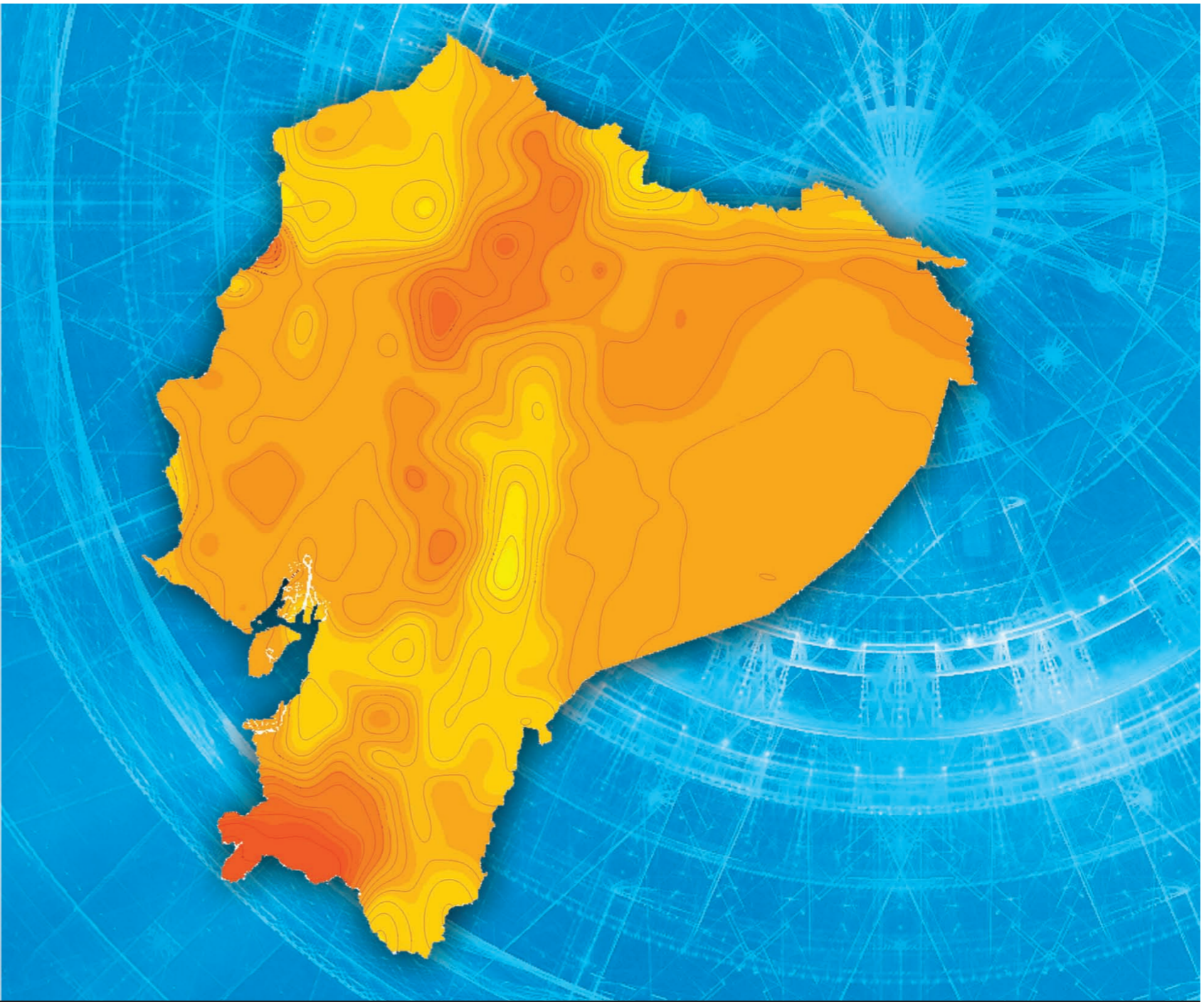




# ATLAS SOLAR DEL ECUADOR

CON FINES DE  
GENERACIÓN ELÉCTRICA



Corporación para la Investigación Energética

Quito, Agosto 2008



# **ATLAS SOLAR DEL ECUADOR**

CON FINES DE  
GENERACIÓN ELÉCTRICA



C I E

Corporación para la Investigación Energética

REGISTRO INSTITUTO ECUATORIANO  
DE PROPIEDAD INTELECTUAL:  
Nº 028462 del 12 de marzo de 2008  
Nº 028369 del 26 de febrero de 2008  
Nº 028370 del 26 de febrero de 2008



## ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

El Ecuador es un país con características topográficas muy variadas, de gran diversidad climática y condiciones únicas que le confieren un elevado potencial de energías renovables y limpias, las cuales no pueden quedar al margen del Inventario de los Recursos Energéticos para Producción Eléctrica, pues las condiciones de cobertura y satisfacción de la demanda que se presentan en la actualidad, demuestran un estrecho vínculo especialmente con la electrificación y energización rural.

El diseño de políticas, estrategias y medidas para incentivar el mayor uso de estas energías limpias que promuevan el desarrollo especialmente en zonas rurales, se fundamenta en su cuantificación, disponibilidad y distribución estacional en el territorio.

En ese sentido, la necesidad de contar con un documento técnico que cumpla con esta exigencia a fin de impulsar el uso masivo de la energía solar como fuente energética es lo que ha motivado al Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC, a presentar el "Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica", el cual ha sido elaborado por la Corporación para la Investigación Energética, CIE.

Este Atlas representa el esfuerzo Institucional y profesional que utiliza la ciencia y tecnología para poner a disposición de las instituciones públicas y privadas, la comunidad científica y público en general este valioso documento, que incluye la cuantificación del potencial solar disponible y con posibilidades de generación eléctrica, en base a mapas mensuales de insolación directa, global y difusa y sus correspondientes isohelias, con el fin de ubicar proyectos locales más específicos que permitan utilizar esta tecnología para obtener calor y electricidad para diversas aplicaciones como fabricar colectores térmicos y módulos fotovoltaicos.

El calor recogido en los colectores se puede destinar a satisfacer numerosas necesidades de la colectividad y la industria, como calefacción, refrigeración y hornos; para fines agrícolas se puede obtener secadores, plantas de purificación o desalinización de agua.

Con la presentación del Atlas, se aspira que esta contribución, se sume al crecimiento y desarrollo económico y social del País.

Ing. Fernando Izquierdo Tacuri  
DIRECTOR EJECUTIVO INTERINO

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	4
1. METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	5
2. DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO .....	6
2.1 ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DEL SOL .....	6
2.2 SISTEMA FOTOVOLTAICO .....	6
2.3 DISEÑO DEL SISTEMA .....	7
3. MAPAS .....	9
Insolación Difusa Enero .....	11
Insolación Directa Enero .....	12
Insolación Global Enero .....	13
Insolación Difusa Febrero .....	14
Insolación Directa Febrero .....	15
Insolación Global Febrero .....	16
Insolación Difusa Marzo .....	17
Insolación Directa Marzo .....	18
Insolación Global Marzo .....	19
Insolación Difusa Abril .....	20
Insolación Directa Abril .....	21
Insolación Global Abril .....	22
Insolación Difusa Mayo .....	23
Insolación Directa Mayo .....	24
Insolación Global Mayo .....	25
Insolación Difusa Junio .....	26
Insolación Directa Junio .....	27
Insolación Global Junio .....	28
Insolación Difusa Julio .....	29
Insolación Directa Julio .....	30
Insolación Global Julio .....	31
Insolación Difusa Agosto .....	32
Insolación Directa Agosto .....	33
Insolación Global Agosto .....	34
Insolación Difusa Septiembre .....	35
Insolación Directa Septiembre .....	36
Insolación Global Septiembre .....	37
Insolación Difusa Octubre .....	38
Insolación Directa Octubre .....	39
Insolación Global Octubre .....	40
Insolación Difusa Noviembre .....	41
Insolación Directa Noviembre .....	42
Insolación Global Noviembre .....	43
Insolación Difusa Diciembre .....	44
Insolación Directa Diciembre .....	45
Insolación Global Diciembre .....	46
Insolación Difusa Promedio .....	47
Insolación Directa Promedio .....	48
Insolación Global Promedio .....	49
4. GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	50
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	50

## INTRODUCCIÓN

### LA ENERGÍA SOLAR Y LAS ENERGÍAS RENOVABLES

*"You see, we should utilize natural forces and thus get all our power. Sunshine is a form of energy, and the wind and tides are manifestations thereof. Do we use them? Oh no! We burn up wood and coal, as renters we burn up the front porch for fuel. We live like squatters, not as we owned the property."*  
**Thomas Alva Edison, 1916**

Casi toda la energía disponible en el planeta tiene tres fuentes fundamentales: el sol en forma directa o indirecta (combustibles fósiles, biomasa, vientos y rayos solares); el proceso de formación cósmica que precedió a la formación del sistema solar actual (energía nuclear y geotermia) y, finalmente, una pequeña parte de la energía disponible proviene de los movimientos lunares (Davis G, 1990).

El sol es la fuente de casi toda la energía terrestre. Él permite la fotosíntesis que transforma la energía de los rayos solares en energía química, indispensable para la vida vegetal y animal. La fotosíntesis también ha permitido la formación de los combustibles fósiles. El sol está en la génesis de los vientos y es el motor que mueve los ciclos hidrológicos. En forma directa, la energía solar aparece bajo la forma

de energía solar propiamente dicha, hidráulica o de energía eólica.

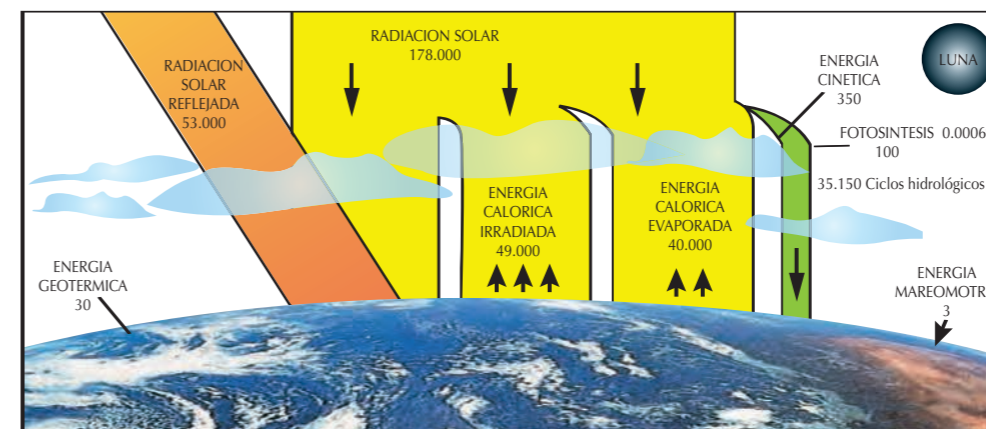
La energía solar que se recibe en la superficie de la tierra se ha calculado equivalente a 178 000 TW-año. En 1990 se calculaba que esta cantidad era 15 000 veces mayor que el consumo global. No obstante, cerca del 30% de esta energía es reflejada en el espacio, 50% es absorbida, convertida en calor y reenviada a la superficie terrestre; de este 50%, 49 000 TW-año son reenviados como energía calorífica bajo la forma de radiación electromagnética y 40 000 TW-año como energía calorífica propiamente dicha.

Los 20% restantes permiten la formación de los vientos (~350 TW), alimentan de energía los ciclos hidrológicos (~35 000 TW) y tan solo una muy pequeña parte de la energía solar es utilizada por la fotosíntesis, gracias a la cual la biodiversidad

planetaria existe (100 TW).

La energía geotérmica, considerada también renovable, y proveniente del proceso de formación cósmica, puede ser sustraída de la corteza terrestre hasta un valor de 30 TW-año. La energía de las mareas, creada por la atracción de la luna, puede también entregar una pequeña parte de la energía utilizable del orden de 3 TW-año.

Las estimaciones del potencial de las energías renovables (biomasa primaria, energía solar, energía hidráulica, energía eólica y energía geotérmica) muestran que su contribución se multiplicará por diez, pudiendo llegar hasta 10 o 15 TW-año. Este crecimiento de las energías renovables dependerá sobretodo de sus costos, de los impuestos a las energías no renovables y de las políticas energéticas.



Energía que ingresa a la tierra en promedio cada año, expresada en teravatios-año (TW-año). Según Davis Ged, 1990

## 1. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La información base que se utilizó para el desarrollo del Atlas Solar del Ecuador con Fines de Generación Eléctrica, fue generada por el Nacional Renewable Energy Laboratory - NREL de los Estados Unidos, cuyas acciones están orientadas a la investigación y desarrollo de energías renovables y eficiencia energética.

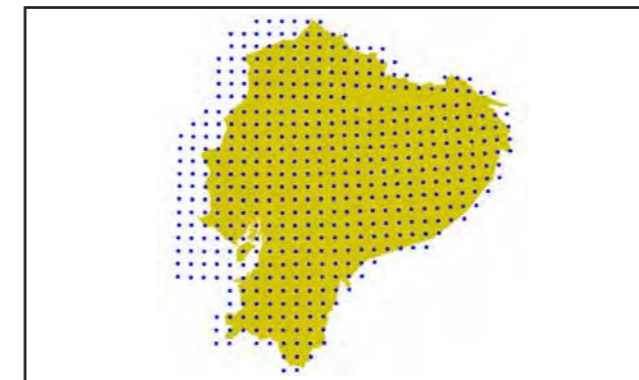
Dentro de este marco, el NREL desarrolló el modelo CRS (Climatological Solar Radiation Model), que permite conocer la insolación diaria total sobre una superficie horizontal en celdas de aproximadamente 40 km x 40 km alrededor del mundo y cuyos resultados han sido validados a través de la medición de datos efectuados por estaciones, estableciéndose que el error de los datos es del 10%. Utiliza información sobre traza de gases, vapor de agua atmosférico, nubosidad, cantidad de aerosoles (Figura 1). El NREL publica, en forma periódica, los valores de insolación promedio, para una locación dada usando colectores fijos con cinco ángulos de inclinación: horizontal (0°), latitud del lugar menos 15°, latitud, latitud más 15°, y vertical (90°). Estos datos son complementados con mediciones tomadas usando superficies colectoras móviles, las que son montadas en aparatos que, automáticamente, siguen la trayectoria del sol.

La información disponible, corresponde al período entre el 1 de Enero de 1985 y el 31 de Diciembre de 1991, y fue publicado en Julio del 2006. Los datos representan la energía solar promedio mensual y anual de los valores diarios la insolación total (Directa y difusa) e insolación global sobre una superficie horizontal y contiene los promedios mensuales (dentro del período mencionado) de cada una de ellas, expresados en **Wh/m<sup>2</sup>/día**.

La Corporación para la Investigación Energética – CIE, utiliza la información generada por el modelos CRS, filtrando en primera instancia el amplio volumen de información proveniente de este modelo, hasta seleccionar aquellos que corresponden únicamente al territorio **continental** ecuatoriano, y mediante códigos, ser exportados a una base de datos para que sean compatibles con la plataforma de trabajo que se escogió, en este caso, un Sistema de Información Geográfica (SIG). A través del SIG se convirtió las referencias geográficas al Sistema de proyección y coordenadas escogidas para el país, en este caso Universal Transverse de Mercator, WGS84, Zona 17 Sur.

La filtración de celdas, dio una cobertura de 472 puntos sobre el territorio **continental** Ecuatoriano en

**FIGURA 2**  
RED NREL DE PUNTOS

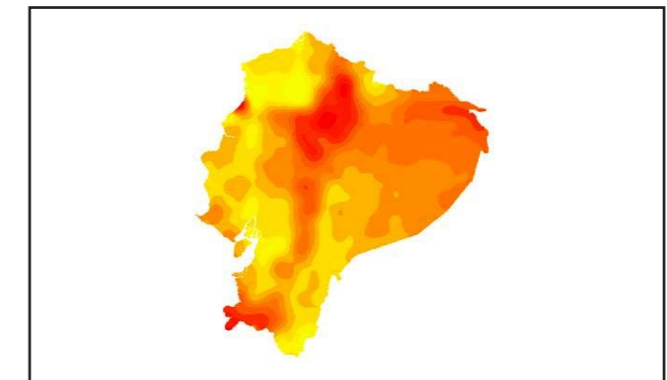


Fuente: CIE, 2008

celdas de 40 Km x 40 Km, que provienen de los datos originales (Figura 2). Esta versión del Atlas contiene al momento información sobre el Ecuador continental, se está trabajando para en una futura versión, incorporar a la región insular del país.

Los datos así, a través de su base de datos de respaldo, fueron analizados estadísticamente para conocer su comportamiento y de esta manera escoger el mejor interpolador que se asemeje de mejor manera al fenómeno analizado, una vez escogido el interpolador,

**FIGURA 3**  
GRILLA DE INSOLACIÓN SOLAR

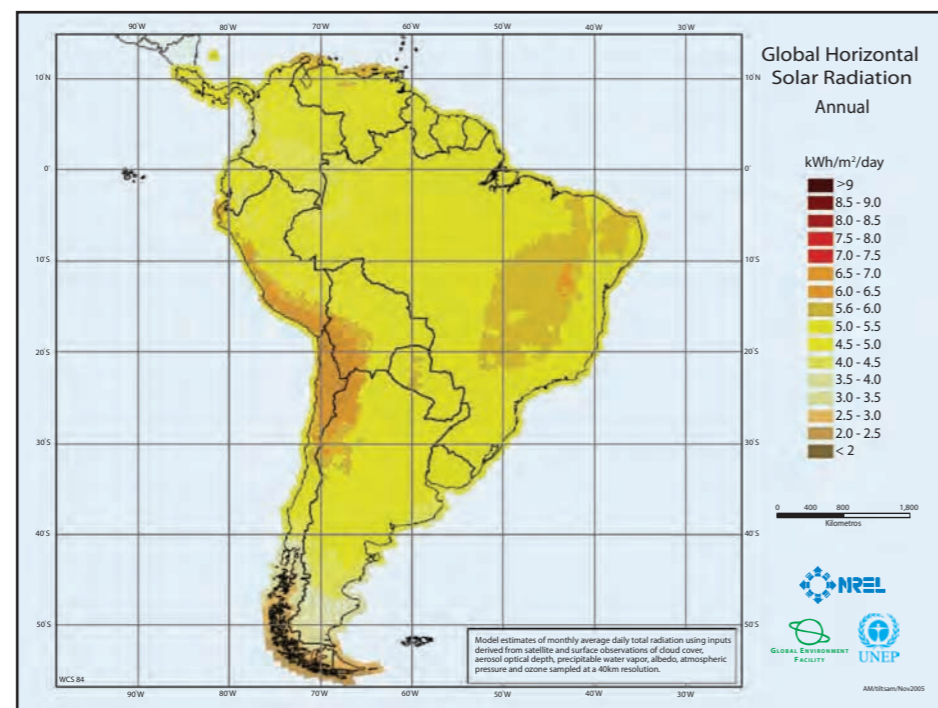


Fuente: Atlas de Insolación- CIE, 2008

se obtuvieron celdas de información con una resolución de 1 Km<sup>2</sup> (Figura 3).

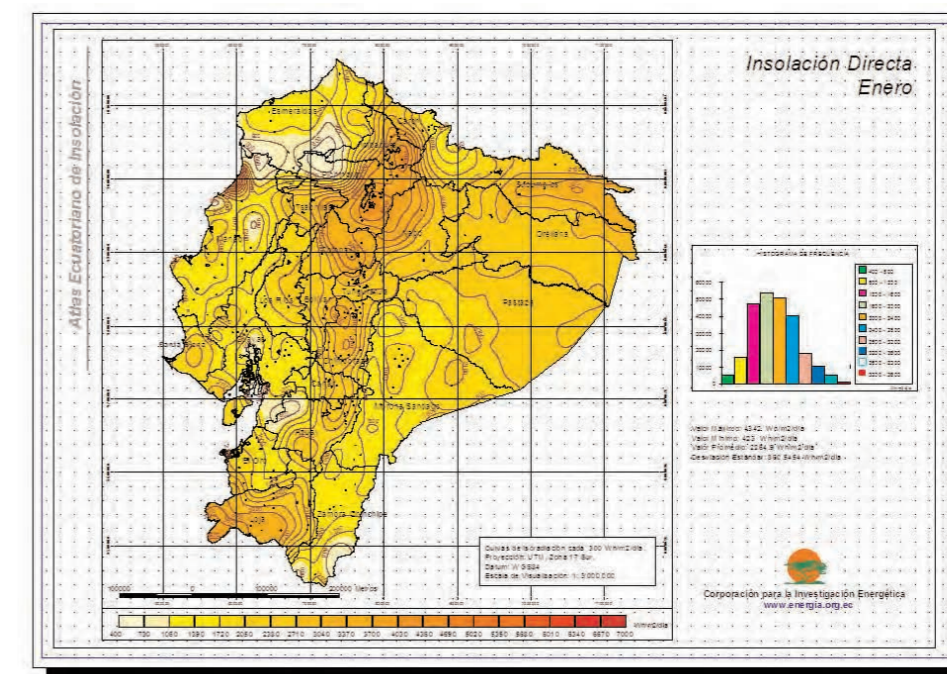
Este proceso se repitió para cada mes dentro de las insolaciones directa, difusa y global, obteniéndose un total de 36 mapas mensuales, mas 3 que corresponden a los promedios anuales, dando un juego de 39 mapas. Cada grilla obtenida a través de este proceso, generó una base de datos de aproximadamente 248 000 puntos para cada cobertura en celdas de 1 Km<sup>2</sup>, dando un total de 9 600 000 registros con información de los tres tipos de insolaciones (Figura 4).

**FIGURA 1**  
NREL, INSOLACIÓN GLOBAL HORIZONTAL EN SUDAMÉRICA



Fuente: NREL

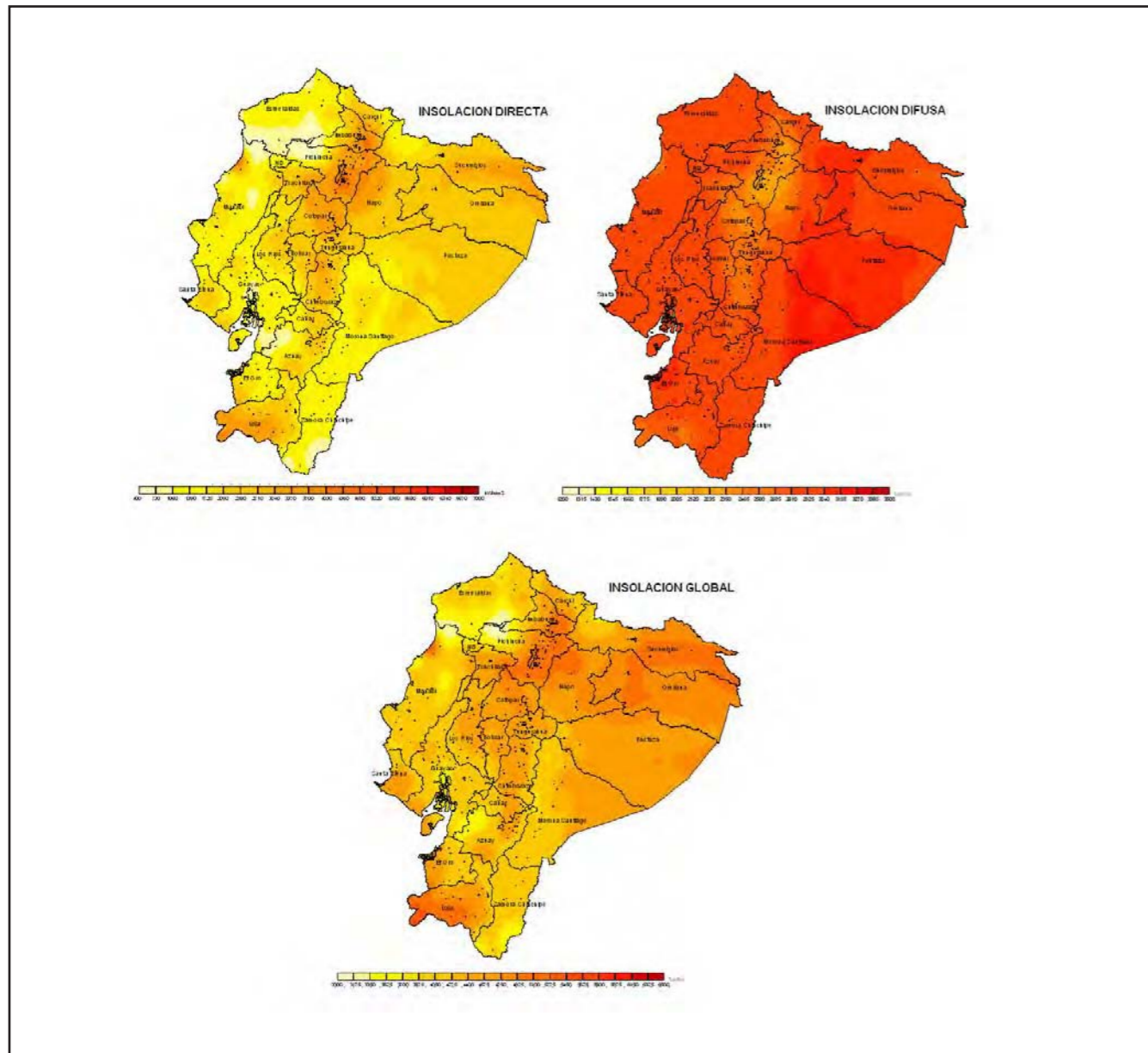
**FIGURA 4**  
MAPA SOLAR DEL ECUADOR



Fuente: Atlas de Insolación - CIE, 2008

Se incorporó además para cada uno de los mapas, isohelias a distintos intervalos para tener una mejor visualización de los Wh/m<sup>2</sup>/día presentes en las zonas del país (Figura 5).

**FIGURA 5**  
INSOLACIÓN EN EL MES DE ENERO: DIRECTA, DIFUSA, GLOBAL



Fuente: Atlas de Insolación - CIE, 2008

## 2. DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

### 2.1. ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DEL SOL

La producción está basada en el fenómeno físico denominado 'efecto fotovoltaico', que básicamente consiste en convertir la luz solar en energía eléctrica por medio de unos dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas. Estas células están elaboradas a base de silicio puro (uno de los elementos más abundantes, componente principal de la arena) con adición de impurezas de ciertos elementos químicos (boro y fósforo), y son capaces de generar cada una corriente de 2 a 4 amperios, a un voltaje de 0,46 a 0,48 Voltios, utilizando como fuente la radiación luminosa<sup>1</sup> (Figura 6).

Las células se montan en serie sobre paneles o módulos solares para conseguir un voltaje adecuado. Parte de la radiación (insolación) incidente se pierde por reflexión (rebota) y otra parte por transmisión (atraviesa la célula). El resto es capaz de hacer saltar electrones de una capa a la otra creando una corriente proporcional a la insolación incidente. Una capa antirreflejo aumenta la eficacia de la célula.

### 2.2 SISTEMA FOTOVOLTAICO

Un sistema fotovoltaico es un dispositivo que, a partir de la insolación, produce energía eléctrica en condiciones de ser aprovechada por el hombre. El sistema consta de los siguientes elementos:

- Un **generador solar**, compuesto por un conjunto de paneles fotovoltaicos, que captan la insolación luminosa procedente del sol y la transforman en corriente continua a baja tensión (12 ó 24 V).

- Un **acumulador**, que almacena la energía producida por el generador y permite disponer de corriente eléctrica fuera de las horas de luz o días nublados.

- Un **regulador de carga**, cuya misión es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, que le produciría daños irreversibles; y asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficiencia.

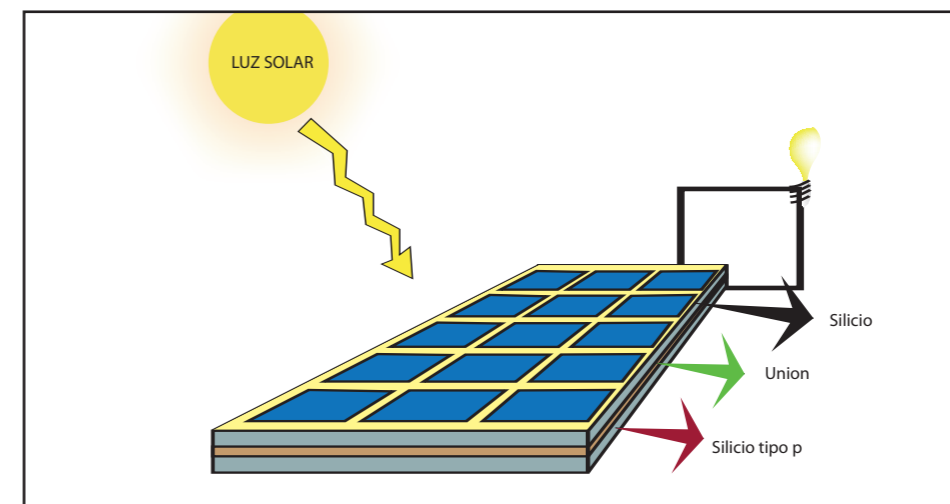
- Un **inversor** (opcional), que transforma la corriente continua de 12 ó 24 V almacenada en el acumulador, en corriente alterna de 230 V.

Una instalación solar fotovoltaica sin inversor, utiliza una tensión de 12Vcc.

Una instalación solar fotovoltaica con inversor, utilización a 220 Vca.

Una vez almacenada la energía eléctrica en el acumulador hay dos opciones: sacar una línea directamente de éste para la instalación y utilizar lámparas y elementos de consumo de 12 ó 24 Vcc o bien transformar la corriente continua en alterna de 220 V a través de un inversor.

**FIGURA 6**  
EFECTO FOTOVOLTAICO



Fuente: www.textoscientificos.com

<sup>1</sup> LOPEZ Luis, Panel Solar Híbrido Fotovoltaico/Térmico con incremento de eficiencia de sistema fotovoltaico.

**UNIDADES UTILIZADAS EN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

La insolación, la potencia solar, así como muchas otras variables pueden medirse en diversos tipos de unidades. En la siguiente tabla se da una visión general de las diferentes unidades comúnmente utilizadas y se dan sus factores de conversión.

UNIDAD	EXPLICACIÓN	CONVERSIÓN
<b>Potencia Solar</b>		
Wp	Vatio pico	-
W	Vatio	-
KW	Kilovatio (1000 w)	-
W/m <sup>2</sup>	Vatio por metro cuadrado	-
<b>Energía Solar</b>		
		<b>A kWh/m<sup>2</sup></b>
kWh/m <sup>2</sup>	kWh por metro cuadrado	1
kJ/cm <sup>2</sup>	kJ por centímetro cuadrado	2,778
MJ/m <sup>2</sup>	MJ por metro cuadrado	0,2778
kcal/cm <sup>2</sup>	1000 calorías por centímetro cuadrado	11,67
BTU/ft <sup>2</sup>	Unidades Térmicas británicas por pie cuadrado	0,0428
Langley	Caloría por centímetro cuadrado	0,0116

**IMPORTANTE:**

Cuando queremos comprar un módulo FV, lo que debemos indicarle al proveedor es la potencia que necesitamos. La potencia eléctrica de un módulo FV se expresa en Vatio Pico (Wp). Esta medida nos dice que, en un día despejado y soleado, a las 12 del mediodía, un módulo de 50 Wp produce 50 W a luz solar plena, indistintamente de dónde sea instalado. Esta potencia es medida en los laboratorios del fabricante y debe garantizar ese valor.

**2.3 DISEÑO DEL SISTEMA**

Se le denomina dimensionado o diseño de un sistema solar fotovoltaico a una serie de procesos de cálculo que logran optimizar el uso y la generación de la energía eléctrica de origen solar, realizando con un balance adecuado entre ellas, desde los puntos de vista técnico y económico.

El primer aspecto que debemos considerar a la hora de realizar el diseño es el consumo racional de la energía.

Para conocer cuánta energía eléctrica se requiere en el objetivo a electrificar, se deben tener en cuenta las características eléctricas de los equipos a alimentar y el tiempo de empleo por parte del usuario del sistema. Es decir, se hace necesario conocer o estimar la corriente y la tensión o voltaje de trabajo de los equipos instalados y el número de horas diarias de trabajo, teniendo en cuenta las posibles ampliaciones que en el futuro se hagan en la instalación proyectada.

Un sistema FV puede abastecer a cualquier artefacto eléctrico. La siguiente tabla muestra el consumo promedio de energía que registran los más utilizados.

ARTEFACTO	REQUERIMIENTO DE POTENCIA
Lámpara ahorradora	8-23
Tubo fluorescente	15-40
Foco (bombilla) incandescente	25-100
Radio Tocacintas	12-30
Televisor pequeño B/N	15
Televisor pequeño a color	40
Computadora pequeña	150
Refrigerador	100-400
Horno Microondas	1 000
Calentador Eléctrico	1 500
Unidad de aire acondicionado	1 500

Como segundo aspecto a tener en cuenta en el diseño y no de menos importancia está la disponibilidad en el sitio de instalación del recurso solar.

**IMPORTANTE:**

La cantidad de insolación global o total que incide al día sobre los módulos solares, se expresa en kWh/m<sup>2</sup>/día ó su equivalente en horas de Sol máximo u horas de sol pico (HSP). Este dato se puede obtener en el "Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica", dividiendo el valor dado por el Atlas entre 1 000 para obtener Kilovatios, ya que las unidades del Atlas están en Wh/m<sup>2</sup>/día.

**A) EL CONSUMO DE ENERGÍA, DEMANDA PROMEDIO**

El hallar el consumo de energía de un artefacto es sólo cuestión de multiplicar y sumar. Supongamos que una

radio utiliza 10 W y permanece encendida por 8 horas, entonces su consumo de energía durante ese tiempo es 10 W por 8 horas = 80 Wh = 0,080 kWh. La siguiente tabla muestra un ejemplo de este cálculo.

ARTEFACTO	POTENCIA W	USO HORAS/DÍA	ENERGÍA Wh/d
Televisor pequeño a color	40	5	200
Refrigerador	300	12	3 600
(10) Lámparas ahorradoras	20	6	1 200
Tocacinta	5	4	20
<b>TOTAL</b>			<b>5 020</b>

En el ejemplo anterior, el requerimiento de energía es de 5 020 Wh por día = 5 kWh. Esto nos permite conocer las cargas en corriente continua.

Esto equivale a una potencia de consumo promedio de (dividir entre 24 h):

P= 5 020 Wh/24h = 209 W

**B) DISEÑO DEL SISTEMA**

A continuación presentamos un ejercicio resuelto a partir de una metodología<sup>2</sup> que facilita el diseño del Sistema Solar Fotovoltaico

**EJERCICIO**

Un refugio de selva se encuentra situado en las afueras de la parroquia de Pacayacu, a orillas del Río Aguarico, en la provincia de Sucumbíos. No dispone de servicio eléctrico y debido a su alejamiento del centro poblado más cercano, se ha decidido como opción más rentable el uso de módulos FV para cubrir las necesidades energéticas del mismo.

En la zona se registra una insolación difusa promedio anual de 2,9 kWh/m<sup>2</sup>/día, valor obtenido a través de la información del "Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica" **al dividirlo entre 1 000**, pues las unidades de insolación del Atlas se encuentran en Wh/m<sup>2</sup>/día.

Características del sistema

En el refugio existen las siguientes cargas:

- **8 puntos de luz:** 20 W por punto (corriente continua, 12 V)
- **Usos varios:** radio, cargador de celular (teléfono móvil): 20 W (corriente alterna, 110 V)

Los tiempos de uso de estas cargas por día son:

- **Puntos de luz:** 5 horas
- **Usos varios:** 2 horas

Para el cálculo de los paneles solares, vamos a trabajar con módulos monocristalinos MYSUN de 100 W, que son los más costo-eficientes del mercado local.

- **Corriente máxima (pico):** 5,72 A

<sup>2</sup> ORBEGOZO Carlos, Energía Solar Fotovoltaica- Módulo Básico De Entrenamiento, GREENENERGY Consultoría y Servicios, 2005.



- **Tensión nominal:** 12 V

Para el cálculo de las baterías, tomamos como modelo la batería BATESOL. Según su catálogo comercial, posee las siguientes características:

- **Profundidad de descarga:** 60%
- **Tensión nominal:** 12 V
- **Capacidad:** 105 Ah

Según la nubosidad de la localidad estudiada, hemos considerado suficiente tomar el valor de 3 días de autonomía para las baterías.

Para el cálculo de la unidad de control, la mejor opción es trabajar con la marca HELIOS que posee modelos con intensidades de 10 en 10 Amperios.

Para el cálculo del inversor, trabajamos con inversores INVERSOL cuyas capacidades van de 250 en 250 Vatios.

## SOLUCIÓN

### Aa. DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS EN CORRIENTE CONTINUA (12V CC)

ARTEFACTO CC	A1 CANTIDAD	A2 POTENCIA (W)	A3 USO (horas/día)	A4 ENERGÍA Wh/día Vatios/hora/día
Focos	8	20	5	800

A5: CARGA CC TOTAL DIARIA (Sumar columna A4): **800 Wh/día**

### Ab. DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS EN CORRIENTE ALTERNA (110V CA)

ARTEFACTO CA	A6 CANTIDAD	A7 POTENCIA (W)	A8 USO (horas/día)	A9 ENERGÍA Wh/día A6*A7*A8	A10 CARGA PICO
Usos varios	1	20	2	40	0

A11: CARGA CA TOTAL DIARIA (Sumar columna A9): **40 Wh/día**

A12: Factor inversor (CC – CA): **1,20**

A13: Carga diaria CC equivalente (A11 x A12)

(El total de cargas en CA se transforma en CC para estandarizar los cálculos posteriores.

El factor 1,2 representa las pérdidas del inversor de voltaje).

$40 * 1,2 = 48 \text{ Wh/d CC}$

A14: Carga máxima pico (A6xA7) = **20 Vatios**

A15: Carga máxima pico CA 40 W (Sumar columna A10 + A14 ) = **20 Vatios**

### CORRIENTE PICO DEL MÓDULO

B1: Carga diaria CC (A5) = **800 Vatios/hora/día**

B2: Cargas CC (de cargas CA) diaria (A13) = **48 Vatios/hora/día**

B3: Carga CC total diaria (B1 + B2):  $800+48 = 848 \text{ Vatios/hora/día}$

B4: Tensión CC del sistema: **12 v**

B5: Carga diaria corriente CC (B3 / B4) =  $(848 \text{ vatios/hora/día}) / 12 \text{ V} = 70,67 \text{ Ah}$

B6: Factor de seguridad (pérdidas del sistema) = **1,2**

B7: Carga corriente corregida =  $70,67 \text{ Ah} * 1,2 = 84,8 \text{ Ah}$

B8: Radiación solar : **2,9 kWh/m<sup>2</sup>**

Recuerde que las unidades en el Atlas son Wh/m<sup>2</sup>/día

B9: Corriente pico del sistema (B7 / B8)=  $84,8 \text{ Ah} / 5 \text{ kWh/m}^2 = 29,24 \text{ A}$

### DIMENSIONAMIENTO DEL MODULO FV

C1: Corriente pico del sistema (B9) = **29,24 A**

C2: Corriente pico (ver información del catálogo) = **5,72 A**

C3: Arreglo de módulos (C1 / C2) = **5,11**

C4: (Redondear C3) :Arreglo de módulos en paralelo = **5**

C5: Tensión CC nominal del sistema (B4) = **12 v**

C6: Tensión CC nominal del módulo (Ver información del catálogo) = **12 v**

C7:  $(C5 / C6) = 12/12 = 1$

C8: Número total de módulos (C4 x C7) =  $5 * 1 = 5$

### D. DIMENSIONAMIENTO DEL BANCO DE BATERÍAS

D1: Carga CC total diaria (B7) = **84,8 Ah**

D2: Días de reserva (emplear de 1 a 5 días máximo) = **3 días**

D3: Capacidad nominal banco de baterías (D1 x D2) = **254,4 Ah**

D4: Profundidad de descarga (menor de 1.00) = **0,6**

D5: Capacidad corregida banco de baterías (D3 / D4) =  $254,4/0,6 = 424 \text{ Ah}$

D6: Capacidad nominal de la batería (Ver información del catálogo ): **105 Ah**

D7: Arreglo de baterías en paralelo (D5 / D6) =  $424/105 = 4,03$

D8: Arreglo de baterías en paralelo (Redondear D7) = **4**

D9: Tensión CC nominal del sistema (B4) = **12 v**

D10: Tensión CC nominal de la batería (Ver información del catálogo: **12 v**

D11: Número de baterías en serie (D9 / D10) = **1**

D12: Número total de baterías (D8 x D11)=  $4 * 1 = 4$

### E. DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR

E1: Carga máxima continua CA (A14) = **20 Vatios**

E2: Carga máxima pico CA (A15) = **20 Vatios**

E3: Capacidad máxima continua CA del inversor = **250 Vatios**

Ver información del catálogo (debe ser mayor que E1)

E4: Capacidad máxima pico CA del inversor = **250 Vatios**

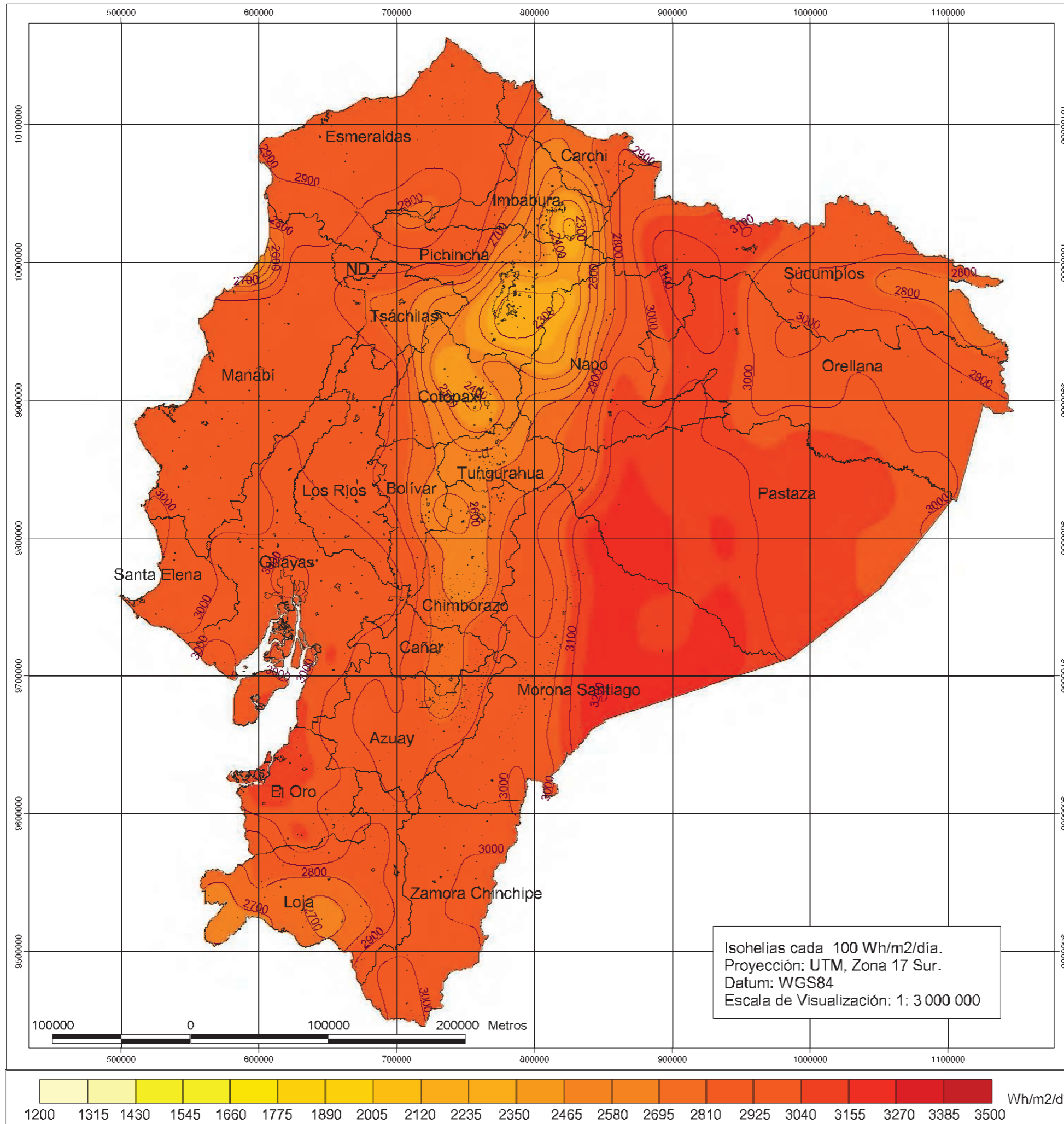
Ver información del catálogo (debe ser mayor que E2)

### CAPACIDAD DE LA UNIDAD DE CONTROL

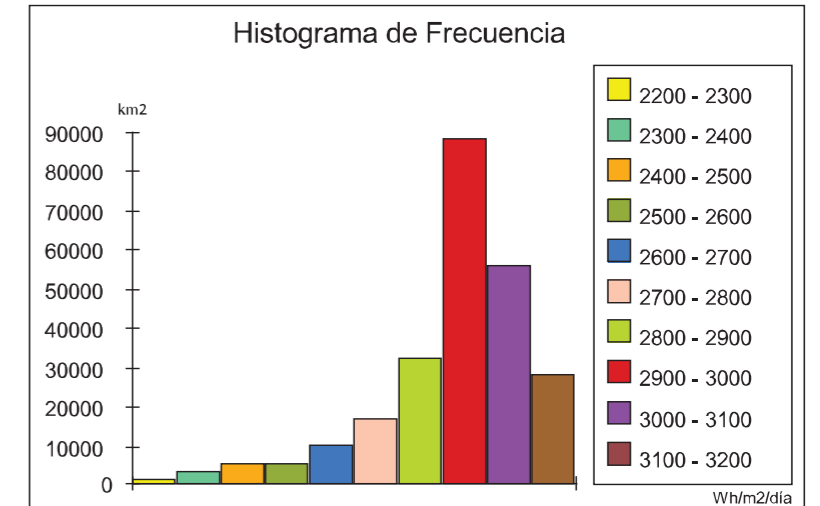
F1: Corriente pico del sistema: **29,24 Ah**

*Es importante preguntar al usuario si piensa ampliar su sistema en el futuro, para ver si la unidad de control puede ser de mayor capacidad.*

MAPAS



## Insolación Difusa Enero



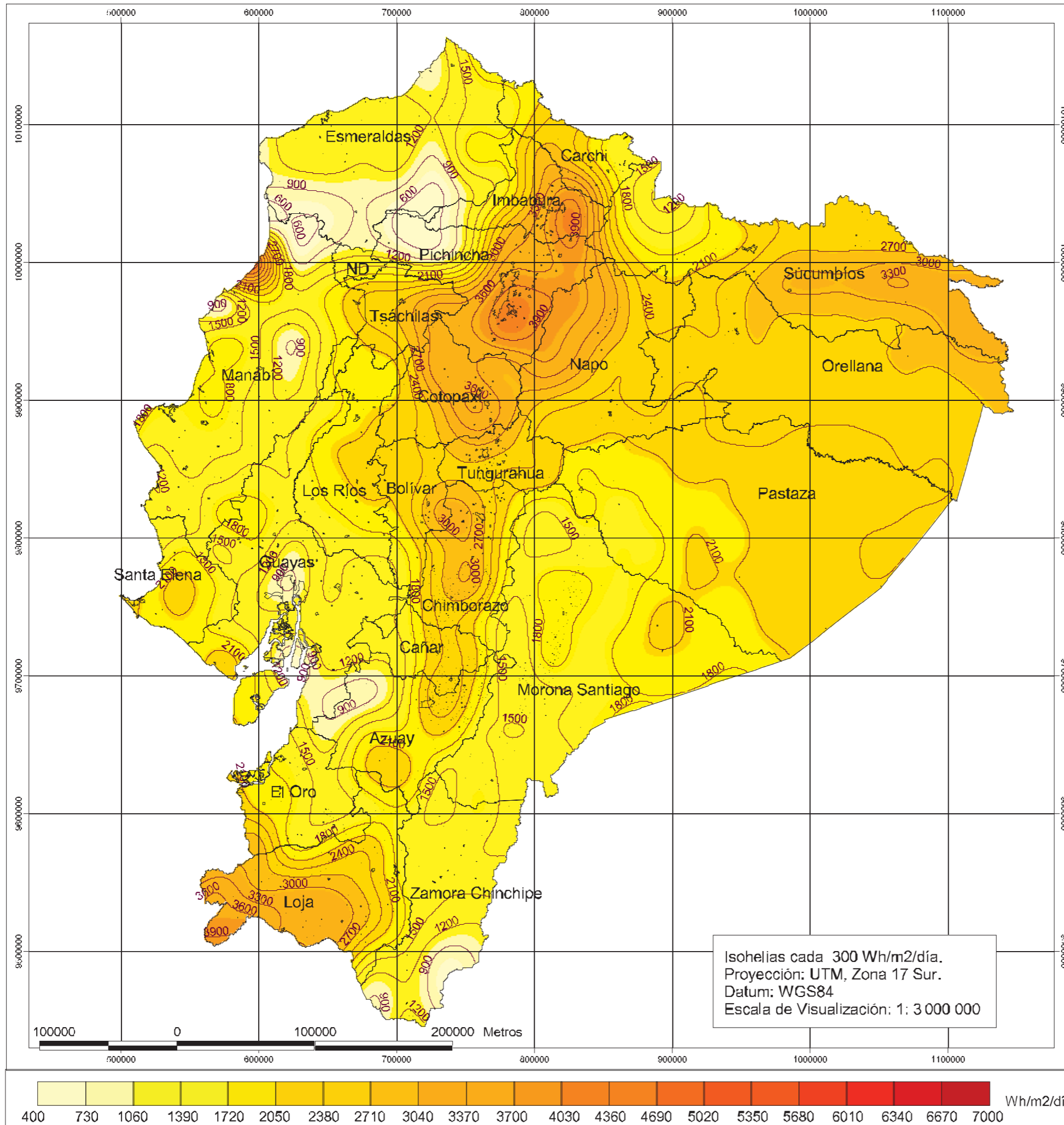
Valor Máximo: 3 200 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 2 440 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 2 925,1 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 175,5335 Wh/m2/día



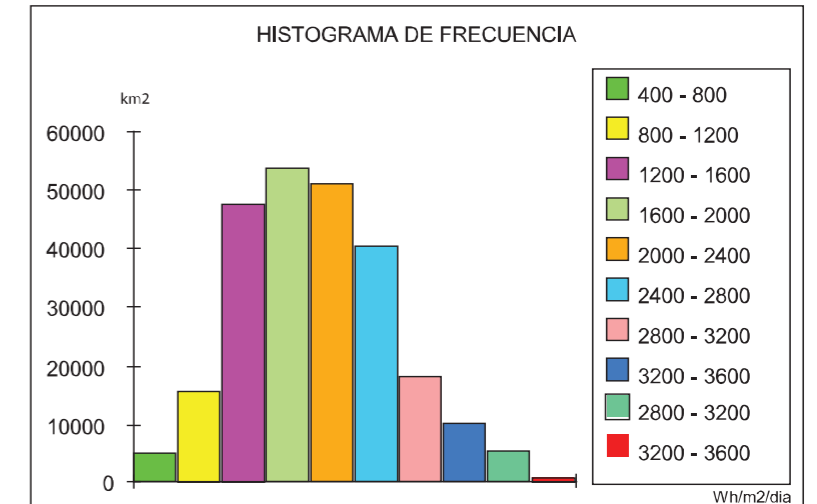
Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Difusa para el mes de Enero  
 Fecha: Agosto del 2008



## Insolación Directa Enero



Valor Máximo: 4 342 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 423 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 2 264,9 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 860,5454 Wh/m2/día



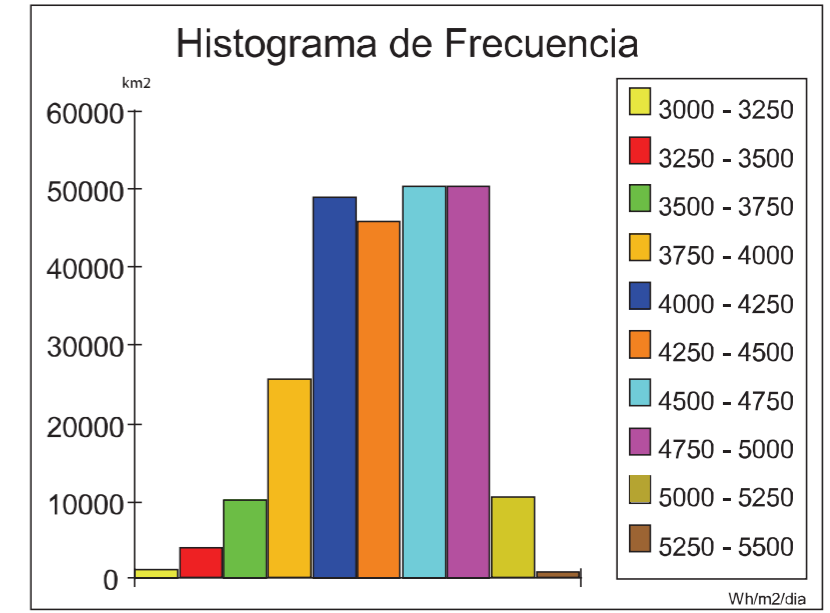
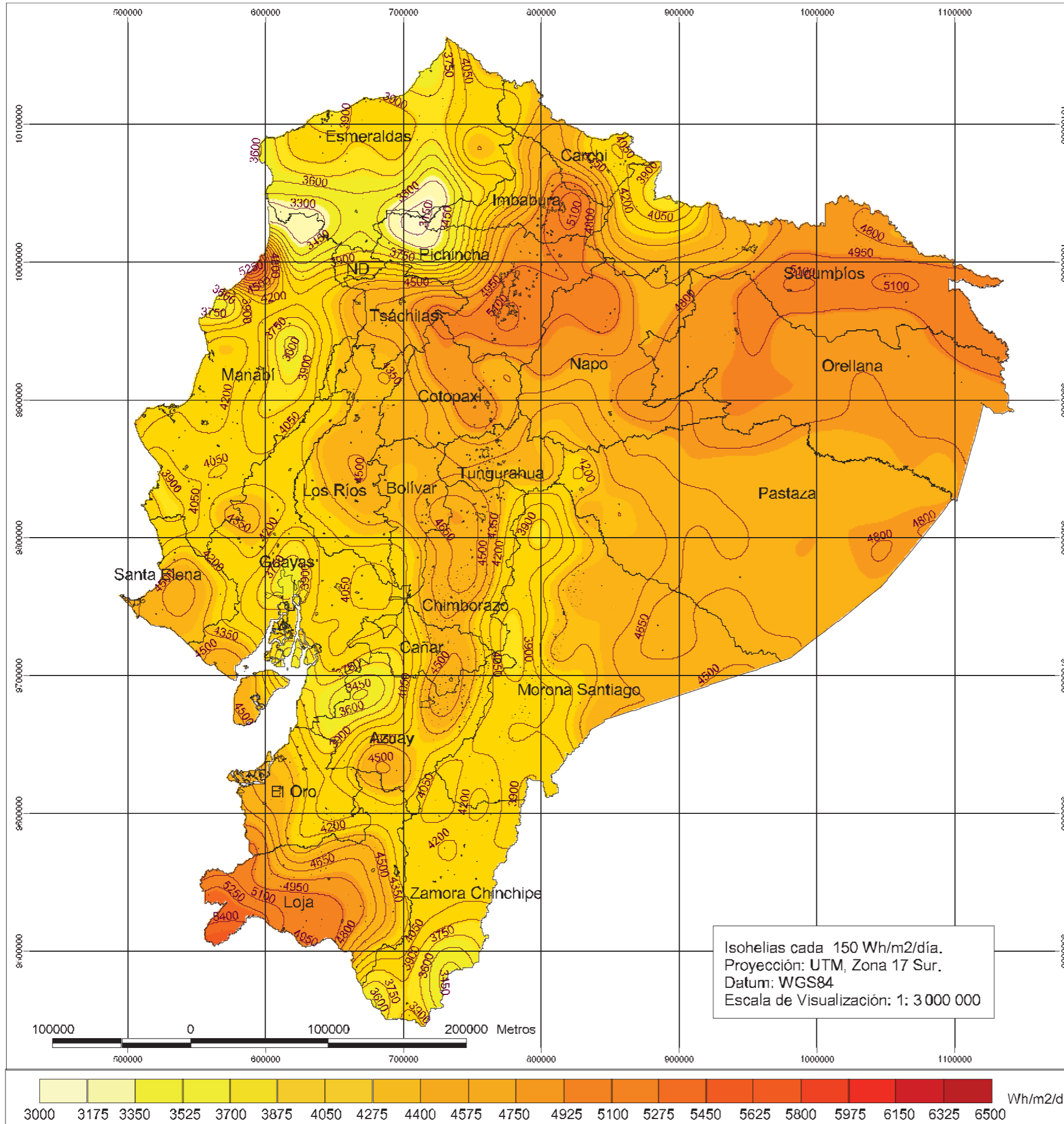
Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene:  
 Insolación Directa para el mes de Enero

Fecha:  
 Agosto del 2008

# Insolación Global Enero

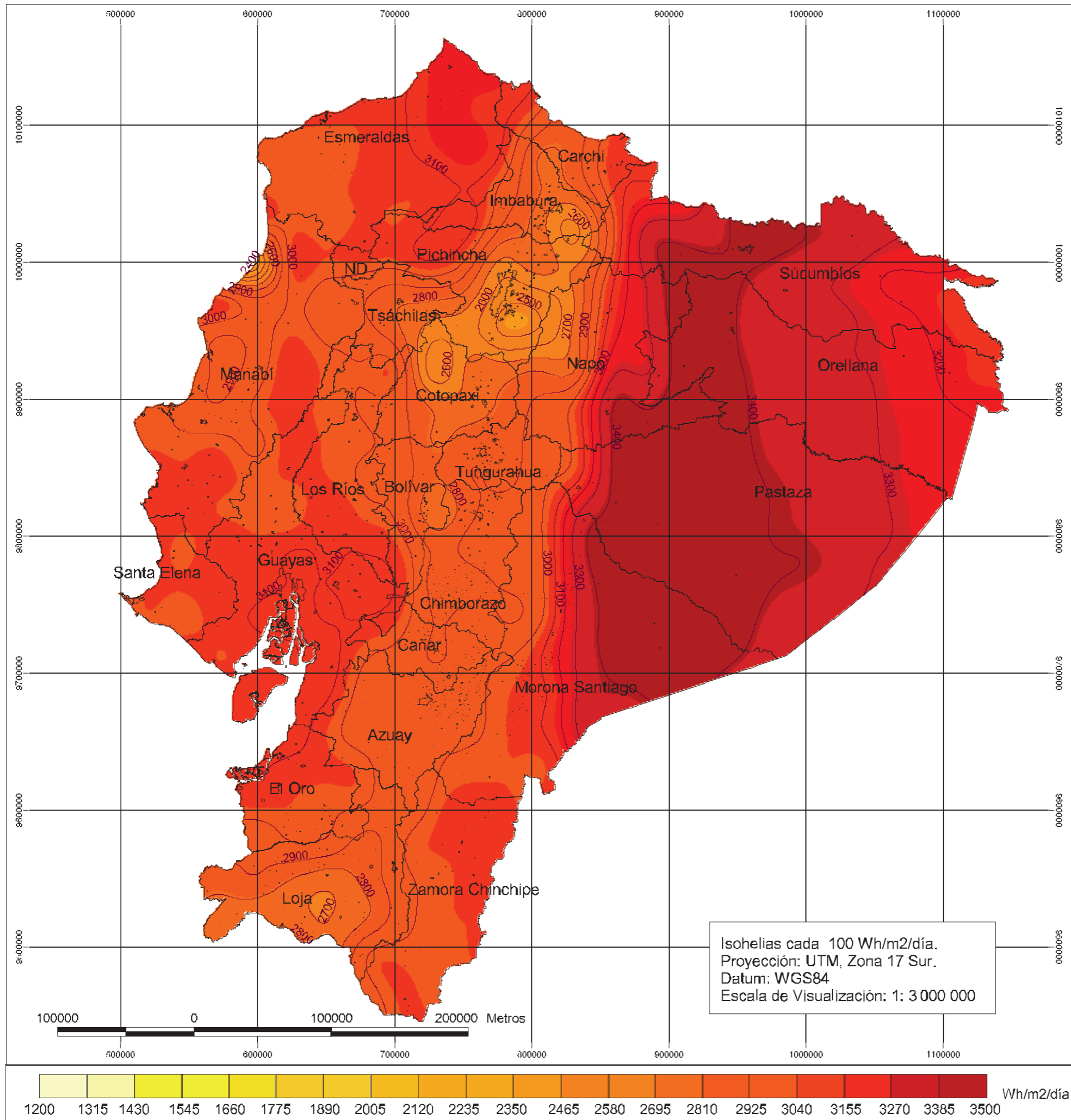


Valor Máximo: 5 523 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Mínimo: 3 089 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Promedio: 4 411,18 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Desviación Estándar: 415,7527 Wh/m<sup>2</sup>/día

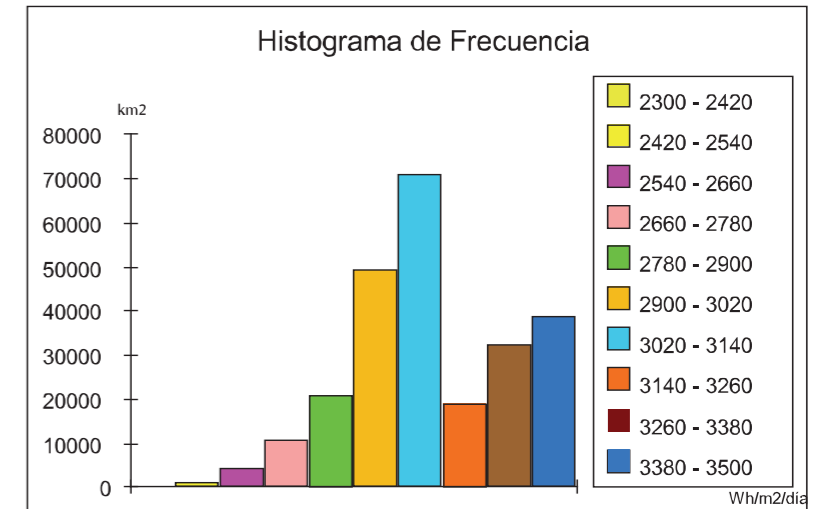
Corporación para la Investigación Energética

## ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Global para el mes de Enero      Fecha: Agosto del 2008



## Insolación Difusa Febrero



Valor Máximo: 3 495 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 2 336 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 3 103,11 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 218,8615 Wh/m2/día

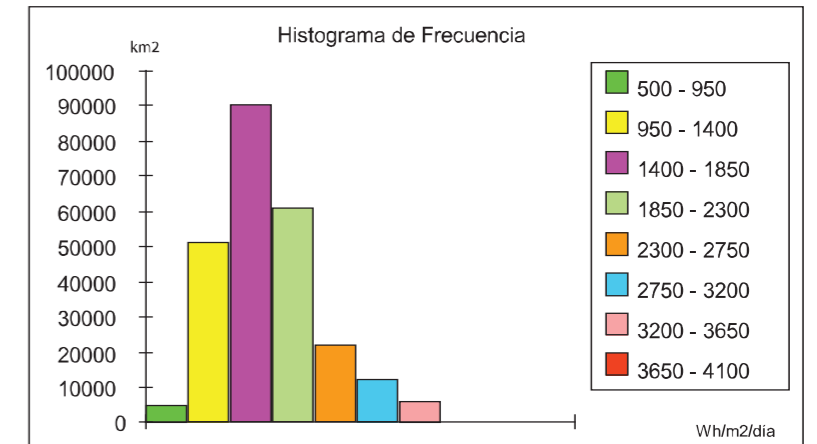
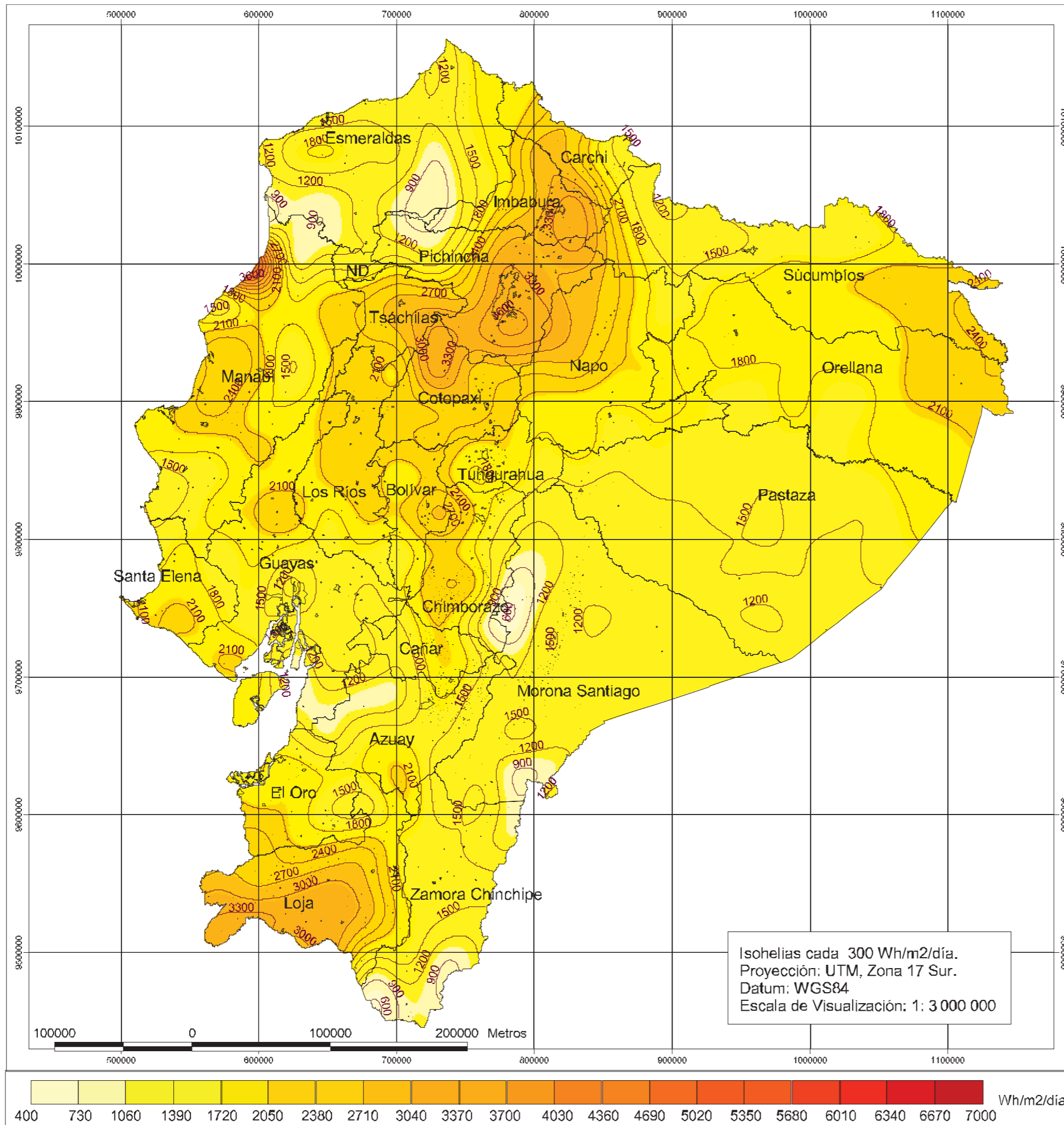


Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Difusa para el mes de Febrero	Fecha: Agosto del 2008
---	---------------------------

## Insolación Directa Febrero



Valor Máximo: 4 722 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Mínimo: 544 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Promedio: 1 828 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Desviación Estándar: 547,2988 Wh/m<sup>2</sup>/día

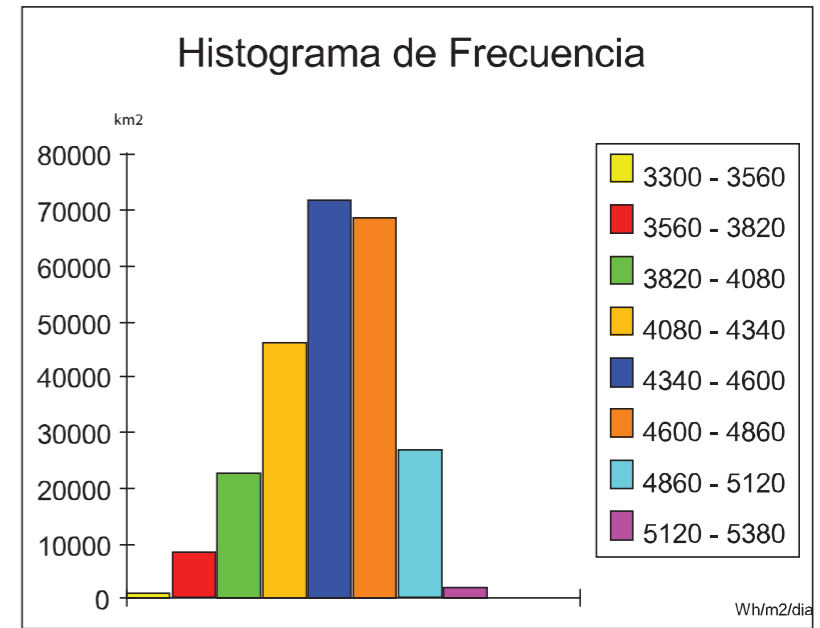
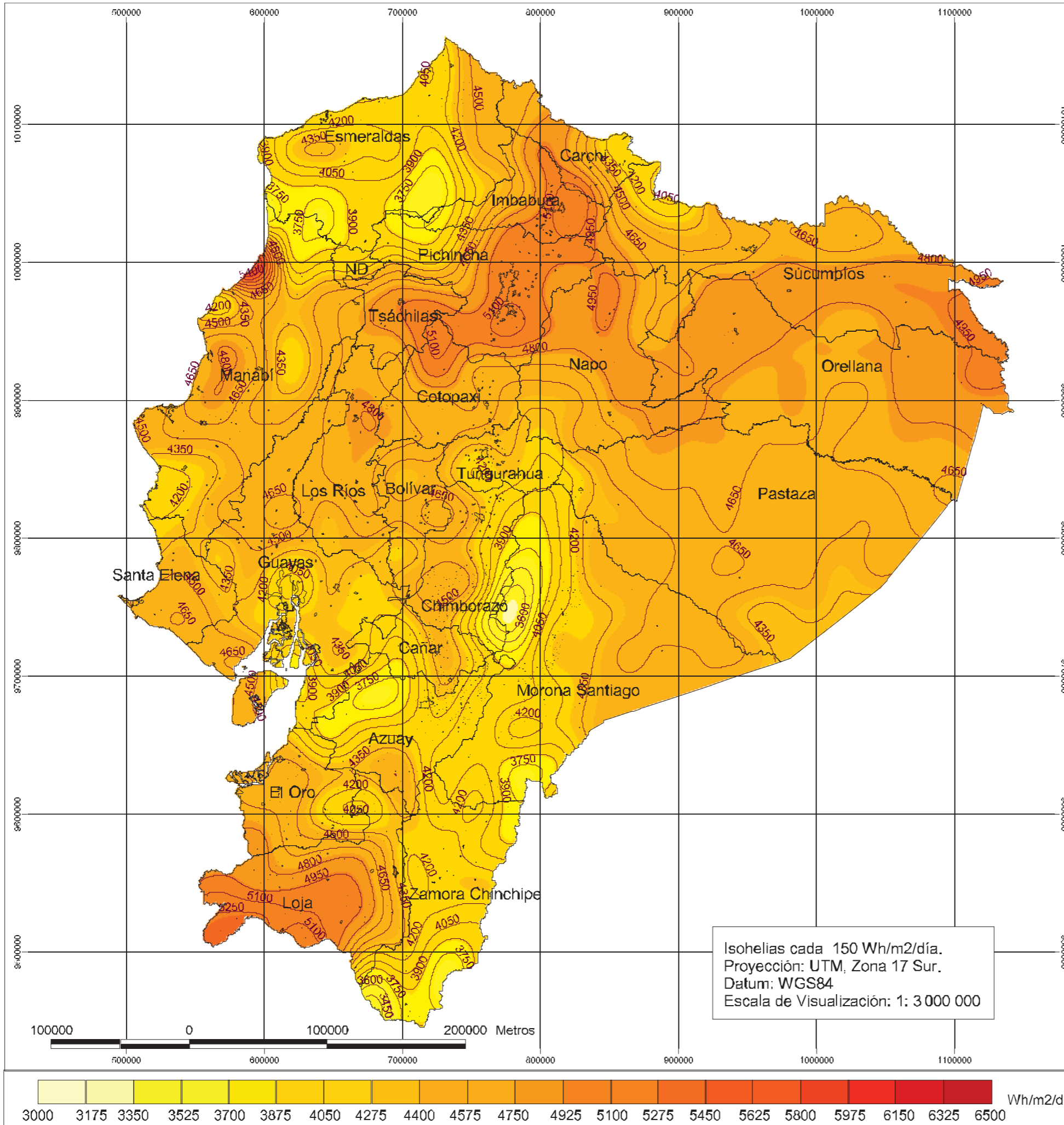


Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Directa para el mes de Febrero	Fecha: Agosto del 2008
--	---------------------------

# Insolación Global Febrero



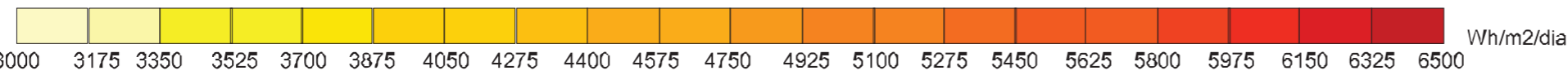
Valor Máximo: 5 817 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 3 315 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 4 480,31 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 334,7997 Wh/m2/día

Isohelas cada 150 Wh/m2/día.  
 Proyección: UTM, Zona 17 Sur.  
 Datum: WGS84  
 Escala de Visualización: 1: 3 000 000

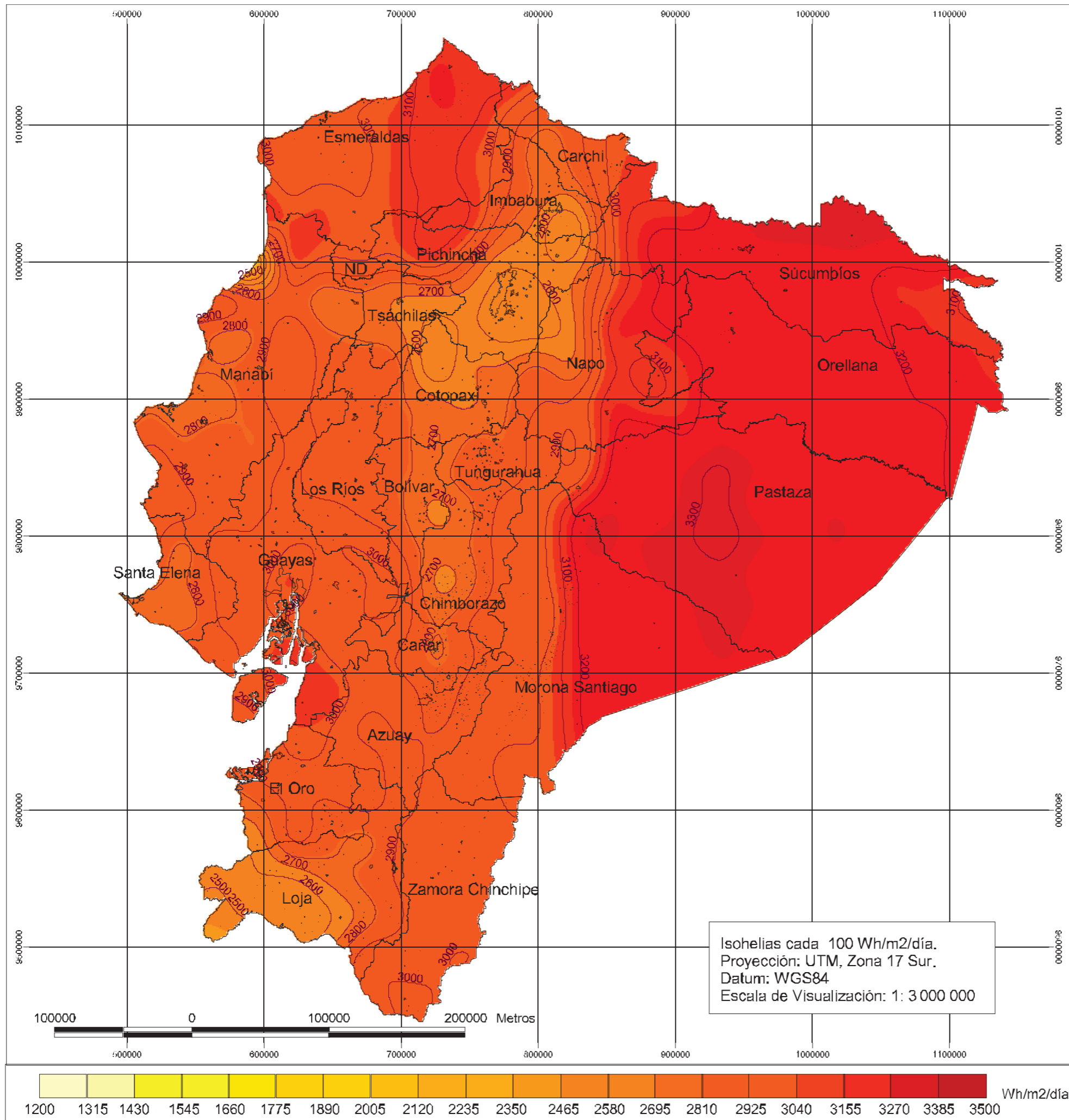
Corporación para la Investigación Energética

## ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

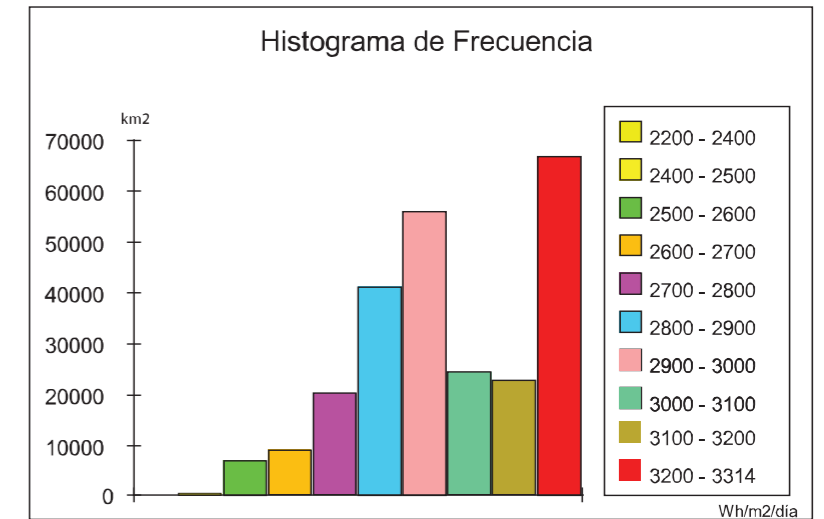
Contiene: Insolación Global para el mes de Febrero      Fecha: Agosto del 2008







## Insolación Difusa Marzo



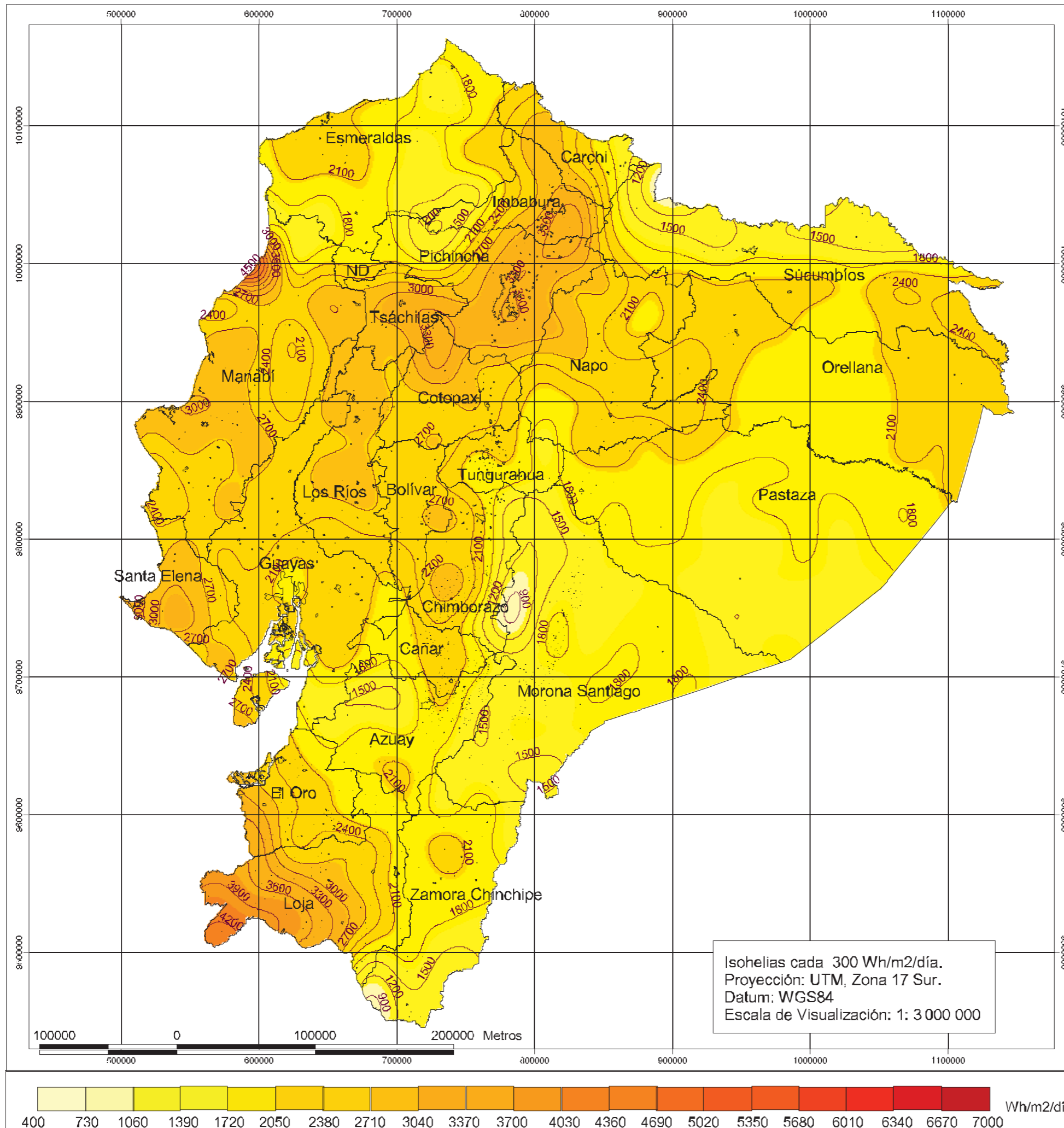
Valor Máximo: 3 314 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Mínimo: 2 296 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Promedio: 3 002, 47 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Desviación Estándar: 200,0473 Wh/m<sup>2</sup>/día



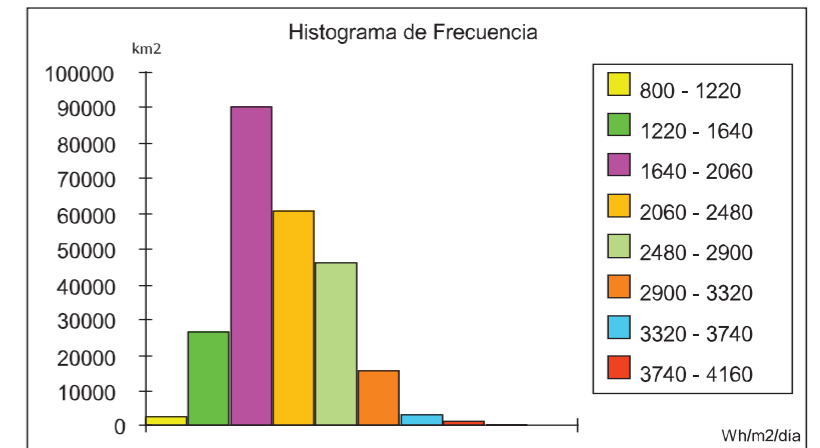
Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Difusa para el mes de Marzo  
 Fecha: Agosto del 2008



## Insolación Directa Marzo



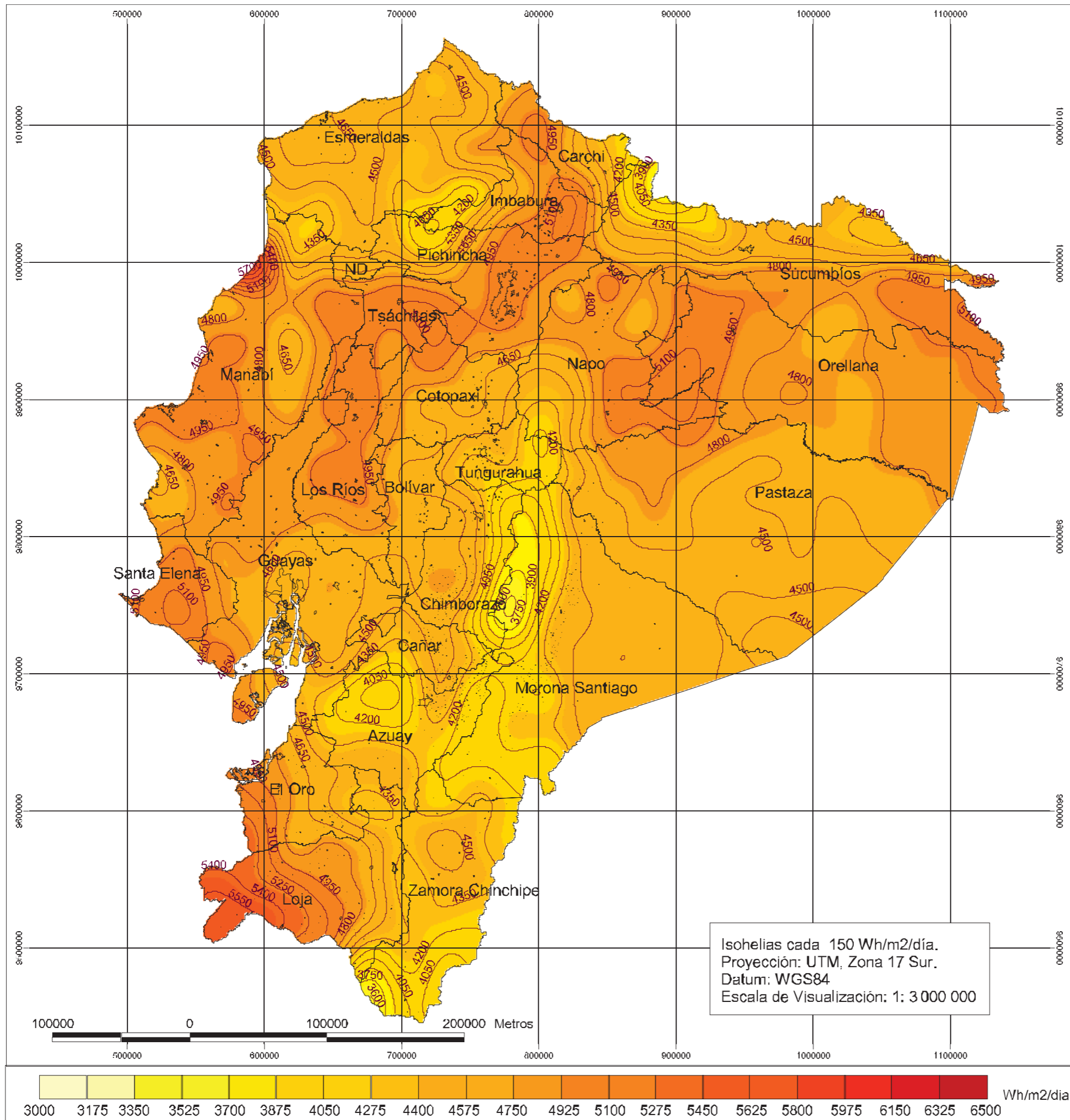
Valor Máximo: 4 730 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 834 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 2 172,1 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 519,6125 Wh/m2/día



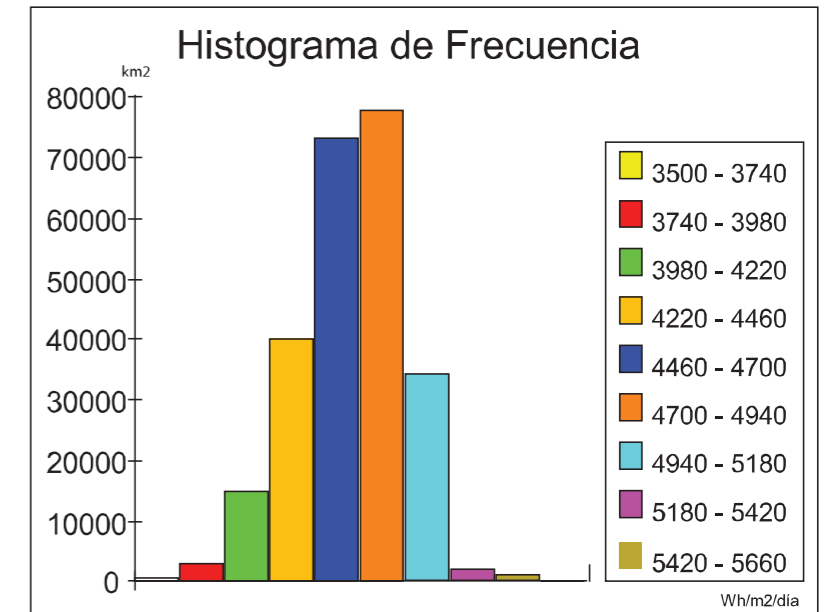
Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Directa para el mes de Marzo  
 Fecha: Agosto del 2008



## Insolación Global Marzo



Valor Máximo: 5 855 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Mínimo: 3 572 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Promedio: 4 655,19 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Desviación Estándar: 291,5249 Wh/m<sup>2</sup>/día

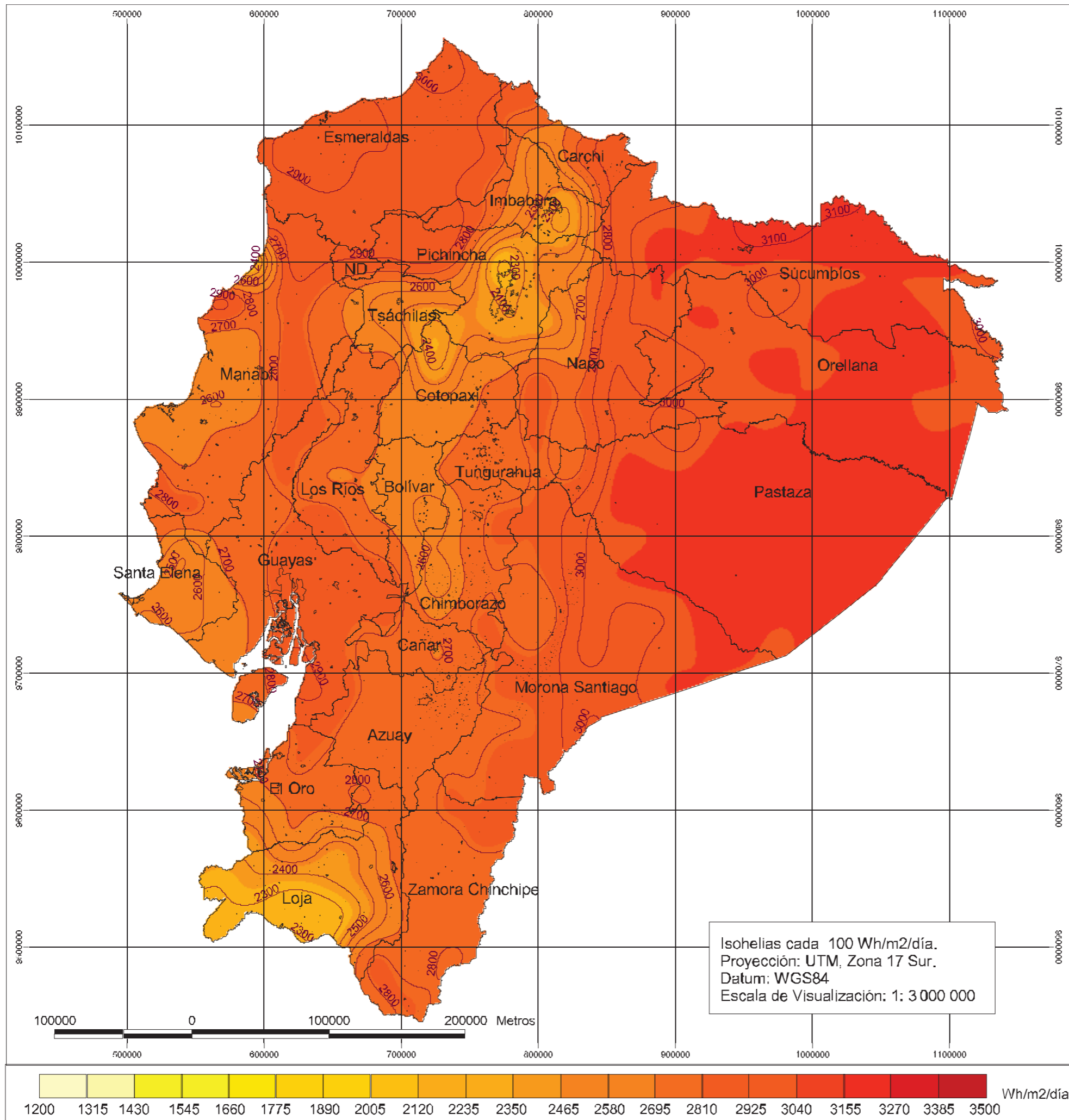


Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

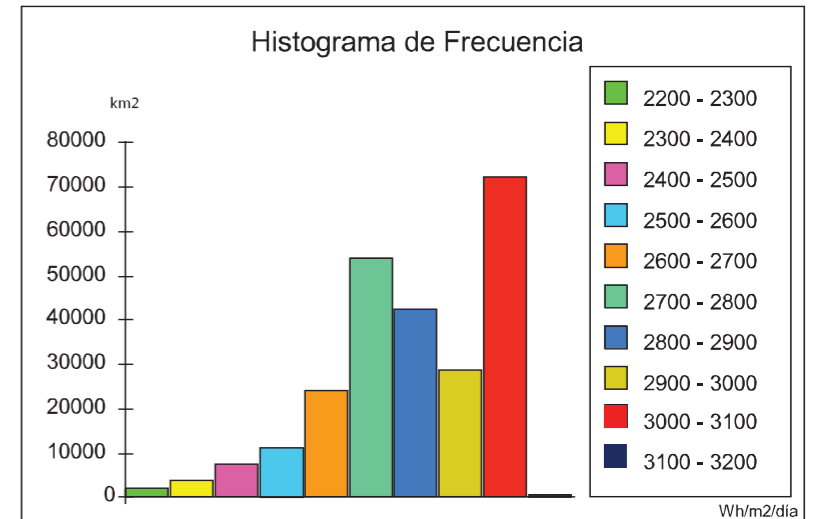
Contiene:  
Insolación Global para el mes de Marzo

Fecha:  
Agosto del 2008



Isohelas cada 100 Wh/m2/día.  
 Proyección: UTM, Zona 17 Sur.  
 Datum: WGS84  
 Escala de Visualización: 1: 3 000 000

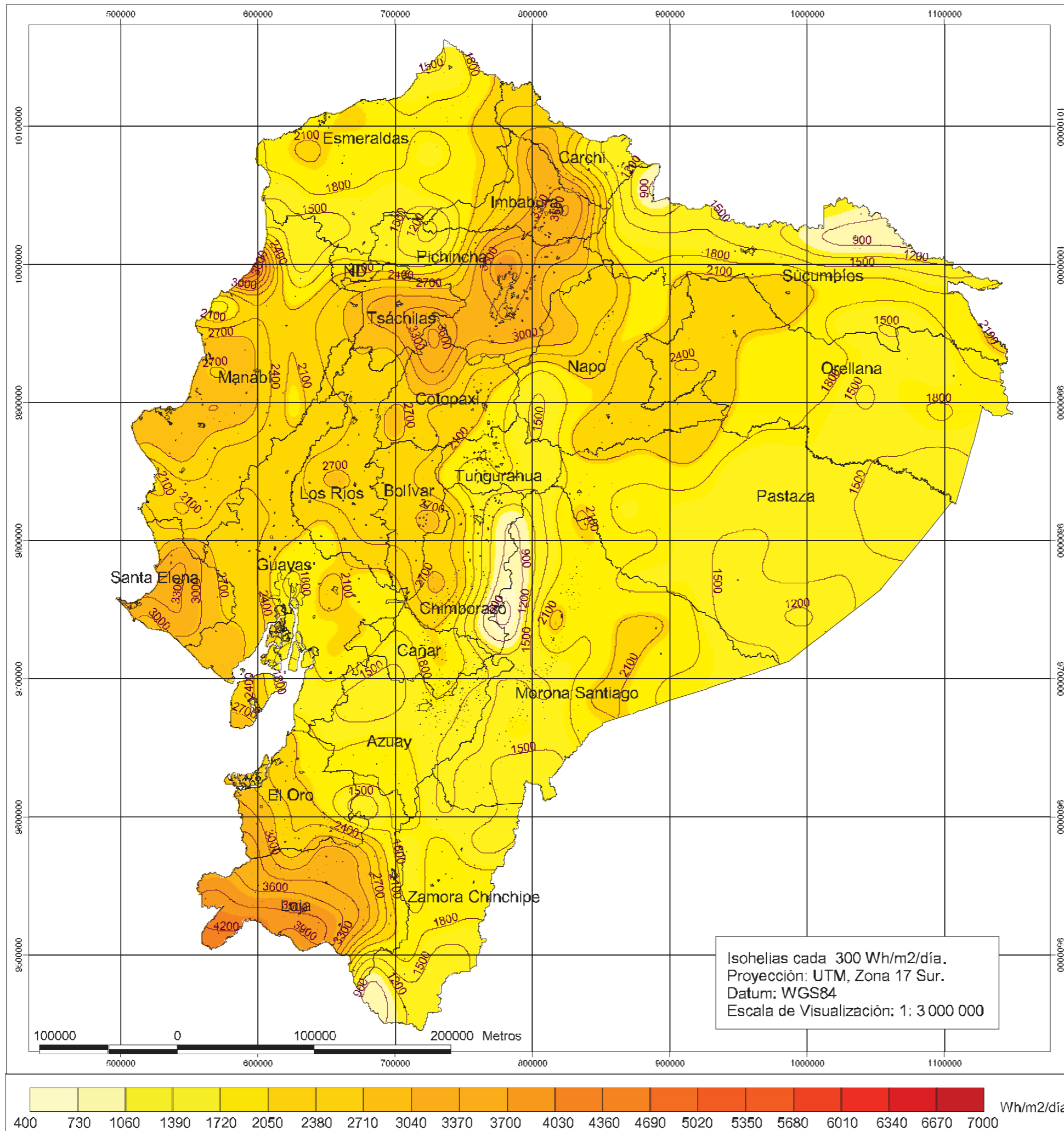
## Insolación Difusa Abril



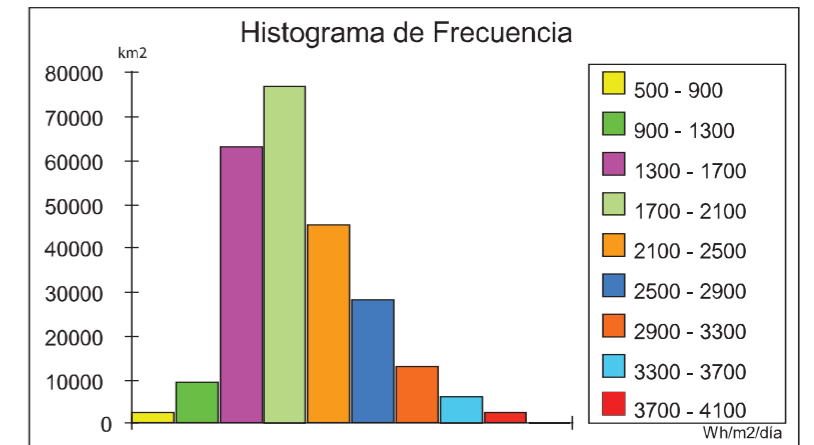
Valor Máximo: 3 149 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 2 204 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 2 839,94 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 188,5318 Wh/m2/día

**ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA**

Contiene: Insolación Difusa para el mes de Abril      Fecha: Agosto del 2008



## Insolación Directa Abril



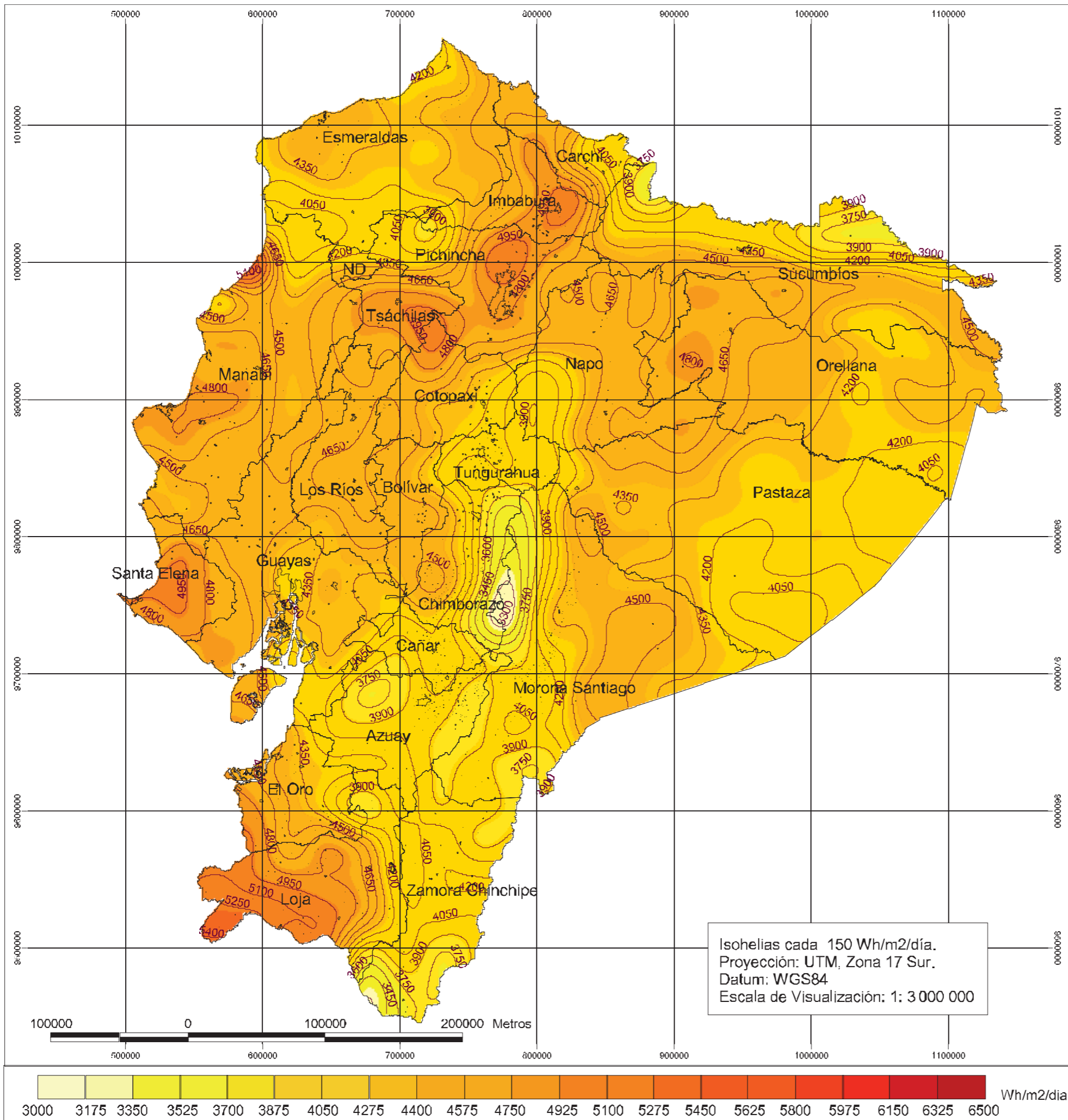
Valor Máximo: 4 404 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 545 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 2 051,4 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 587,9125 Wh/m2/día



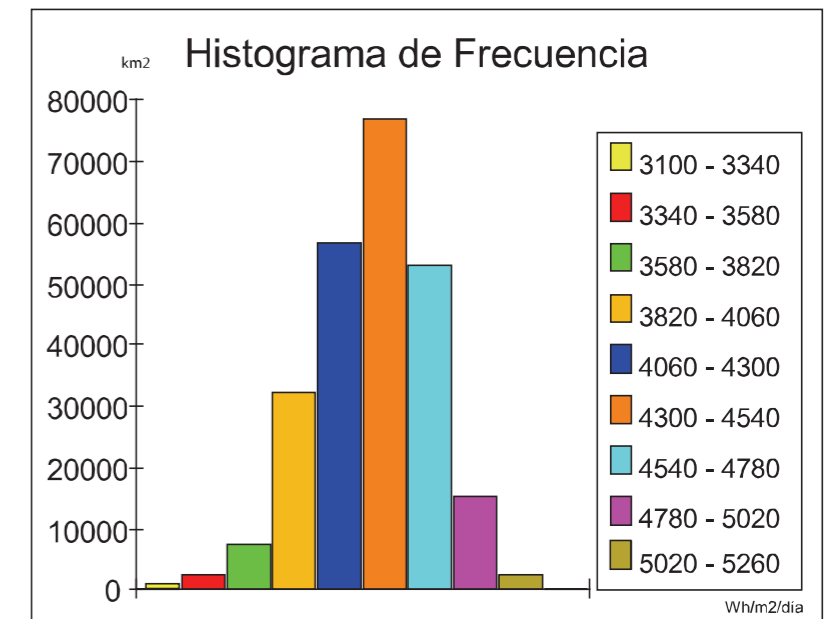
Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Directa para el mes de Abril  
 Fecha: Agosto del 2008



## Insolación Global Abril



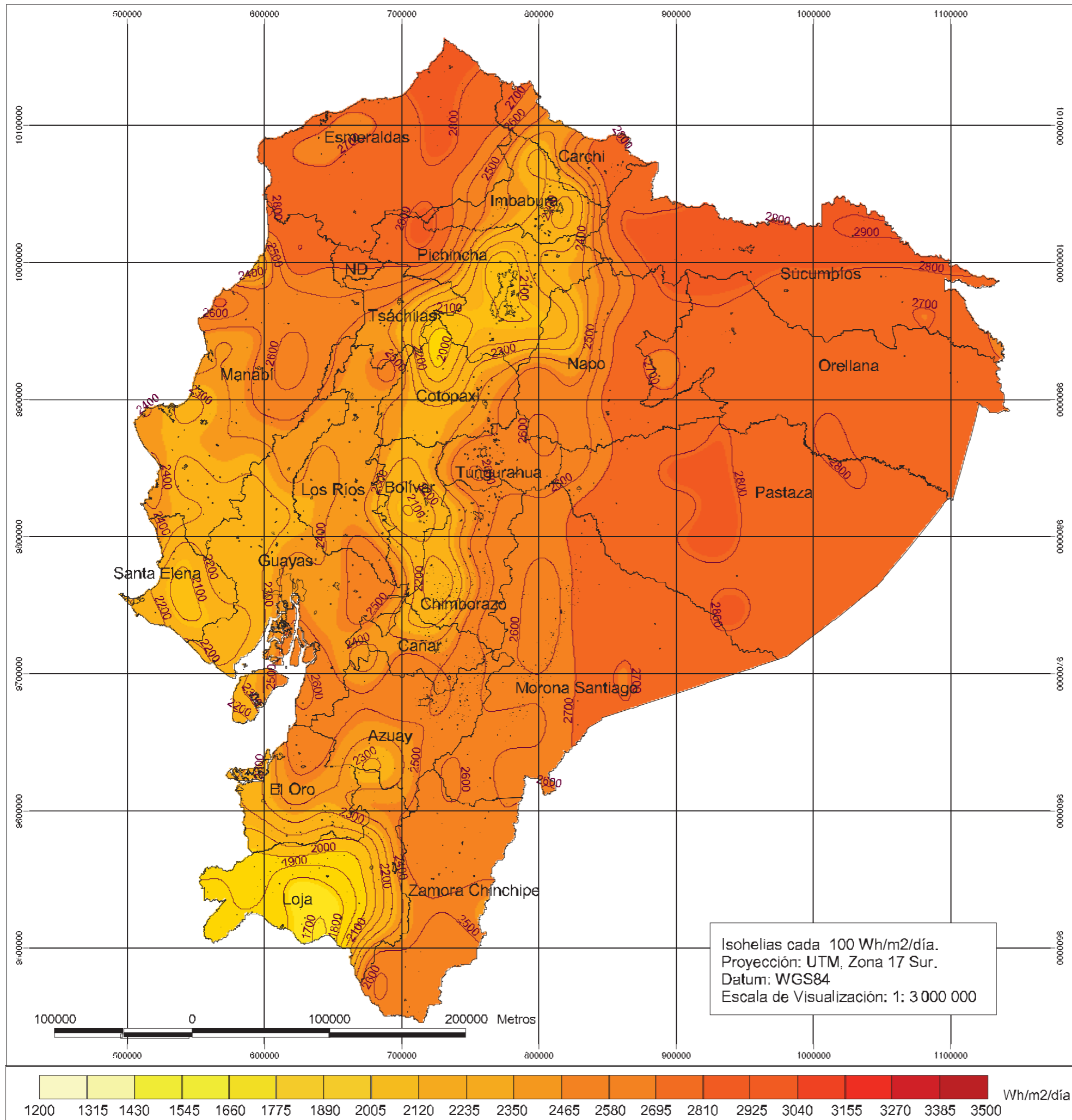
Valor Máximo: 5 421 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 3 188 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 4 360,2057 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 315,9972 Wh/m2/día



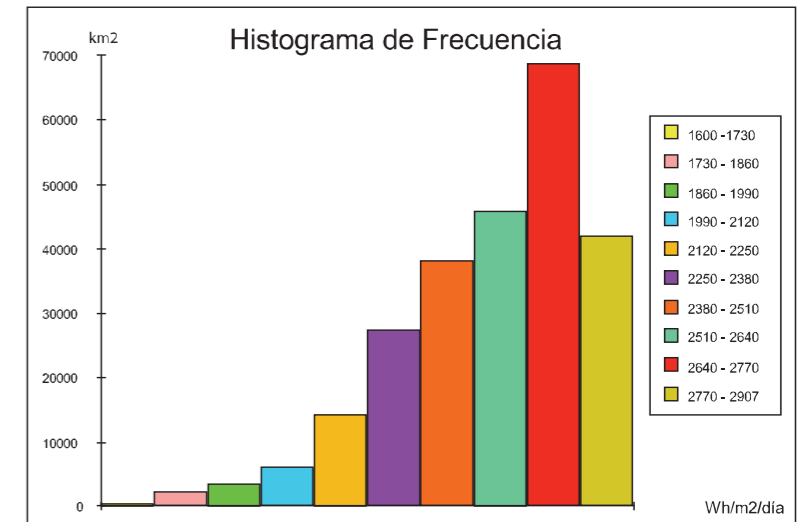
Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Global para el mes de Abril  
 Fecha: Agosto del 2008



## Insolación Difusa Mayo



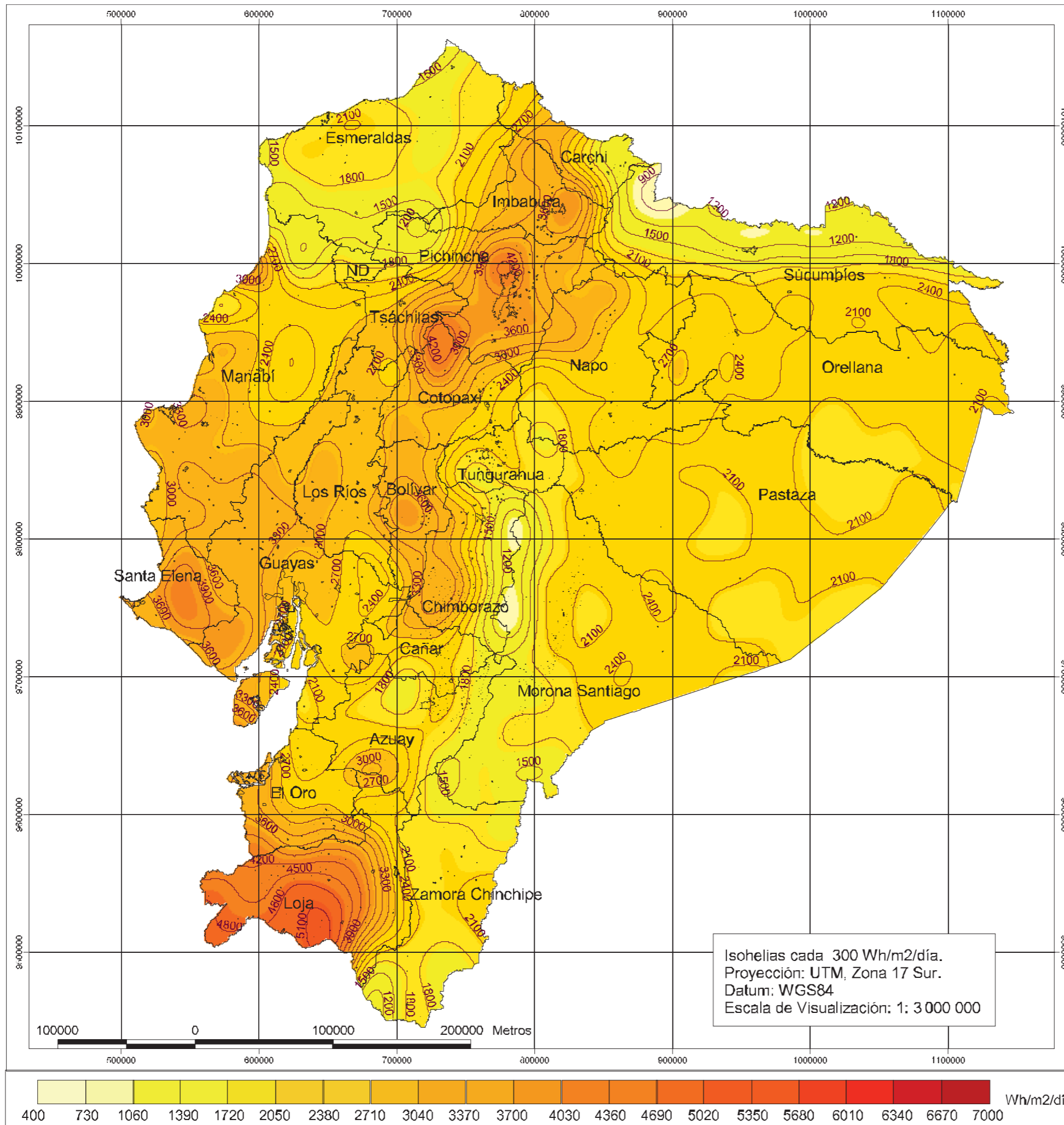
Valor Máximo: 2 906 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 1 687 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 2 556,49 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 233,0983 Wh/m2/día



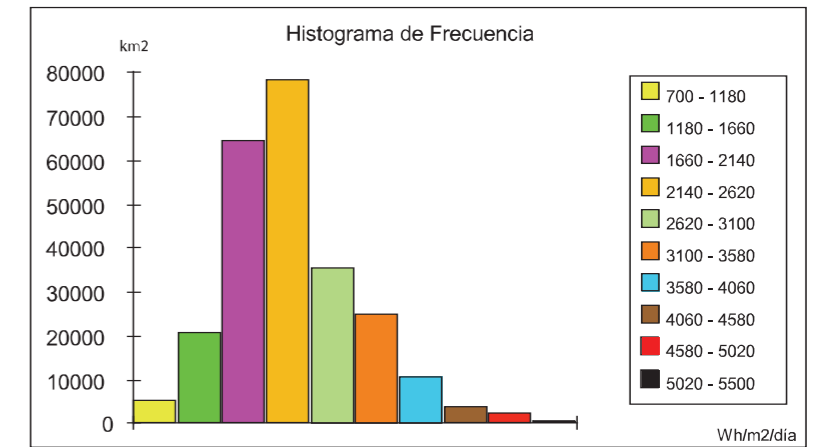
Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Difusa para el mes de Mayo  
 Fecha: Agosto del 2008



## Insolación Directa Mayo



Valor Máximo: 5 227 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Mínimo: 743 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Promedio: 2 443 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Desviación Estándar: 725,4749 Wh/m<sup>2</sup>/día



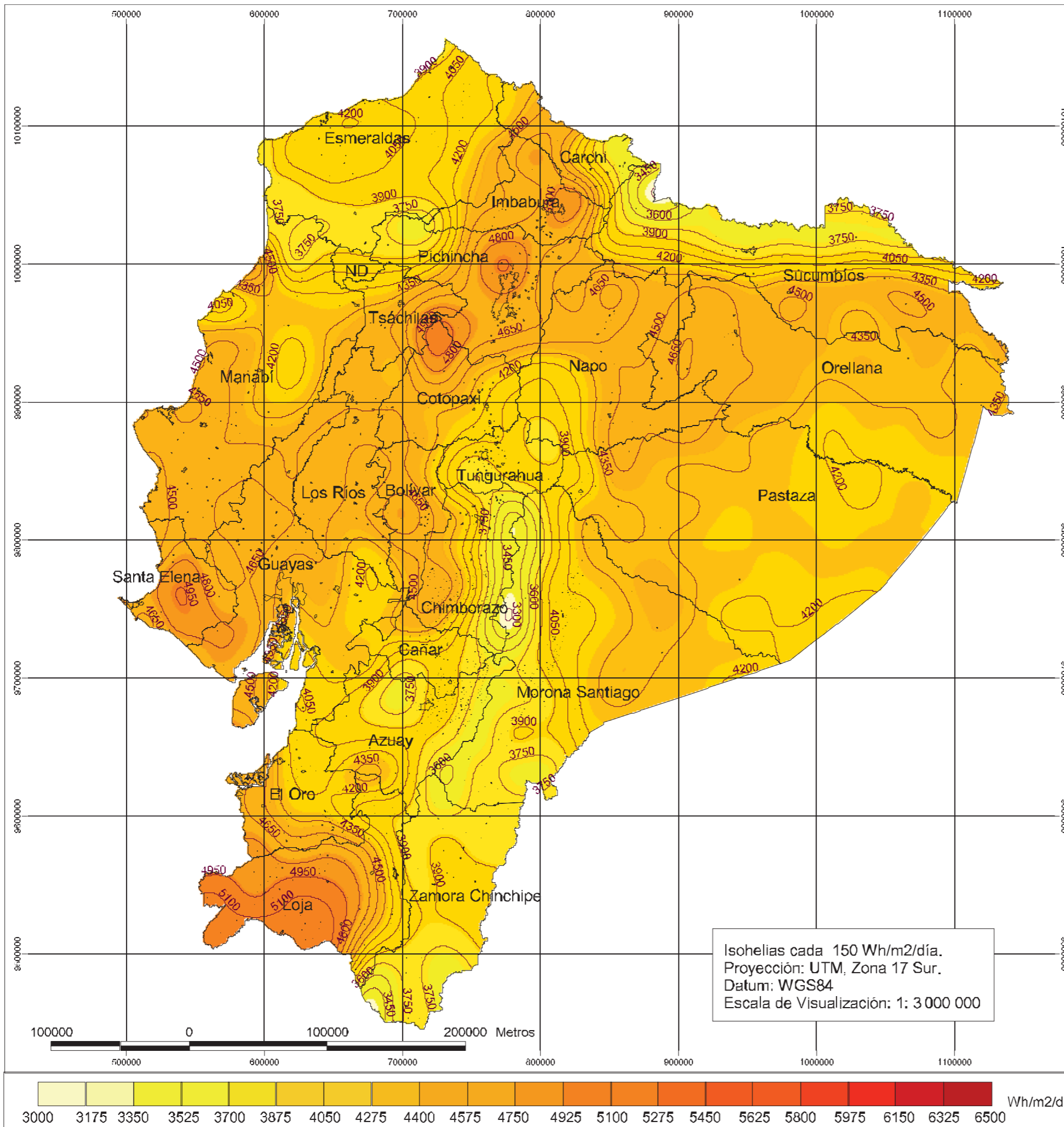
Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene:  
Insolación Directa para el mes de Mayo

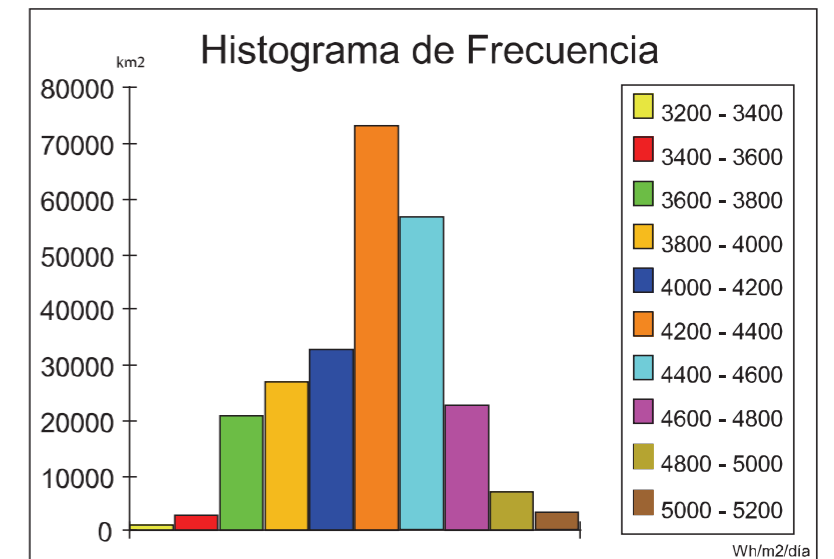
Fecha:  
Agosto del 2008





Isohelas cada 150 Wh/m2/día.  
 Proyección: UTM, Zona 17 Sur.  
 Datum: WGS84  
 Escala de Visualización: 1: 3 000 000

## Insolación Global Mayo



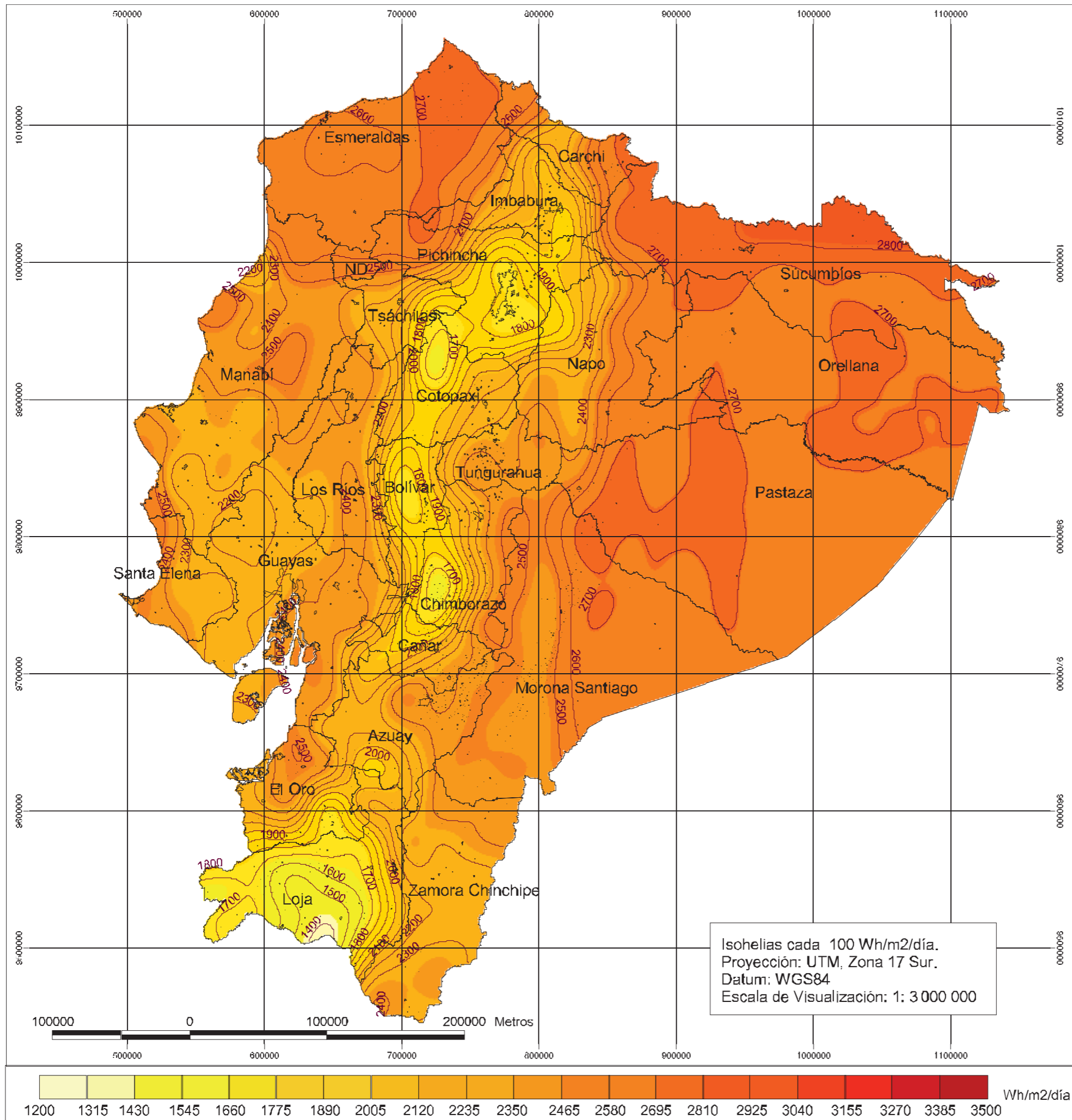
Valor Máximo: 5 213 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 3 288 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 4 276,06 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 325,6587 Wh/m2/día



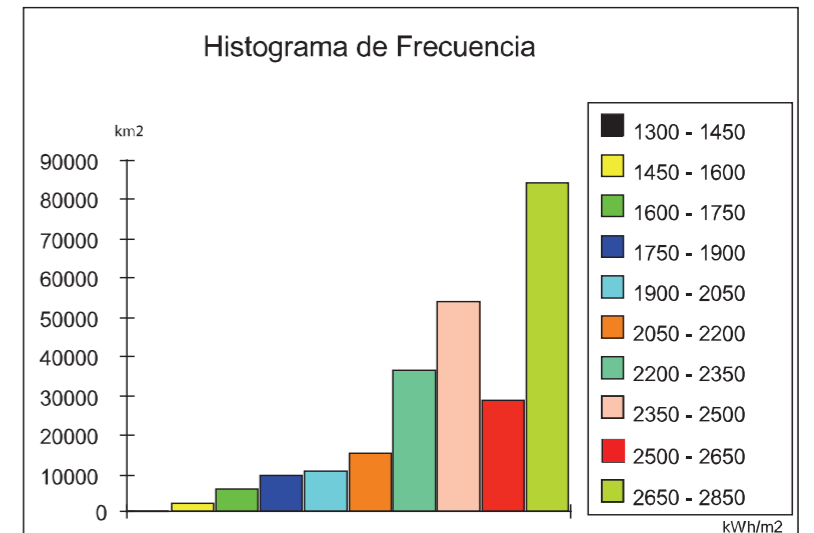
Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Global para el mes de Mayo  
 Fecha: Agosto del 2008



## Insolación Difusa Junio



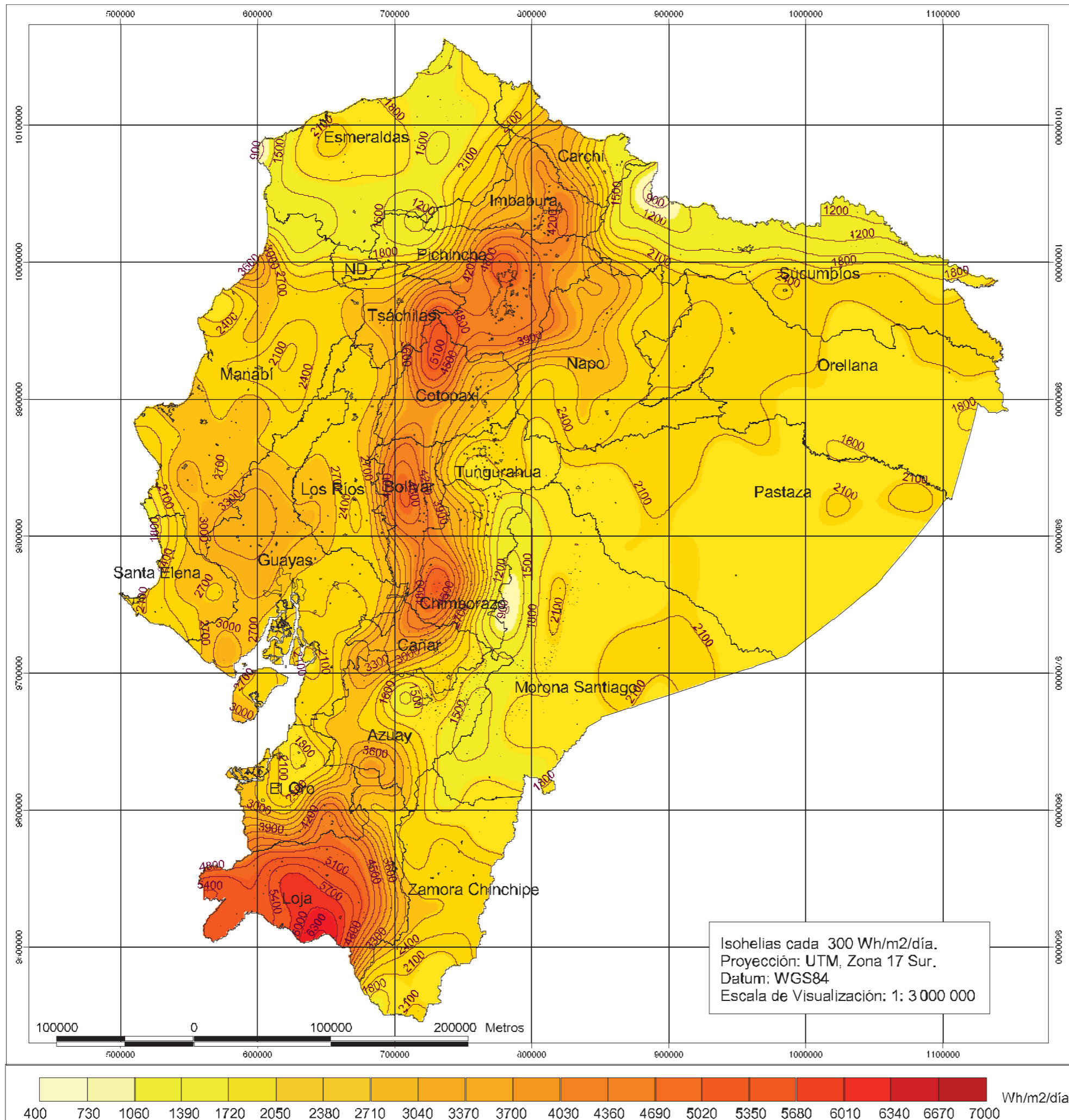
Valor Máximo: 2 840 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Mínimo: 1 367 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Promedio: 2 425,51 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Desviación Estándar: 291,9348 Wh/m<sup>2</sup>/día



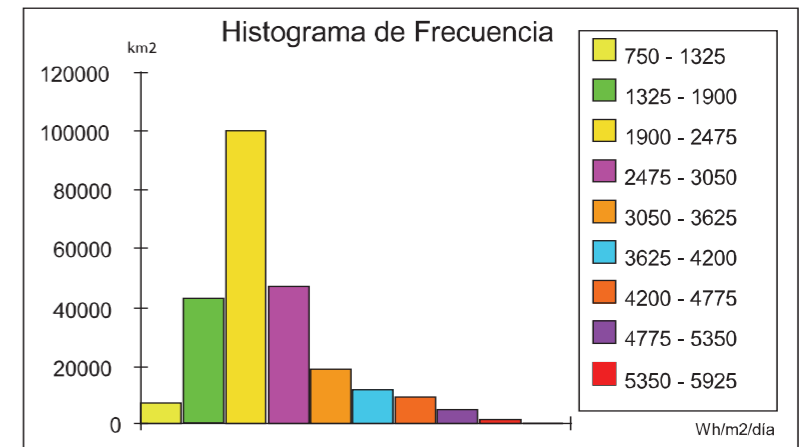
Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Difusa para el mes de Junio	Fecha: Agosto del 2008
---	---------------------------



## Insolación Directa Junio



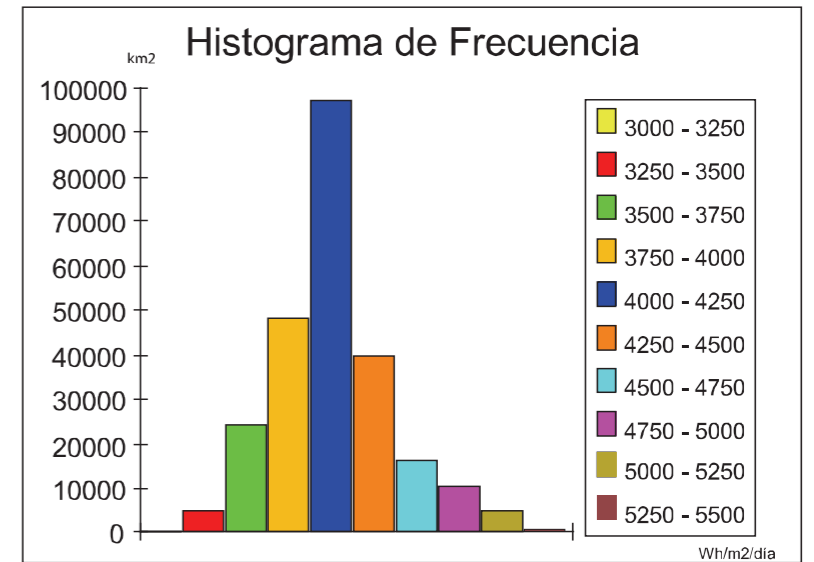
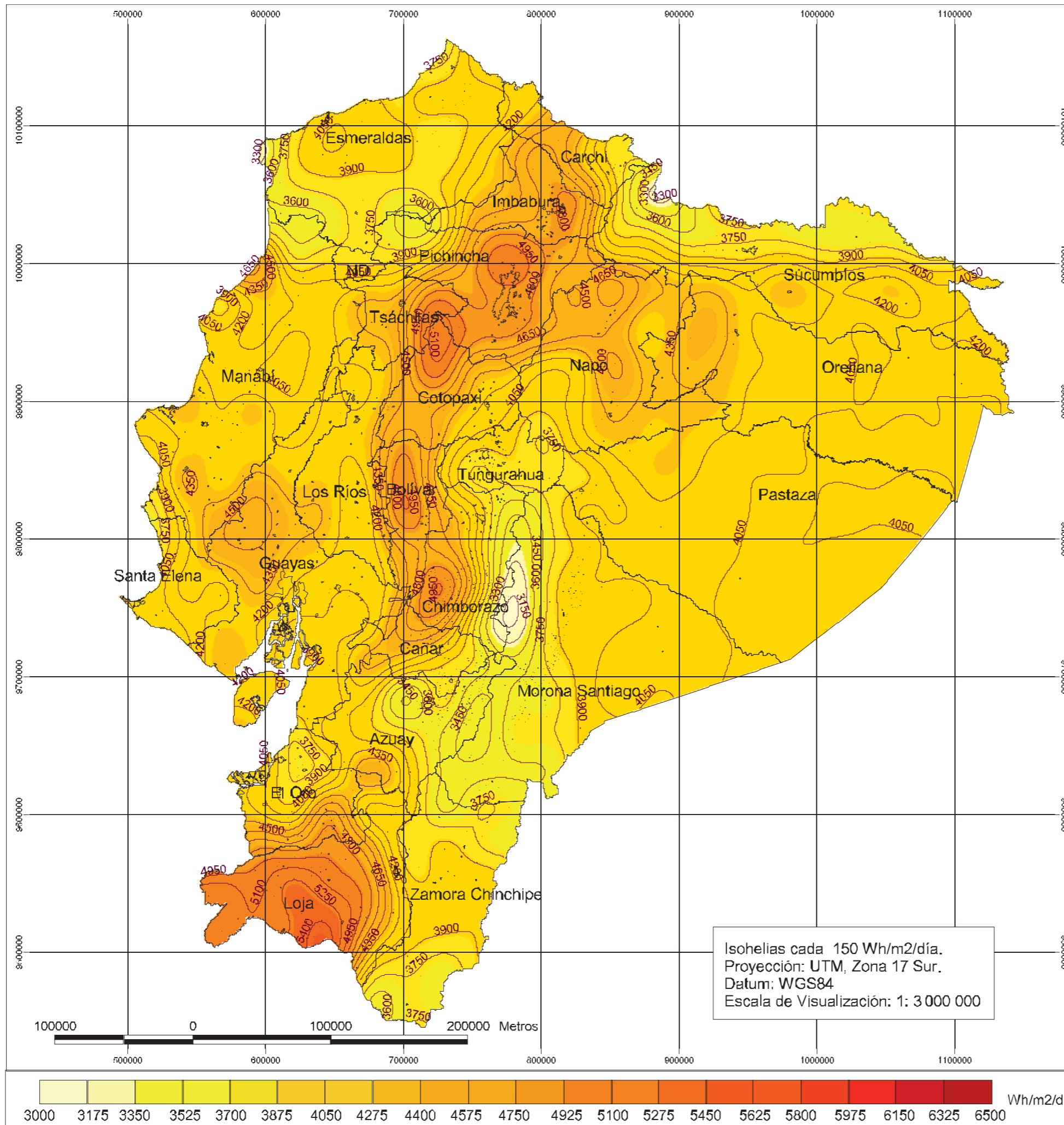
Valor Máximo: 6 349 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 796 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 2 519,9 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 910,4708 Wh/m2/día



**ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA**

Contiene: Insolación Directa para el mes de Junio	Fecha: Agosto del 2008
--	---------------------------

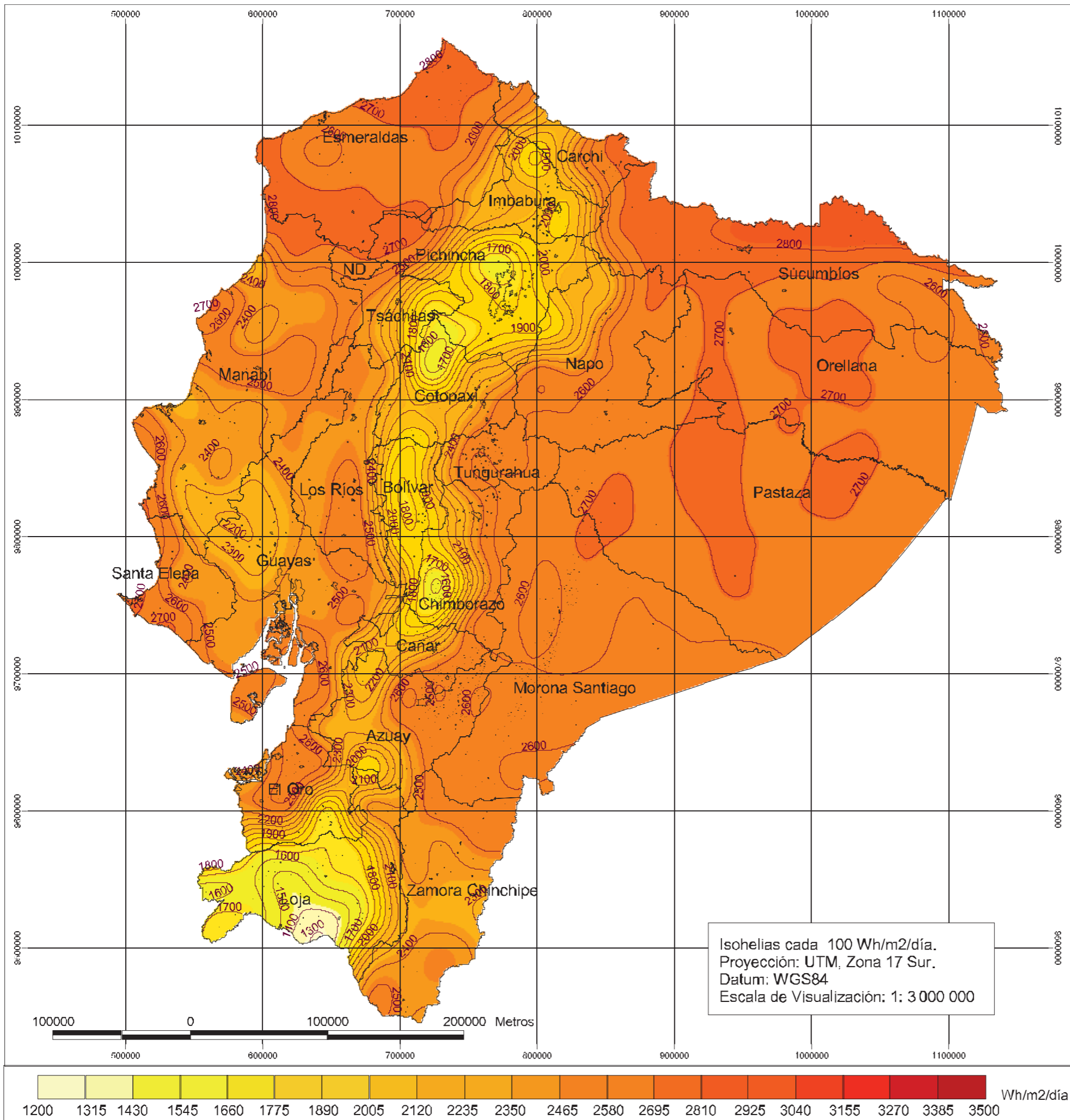
# Insolación Global Junio



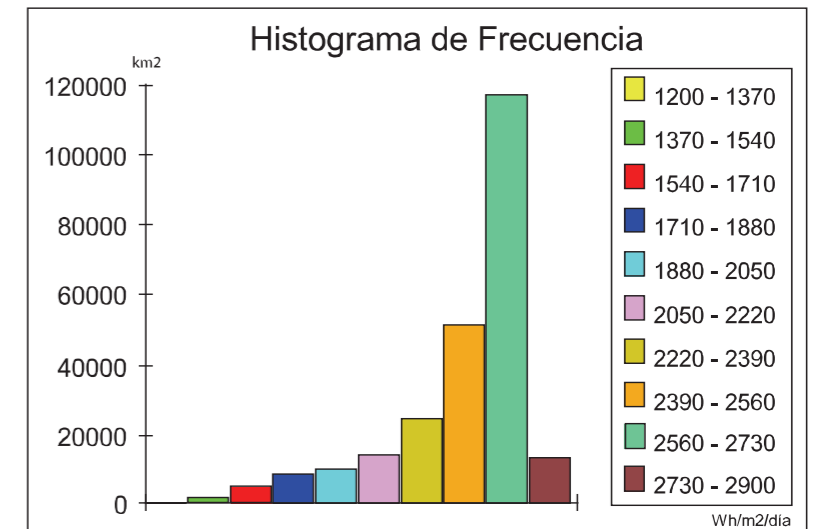
Valor Máximo: 5 474 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Mínimo: 3 107 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Promedio: 4 140,13 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Desviación Estándar: 351,9731 wh/m<sup>2</sup>/día

**ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA**

Contiene: Insolación Global para el mes de Junio      Fecha: Agosto del 2008



## Insolación Difusa Julio



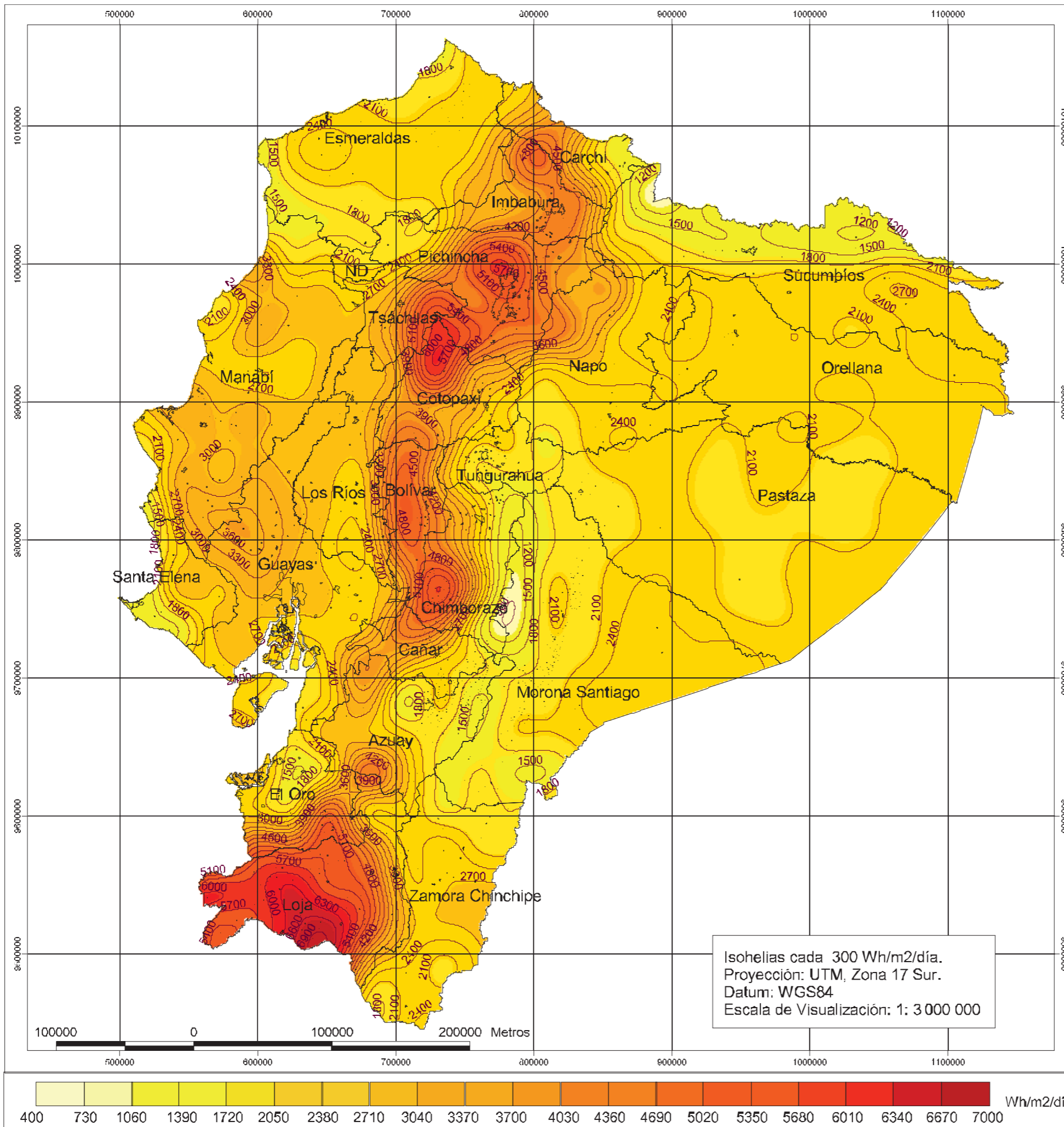
Valor Máximo: 2 854 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 1 289 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 2 467,23 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 288,7367 Wh/m2/día



Corporación para la Investigación Energética

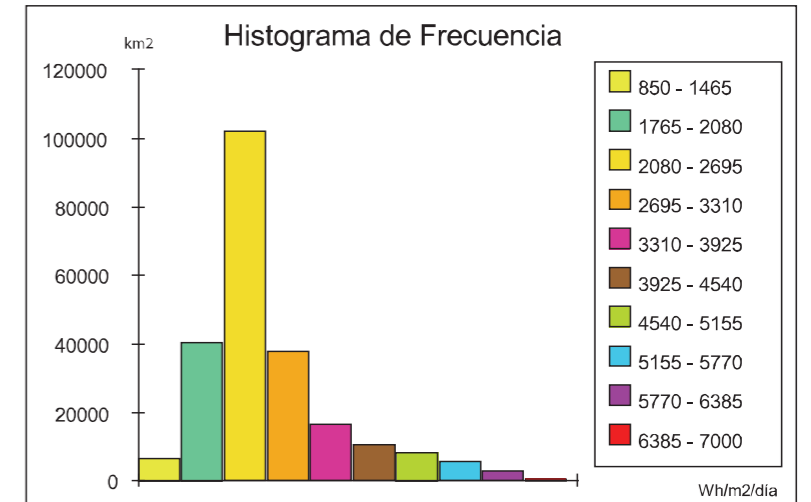
### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Difusa para el mes de Julio	Fecha: Agosto del 2008
---	---------------------------



Isohelias cada 300 Wh/m<sup>2</sup>/día.  
 Proyección: UTM, Zona 17 Sur.  
 Datum: WGS84  
 Escala de Visualización: 1: 3 000 000

## Insolación Directa Julio



Valor Máximo: 6 999 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Mínimo: 862 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Promedio: 2 680,2 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Desviación Estándar: 998,5348 Wh/m<sup>2</sup>/día



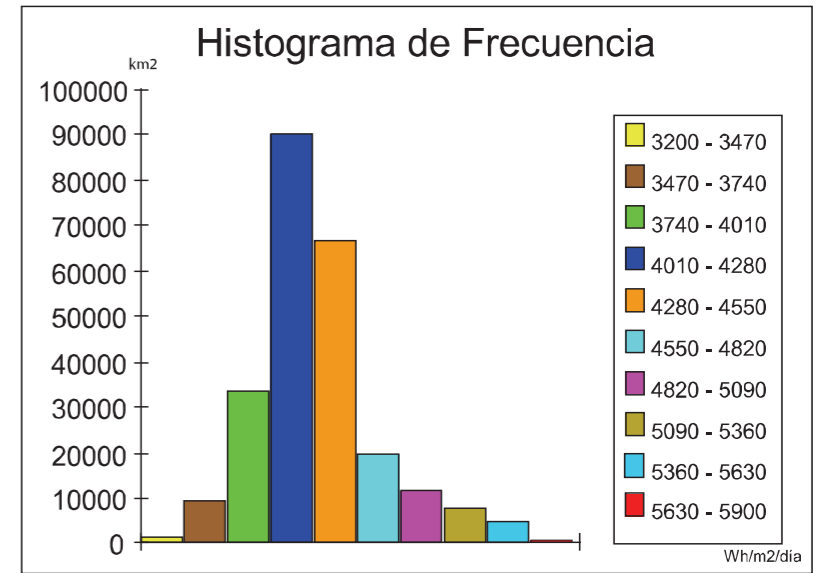
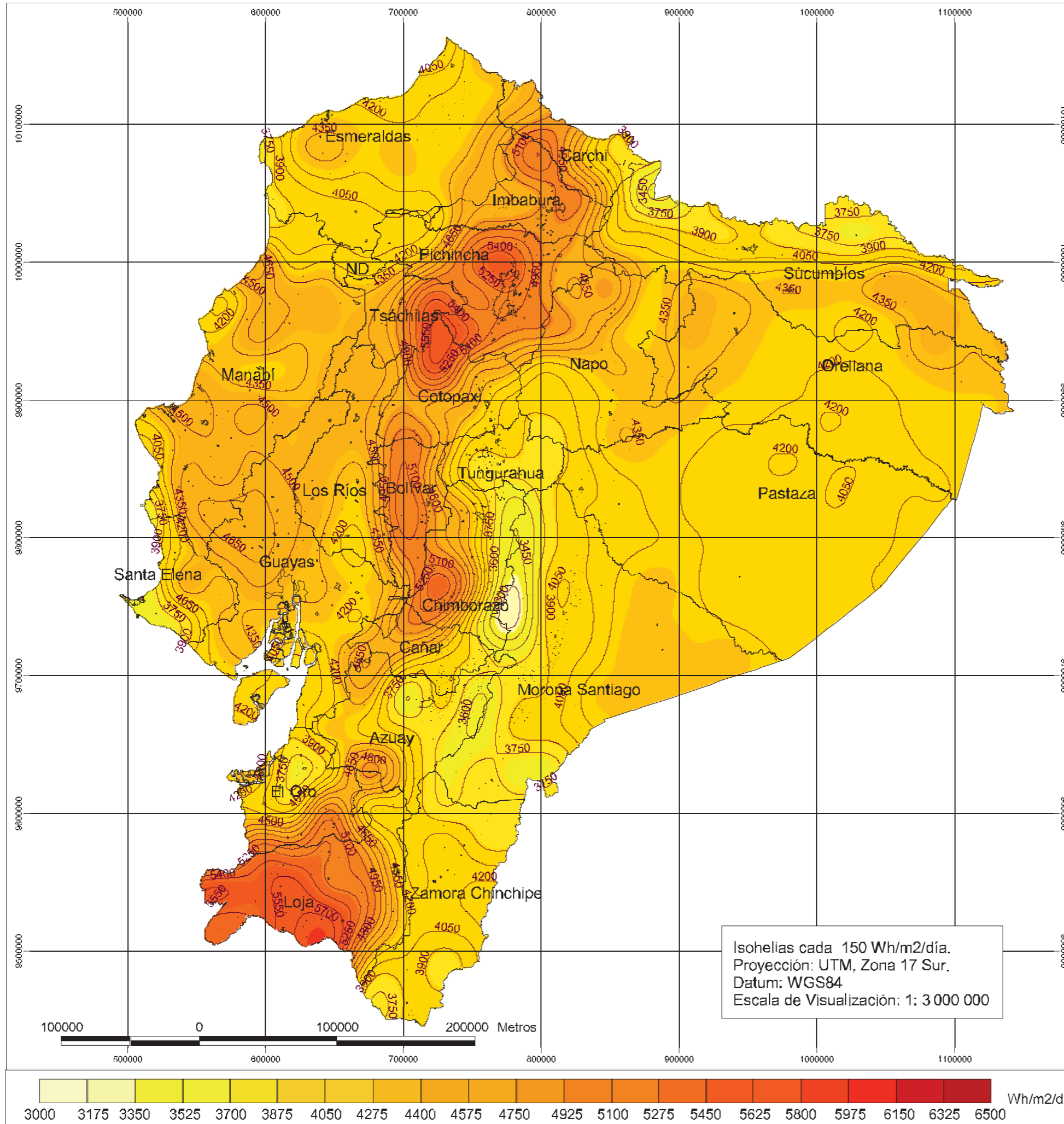
Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene:  
 Insolación Directa para el mes de Julio

Fecha:  
 Agosto del 2008

# Insolación Global Julio

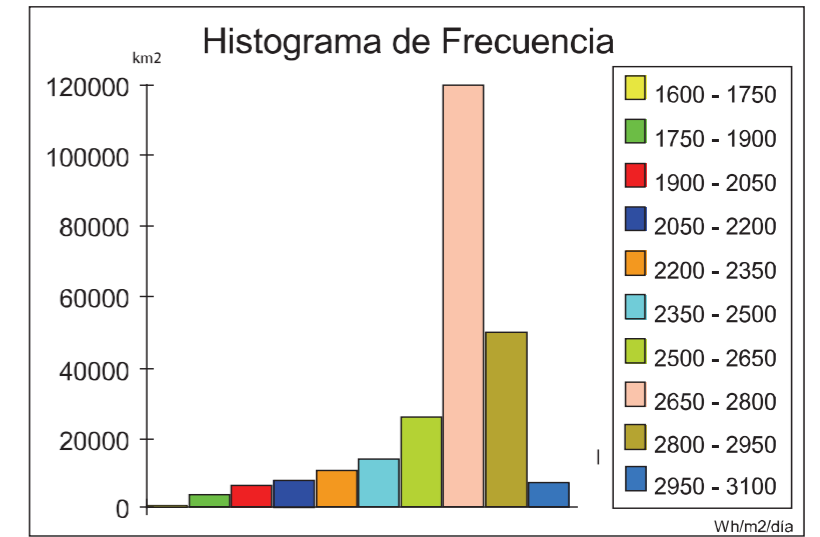
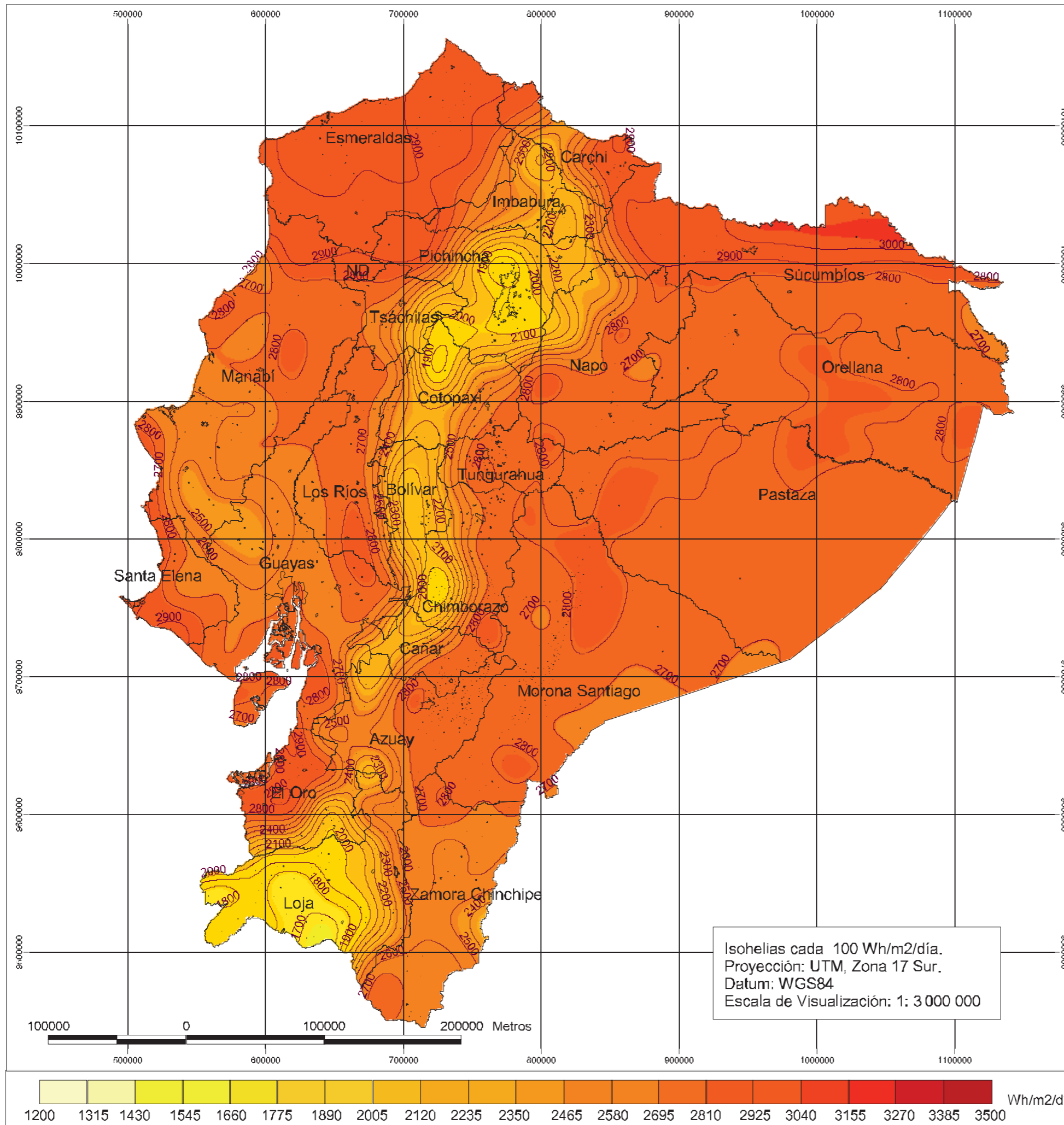


Valor Máximo: 5 842 Wh/m²/día  
 Valor Mínimo: 3 216 Wh/m²/día  
 Valor Promedio: 4 308,48 Wh/m²/día  
 Desviación Estándar: 392,9003 Wh/m²/día

**ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA**

Contiene: Insolación Global para el mes de Julio      Fecha: Agosto del 2008

# Insolación Difusa Agosto



Valor Máximo: 3 064 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Mínimo: 1 621 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Promedio: 2 657,74 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Desviación Estándar: 253,8941 Wh/m<sup>2</sup>/día

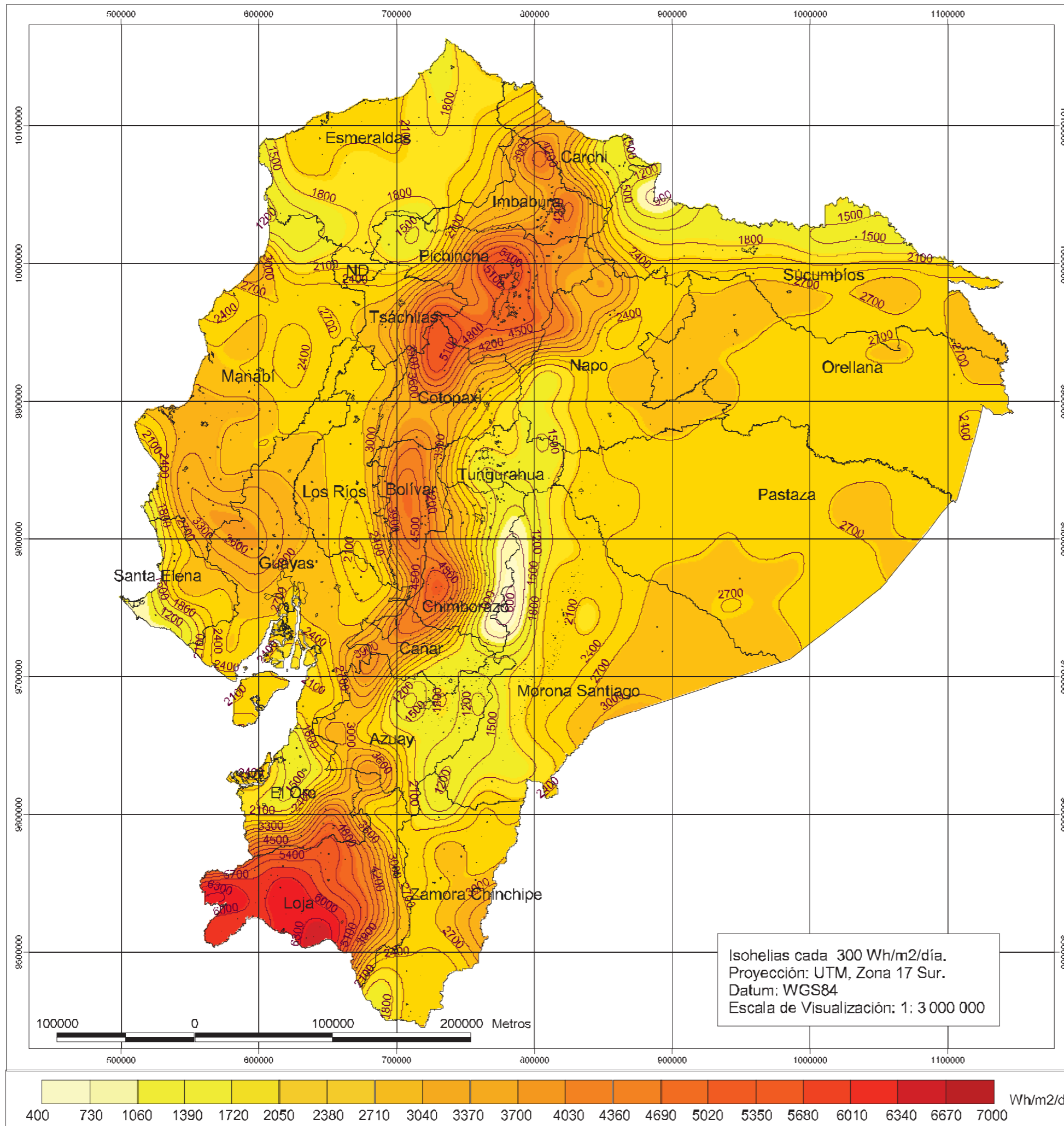


Corporación para la Investigación Energética

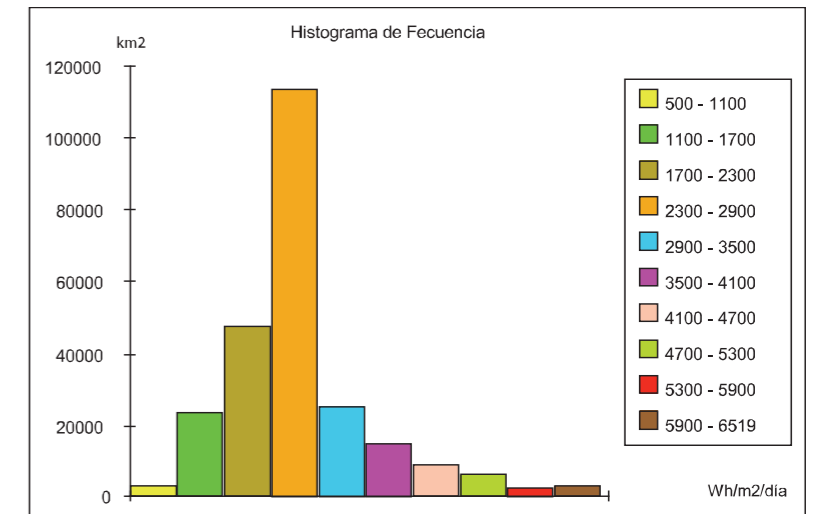
## ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Difusa para el mes de Agosto  
 Fecha: Agosto del 2008





## Insolación Directa Agosto



Valor Máximo: 6 519 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Mínimo: 511 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Promedio: 2 701,2 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Desviación Estándar: 916,5707 Wh/m<sup>2</sup>/día



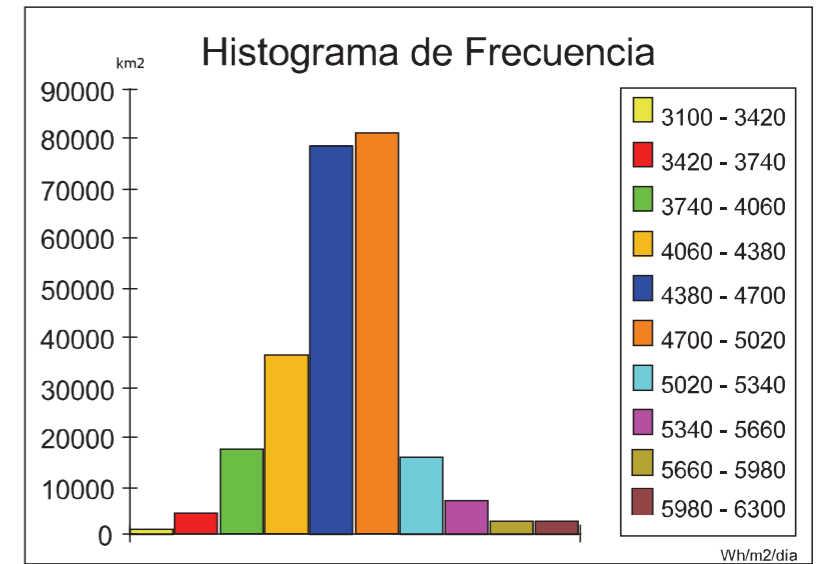
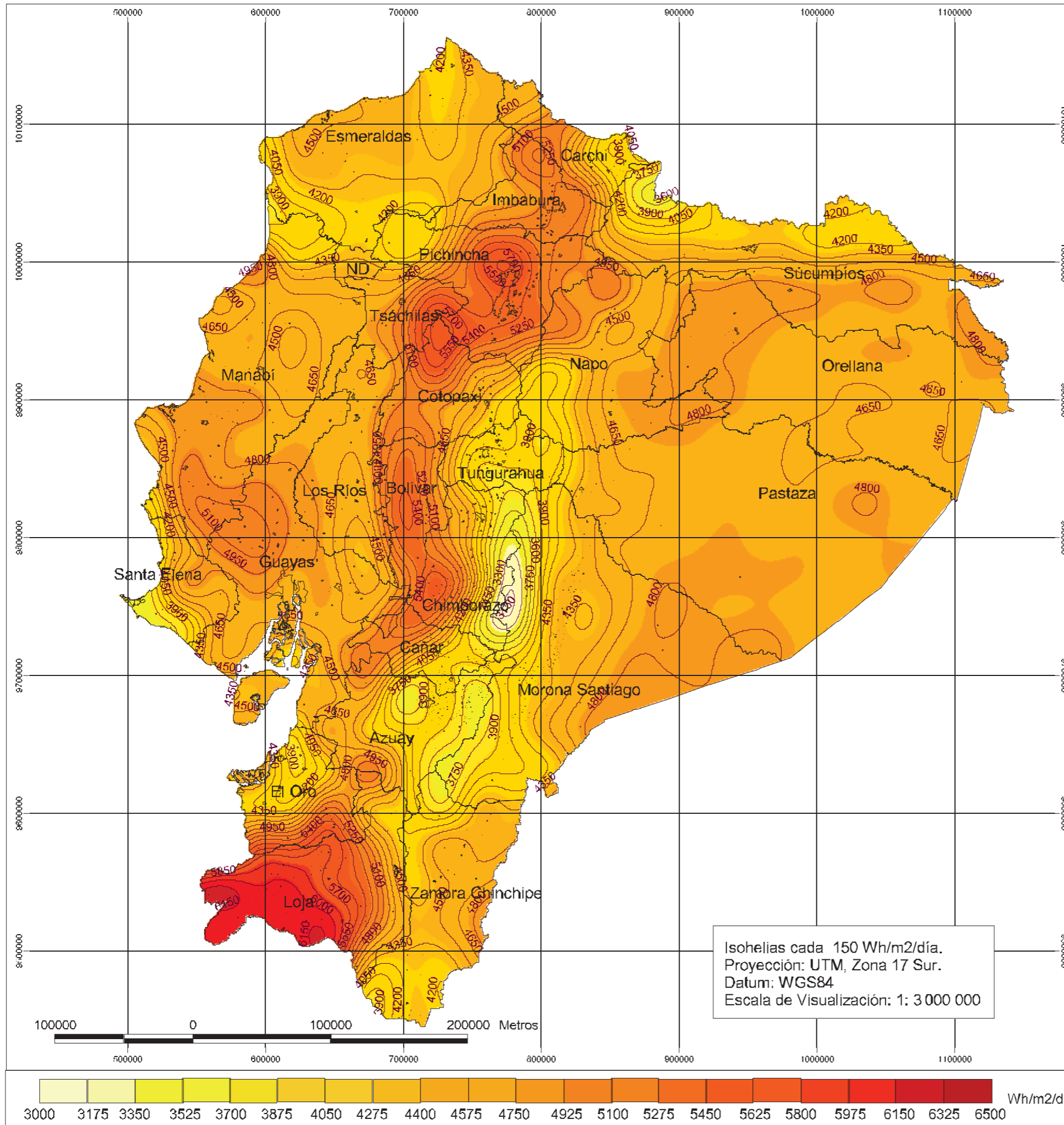
Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene:  
Insolación Directa para el mes de Agosto

Fecha:  
Agosto del 2008

# Insolación Global Agosto



Valor Máximo: 6 254 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 3 117 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 4 624,62 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 429,5265 Wh/m2/día

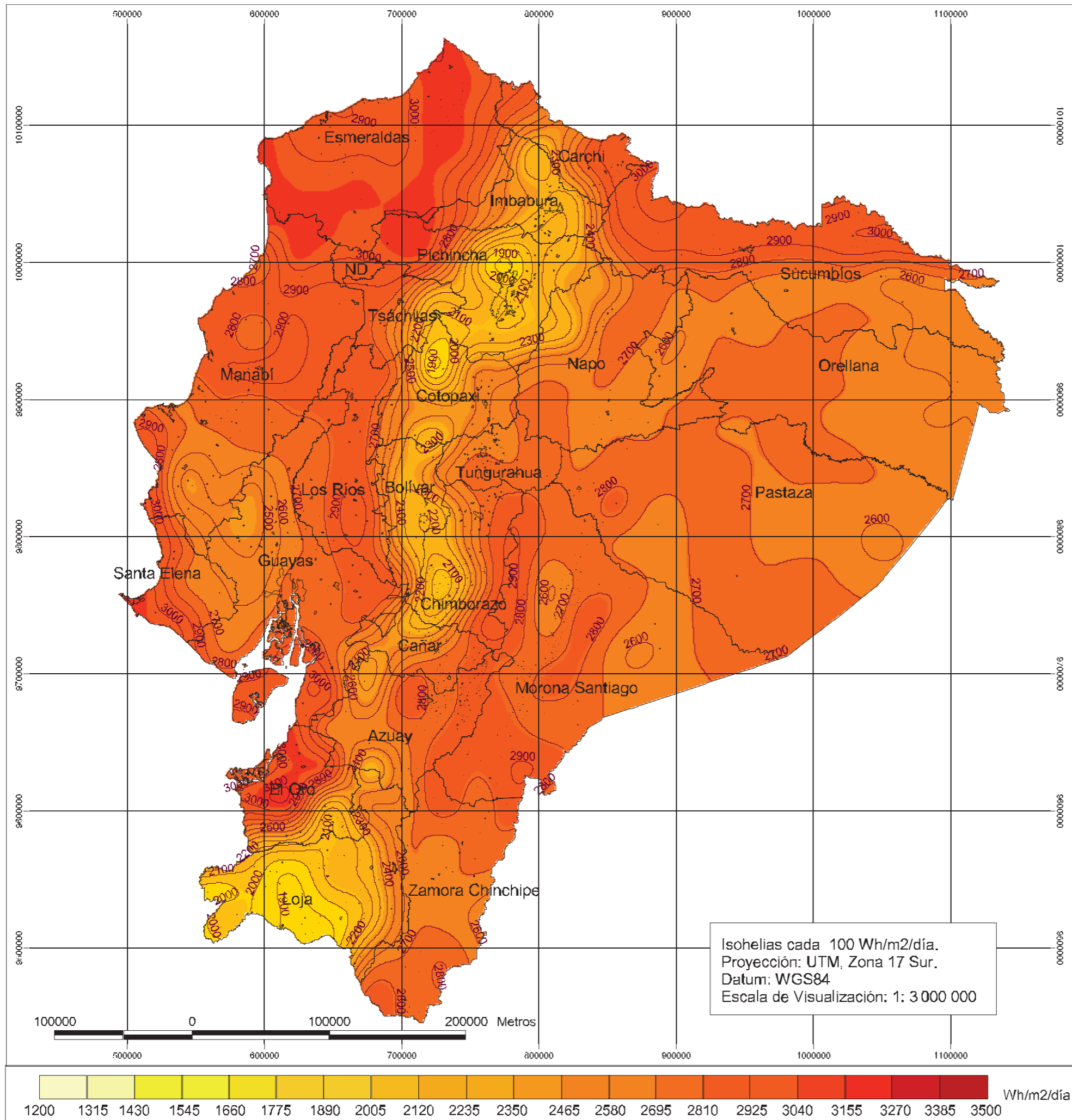


Corporación para la Investigación Energética

## ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

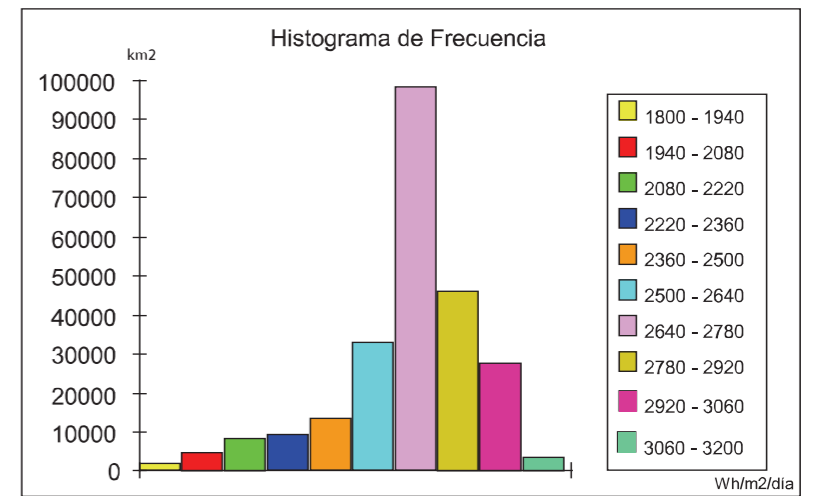
Contiene: Insolación Global para el mes de Agosto

Fecha: Agosto del 2008



Isohelas cada 100 Wh/m2/día.  
 Proyección: UTM, Zona 17 Sur.  
 Datum: WGS84  
 Escala de Visualización: 1: 3 000 000

## Insolación Difusa Septiembre



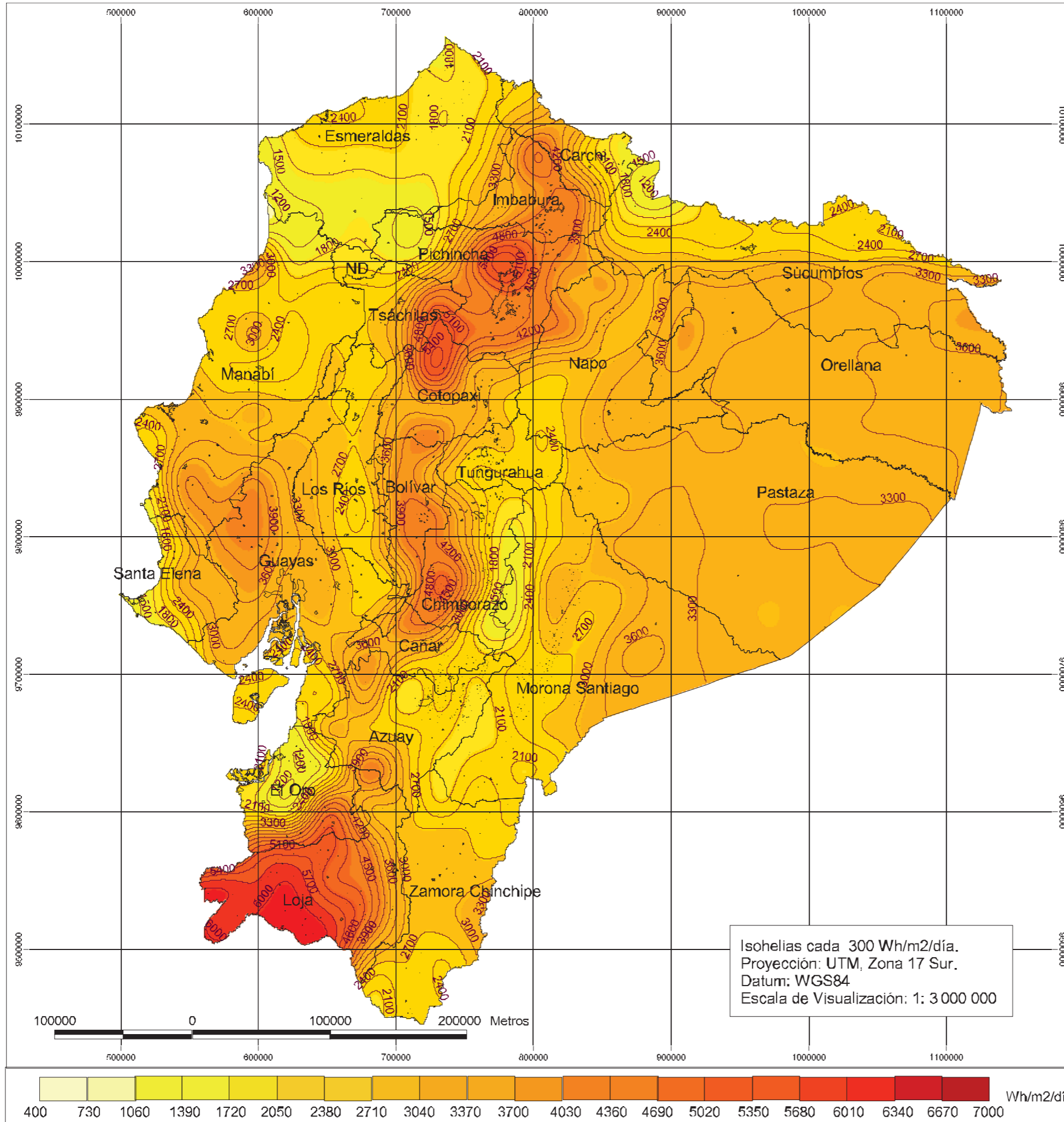
Valor Máximo: 3 125 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 1 828 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 2 682,98 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 233,7967 Wh/m2/día

Corporación para la Investigación Energética

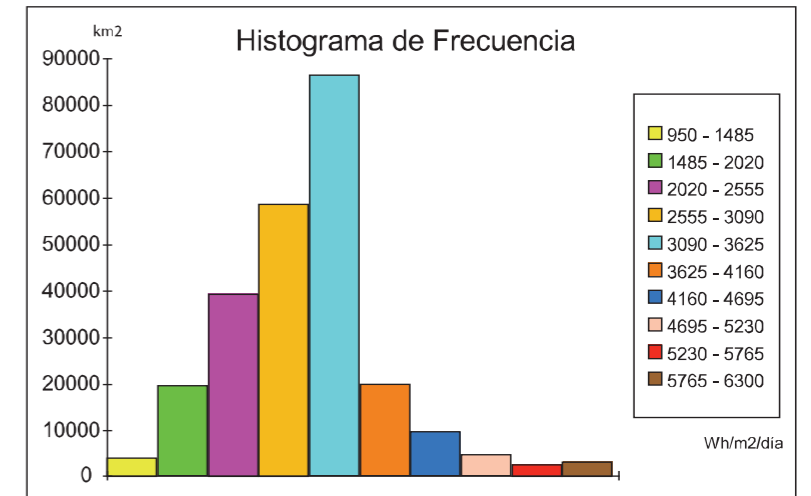
### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Difusa para el mes de Septiembre      Fecha: Agosto del 2008

## Insolación Directa Septiembre



Isohelias cada 300 Wh/m<sup>2</sup>/día.  
 Proyección: UTM, Zona 17 Sur.  
 Datum: WGS84  
 Escala de Visualización: 1: 3 000 000



Valor Máximo: 6 203 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Mínimo: 969 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Promedio: 3 063,1 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Desviación Estándar: 822,7303 Wh/m<sup>2</sup>/día



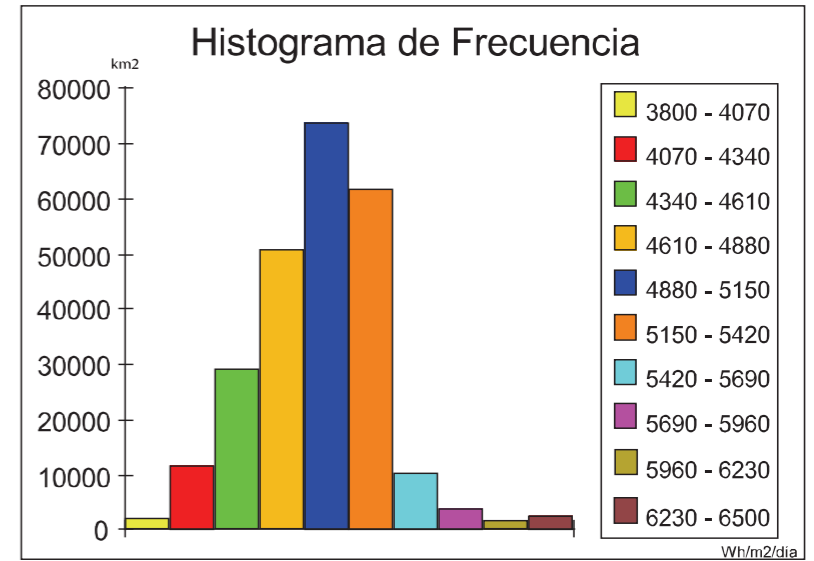
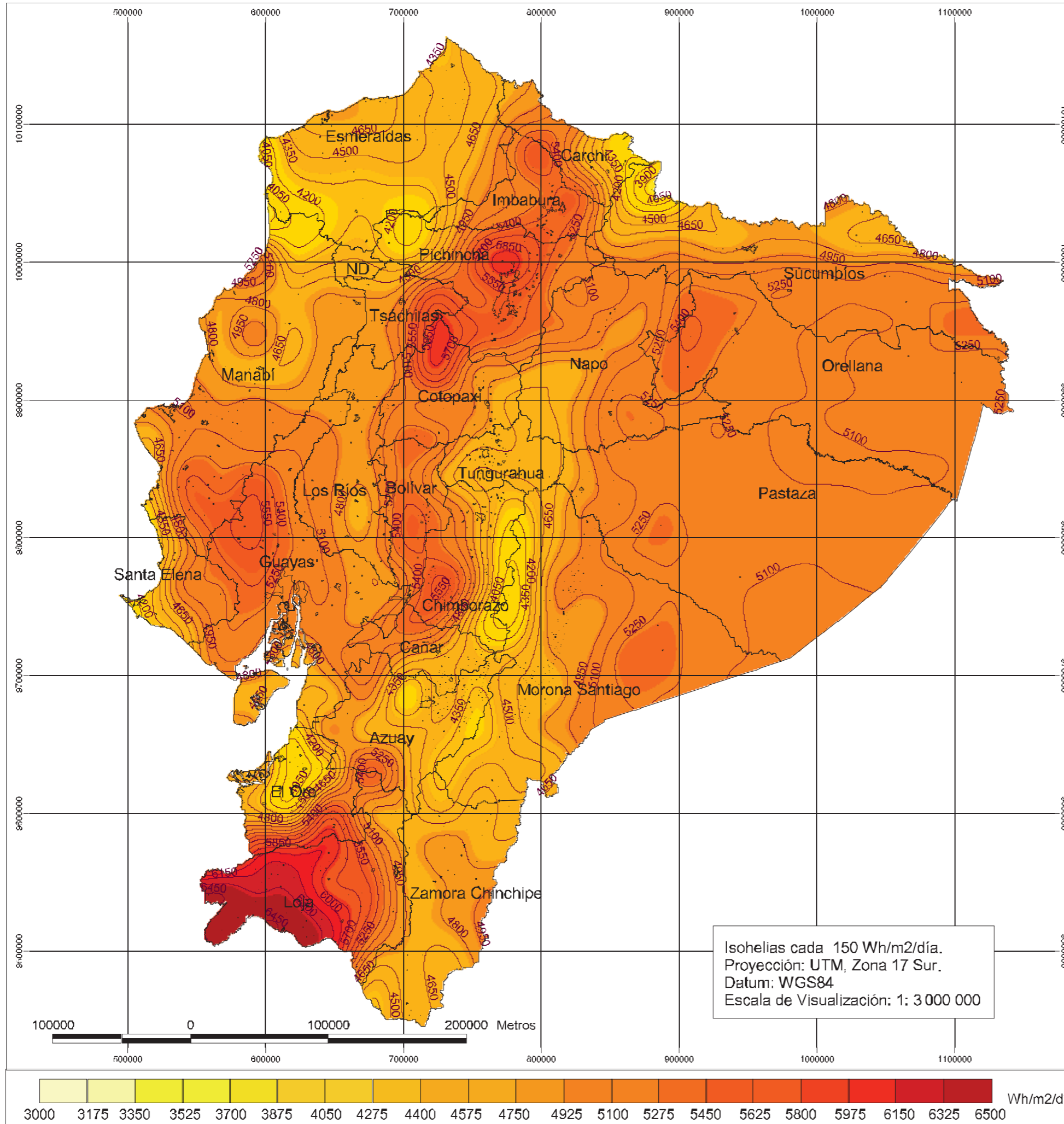
Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene:  
Insolación Directa para el mes de Septiembre

Fecha:  
Agosto del 2008

# Insolación Global Septiembre



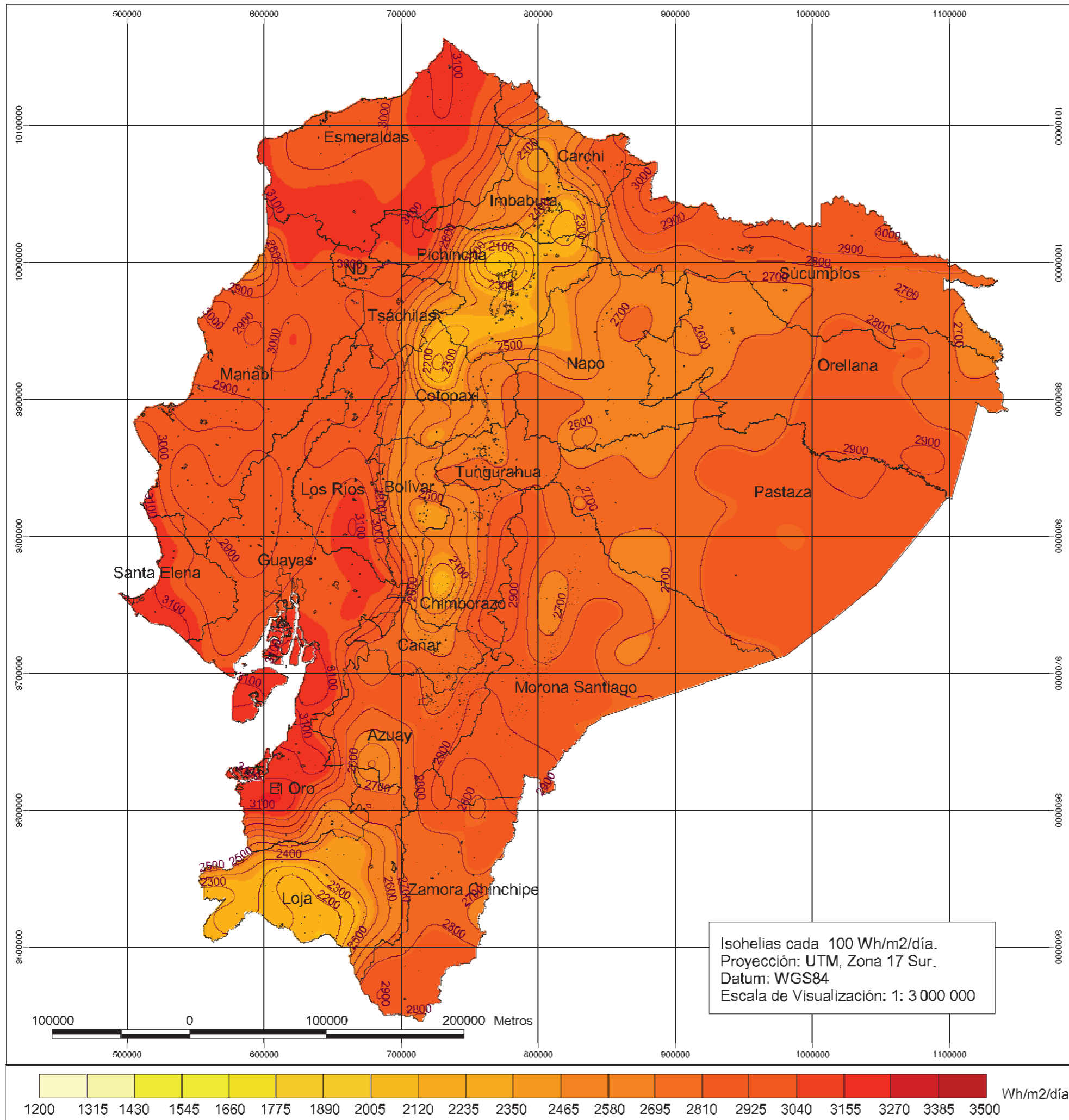
Valor Máximo: 6 492 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 3 835 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 4 974,44 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 390,9649 Wh/m2/día



Corporación para la Investigación Energética

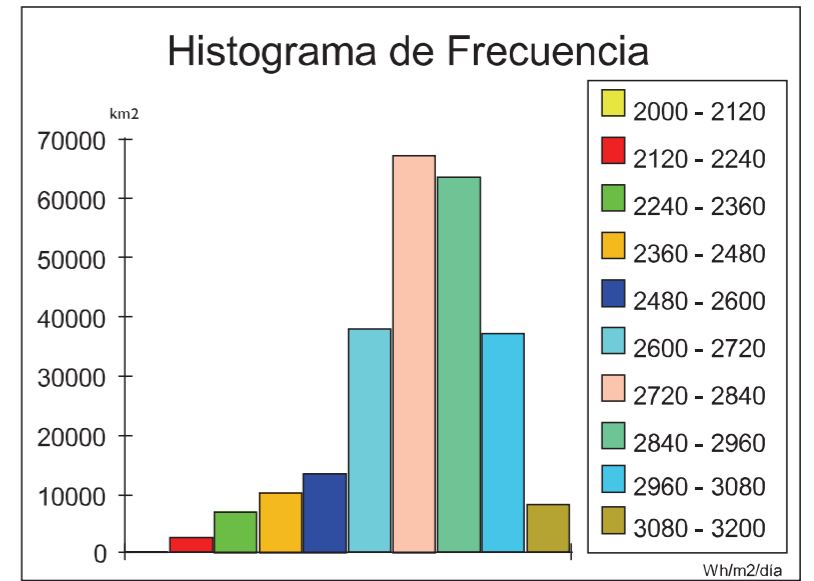
## ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Global para el mes de Septiembre  
 Fecha: Agosto del 2008



Isohelias cada 100 Wh/m2/día.  
 Proyección: UTM, Zona 17 Sur.  
 Datum: WGS84  
 Escala de Visualización: 1: 3 000 000

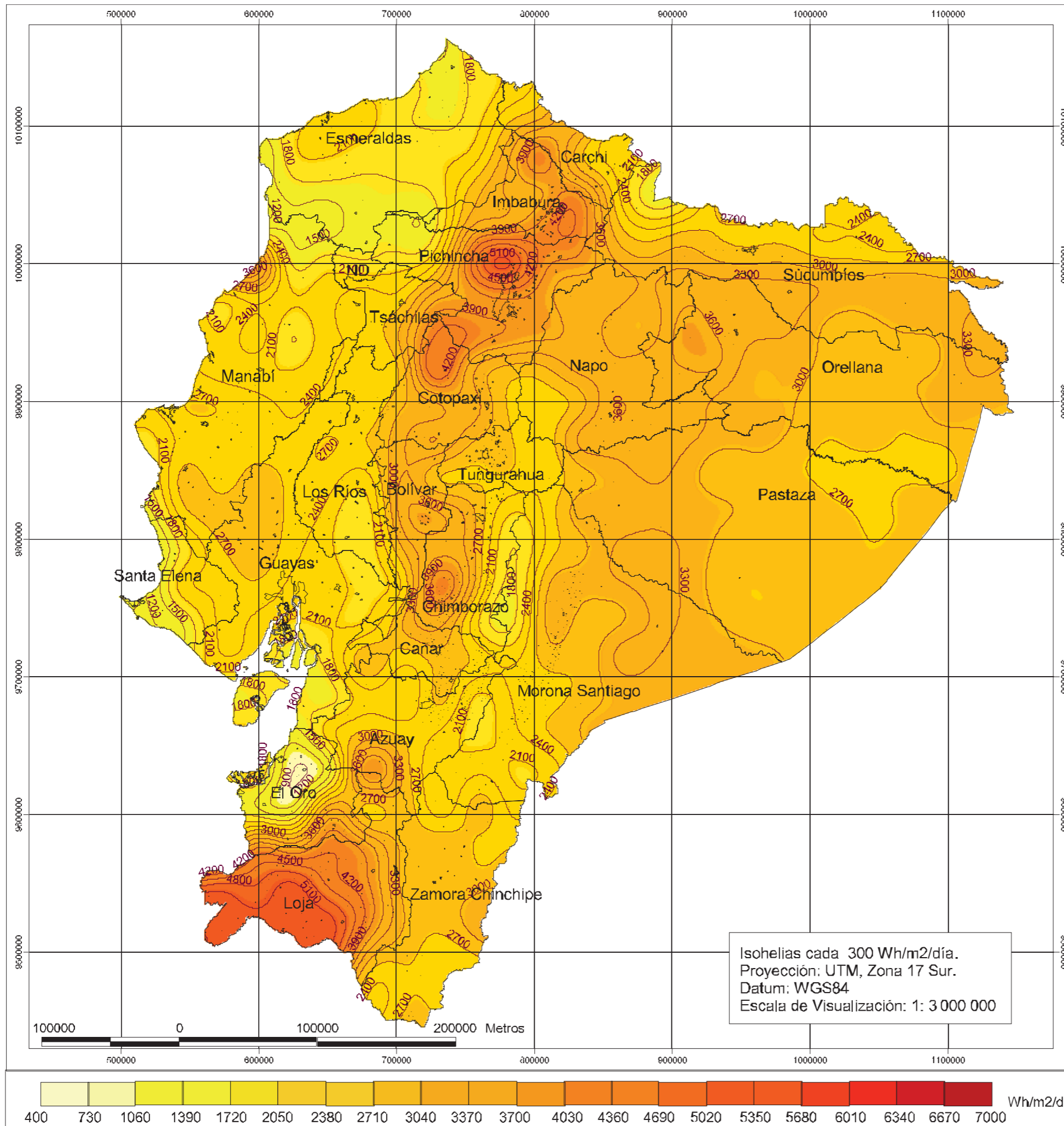
## Insolación Difusa Octubre



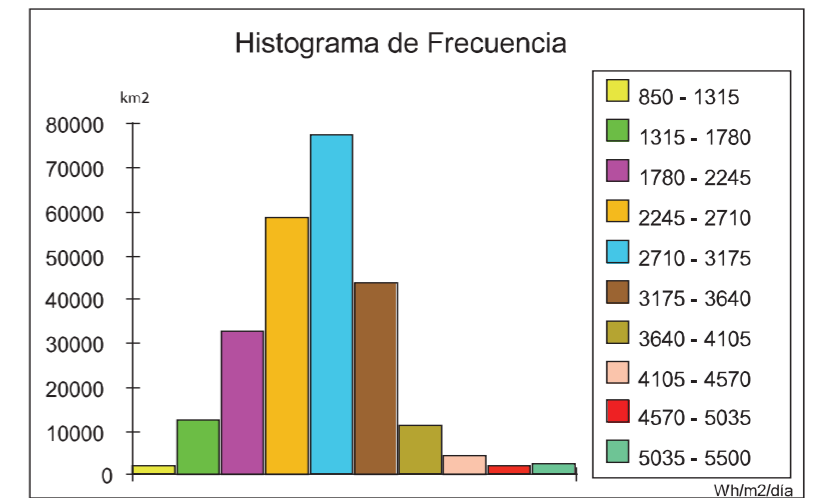
Valor Máximo: 3 168 Wh/m2  
 Valor Mínimo: 2 011 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 2 789,95 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 194,0012 Wh/m2/día

**ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA**

Contiene: Insolación Difusa para el mes de Octubre      Fecha: Agosto del 2008



## Insolación Directa Octubre



Valor Máximo: 5 420 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 859 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 2 819,8 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 682,5479 Wh/m2/día



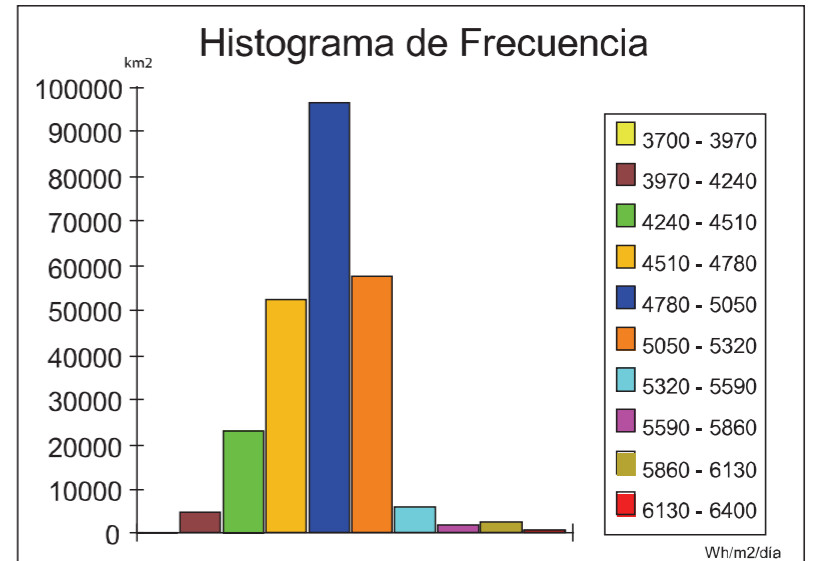
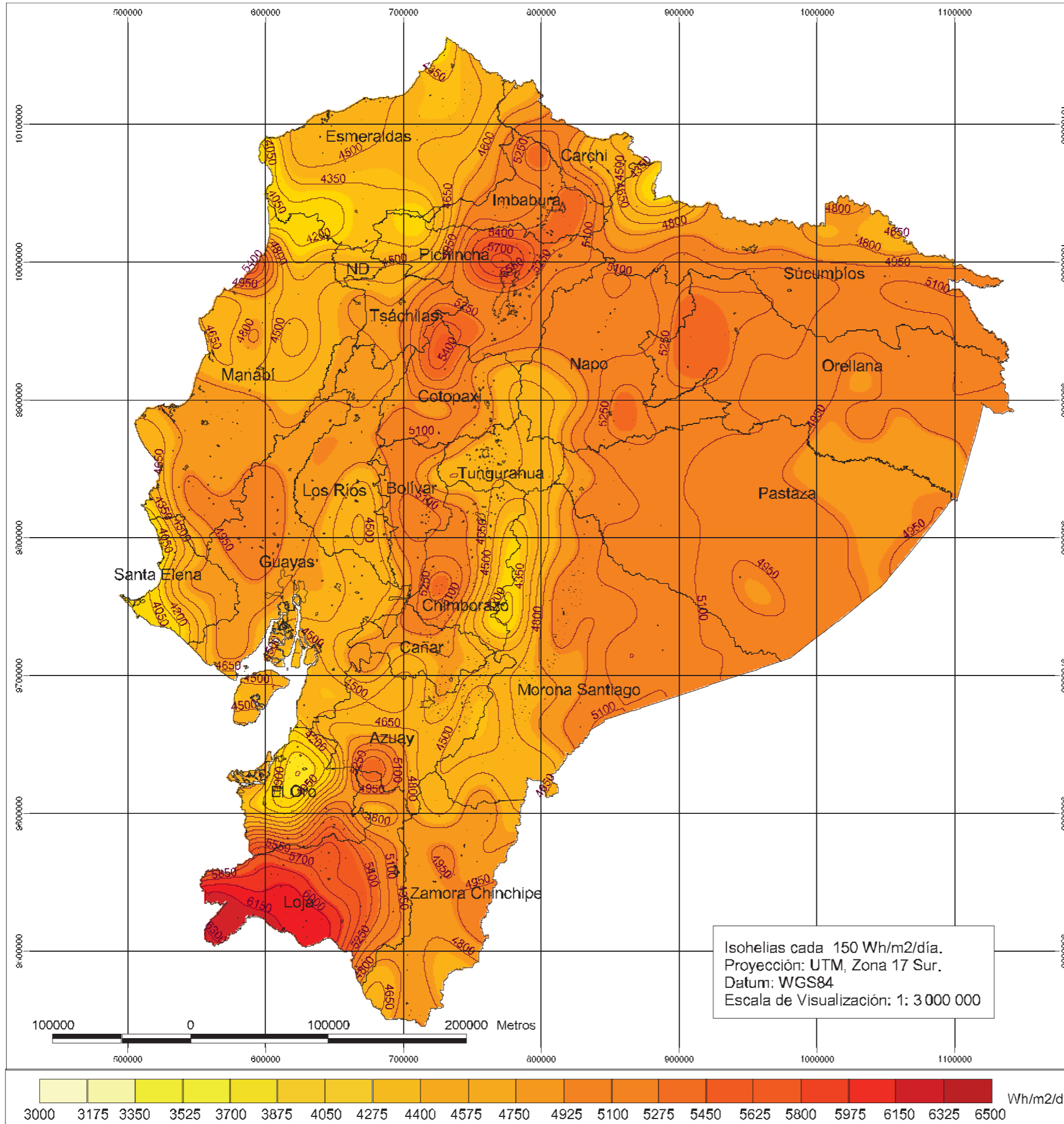
Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene:  
 Insolación Directa para el mes de Octubre

Fecha:  
 Agosto del 2008

# Insolación Global Octubre



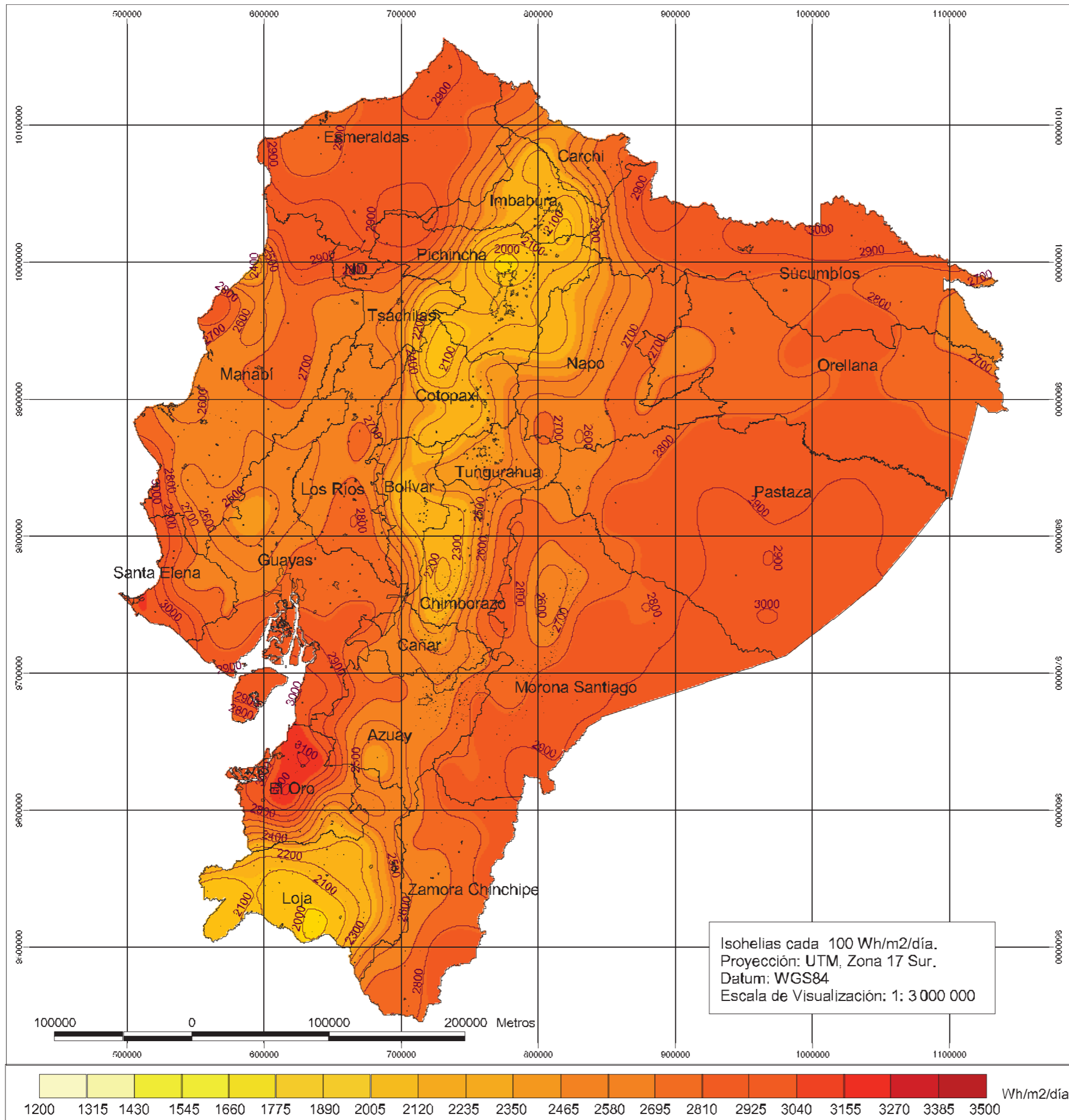
Valor Máximo: 6 323 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 3 748 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 4 888,34 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 324,2121 wh/m2/día

Isohelas cada 150 Wh/m2/día.  
 Proyección: UTM, Zona 17 Sur.  
 Datum: WGS84  
 Escala de Visualización: 1: 3 000 000

**ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA**

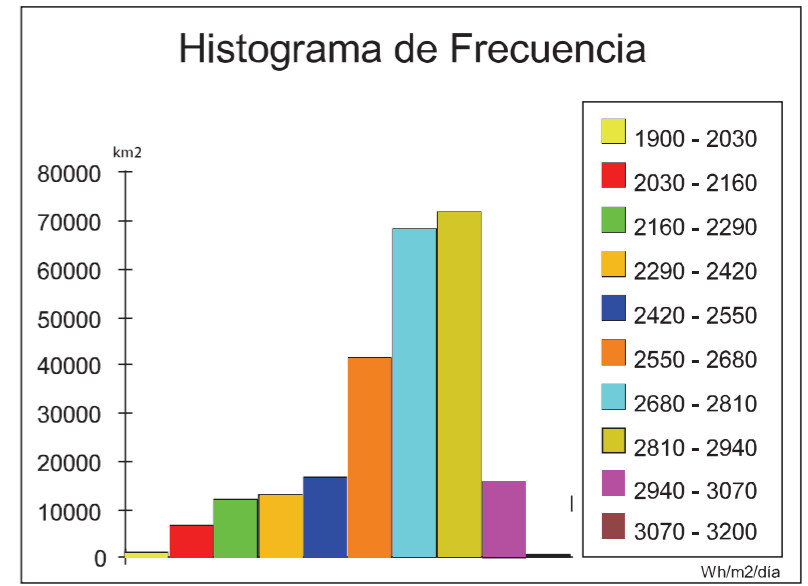
Contiene: Insolación Global para el mes de Octubre      Fecha: Agosto del 2008





Isohelias cada 100 Wh/m2/día.  
 Proyección: UTM, Zona 17 Sur.  
 Datum: WGS84  
 Escala de Visualización: 1: 3 000 000

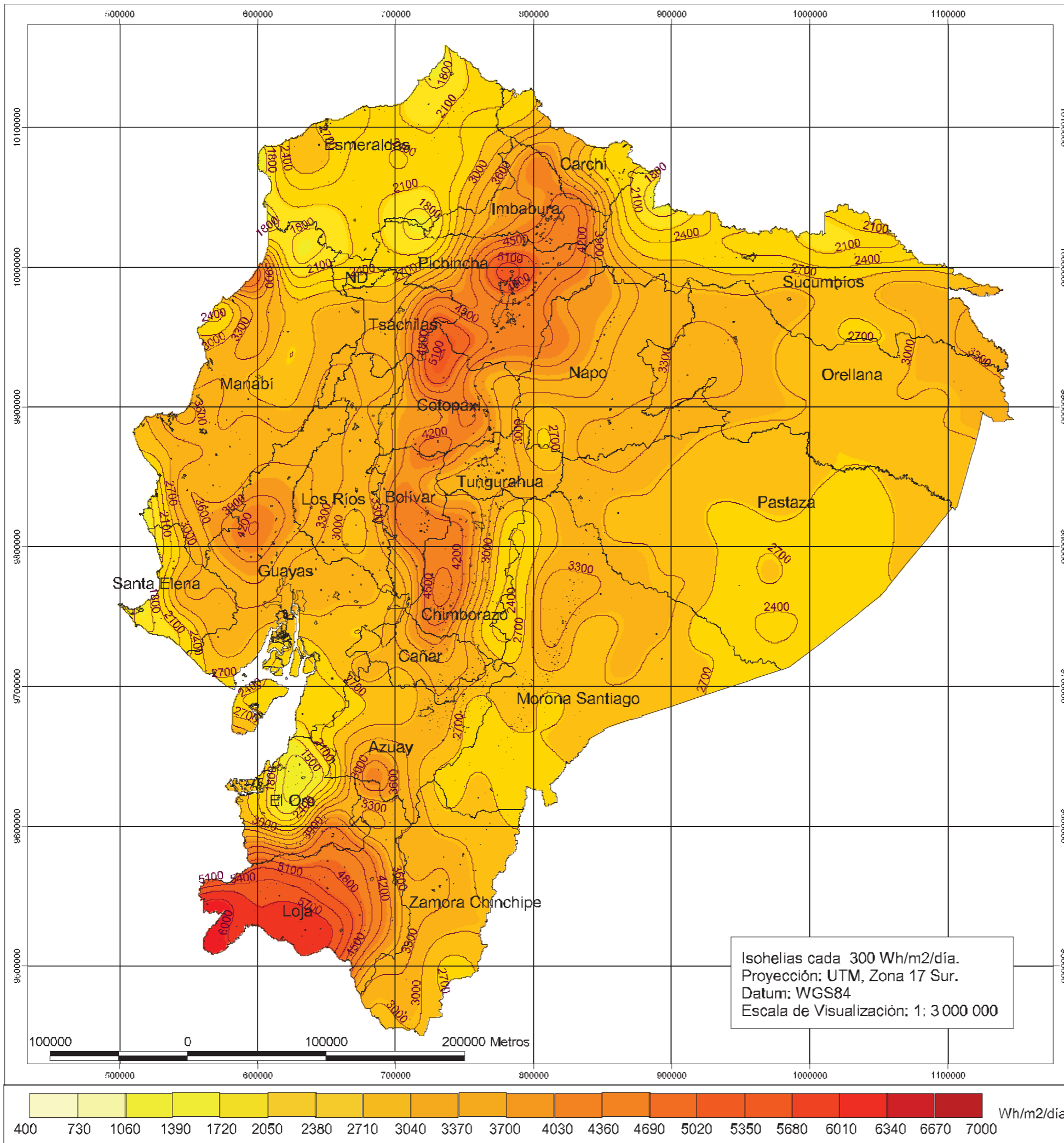
## Insolación Difusa Noviembre



Valor Máximo: 3 105 Wh/m2  
 Valor Mínimo: 1 959 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 2 690,32 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 222,9138 Wh/m2/día

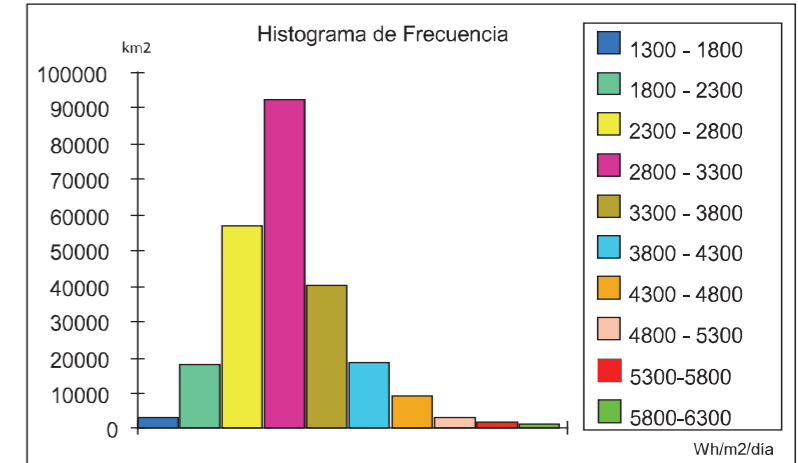
**ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA**

Contiene: Insolación Difusa para el mes de Noviembre      Fecha: Agosto del 2008



Isohelias cada 300 Wh/m2/día.  
 Proyección: UTM, Zona 17 Sur.  
 Datum: WGS84  
 Escala de Visualización: 1: 3 000 000

## Insolación Directa Noviembre

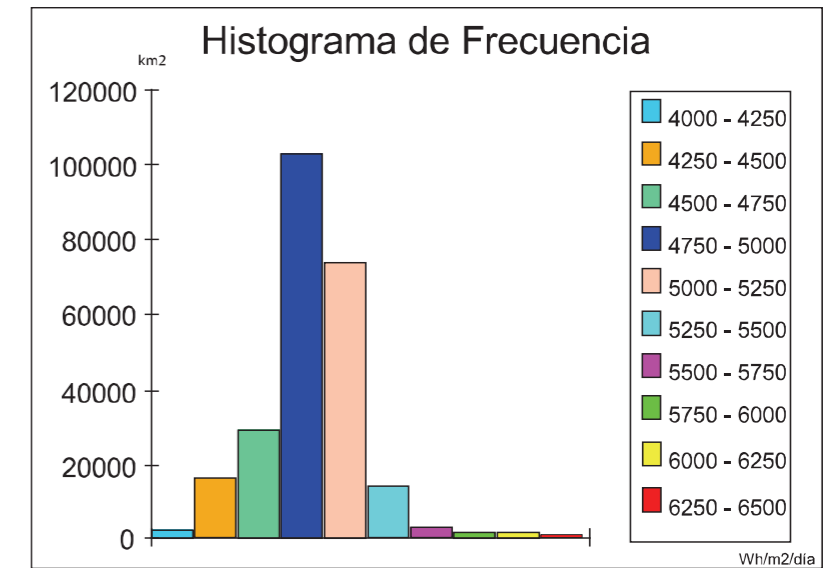
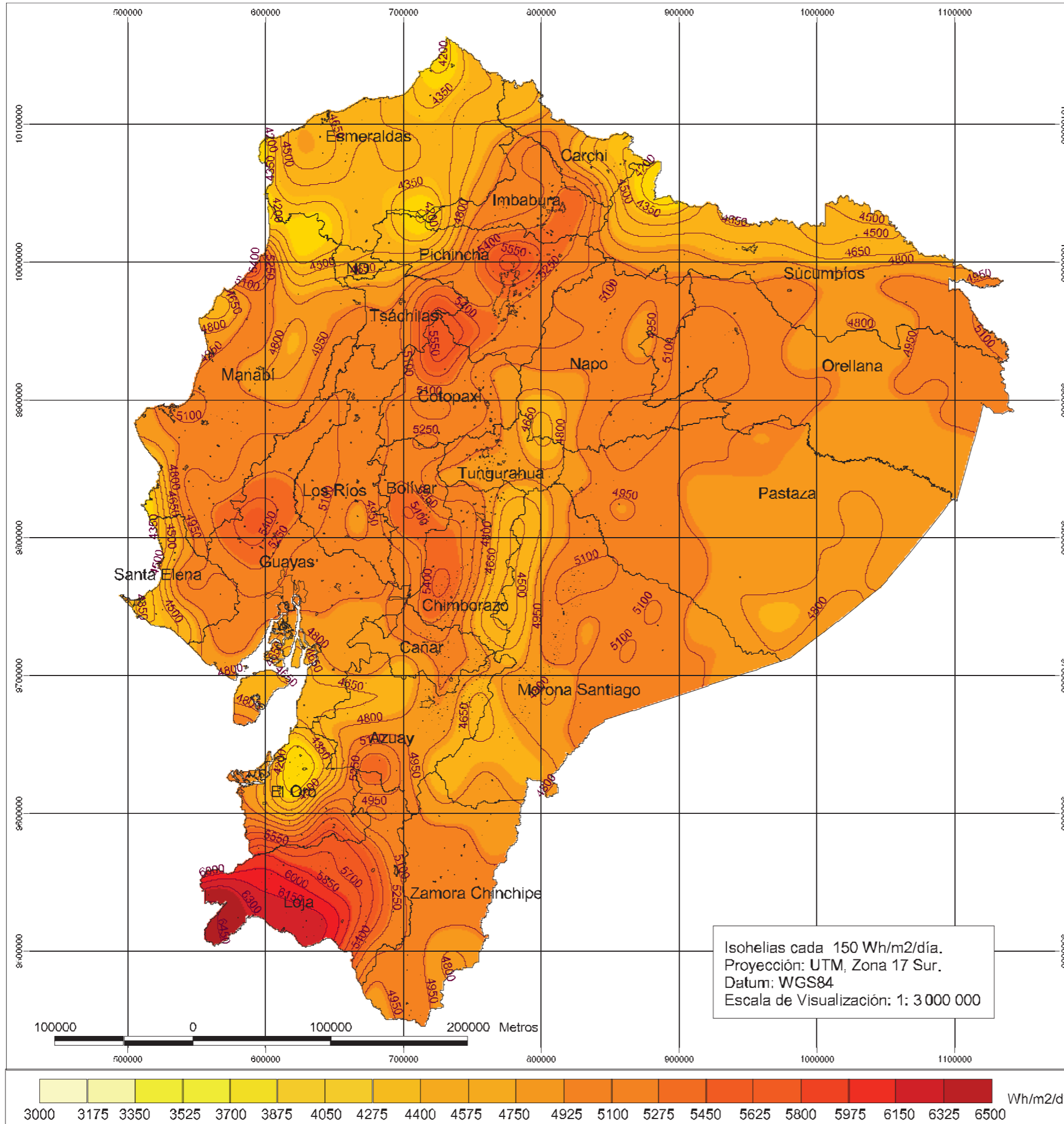


Valor Máximo: 6 183 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 1 306 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 3 130,6 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 717,5487 Wh/m2/día

**ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA**

Contiene: Insolación Directa para el mes de Noviembre	Fecha: Agosto del 2008
--	---------------------------

# Insolación Global Noviembre



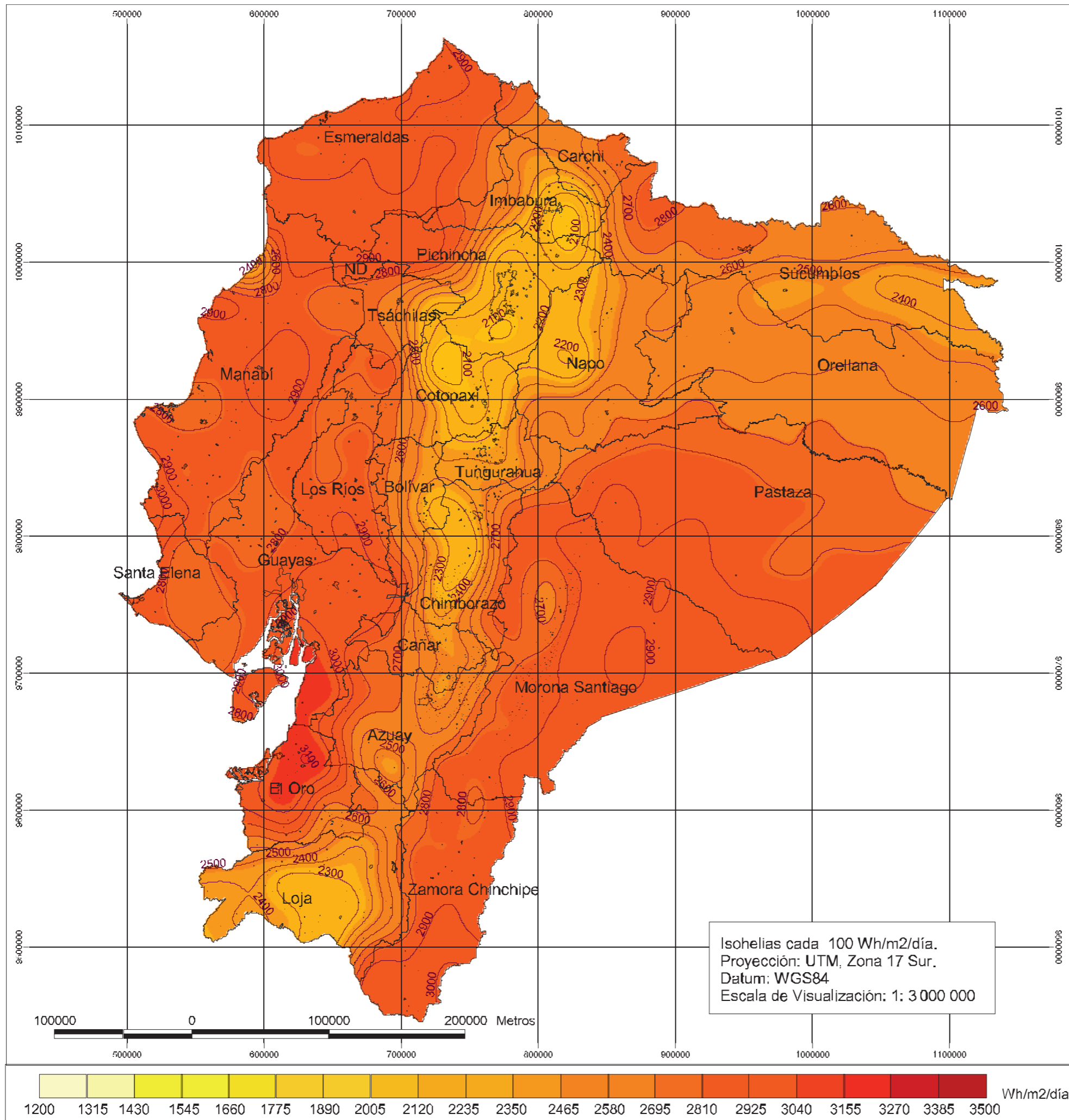
Valor Máximo: 6 484 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Mínimo: 4 059 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Promedio: 4 943,48 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Desviación Estándar: 306,6717 Wh/m<sup>2</sup>/día



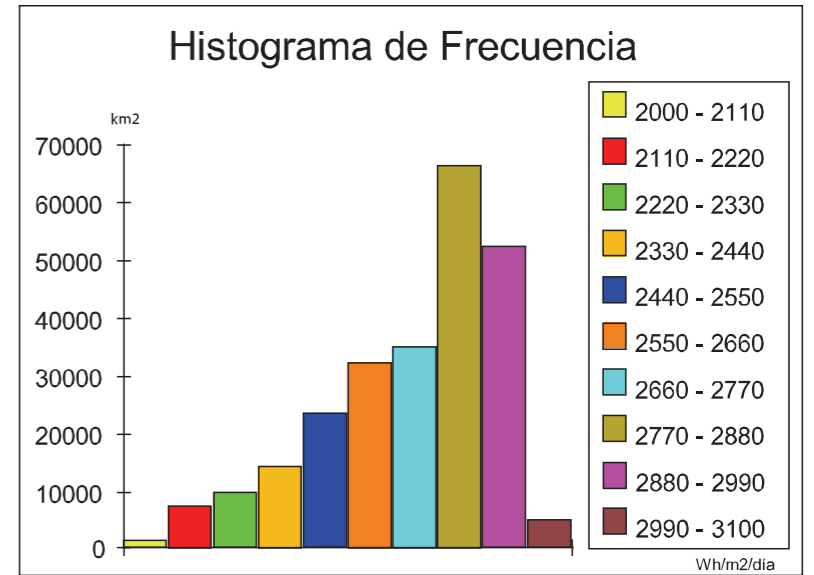
Corporación para la Investigación Energética

## ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Global para el mes de Noviembre  
 Fecha: Agosto del 2008



## Insolación Difusa Diciembre



Valor Máximo: 3 101 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Mínimo: 2 026 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Promedio: 2 703,7 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Desviación Estándar: 217,4334 Wh/m<sup>2</sup>/día



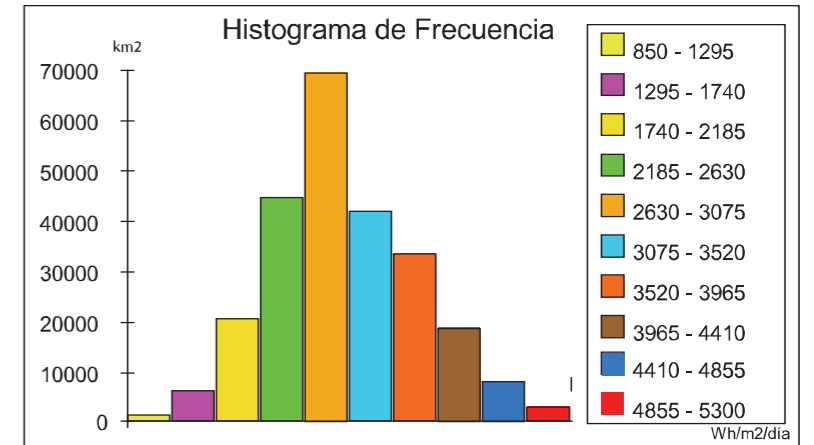
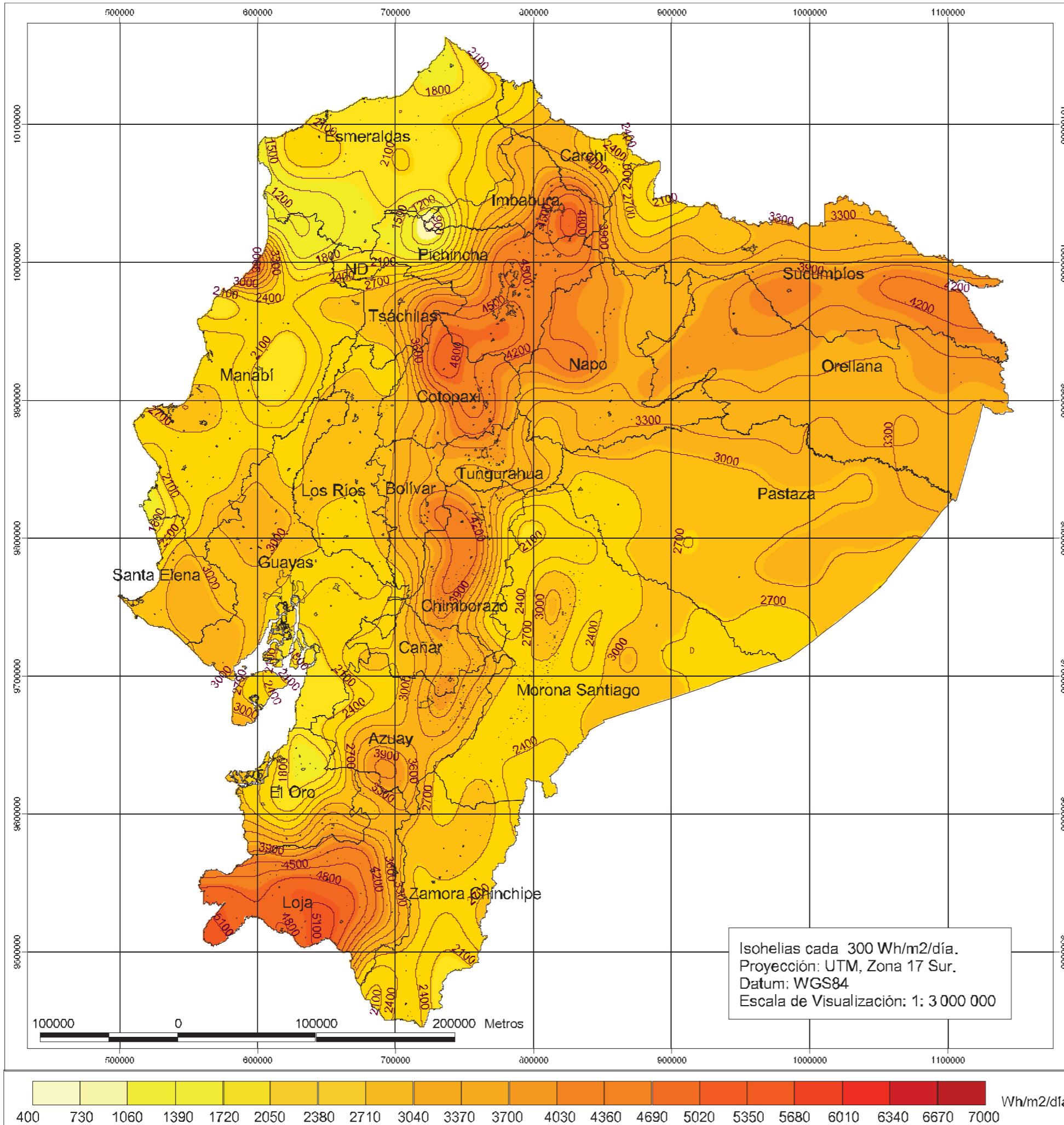
Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene:  
Insolación Difusa para el mes de Diciembre

Fecha:  
Agosto del 2008

## Insolación Directa Diciembre



Valor Máximo: 5 238 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Mínimo: 868 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Promedio: 3037,59 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Desviación Estándar: 751,3105 Wh/m<sup>2</sup>/día

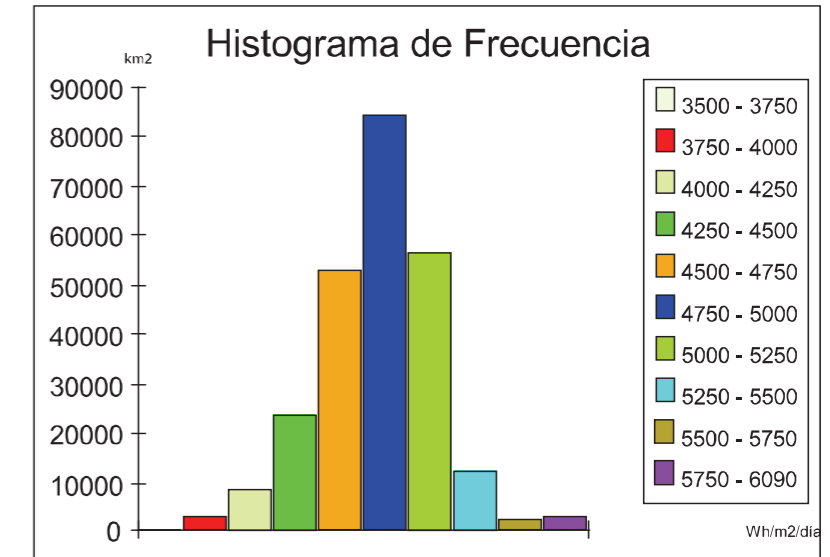
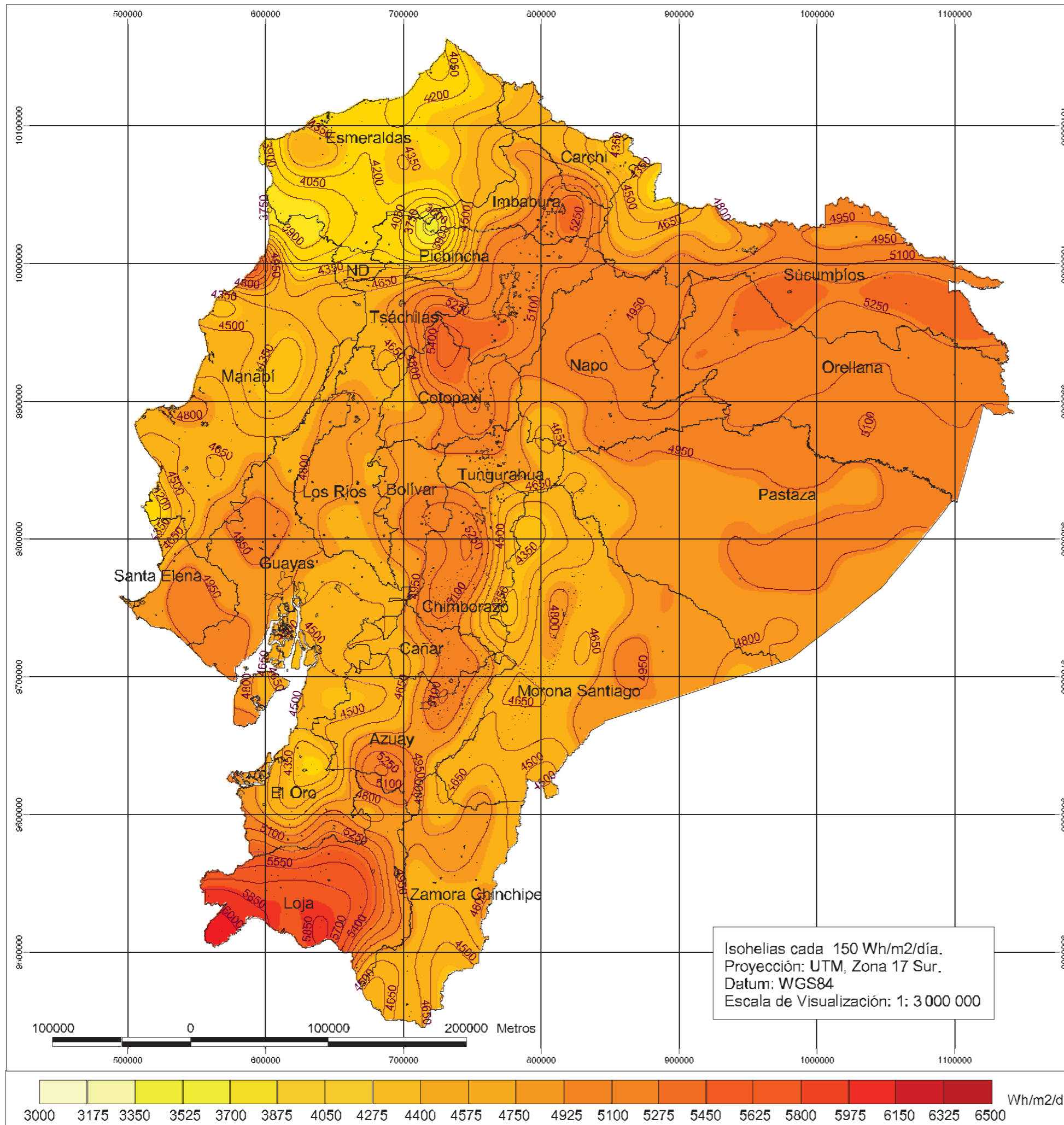


Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Directa para el mes de Diciembre	Fecha: Agosto del 2008
--	---------------------------

## Insolación Global Diciembre



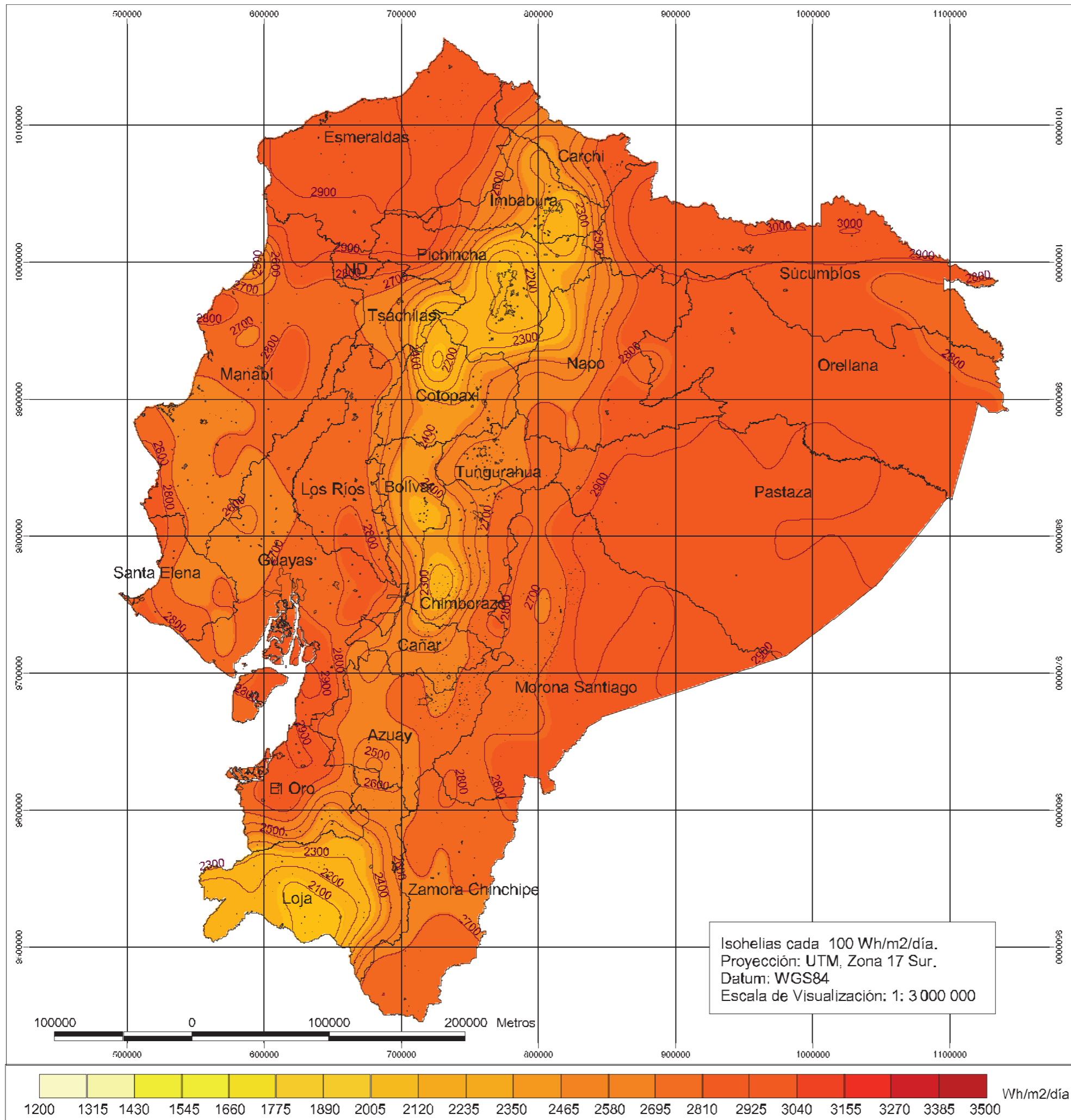
Valor Máximo: 6 089 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 3 537 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 4837,51 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 333,9529 Wh/m2/día



Corporación para la Investigación Energética

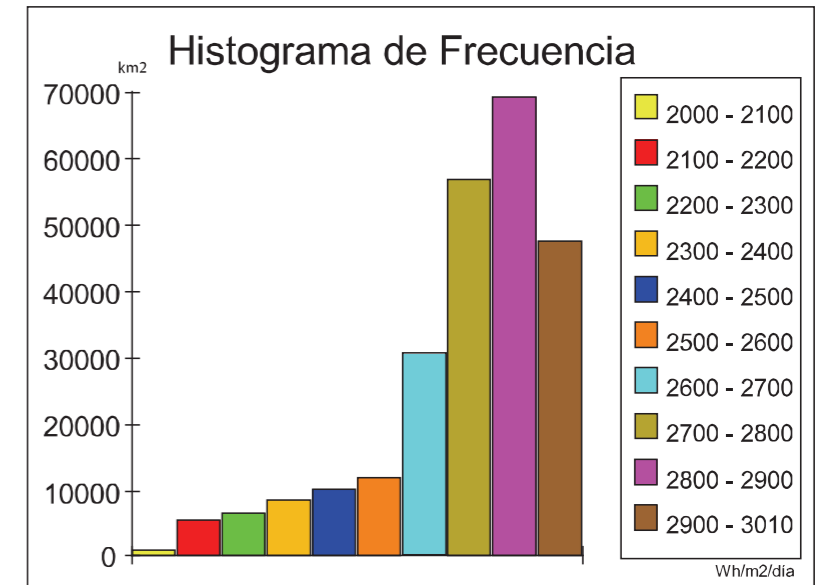
### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Global para el mes de Diciembre  
 Fecha: Agosto del 2008



Isohelias cada 100 Wh/m2/día.  
 Proyección: UTM, Zona 17 Sur.  
 Datum: WGS84  
 Escala de Visualización: 1: 3 000 000

## Insolación Difusa Promedio



Valor Máximo: 3 105 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 2 032 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 2737,05 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 196,8432 Wh/m2/día

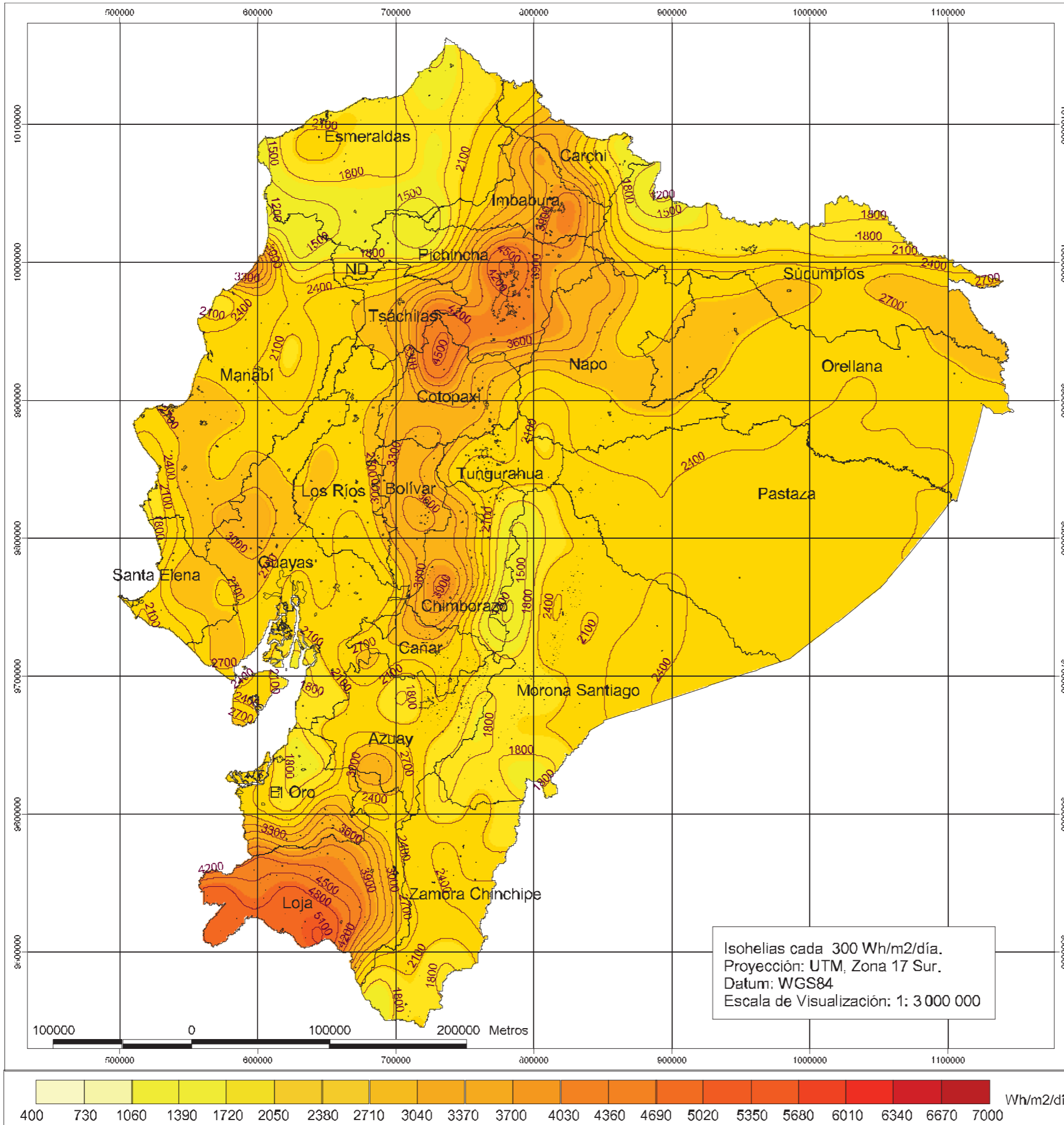


Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

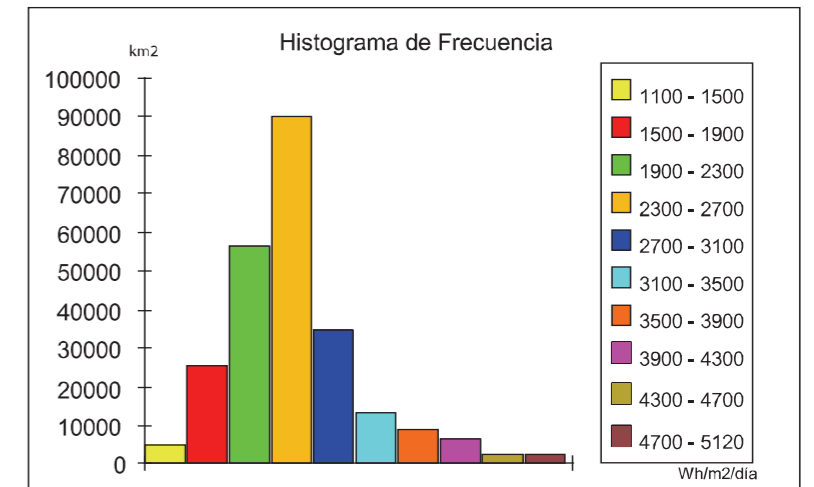
Contiene: Insolación Difusa Anual Promedio

Fecha: Agosto del 2008



Isohelias cada 300 Wh/m2/día.  
 Proyección: UTM, Zona 17 Sur.  
 Datum: WGS84  
 Escala de Visualización: 1: 3 000 000

## Insolación Directa Promedio



Valor Máximo: 5 119 Wh/m2/día  
 Valor Mínimo: 1 147 Wh/m2/día  
 Valor Promedio: 2543,01 Wh/m2/día  
 Desviación Estándar: 643,1827 Wh/m2/día



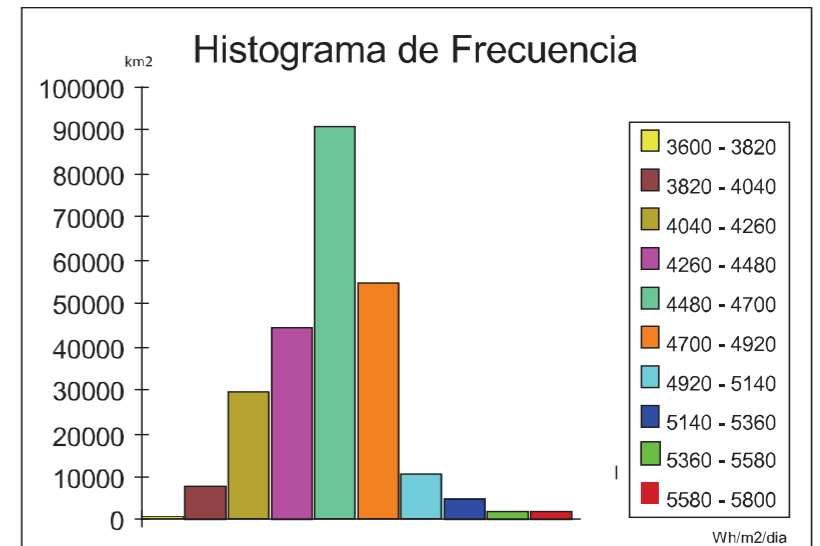
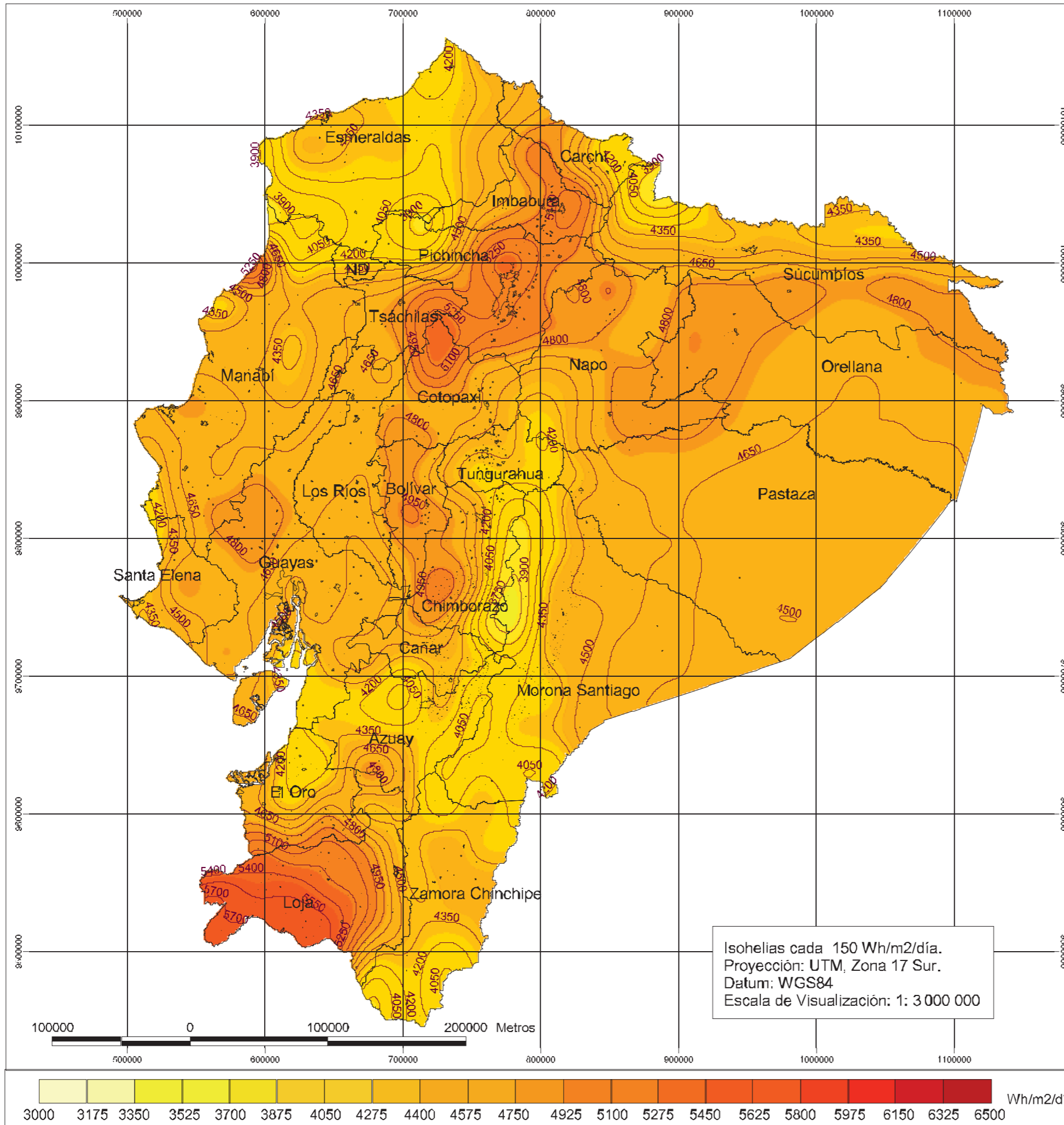
Corporación para la Investigación Energética

### ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Contiene: Insolación Directa Anual Promedio  
 Fecha: Agosto del 2008



## Insolación Global Promedio



Valor Máximo: 5 748 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Mínimo: 3634 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Valor Promedio: 4574,99 Wh/m<sup>2</sup>/día  
 Desviación Estándar: 301,4093 Wh/m<sup>2</sup>/día

**ATLAS SOLAR DEL ECUADOR CON FINES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA**

Contiene: **Insolación Global Anual Promedio**      Fecha: **Agosto del 2008**

### 3. GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Celda solar o celda fotovoltaica:** Elemento que transforma la luz solar (fotones) en electricidad. Es el insumo fundamental de los módulos solares fotovoltaicos.

**Conexión a la red:** Sistema de generación conectado a la red pública de electricidad.

**Conexión en paralelo:** Método de conexión en el cual todos los bornes positivos y negativos se juntan. Si los módulos son todos iguales, la corriente se suma y la tensión permanece igual.

**Conexión en serie:** Método de conexión en el cual el borne positivo de un módulo se conecta al borne negativo del siguiente y así sucesivamente. Si los módulos son todos iguales, el voltaje se suma y la corriente permanece igual.

**Constante solar:** Cantidad de energía solar que incide sobre una superficie de 1 m<sup>2</sup> por segundo, cuando ésta se halla en el tope de la atmósfera a la distancia media sol-tierra. Su valor es aproximadamente 1,36 kW/m<sup>2</sup>.

**Consumo eléctrico:** Número de Vatios hora (Wh) o Kilovatios hora (kWh) utilizados para que funcione un aparato eléctrico durante un tiempo. Depende de la potencia del aparato y del tiempo que esté funcionando.

**Corriente alterna:** En la corriente alterna (CA o AC, en inglés) los electrones, a partir de su posición fija en el cable (centro), oscilan de un lado al otro de su centro, dentro de un mismo entorno o amplitud, a una frecuencia determinada (número de oscilaciones por segundo)

**Corriente continua:** La corriente continua (CC o DC, en inglés) se genera a partir de un flujo continuo de electrones (cargas negativas) siempre en el mismo sentido, el cual va desde el polo negativo de la fuente al polo positivo. Al desplazarse en este sentido los electrones, los huecos o ausencias de electrones (cargas positivas) lo hacen en sentido contrario, es decir, desde el polo positivo al negativo.

**Eficiencia energética:** Está asociada al concepto de conservación de la energía, pero no puede entenderse solamente como una reducción del consumo. Los países de América Latina tienen un desafío doble, crear las condiciones para una adecuada calidad de vida de toda la población, que en muchos casos necesita aumentar su consumo de energía, y al mismo tiempo reducir la cantidad de energía que es convertida en bienes y servicios.

**Energías alternativas:** Se considera energías alternativas a las que pueden sustituir a la energía convencional (fósiles, grandes centrales hidroeléctricas, energía nuclear), y que no implican impactos negativos significativos. Son consideradas

como alternativas entre otras la energía solar, eólica, biomasa, pequeñas centrales hidroeléctricas.

**Energía limpia:** Una energía se considera limpia cuando su utilización no tiene riesgos potenciales añadidos, y suponen un nulo o escaso impacto ambiental. Prácticamente no existe una energía limpia 100%. La alteraciones que pueda provocar una energía limpia - considerando su ciclo de vida-, no son relevantes como para alterar ecosistemas, ciclos hidrológicos, o generar residuos que la naturaleza no pueda asimilar previamente tratados. Con esta definición quedan excluidas por ejemplo, las grandes represas y la energía nuclear.

La energías limpias, son renovables y compatibles con sociedades sustentables.

**Energía pico:** Electricidad abastecida cuando la demanda está en su nivel más alto.

**Energía primaria:** Se entiende por energía primaria a las distintas fuentes de energía tal como se obtienen en la naturaleza, ya sea: en forma directa como en el caso de la energía hidráulica, eólica o solar, la leña y otros combustibles vegetales; o después de un proceso de extracción como el petróleo, carbón mineral, geoenergía, etc.

**Energía renovable:** Las energías de origen renovable, son consideradas como fuentes de energía inagotables, con las siguientes características: suponen un nulo o escaso impacto ambiental.

Utilizan para la generación de energía recursos continuos o renovables.

Se entiende como recursos continuos a los recursos inagotables y corresponden a fuentes de energía cuya oferta no se ve afectada por la actividad humana. ej.: la radiación y la energía eólica.

Son recursos renovables los recursos que pueden continuar existiendo, a pesar de ser utilizados por la actividad económica, gracias a los procesos de regeneración. Sin embargo pueden ser agotados, cuando están siendo consumidos más rápidamente de lo que se regeneran (sobreexplotación), o por alteración de los ecosistemas. ej.: plantas, animales, agua, suelo.

**Gigavatio:** Mil millones de vatios (1 GW = 1 000 000 000 W)

**Intensidad eléctrica:** Magnitud eléctrica definida como la cantidad de electricidad que pasa a través de la sección de un cable conductor en un segundo. Se mide en Amperios (A)

**Kilovatio:** Unidad de potencia, equivale 1000 Vatios.

**Kilovatio hora:** La potencia de mil vatios aplicada durante una hora (o una potencia equivalente). 1 kWh es una unidad de energía - 1 kWh = 3600 Joules.

**Megavatio:** Un millón de vatios (1 MW = 1 000 000 W)

**Micro Centrales Hidroeléctricas:** Algunos autores denominan como minicentrales las que tienen hasta 100 kW de potencia.

**Mini Centrales Hidroeléctricas:** Algunos autores denominan como minicentrales las que tienen de 100 a 1.000 kW de potencia.

**Módulo o panel solar fotovoltaico:** Conjunto de celdas solares interconectadas dentro de una unidad sellada.

**Potencia nominal:** Potencia máxima, en régimen continuo, para la cual fue prevista y dimensionada la instalación.

**Potencia eléctrica:** Capacidad de los aparatos eléctricos para producir trabajo (la cantidad de trabajo realizado en la unidad de tiempo). La unidad de medida es el Vatio (W), el kilovatio (kW) o el megavatio (MW)

**Potencial energético:** Cantidad total de energía presente en la naturaleza, independiente de cuál sea la fuente energética, posible de ser aprovechada mediante el uso de tecnología.

#### Insolación

Cantidad de energía solar que llega a una superficie, medida en Vatio/hora/metro cuadrado. La Insolación que llega a la superficie terrestre puede ser directa o difusa. Mientras la insolación directa incide sobre cualquier superficie con un único y preciso ángulo de incidencia, la difusa cae en esa superficie con varios ángulos. Cuando la insolación directa no llega a una superficie a causa de la presencia de un obstáculo, el área en sombra no se encuentra completamente a oscuras gracias a la insolación difusa. Por ello, los dispositivos fotovoltaicos pueden funcionar incluso solamente con insolación difusa.

**Insolación difusa:** Radiación proveniente del cielo como resultado de la dispersión de la radiación solar

por la atmósfera. Es la radiación solar difundida por la atmósfera (por lo que no llega directamente del sol).

La insolación difusa es aquella recibida de la atmósfera como consecuencia de la dispersión de parte de la radiación del sol en la misma. Esta energía podría suponer aproximadamente un 15% de la insolación en los días soleados, pero en los días nublados, en los cuales la insolación directa es muy baja, la insolación difusa supone un porcentaje mucho mayor. Por otra parte, las superficies horizontales son las que más insolación difusa reciben, ya que "ven" toda la semiesfera celeste, mientras que las superficies verticales reciben menos porque solo "ven" la mitad de la semiesfera celeste.

**Insolación Directa:** Como su propio nombre indica, la que proviene directamente del sol. Es la que recibimos cuando los rayos solares no se difuminan o se desvían a su paso por la atmósfera terrestre.

**Insolación Global:** Será la suma de las insolaciones directa y difusa.

**Regulador de carga:** También llamado unidad de control o controlador de carga. Componente que controla el flujo de corriente hacia la batería y de la batería hacia los equipos para proteger la batería de sobrecargas y sobredescargas.

**Tensión eléctrica :** Diferencia de potencial eléctrico que tiene que existir entre los bornes de conexión o entre dos partes activas de una instalación, para que la corriente eléctrica circule por dicha instalación. La unidad de medida es el Voltio (V)

**Voltaje de circuito abierto:** Voltaje que se mide en los terminales sin carga de un sistema fotovoltaico.

**Voltaje de máxima potencia:** Voltaje correspondiente al punto de máxima potencia.

**Vatio pico:** Unidad de medida de un módulo solar fotovoltaico, que significa la cantidad de potencia máxima que puede generar el módulo a condiciones estándar de funcionamiento (1000 W/m<sup>2</sup>, 25°C y 1,5 de masa de aire)

### 4. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

[http://www.taller.org.ar/Energia/glosario\\_energia.pdf](http://www.taller.org.ar/Energia/glosario_energia.pdf)

CHAVEZ Idalberto, **Diseño De Sistemas Solares Fotovoltaicos Autónomos**, CUBAENERGIA.

ORBEGOZO Carlos, **Energía Solar Fotovoltaica- Módulo Básico De Entrenamiento**, GREENENERGY Consultoría y Servicios, 2005.

CADEM, *Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Álava*, **Energía Solar Fotovoltaica**, Octubre del 2005.

LÓPEZ Luis, **Panel Solar Híbrido Fotovoltaico / Térmico** con incremento de eficiencia de sistema fotovoltaico.



Av. Naciones Unidas E7-71 y Av de Los Shyris

[www.conelec.gov.ec](http://www.conelec.gov.ec)

Quito - Ecuador



C I E

Corporación para la  
Investigación Energética

[www.energia.org.ec](http://www.energia.org.ec)