34:00	550,7780454	11:49:00	420,3716301
11:05:00	483,3289011	11:20:00	699,7432218	11:35:00	550,7780454	11:50:00	361,7584154
11:06:00	550,7780454	11:21:00	1058,08	11:36:00	550,7780454	11:51:00	307,34144
11:07:00	550,7780454	11:22:00	1504,84225	11:37:00	550,7780454	11:52:00	256,972887
11:08:00	622,86688	11:23:00		11:38:00	550,7780454	11:53:00	256,972887
11:09:00	622,86688	11:24:00		11:39:00	483,3289011	11:54:00	210,5049395
11:10:00	550,7780454	11:25:00		11:40:00	483,3289011	11:55:00	210,5049395
11:11:00	550,7780454	11:26:00		11:41:00	420,3716301	11:56:00	256,972887
11:12:00	483,3289011	11:27:00		11:42:00	420,3716301	11:57:00	256,972887
11:13:00	483,3289011	11:28:00		11:43:00	420,3716301	11:58:00	256,972887
11:14:00	483,3289011	11:29:00		11:44:00	420,3716301	11:59:00	307,34144
11:15:00	483,3289011	11:30:00	622,86688	11:45:00	483,3289011	12:00:00	307,34144
PROMEDIO	537,9068419	PROMEDIO	727,3559946	PROMEDIO	512,1250171	PROMEDIO	319,8038741
Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
12:01:00	307,34144	12:16:00	420,3716301	12:31:00	128,679593	12:46:00	93,02656
12:02:00	307,34144	12:17:00	483,3289011	12:32:00	128,679593	12:47:00	93,02656
12:03:00	361,7584154	12:18:00	420,3716301	12:33:00	93,02656	12:48:00	60,68286464
12:04:00	361,7584154	12:19:00	420,3716301	12:34:00	93,02656	12:49:00	60,68286464
12:05:00	420,3716301	12:20:00	420,3716301	12:35:00	93,02656	12:50:00	60,68286464
12:06:00	420,3716301	12:21:00	420,3716301	12:36:00	60,68286464	12:51:00	60,68286464
12:07:00	550,7780454	12:22:00	361,7584154	12:37:00	60,68286464	12:52:00	60,68286464
12:08:00	550,7780454	12:23:00	307,34144	12:38:00	60,68286464	12:53:00	60,68286464
12:09:00	420,3716301	12:24:00	307,34144	12:39:00	60,68286464	12:54:00	60,68286464
12:10:00	420,3716301	12:25:00	307,34144	12:40:00	60,68286464	12:55:00	60,68286464
12:11:00	420,3716301	12:26:00	256,972887	12:41:00	60,68286464	12:56:00	60,68286464
12:12:00	361,7584154	12:27:00	256,972887	12:42:00	60,68286464	12:57:00	60,68286464
12:13:00	361,7584154	12:28:00	210,5049395	12:43:00	93,02656	12:58:00	60,68286464
12:14:00	307,34144	12:29:00	210,5049395	12:44:00	60,68286464	12:59:00	60,68286464
12:15:00	361,7584154	12:30:00	167,7897805	12:45:00	93,02656	13:00:00	93,02656
PROMEDIO	395,6153759	PROMEDIO	331,4476814	PROMEDIO	80,53032687	PROMEDIO	67,15160371

Nombre de Estación	Panamericana Norte				
Operador:	Edgar Leonardo Ordóñez Vásconez				
Día de recopilación	23 de Enero del 2017				
Director de Proyecto	Mst, Omar Delgado Inga.				
Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
Hora	Radiación solar Global	Hora	Radiación solar Global	Hora	Radiación solar Global
11:13:00	1161,111132	12:14:00	960,5754598	13:14:00	1058,08
11:14:00	1269,816673	12:15:00	1058,08	13:15:00	1058,08
11:15:00	1384,34444	12:16:00	1161,111132	13:16:00	1058,08
11:16:00	1269,816673	12:17:00	1161,111132	13:17:00	960,5754598
11:17:00	1504,84225	12:18:00	1269,816673	13:18:00	1161,111132
11:18:00	1504,84225	12:19:00	1631,45792	13:19:00	1269,816673
11:19:00	1384,34444	12:20:00	1764,339267	13:20:00	960,5754598
11:20:00	1384,34444	12:21:00	1504,84225	13:21:00	868,4496947
11:21:00	1269,816673	12:22:00	1764,339267	13:22:00	699,7432218
11:22:00	1269,816673	12:23:00	1903,634107	13:23:00	1058,08
11:23:00	1269,816673	12:24:00	1504,84225	13:24:00	868,4496947
11:24:00	1384,34444	12:25:00	1384,34444	13:25:00	1058,08
11:25:00	1504,84225	12:26:00	1269,816673	13:26:00	1504,84225
11:26:00	1504,84225	12:27:00	1161,111132	13:27:00	1161,111132
11:27:00	1269,816673	12:28:00	1161,111132	13:28:00	1058,08
11:28:00	1161,111132	12:29:00	1161,111132	13:29:00	1384,34444
11:29:00	960,5754598	12:30:00	1269,816673	13:30:00	1504,84225
11:30:00	1269,816673	12:31:00	1384,34444	13:31:00	1384,34444
11:31:00	1058,08	12:32:00	1269,816673	13:32:00	1504,84225
11:32:00	1269,816673	12:33:00	1161,111132	13:33:00	1384,34444
11:33:00	1161,111132	12:34:00	1161,111132	13:34:00	1269,816673
11:34:00	1504,84225	12:35:00	868,4496947	13:35:00	1269,816673
11:35:00	1384,34444	12:36:00	1058,08	13:36:00	1384,34444
11:36:00	1631,45792	12:37:00	1161,111132	13:37:00	1269,816673
11:37:00	1504,84225	12:38:00	1161,111132	13:38:00	1269,816673
11:38:00	1504,84225	12:39:00	1161,111132	13:39:00	1058,08
11:39:00	1269,816673	12:40:00	1269,816673	13:40:00	868,4496947
11:40:00	1269,816673	12:41:00	1269,816673	13:41:00	781,5548877
11:41:00	1384,34444	12:42:00	1384,34444	13:42:00	622,86688
11:42:00	1384,34444	12:43:00	1384,34444	13:43:00	420,3716301
11:43:00	1269,816673	12:44:00	1384,34444	13:44:00	361,7584154
11:44:00	1269,816673	12:45:00	1058,08	13:45:00	420,3716301
11:45:00	1269,816673	12:46:00	1161,111132	13:46:00	361,7584154
11:46:00	1504,84225	12:47:00	1269,816673	13:47:00	361,7584154
11:47:00	1384,34444	12:48:00	1384,34444	13:48:00	361,7584154
11:48:00	1384,34444	12:49:00	1269,816673	13:49:00	420,3716301
11:49:00	1058,08	12:50:00	1058,08	13:50:00	550,7780454
11:50:00	1058,08	12:51:00	1161,111132	13:51:00	550,7780454
11:51:00	868,4496947	12:52:00	1058,08	13:52:00	622,86688
11:52:00	1161,111132	12:53:00	960,5754598	13:53:00	622,86688
11:53:00	1058,08	12:54:00	960,5754598	13:54:00	622,86688
11:54:00	1384,34444	12:55:00	1161,111132	13:55:00	550,7780454
11:55:00	1384,34444	12:56:00	1269,816673	13:56:00	550,7780454
11:56:00	1631,45792	12:57:00	960,5754598	13:57:00	550,7780454
11:57:00	1631,45792	12:58:00	1058,08	13:58:00	699,7432218
11:58:00	1764,339267	12:59:00	1161,111132	13:59:00	699,7432218
11:59:00	1384,34444	13:00:00	1058,08	14:00:00	781,5548877
12:00:00	1384,34444	13:01:00	1161,111132	14:01:00	960,5754598
12:01:00	1384,34444	13:02:00	1058,08	14:02:00	1058,08
12:02:00	1384,34444	13:03:00	1058,08	14:03:00	960,5754598
12:03:00	1269,816673	13:04:00	1058,08	14:04:00	960,5754598
12:04:00	960,5754598	13:05:00	868,4496947	14:05:00	781,5548877
12:05:00	1058,08	13:06:00	781,5548877	14:06:00	699,7432218
12:06:00	868,4496947	13:07:00	1058,08	14:07:00	622,86688
12:07:00	781,5548877	13:08:00	1504,84225	14:08:00	622,86688
12:08:00	868,4496947	13:09:00	1269,816673	14:09:00	622,86688
12:09:00	781,5548877	13:10:00	960,5754598	14:10:00	550,7780454
12:10:00	699,7432218	13:11:00	1161,111132	14:11:00	483,3289011
12:11:00	699,7432218	13:12:00	1161,111132	14:12:00	483,3289011
12:12:00	699,7432218	13:13:00	1269,816673	14:13:00	483,3289011
12:13:00	868,4496947			14:14:00	483,3289011

PROMEDIOS EN FRACIONES DE 15 MINUTOS DE LA ZONA DE PANAMERICANA NORTE

Datos de radiación Solar Global							
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>						
11:16:00	1269,816673	11:31:00	1058,08	11:46:00	1504,84225	12:01:00	1384,34444
11:17:00	1504,84225	11:32:00	1269,816673	11:47:00	1384,34444	12:02:00	1384,34444
11:18:00	1504,84225	11:33:00	1161,111132	11:48:00	1384,34444	12:03:00	1269,816673
11:19:00	1384,34444	11:34:00	1504,84225	11:49:00	1058,08	12:04:00	960,5754598
11:20:00	1384,34444	11:35:00	1384,34444	11:50:00	1058,08	12:05:00	1058,08
11:21:00	1269,816673	11:36:00	1631,45792	11:51:00	868,4496947	12:06:00	868,4496947
11:22:00	1269,816673	11:37:00	1504,84225	11:52:00	1161,111132	12:07:00	781,5548877
11:23:00	1269,816673	11:38:00	1504,84225	11:53:00	1058,08	12:08:00	868,4496947
11:24:00	1384,34444	11:39:00	1269,816673	11:54:00	1384,34444	12:09:00	781,5548877
11:25:00	1504,84225	11:40:00	1269,816673	11:55:00	1384,34444	12:10:00	699,7432218
11:26:00	1504,84225	11:41:00	1384,34444	11:56:00	1631,45792	12:11:00	699,7432218
11:27:00	1269,816673	11:42:00	1384,34444	11:57:00	1631,45792	12:12:00	699,7432218
11:28:00	1161,111132	11:43:00	1269,816673	11:58:00	1764,339267	12:13:00	868,4496947
11:29:00	960,5754598	11:44:00	1269,816673	11:59:00	1384,34444	12:14:00	960,5754598
11:30:00	1269,816673	11:45:00	1269,816673	12:00:00	1384,34444	12:15:00	1058,08
PROMEDIO	1327,532597	PROMEDIO	1342,473944	PROMEDIO	1336,130988	PROMEDIO	956,2336666

Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>						
12:16:00	1161,111132	12:31:00	1384,34444	12:46:00	1161,111132	13:01:00	1161,111132
12:17:00	1161,111132	12:32:00	1269,816673	12:47:00	1269,816673	13:02:00	1058,08
12:18:00	1269,816673	12:33:00	1161,111132	12:48:00	1384,34444	13:03:00	1058,08
12:19:00	1631,45792	12:34:00	1161,111132	12:49:00	1269,816673	13:04:00	1058,08
12:20:00	1764,339267	12:35:00	868,4496947	12:50:00	1058,08	13:05:00	868,4496947
12:21:00	1504,84225	12:36:00	1058,08	12:51:00	1161,111132	13:06:00	781,5548877
12:22:00	1764,339267	12:37:00	1161,111132	12:52:00	1058,08	13:07:00	1058,08
12:23:00	1903,634107	12:38:00	1161,111132	12:53:00	960,5754598	13:08:00	1504,84225
12:24:00	1504,84225	12:39:00	1161,111132	12:54:00	960,5754598	13:09:00	1269,816673
12:25:00	1384,34444	12:40:00	1269,816673	12:55:00	1161,111132	13:10:00	960,5754598
12:26:00	1269,816673	12:41:00	1269,816673	12:56:00	1269,816673	13:11:00	1161,111132
12:27:00	1161,111132	12:42:00	1384,34444	12:57:00	960,5754598	13:12:00	1161,111132
12:28:00	1161,111132	12:43:00	1384,34444	12:58:00	1058,08	13:13:00	1269,816673
12:29:00	1161,111132	12:44:00	1384,34444	12:59:00	1161,111132	13:14:00	1058,08
12:30:00	1269,816673	12:45:00	1058,08	13:00:00	1058,08	13:15:00	1058,08
PROMEDIO	1404,853679	PROMEDIO	1209,132876	PROMEDIO	1130,152358	PROMEDIO	1099,124602

Nombre de Estación	Iglesia Nulti				
Operador:	Edgar Leonardo Ordóñez Vásconez				
Día de recopilación	24 de Enero del 2017				
Director de Proyecto	Mst, Omar Delgado Inga.				

Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
11:00:00	1384,34444	12:01:00	1161,111132	13:01:00	1384,34444
11:01:00	1384,34444	12:02:00	1161,111132	13:02:00	1384,34444
11:02:00	1504,84225	12:03:00	1161,111132	13:03:00	1384,34444
11:03:00	1504,84225	12:04:00	1161,111132	13:04:00	1504,84225
11:04:00	1504,84225	12:05:00	1269,816673	13:05:00	1504,84225
11:05:00	1504,84225	12:06:00	1269,816673	13:06:00	1504,84225
11:06:00	1504,84225	12:07:00	1269,816673	13:07:00	1504,84225
11:07:00	1504,84225	12:08:00	1269,816673	13:08:00	1504,84225
11:08:00	1504,84225	12:09:00	1269,816673	13:09:00	1504,84225
11:09:00	1504,84225	12:10:00	1384,34444	13:10:00	1504,84225
11:10:00	1504,84225	12:11:00	1384,34444	13:11:00	1504,84225
11:11:00	1504,84225	12:12:00	1269,816673	13:12:00	1384,34444
11:12:00	1384,34444	12:13:00	1384,34444	13:13:00	1384,34444
11:13:00	1269,816673	12:14:00	1384,34444	13:14:00	1384,34444
11:14:00	1384,34444	12:15:00	1384,34444	13:15:00	1384,34444
11:15:00	1384,34444	12:16:00	1384,34444	13:16:00	1384,34444
11:16:00	1384,34444	12:17:00	1384,34444	13:17:00	1504,84225
11:17:00	1384,34444	12:18:00	1384,34444	13:18:00	1504,84225
11:18:00	1504,84225	12:19:00	1504,84225	13:19:00	1269,816673
11:19:00	1504,84225	12:20:00	1384,34444	13:20:00	1269,816673
11:20:00	1384,34444	12:21:00	1384,34444	13:21:00	1161,111132
11:21:00	1504,84225	12:22:00	1384,34444	13:22:00	1161,111132
11:22:00	1504,84225	12:23:00	1384,34444	13:23:00	1161,111132
11:23:00	1384,34444	12:24:00	1384,34444	13:24:00	1161,111132
11:24:00	1384,34444	12:25:00	1504,84225	13:25:00	1269,816673
11:25:00	1384,34444	12:26:00	1384,34444	13:26:00	1161,111132
11:26:00	1384,34444	12:27:00	1504,84225	13:27:00	1058,08
11:27:00	1384,34444	12:28:00	1504,84225	13:28:00	1058,08
11:28:00	1504,84225	12:29:00	1504,84225	13:29:00	1058,08
11:29:00	1504,84225	12:30:00	1631,45792	13:30:00	1161,111132
11:30:00	1384,34444	12:31:00	1504,84225	13:31:00	1161,111132
11:31:00	1384,34444	12:32:00	1504,84225	13:32:00	1161,111132
11:32:00	1384,34444	12:33:00	1384,34444	13:33:00	1161,111132
11:33:00	1384,34444	12:34:00	1384,34444	13:34:00	1161,111132
11:34:00	1384,34444	12:35:00	1384,34444	13:35:00	1269,816673
11:35:00	1384,34444	12:36:00	1384,34444	13:36:00	1269,816673
11:36:00	1384,34444	12:37:00	1504,84225	13:37:00	1269,816673
11:37:00	1384,34444	12:38:00	1384,34444	13:38:00	1269,816673
11:38:00	1384,34444	12:39:00	1504,84225	13:39:00	1269,816673
11:39:00	1384,34444	12:40:00	1504,84225	13:40:00	1269,816673
11:40:00	1504,84225	12:41:00	1504,84225	13:41:00	1161,111132
11:41:00	1504,84225	12:42:00	1504,84225	13:42:00	1269,816673
11:42:00	1504,84225	12:43:00	1384,34444	13:43:00	1161,111132
11:43:00	1504,84225	12:44:00	1384,34444	13:44:00	1161,111132
11:44:00	1504,84225	12:45:00	1384,34444	13:45:00	1269,816673
11:45:00	1504,84225	12:46:00	1384,34444	13:46:00	1269,816673
11:46:00	1504,84225	12:47:00	1504,84225	13:47:00	1269,816673
11:47:00	1504,84225	12:48:00	1504,84225	13:48:00	1269,816673
11:48:00	1384,34444	12:49:00	1504,84225	13:49:00	1269,816673
11:49:00	1384,34444	12:50:00	1504,84225	13:50:00	1384,34444
11:50:00	1384,34444	12:51:00	1504,84225	13:51:00	1384,34444
11:51:00	1384,34444	12:52:00	1504,84225	13:52:00	1504,84225
11:52:00	1384,34444	12:53:00	1504,84225	13:53:00	1384,34444
11:53:00	1384,34444	12:54:00	1384,34444	13:54:00	1269,816673
11:54:00	1269,816673	12:55:00	1384,34444	13:55:00	1058,08
11:55:00	1269,816673	12:56:00	1504,84225	13:56:00	1058,08
11:56:00	1161,111132	12:57:00	1504,84225	13:57:00	1058,08
11:57:00	1161,111132	12:58:00	1504,84225	13:58:00	1161,111132
11:58:00	1269,816673	12:59:00	1504,84225	13:59:00	1161,111132
11:59:00	1269,816673	13:00:00	1384,34444	14:00:00	1161,111132
12:00:00	1269,816673				

PROMEDIOS EN FRACIONES DE 15 MINUTOS DE LA ZONA DE IGLESIA MULTI							
Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
11:16:00	1384,34444	11:31:00	1384,34444	11:46:00	1504,84225	12:01:00	1161,111132
11:17:00	1384,34444	11:32:00	1384,34444	11:47:00	1504,84225	12:02:00	1161,111132
11:18:00	1504,84225	11:33:00	1384,34444	11:48:00	1384,34444	12:03:00	1161,111132
11:19:00	1504,84225	11:34:00	1384,34444	11:49:00	1384,34444	12:04:00	1161,111132
11:20:00	1384,34444	11:35:00	1384,34444	11:50:00	1384,34444	12:05:00	1269,816673
11:21:00	1504,84225	11:36:00	1384,34444	11:51:00	1384,34444	12:06:00	1269,816673
11:22:00	1504,84225	11:37:00	1384,34444	11:52:00	1384,34444	12:07:00	1269,816673
11:23:00	1384,34444	11:38:00	1384,34444	11:53:00	1384,34444	12:08:00	1269,816673
11:24:00	1384,34444	11:39:00	1384,34444	11:54:00	1269,816673	12:09:00	1269,816673
11:25:00	1384,34444	11:40:00	1504,84225	11:55:00	1269,816673	12:10:00	1384,34444
11:26:00	1384,34444	11:41:00	1504,84225	11:56:00	1161,111132	12:11:00	1384,34444
11:27:00	1384,34444	11:42:00	1504,84225	11:57:00	1161,111132	12:12:00	1269,816673
11:28:00	1504,84225	11:43:00	1504,84225	11:58:00	1269,816673	12:13:00	1384,34444
11:29:00	1504,84225	11:44:00	1504,84225	11:59:00	1269,816673	12:14:00	1384,34444
11:30:00	1384,34444	11:45:00	1504,84225	12:00:00	1269,816673	12:15:00	1384,34444
PROMEDIO	1432,543564	PROMEDIO	1432,543564	PROMEDIO	1332,470452	PROMEDIO	1279,004451
Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
12:16:00	1384,34444	12:31:00	1504,84225	12:46:00	1384,34444	13:01:00	1384,34444
12:17:00	1384,34444	12:32:00	1504,84225	12:47:00	1504,84225	13:02:00	1384,34444
12:18:00	1384,34444	12:33:00	1384,34444	12:48:00	1504,84225	13:03:00	1384,34444
12:19:00	1504,84225	12:34:00	1384,34444	12:49:00	1504,84225	13:04:00	1504,84225
12:20:00	1384,34444	12:35:00	1384,34444	12:50:00	1504,84225	13:05:00	1504,84225
12:21:00	1384,34444	12:36:00	1384,34444	12:51:00	1504,84225	13:06:00	1504,84225
12:22:00	1384,34444	12:37:00	1504,84225	12:52:00	1504,84225	13:07:00	1504,84225
12:23:00	1384,34444	12:38:00	1384,34444	12:53:00	1504,84225	13:08:00	1504,84225
12:24:00	1384,34444	12:39:00	1504,84225	12:54:00	1384,34444	13:09:00	1504,84225
12:25:00	1504,84225	12:40:00	1504,84225	12:55:00	1384,34444	13:10:00	1504,84225
12:26:00	1384,34444	12:41:00	1504,84225	12:56:00	1504,84225	13:11:00	1504,84225
12:27:00	1504,84225	12:42:00	1504,84225	12:57:00	1504,84225	13:12:00	1384,34444
12:28:00	1504,84225	12:43:00	1384,34444	12:58:00	1504,84225	13:13:00	1384,34444
12:29:00	1504,84225	12:44:00	1384,34444	12:59:00	1504,84225	13:14:00	1384,34444
12:30:00	1631,45792	12:45:00	1384,34444	13:00:00	1384,34444	13:15:00	1384,34444
PROMEDIO	1440,984609	PROMEDIO	1440,576752	PROMEDIO	1472,709501	PROMEDIO	1448,609939

Nombre de Estación	Feria de Carros Multi				
Operador:	Edgar Leonardo Ordóñez Vásconez				
Día de recopilación	25 de Enero del 2017				
Director de Proyecto	Mst, Omar Delgado Inga.				
Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
11:15:00	781,5548877	12:16:00	256,972887	13:16:00	622,86688
11:16:00	781,5548877	12:17:00	256,972887	13:17:00	868,4496947
11:17:00	868,4496947	12:18:00	256,972887	13:18:00	1269,816673
11:18:00	868,4496947	12:19:00	256,972887	13:19:00	868,4496947
11:19:00	960,5754598	12:20:00	256,972887	13:20:00	868,4496947
11:20:00	1384,34444	12:21:00	256,972887	13:21:00	1269,816673
11:21:00	1058,08	12:22:00	256,972887	13:22:00	1058,08
11:22:00	960,5754598	12:23:00	483,3289011	13:23:00	1384,34444
11:23:00	622,86688	12:24:00	550,7780454	13:24:00	960,5754598
11:24:00	483,3289011	12:25:00	550,7780454	13:25:00	868,4496947
11:25:00	420,3716301	12:26:00	550,7780454	13:26:00	699,7432218
11:26:00	361,7584154	12:27:00	550,7780454	13:27:00	1161,111132
11:27:00	361,7584154	12:28:00	483,3289011	13:28:00	1504,84225
11:28:00	361,7584154	12:29:00	420,3716301	13:29:00	960,5754598
11:29:00	420,3716301	12:30:00	361,7584154	13:30:00	781,5548877
11:30:00	420,3716301	12:31:00	307,34144	13:31:00	1161,111132
11:31:00	420,3716301	12:32:00	256,972887	13:32:00	1504,84225
11:32:00	420,3716301	12:33:00	256,972887	13:33:00	1631,45792
11:33:00	420,3716301	12:34:00	167,7897805	13:34:00	1631,45792
11:34:00	483,3289011	12:35:00	167,7897805	13:35:00	960,5754598
11:35:00	420,3716301	12:36:00	167,7897805	13:36:00	1058,08
11:36:00	361,7584154	12:37:00	167,7897805	13:37:00	1384,34444
11:37:00	307,34144	12:38:00	167,7897805	13:38:00	1058,08
11:38:00	307,34144	12:39:00	167,7897805	13:39:00	781,5548877
11:39:00	256,972887	12:40:00	167,7897805	13:40:00	699,7432218
11:40:00	167,7897805	12:41:00	167,7897805	13:41:00	622,86688
11:41:00	128,679593	12:42:00	167,7897805	13:42:00	550,7780454
11:42:00	93,02656	12:43:00	210,5049395	13:43:00	550,7780454
11:43:00	60,68286464	12:44:00	210,5049395	13:44:00	483,3289011
11:44:00	31,50068992	12:45:00	210,5049395	13:45:00	550,7780454
11:45:00	31,50068992	12:46:00	210,5049395	13:46:00	483,3289011
11:46:00	31,50068992	12:47:00	256,972887	13:47:00	483,3289011
11:47:00	5,33221888	12:48:00	256,972887	13:48:00	550,7780454
11:48:00	5,33221888	12:49:00	256,972887	13:49:00	622,86688
11:49:00	5,33221888	12:50:00	256,972887	13:50:00	699,7432218
11:50:00	60,68286464	12:51:00	256,972887	13:51:00	781,5548877
11:51:00	93,02656	12:52:00	256,972887	13:52:00	1161,111132
11:52:00	128,679593	12:53:00	256,972887	13:53:00	1384,34444
11:53:00	167,7897805	12:54:00	256,972887	13:54:00	1504,84225
11:54:00	210,5049395	12:55:00	307,34144	13:55:00	1269,816673
11:55:00	256,972887	12:56:00	256,972887	13:56:00	1161,111132
11:56:00	483,3289011	12:57:00	256,972887	13:57:00	1058,08
11:57:00	1058,08	12:58:00	307,34144	13:58:00	781,5548877
11:58:00	1384,34444	12:59:00	307,34144	13:59:00	868,4496947
11:59:00	868,4496947	13:00:00	361,7584154	14:00:00	960,5754598
12:00:00	699,7432218	13:01:00	361,7584154	14:01:00	1269,816673
12:01:00	868,4496947	13:02:00	420,3716301	14:02:00	1384,34444
12:02:00	622,86688	13:03:00	483,3289011	14:03:00	1269,816673
12:03:00	483,3289011	13:04:00	420,3716301	14:04:00	1631,45792
12:04:00	483,3289011	13:05:00	420,3716301	14:05:00	1269,816673
12:05:00	420,3716301	13:06:00	483,3289011	14:06:00	960,5754598
12:06:00	361,7584154	13:07:00	483,3289011	14:07:00	960,5754598
12:07:00	361,7584154	13:08:00	550,7780454	14:08:00	622,86688
12:08:00	361,7584154	13:09:00	550,7780454	14:09:00	622,86688
12:09:00	361,7584154	13:10:00	550,7780454	14:10:00	960,5754598
12:10:00	361,7584154	13:11:00	550,7780454	14:11:00	1058,08
12:11:00	361,7584154	13:12:00	550,7780454	14:12:00	960,5754598
12:12:00	420,3716301	13:13:00	483,3289011	14:13:00	699,7432218
12:13:00	420,3716301	13:14:00	483,3289011	14:14:00	699,7432218
12:14:00	361,7584154	13:15:00	550,7780454	14:15:00	483,3289011
12:15:00	256,972887				

PROMEDIOS EN FRACIONES DE 15 MINUTOS EN EL PUNTO FERIA DE AUTOS

Datos de radiación Solar Global							
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>						
11:16:00	781,5548877	11:31:00	420,3716301	11:46:00	31,50068992	12:01:00	868,4496947
11:17:00	868,4496947	11:32:00	420,3716301	11:47:00	5,33221888	12:02:00	622,86688
11:18:00	868,4496947	11:33:00	420,3716301	11:48:00	5,33221888	12:03:00	483,3289011
11:19:00	960,5754598	11:34:00	483,3289011	11:49:00	5,33221888	12:04:00	483,3289011
11:20:00	1384,34444	11:35:00	420,3716301	11:50:00	60,68286464	12:05:00	420,3716301
11:21:00	1058,08	11:36:00	361,7584154	11:51:00	93,02656	12:06:00	361,7584154
11:22:00	960,5754598	11:37:00	307,34144	11:52:00	128,679593	12:07:00	361,7584154
11:23:00	622,86688	11:38:00	307,34144	11:53:00	167,7897805	12:08:00	361,7584154
11:24:00	483,3289011	11:39:00	256,972887	11:54:00	210,5049395	12:09:00	361,7584154
11:25:00	420,3716301	11:40:00	167,7897805	11:55:00	256,972887	12:10:00	361,7584154
11:26:00	361,7584154	11:41:00	128,679593	11:56:00	483,3289011	12:11:00	361,7584154
11:27:00	361,7584154	11:42:00	93,02656	11:57:00	1058,08	12:12:00	420,3716301
11:28:00	361,7584154	11:43:00	60,68286464	11:58:00	1384,34444	12:13:00	420,3716301
11:29:00	420,3716301	11:44:00	31,50068992	11:59:00	868,4496947	12:14:00	361,7584154
11:30:00	420,3716301	11:45:00	31,50068992	12:00:00	699,7432218	12:15:00	256,972887
PROMEDIO	688,9743703	PROMEDIO	260,7606521	PROMEDIO	363,9400153	PROMEDIO	433,8914041

Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>						
12:16:00	256,972887	12:31:00	307,34144	12:46:00	210,5049395	13:01:00	361,7584154
12:17:00	256,972887	12:32:00	256,972887	12:47:00	256,972887	13:02:00	420,3716301
12:18:00	256,972887	12:33:00	256,972887	12:48:00	256,972887	13:03:00	483,3289011
12:19:00	256,972887	12:34:00	167,7897805	12:49:00	256,972887	13:04:00	420,3716301
12:20:00	256,972887	12:35:00	167,7897805	12:50:00	256,972887	13:05:00	420,3716301
12:21:00	256,972887	12:36:00	167,7897805	12:51:00	256,972887	13:06:00	483,3289011
12:22:00	256,972887	12:37:00	167,7897805	12:52:00	256,972887	13:07:00	483,3289011
12:23:00	483,3289011	12:38:00	167,7897805	12:53:00	256,972887	13:08:00	550,7780454
12:24:00	550,7780454	12:39:00	167,7897805	12:54:00	256,972887	13:09:00	550,7780454
12:25:00	550,7780454	12:40:00	167,7897805	12:55:00	307,34144	13:10:00	550,7780454
12:26:00	550,7780454	12:41:00	167,7897805	12:56:00	256,972887	13:11:00	550,7780454
12:27:00	550,7780454	12:42:00	167,7897805	12:57:00	256,972887	13:12:00	550,7780454
12:28:00	483,3289011	12:43:00	210,5049395	12:58:00	307,34144	13:13:00	483,3289011
12:29:00	420,3716301	12:44:00	210,5049395	12:59:00	307,34144	13:14:00	483,3289011
12:30:00	361,7584154	12:45:00	210,5049395	13:00:00	361,7584154	13:15:00	550,7780454
PROMEDIO	383,3806826	PROMEDIO	197,5273371	PROMEDIO	270,9344364	PROMEDIO	489,6124056

Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global		Datos de radiación Solar Global	
<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>	<i>Hora</i>	<i>Radiación solar Global</i>
13:16:00	622,86688	13:31:00	1161,111132	13:46:00	483,3289011
13:17:00	868,4496947	13:32:00	1504,84225	13:47:00	483,3289011
13:18:00	1269,816673	13:33:00	1631,45792	13:48:00	550,7780454
13:19:00	868,4496947	13:34:00	1631,45792	13:49:00	622,86688
13:20:00	868,4496947	13:35:00	960,5754598	13:50:00	699,7432218
13:21:00	1269,816673	13:36:00	1058,08	13:51:00	781,5548877
13:22:00	1058,08	13:37:00	1384,34444	13:52:00	1161,111132
13:23:00	1384,34444	13:38:00	1058,08	13:53:00	1384,34444
13:24:00	960,5754598	13:39:00	781,5548877	13:54:00	1504,84225
13:25:00	868,4496947	13:40:00	699,7432218	13:55:00	1269,816673
13:26:00	699,7432218	13:41:00	622,86688	13:56:00	1161,111132
13:27:00	1161,111132	13:42:00	550,7780454	13:57:00	1058,08
13:28:00	1504,84225	13:43:00	550,7780454	13:58:00	781,5548877
13:29:00	960,5754598	13:44:00	483,3289011	13:59:00	868,4496947
13:30:00	781,5548877	13:45:00	550,7780454	14:00:00	960,5754598
PROMEDIO	1009,80839	PROMEDIO	975,3184766	PROMEDIO	918,0991005