

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Dirección General de Investigación



FACULTAD DE INGENIERÍA

**COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES
METEOROLÓGICAS EN EL DISTRITO DE CHIMBOTE
DURANTE EL AÑO 2016**

Esther Llacza Huánuco
Fernando Javier Hurtado Butrón
Christian Puican Farroñay
Kety Barrantes Reyes
Fernández Andrade M. Alexander

CHIMBOTE – PERU

2016

INDICE

TITULO	i
PALABRAS CLAVE	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	11
RESULTADOS	12
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
ANEXOS	38

COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES
METEOROLÓGICAS EN EL DISTRITO DE CHIMBOTE
DURANTE EL AÑO 2016

PALABRAS CLAVE:

TEMA : Variables meteorológicas

ESPECIALIDAD : Meteorología y Climatología

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

030I0008 Bioindicadores de calidad ambiental

KEYWORDS

TOPIC : Meteorological variables

SPECIALTY : Meteorology and Climatology

INVESTIGATION LINE:

030I0008 Environmental Quality Bioindicators

RESUMEN

El propósito de la presente investigación es determinar el comportamiento de las variables meteorológicas en el distrito de Chimbote, durante el año 2016, utilizando la estación meteorológica diseñada para tal fin, ubicada en el Campus de la Universidad San Pedro, Los Pinos.

Es una investigación tecnológica. Se han realizado mediciones diarias de las variables meteorológicas tales como temperatura ambiental, humedad relativa, índice de radiación ultravioleta tipo A, B y C, y velocidad y dirección del viento, Se obtuvieron valores de promedio mensual de valores máximos y mínimos, utilizando el software de Arduino. Los datos registrados se analizaron mediante el análisis estadístico con la distribución de Weibull.

Los resultados que se obtuvieron fueron: Temperatura máxima de 24.48° y mínima de 17.54° ; Humedad Relativa, el valor máximo anual de 87.6% y un mínimo de 68.45%. Radiación ultravioleta tipo A, un índice de radiación anual de 12.31, para la tipo B un valor anual de 0.40, y para la del tipo C, un valor anual de 0.086. La velocidad del viento un valor máximo anual de 14.23 Km/hora y su velocidad mínima de 5.08 Km/hora; con una dirección del viento anual de 273.32° cercano al oeste, en la Urb. Los Pinos - Chimbote.

SUMMARY

The purpose of the present investigation is to determine the behavior of meteorological variables in the district of Chimbote during the year 2016, using the meteorological station designed for that purpose, located in the Campus of the University San Pedro, Los Pinos.

It is a technological research. Daily measurements of meteorological variables such as ambient temperature, relative humidity, ultraviolet radiation index type A, B and C, and wind speed and direction were obtained. Monthly values of maximum and minimum values were obtained using the Arduino software. The data recorded were analyzed by statistical analysis with the Weibull distribution.

The results obtained were: Maximum temperature is 24.48° and the minimum temperature is 17.54° ; Relative Humidity, the annual maximum value of 87.6% and a minimum of 68.45%. Type A ultraviolet radiation, an annual radiation index of 12.31, type B an annual value of 0.40, and for type C, an annual value of 0.086. Wind speed a maximum annual value of 14.23 Km/ hour and its minimum speed of 5.08 Km / hour; With an annual wind direction of 273.32° near the west, in Urb. Los Pinos – Chimbote.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes y fundamentación científica

Desde hace mucho tiempo, a nivel internacional, la observación y medida de las variables meteorológicas se hacen necesarias y consiste en determinar o estimar el valor de diferentes variables y parámetros físicos que permiten conocer el estado de la atmósfera y preparar análisis, predicciones y avisos meteorológicos, así como realizar la vigilancia del clima. Actualmente, el sistema global de observación está formado por un componente espacial y otro basado en tierra.

La Vigilancia Meteorológica Mundial está integrada por las redes de observación meteorológica de la mayor parte de los países del mundo y se ocupa de recabar los datos atmosféricos por medio de instrumentos especiales situados en las estaciones meteorológicas, las cuales pueden ser de diferentes tipos, con la finalidad de que estos puedan elaborar los pronósticos meteorológicos y realizar distintos tipos de investigaciones acerca del tiempo y del clima. (Valdivia, 1977).

Entre los grandes problemas atmosféricos globales cuya investigación deben abordar los meteorólogos hoy en día, destacan aquellos relacionados con la destrucción de la capa de ozono estratosférico, el efecto invernadero, la acidificación del medio ambiente y las desastrosas sequías e inundaciones asociadas al fenómeno conocido como "El Niño".

En noviembre 2015, se llevó a cabo el XV Foro Climático del Oeste de Sudamérica, bajo el auspicio de La Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN). El Foro contó con la participación de los expertos en clima de los Servicios Meteorológicos Nacionales de Bolivia (SENAMHI), Chile (DMC), Colombia (IDEAM), Ecuador (INAMHI), Perú (SENAMHI), y República Bolivariana de Venezuela (INAMEH). Considera que, entre otros, los Servicios Meteorológicos proveen información técnica y científica sobre las posibles amenazas climáticas referidas al evento El Niño en cada país, en apoyo a los sectores específicos. Los servicios meteorológicos nacionales, bajo la coordinación de la Organización Meteorológica Mundial, contribuyen al sistema mundial de observación meteorológica, entre otros, mediante la operación de diferentes

redes basadas en tierra, la realización de programas de medida normalizados y la difusión y el intercambio estandarizado de sus datos.

En el Observatorio Meteorológico de la Universidad Nacional Autónoma de México, durante el período 1963 a 1983 se han registrado los datos que permitieron realizar un estudio cuya finalidad es analizar y clasificar algunos de los fenómenos atmosféricos, que por veinte años se ha registrado en él. La conclusión que se llegó manifiesta “que los factores que intervienen en el comportamiento de los fenómenos atmosféricos son la posición astronómica del planeta, la influencia de la radiación solar, la situación geográfica y la constitución física del suelo y el aire de un lugar determinado”. (Sánchez Huerta, 1990).

En nuestro país, se crea el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), en Marzo de 1969, para las actividades meteorológicas (Decreto Ley, 1969).

Las detalladas estimaciones en tiempo real de los elementos meteorológicos, son de importancia para las decisiones tácticas que han de tomarse en la planificación a corto plazo de las operaciones agrícolas. En las decisiones tácticas se incluyen las que implican gastos medios referentes a las fechas en que han de realizarse determinadas prácticas agrícolas, tales como la siembra, cultivo y recolección, y por otra parte incluyen también las decisiones que implican gastos importantes tales como el uso de productos químicos de elevado precio o la aplicación de costosas medidas de protección de los cultivos. Cualquiera sea la decisión que se tome, es necesario tener un conocimiento adecuado de los efectos que el tiempo y el clima ejercen en el suelo, en las plantas y en la producción agrícola para poder usar con eficacia la información meteorológica y climatológica destinada a la agricultura.

La principal función de la actual meteorología agrícola a escala mundial es pues garantizar que los investigadores, los planificadores y las personas encargadas de tomar las decisiones dispongan de datos agro meteorológicos adecuados, así como de los medios de investigación y conocimientos oportunos, a fin de que puedan hacer frente a una gran variedad de problemas relacionados con la producción agrícola.

En Chimbote se realizó un trabajo de investigación denominada Confiabilidad de una Estación Meteorológica con fines educativos en la Universidad San Pedro, que entre los resultados obtenidos destaca “la confiabilidad de los instrumentos con el coeficiente de

correlación lineal, observándose un valor de 0.997, encontrándose dentro del margen establecido". (Puican Farroñay, Hurtado Butrón, Llacza Huánuco, & Barrantes Reyes, 2014).

VARIABLES METEOROLÓGICAS

Las variables meteorológicas tales como el tiempo y clima constituyen factores ambientales que influyen sobre las actividades realizadas por el hombre.

Temperatura Ambiental

La temperatura ambiental es una de las magnitudes más utilizadas para describir el estado de la atmósfera. Es la variable meteorológica en que se manifiesta el calentamiento del suelo, agua y aire, producido por la radiación solar. Los factores que determinan la variabilidad de la temperatura son: la hora local, la estación del año, la situación geográfica del lugar y la constitución del suelo. En algunos lugares de nuestro planeta en invierno puede llegar a estar bajo los 0° C y en verano superar los 40° C.

Presión Atmosférica

El aire que nos rodea ejerce una fuerza sobre todos los cuerpos debida a la acción de la gravedad. Esta fuerza por unidad de superficie es la denominada *presión atmosférica*, cuya unidad de medida en el Sistema Internacional es el Pascal (1 Pascal = 1 N/m²). La presión atmosférica depende de muchas variables, sobre todo de la altitud. Cuanto más arriba en la atmósfera nos encontremos, la cantidad de aire por encima de nosotros será menor, lo que hará que también sea menor la presión que éste ejerza sobre un cuerpo ubicado allí. Pero la presión atmosférica, además de la altitud, depende de muchas otras variables. La situación geográfica, la temperatura, la humedad y las condiciones meteorológicas son sus principales condicionantes. Precisamente la relación que existe entre la presión atmosférica y el tiempo en un lugar hace de ésta una variable fundamental.

En cualquier caso, para poder comparar todos los valores de presión registrados en distintos puntos del mundo y extraer conclusiones respecto a las condiciones atmosféricas, las mediciones directas deben corregirse, al menos respecto a la altitud. Nuevamente, la Organización Meteorológica Mundial establece las pautas

para que todas las medidas registradas en distintos lugares del mundo se efectúen del mismo modo, y por tanto, puedan ser comparables.

Humedad

El agua es uno de los principales componentes de la atmósfera, en la que puede existir como gas, como líquido, y como sólido. La presencia del agua en los tres estados de agregación se debe a que las condiciones físicas (temperatura y presión) necesarias para que se produzcan dichos cambios de estado se dan normalmente en la atmósfera.

La humedad es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire. Esa cantidad no es constante, sino que dependerá de diversos factores, tales como la lluvia, la cercanía al mar, las plantas, etc.

Existen diversas maneras de referirnos al contenido de humedad en la atmósfera:

- Humedad absoluta: masa de vapor de agua, en gramos, contenida en 1 m^3 de aire seco.
- Humedad específica: masa de vapor de agua, en gramos, contenida en 1 kg de aire.
- Razón de mezcla: masa de vapor de agua, en gramos, que hay en 1 kg de aire seco.

Una humedad relativa del 100% es indicativa de que esa masa de aire ya no puede almacenar más vapor de agua en su seno, y a partir de ese momento, cualquier cantidad extra de vapor se convertirá en agua líquida o en cristaltos de hielo, según las condiciones ambientales.

La humedad se suele medir mediante un instrumento denominado psicrómetro. Este consiste en dos termómetros iguales, uno de los cuales, llamado "termómetro de bulbo seco", sirve sencillamente para obtener la temperatura del aire. El otro, llamado "termómetro de bulbo húmedo", tiene el depósito recubierto con una telilla humedecida por medio de una mecha que la pone en contacto con un depósito de agua.

Otra variable relacionada con la humedad es la evaporación, que puede medirse mediante un instrumento denominado evaporímetro. Este aparato está formado por un tubo de vidrio cerrado por un extremo y abierto por el otro, y graduado en milímetros, que se llena de agua. Su extremo abierto se tapa mediante un disco de papel secante, que impide que el agua se derrame, pero que se impregna con ella y la deja evaporar sobre toda su superficie con mayor o menor rapidez, según las condiciones de temperatura y humedad del aire. La evaporación se calcula tomando un dato diario y restando la medida del dato del día anterior.

Viento

El viento consiste en el movimiento de aire desde una zona hasta otra. Existen diversas causas que pueden provocar la existencia del viento, normalmente se origina cuando entre dos puntos se establece una cierta diferencia de presión o de temperatura. En el primer caso, cuando entre dos zonas la presión del aire es distinta, éste tiende a moverse desde la zona de alta presión a la zona de baja presión, los meteorólogos dirían que se ha producido un gradiente o diferencia de presión entre ambos lugares. En la atmósfera, existe una relación directa entre presión y viento, lo que hace que los mapas de isobaras, que representan los valores de la presión atmosférica, contengan amplia información sobre la velocidad y dirección del viento.

En el caso de que sea una diferencia térmica el origen del viento, lo que ocurre es que cuando una masa de aire adquiere una temperatura superior a la de su entorno, su volumen aumenta, lo cual hace disminuir su densidad. Por efecto de la flotación, la masa de aire caliente ascenderá, y su lugar será ocupado por otras masas de aire, que en su desplazamiento ocasionarán el viento. Para poder disponer de medidas directas de velocidad y dirección del viento, los meteorólogos utilizan distintos instrumentos de medida, el instrumento más utilizado es el **anemómetro de cazoletas**, en el que el giro de las mismas es proporcional a la velocidad del viento.

Radiación Solar

La energía transferida por el Sol a la Tierra es lo que se conoce como energía radiante o radiación. Ésta viaja a través del espacio en forma de ondas que llevan asociada una determinada cantidad de energía. Según lo energéticas que sean estas ondas se clasifican en lo que se conoce como el espectro electromagnético.

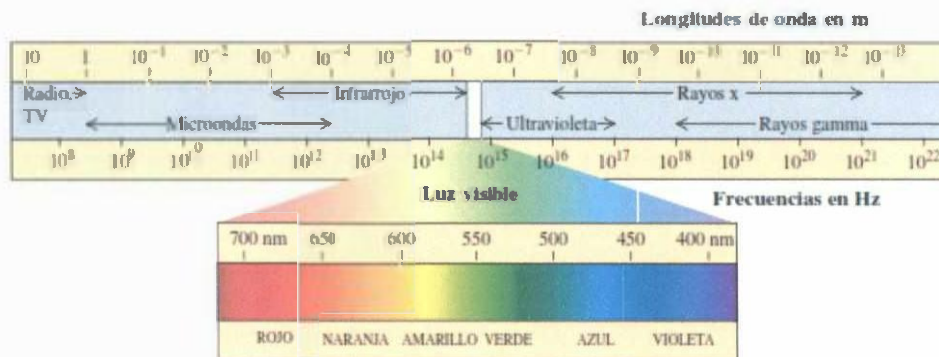


Fig. Espectro electromagnético.

Las frecuencias y longitudes de onda que se encuentra en la naturaleza se extienden en un intervalo tan amplio que se tiene que usar una escala logarítmica para indicar todas las bandas importantes. (Young, Freedman, & Lewis Ford, 2009)

Todos los cuerpos radian energía continuamente en forma de ondas electromagnéticas producidas por vibraciones térmicas de las moléculas. La emisión de esta en función de su temperatura. La relación a la cual un objeto radia energía es proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta. Esto se conoce como ley de Stefan y se expresa en forma de ecuación como:

$$P = \sigma A e T^4$$

Donde P es la potencia en watts radiada por el cuerpo, σ es una constante igual a $5.6696 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2$, A es el área de la superficie del objeto en metros cuadrados, e es la constante de emisividad y T es la temperatura en la superficie en Kelvin. El valor de e puede variar entre cero y la unidad, dependiendo de las propiedades de la superficie del objeto. La emisividad es igual a la fracción de la radiación entrante que la superficie absorbe (Serway & Beichner, 2002).

La radiación solar es un factor natural de gran importancia debido a que ésta modula el clima terrestre, teniendo una influencia significativa en el medio. La región ultravioleta (UV) del espectro solar juega un papel determinante en diversos procesos en la biosfera. La radiación UV tiene varios efectos beneficiosos, pero también puede ser muy dañina si no se toman en cuenta los límites de “seguridad”.

La variabilidad diurna y anual de la radiación solar UV está gobernada por parámetros astronómicos, geográficos y por las condiciones atmosféricas. Las actividades humanas afectan a la atmósfera, como por ejemplo la contaminación del aire y la destrucción de la capa de ozono, afectando también indirectamente a la radiación UV que llega a la superficie terrestre. La radiación solar UV es un parámetro medioambiental altamente variable en el tiempo y en el espacio. (Díaz Uriarte, 1996), (Madrid, 2009), (Pallás Areny, 2007).

Querer analizar el comportamiento de cada variable por separado dentro de un sistema tan complejo, es muy difícil porque los fenómenos atmosféricos están determinados directa e indirectamente por los efectos de la radiación solar que llega a la Tierra. Es muy importante considerar que el comportamiento de cada uno de esos fenómenos ocurrentes, no son independientes sino que se vinculan unos con otros de manera muy diversa, y al mismo tiempo reciben la influencia de una serie de factores que modifican su régimen.

Cuando se describen los efectos biológicos, la radiación UV se divide normalmente en tres bandas espectrales.

UV-A: Este tipo de radiación es la continuación de la radiación visible y es responsable del bronceado de la piel. Su longitud de onda varía entre 400 y 320 nm. [1 nanómetro, nm = 10^{-9} m].

UV-B: Llega a la Tierra muy atenuada por la capa de ozono. Es llamada también UV biológica, varía entre 280 y 320 nm y es muy peligrosa para la vida en general y, en particular, para la salud humana, en caso de exposiciones prolongadas de la piel y los ojos (cáncer de piel, melanoma, catarata, debilitamiento del sistema inmunológico). Representa sólo el 5% de la UV y el 0.25% de toda la radiación solar que llega a la superficie de la Tierra.

UV-C: Es en teoría la más peligrosa para el hombre, pero afortunadamente es absorbida totalmente por la atmósfera.

Índice de Radiación Ultravioleta (IUV)

La preocupación por la amenaza del aumento de cáncer de piel, daños a los ojos, alteraciones en el sistema inmunológico ha conducido a diferentes organismos a formular un índice solar mundial de ultravioleta (IUV). Los organismos encargados de elaborar este índice fueron: La organización mundial de la salud (OMS), el programa de las naciones unidas para el medio ambiente (PNUMA), la organización meteorológica mundial (OMM), la comisión internacional sobre protección contra la radiación no ionizante (ICNIRP) y la oficina federal para la protección contra la radiación (Bundensamt für Strahlenschutz, BFS).

Este índice consiste en una medida sencilla de la intensidad de la radiación UV, describe la capacidad de la radiación ultravioleta de producir eritemas o quemaduras en la piel. El IUV, se originó al comprobarse que la dosis efectiva acumulada durante el período de tiempo de una hora en un metro cuadrado de piel, varía entre 0 y 1500 J, lo cual se acordó internacionalmente asignarle el número "1" a 100 J/m² h, hasta llegar a 16 que correspondería con el tope de la escala a 1600 J/m² h.

Este valor se usa para informar y prevenir a la población sobre su salud, y riesgos de la radiación del ultravioleta sobre esta.

1.2 Justificación de la investigación

Debido a que en el año 2016, las diferentes instituciones destinadas al estudio de las variables climatológicas han pronosticado el Fenómeno el Niño (FEN), y considerando el cambio climático que se está viviendo en estos tiempos, los docentes encargados del presente proyecto nos hemos propuestos realizar mediciones de las variables meteorológicas durante el año 2016, debido a que éstas tienen directa relación ya sea en la salud pública y en la agricultura.

1.3 Problema

El cambio climático, en una región, es una variación en el "estado de tiempo promedio" y es de interés de todos buscar estrategias de mitigación y adaptación. Comprender los procesos que se dan y monitorearlos permitirá encontrar métodos para adaptarse y mitigar los efectos no saludables. Aunque es prácticamente imposible predecir el clima, si se puede obtener datos de tendencias que permitan hacernos una idea de los posibles cambios climáticos en el corto y mediano plazos. Para obtener estos datos es necesario llevar a cabo un constante monitoreo climático. Este se realiza haciendo anotaciones de las variaciones climáticas, de la radiación solar, de la cantidad de precipitaciones y aumento o disminución de la temperatura, etc. Por todo esto es necesario responder a la siguiente interrogante, ¿Cómo es el comportamiento de las variables meteorológicas en el distrito de Chimbote durante el año 2016?

1.4 Marco referencial

Radiación Solar

La radiación solar incluye radiación ultravioleta (UV), visible (luz) y radiación infrarroja (IR). La radiación se caracteriza por su longitud de onda, normalmente expresada en nanómetros (10^{-9} m.).

La radiación solar UV puede ser medida como una irradiancia (potencia incidente sobre una superficie de una unidad de área) en unidades de $[W/m^2]$, o como una exposición radiante o dosis (energía incidente sobre una superficie de área unidad), en $[J/m^2]$.

Velocidad y Dirección del Viento

Para poder disponer de medidas directas de velocidad y dirección del viento, se utilizarán el anemómetro de cazoletas, en el que el giro de las mismas es proporcional a la velocidad del viento. La unidad de medida es el km/h o el m/s.

Asimismo, para la medida de la dirección se utilizan las veletas, que indican la procedencia geográfica del viento, llamados viento norte, noreste, suroeste, etc. en función de dónde provenga éste.

Humedad Relativa (H_r):

Para medir la humedad relativa se utiliza un instrumento llamado psicrómetro, el cual consta de dos termómetros uno de bulbo seco y otro de bulbo húmedo. Se mide la temperatura del aire (T) con el termómetro de bulbo seco y la temperatura del vapor de agua en el aire con el termómetro de bulbo húmedo (T_{bh}) se calcula la Depresión Psicrométrica ($T - T_{bh}$), y finalmente se determina la humedad relativa utilizando tabla de conversión.

Es el cociente entre la presión parcial y la presión de vapor, a la misma temperatura, se expresa en tanto por ciento

$$Hr(\%) = \frac{P_p}{P_v} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

donde: Hr=humedad relativa(%)

*P_p, P_v = presión parcial y de vapor a la
misma temperatura*

1.5 Objetivos

1.5.1 General:

Determinar el comportamiento de las variables meteorológicas en el distrito de Chimbote durante el año 2016.

1.5.2 Específicos:

1. Determinar el índice de radiación ultravioleta en el distrito de Chimbote, en el año 2016.
2. Determinar la temperatura ambiental en el distrito de Chimbote, en el año 2016.
3. Determinar la humedad relativa en el distrito de Chimbote, en el año 2016.
4. Determinar la velocidad y dirección del viento en el distrito de Chimbote, en el año 2016.

II. METODOLOGÍA

La presente es una investigación tecnológica. Las mediciones realizadas fueron utilizando la Estación Meteorológica diseñada y construida para tal fin, la misma que se encuentra ubicada en el Campus de la Universidad San Pedro, Los Pinos. Se realizó lo siguiente:

- Mediciones diarias de las variables meteorológicas según las normas establecidas por la Organización Mundial de Meteorología (OMM).
- Se obtuvo valores de promedio mensual de las temperaturas máximas y mínimas, mediante el uso del sensor de temperatura, para ello se utilizó el software de Arduino del programador.
- Se obtuvo valores de promedio mensual de la humedad relativa, mediante el uso del sensor de humedad, haciendo uso del software de Arduino del programador.
- Se obtuvo valores de promedio mensual de la radiación ultravioleta, mediante el uso del sensor de radiaciones ultravioleta, para ello se utilizó el software de Arduino del programador.
- Se obtuvo valores de promedio mensual de la velocidad y dirección del viento, mediante el uso de una veleta y anemómetro, para ello se utilizó el software de Arduino del programador.
- Se analizaron los datos registrados mediante el análisis estadístico con la distribución de Weibull.

III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de las variables meteorológicas se muestran en las siguientes tablas y figuras.

3.1 TEMPERATURA AMBIENTAL

Tabla 1. Temperatura máxima y mínima en los meses del 2016

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T _{Máxima} (°C)	26	27	27	25	24	20	20	19	20	22	23	25
T _{Mínima} (°C)	20	21	19	16	16	16	14	11	15	15	15	18

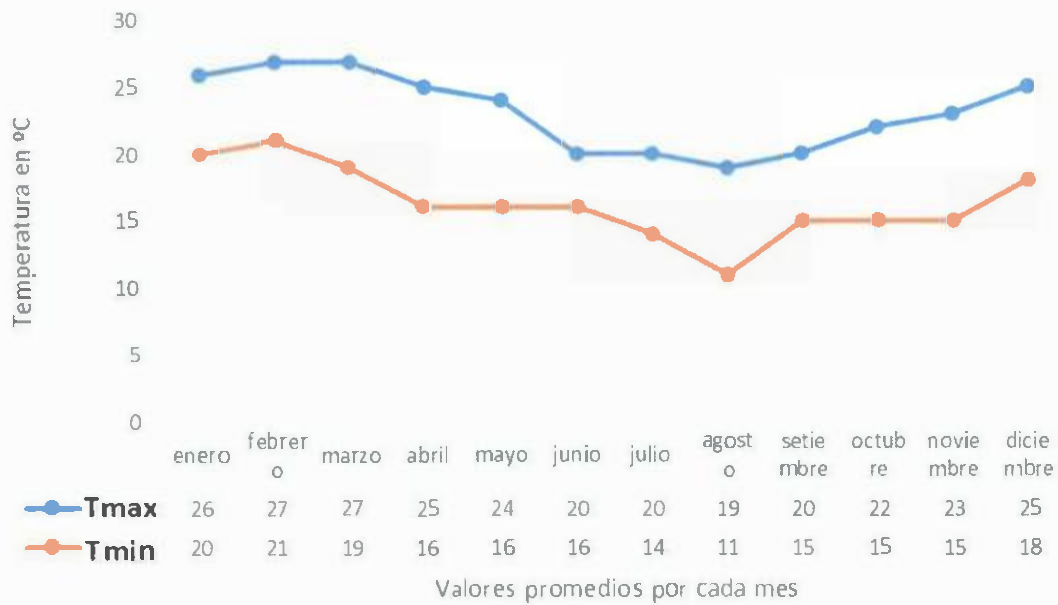


Figura 1.- Comportamiento anual de la temperatura máxima y mínima obtenida en el año 2016.

Temperatura ambiental máxima, en 2016

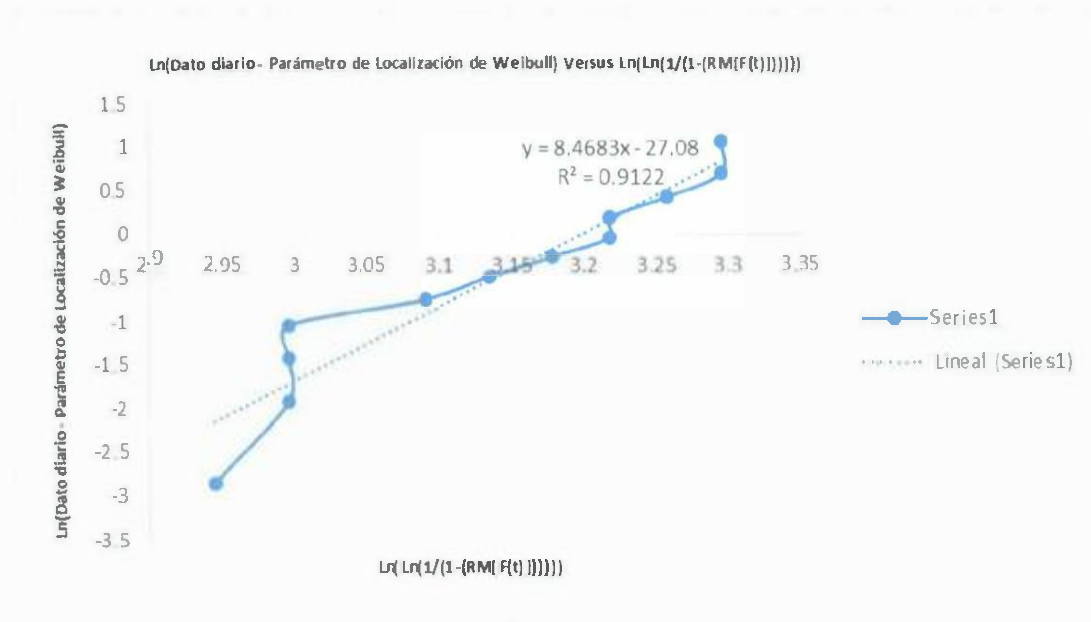


Figura 2.- Regresión lineal para obtener los parámetros de distribución de Weibull, para valores de temperaturas máximas obtenidas en el año 2016.

Tabla 2. Parámetros para valores de temperatura máxima obtenidos durante los 12 meses del año 2016

Forma	β	8.4683	A	-27.08						
Escala	α	24.4788211	B	8.4683						
Localización	γ	0	suma	278						
<table border="1"> <tr> <td>r</td> <td>0.95506599</td> </tr> <tr> <td>r^2</td> <td>0.91215104</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>12</td> </tr> </table>					r	0.95506599	r^2	0.91215104	N	12
r	0.95506599									
r^2	0.91215104									
N	12									

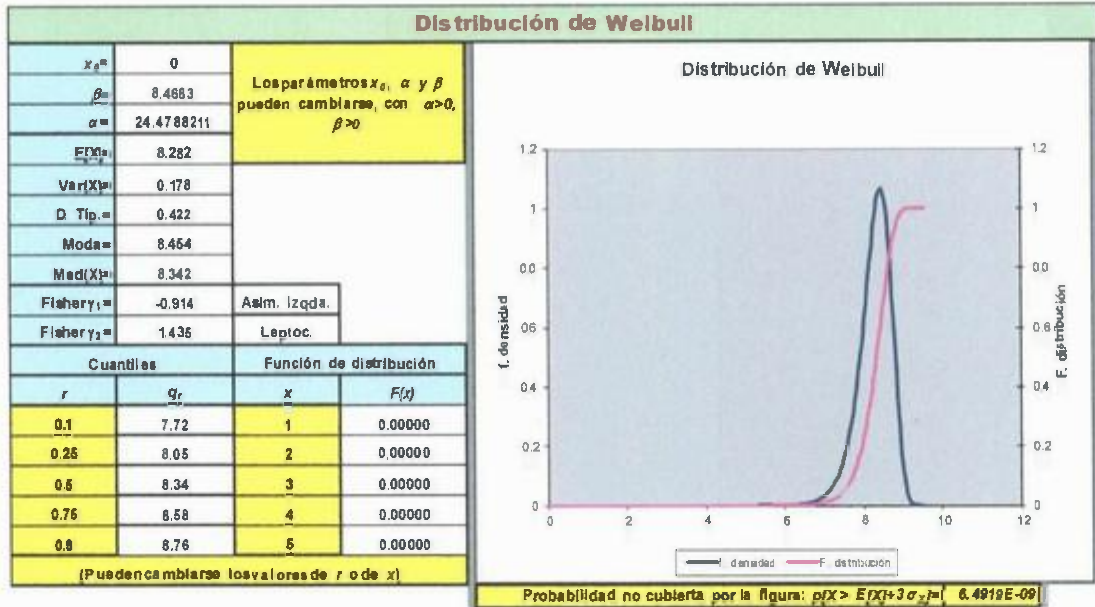


Figura 3.- Distribución de Weibull, para los valores de temperatura ambiental máxima en el año 2016.

Temperatura mínima 2016:

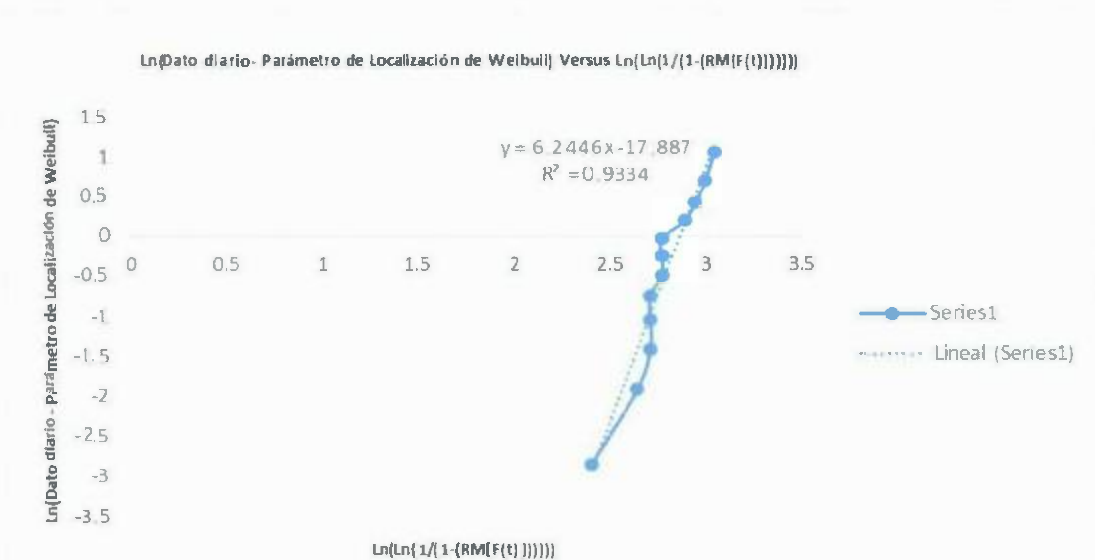


Figura 4.- Regresión lineal para obtener los parámetros de distribución de Weibull, para los valores de las temperaturas mínimas obtenidas en el año 2016.

Tabla 3. Parámetros para valores de temperatura mínima obtenidos durante los 12 meses del año 2016

Forma	β	6.2446	A	-17.887
Escala	α	17.5384364	B	6.2446
Localización	γ	0	suma	196
	r	0.96610856		
	r ¹	0.93336574		
	N	12		

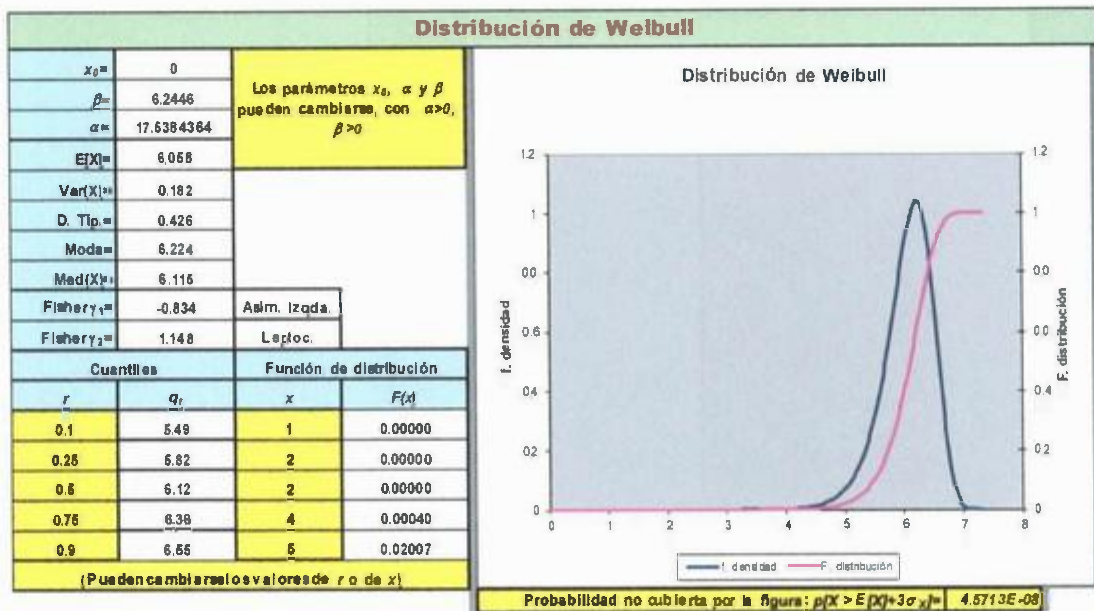


Figura 5.- Distribución de Weibull para los valores de temperatura mínima en el año 2016.

IV. HUMEDAD RELATIVA

Tabla 4.- Humedad Relativa en los meses del 2016

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
H_R máxima (%)	84	81	85	80	70	48	95	95	85	80	85	82
H_R mínima (%)	75	70	69	65	50	46	61	62	64	67	73	70

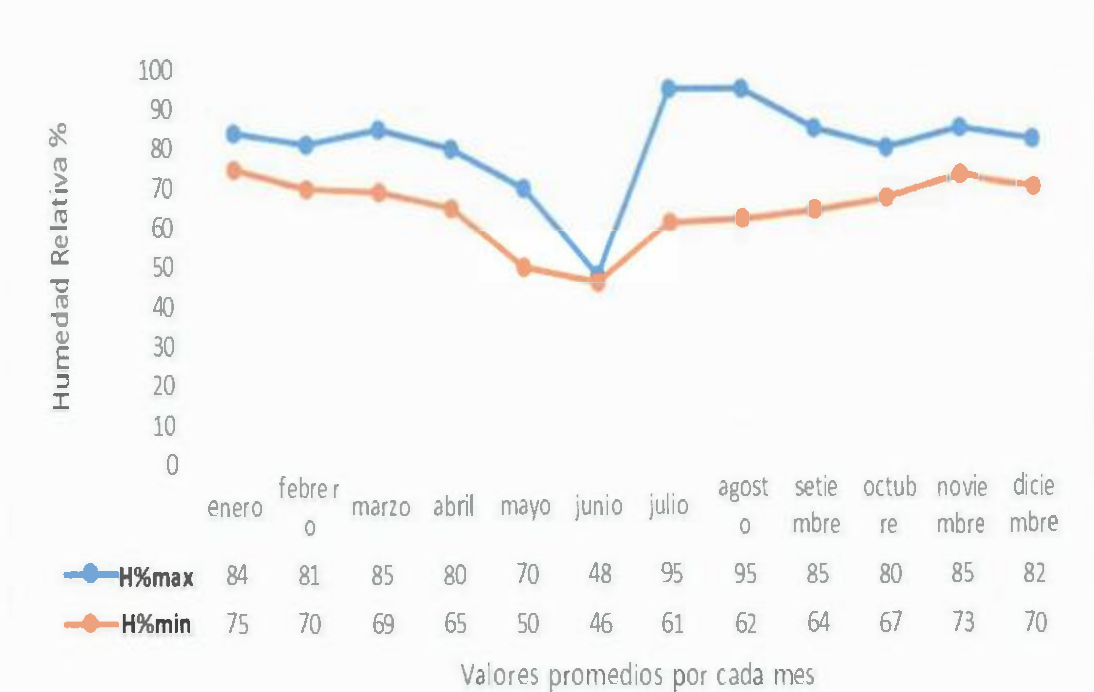


Figura 6.- Comportamiento anual de la humedad relativa máxima y mínima obtenida en el año 2016.

Humedad máxima, en 2016

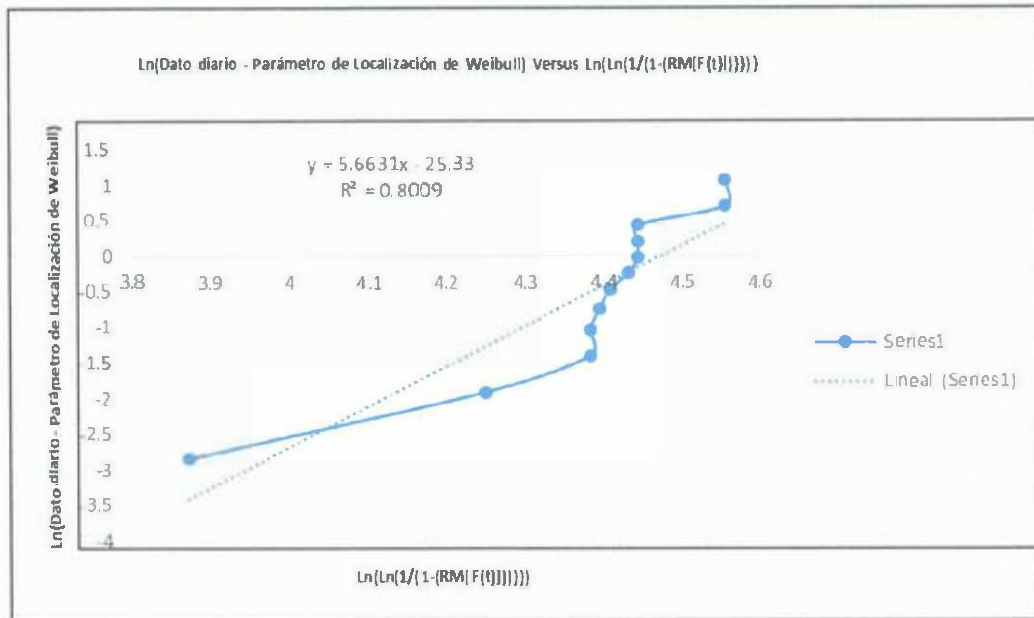


Figura 7.- Regresión lineal para obtener los parámetros de distribución de Weibull, para los valores de las humedad relativa máxima tenidas en el año 2016.

Tabla 5. Parámetros de distribución de Weibull obtenidos para valores de humedad relativa máxima obtenidos durante los 12 meses del año 2016.

Forma	β	5.6631	A	-25.33
Escala	α	87.6029999	B	5.6631
Localización	γ	0	suma	970
	r	0.89492499		
	r^2	0.80089074		
	N	12		

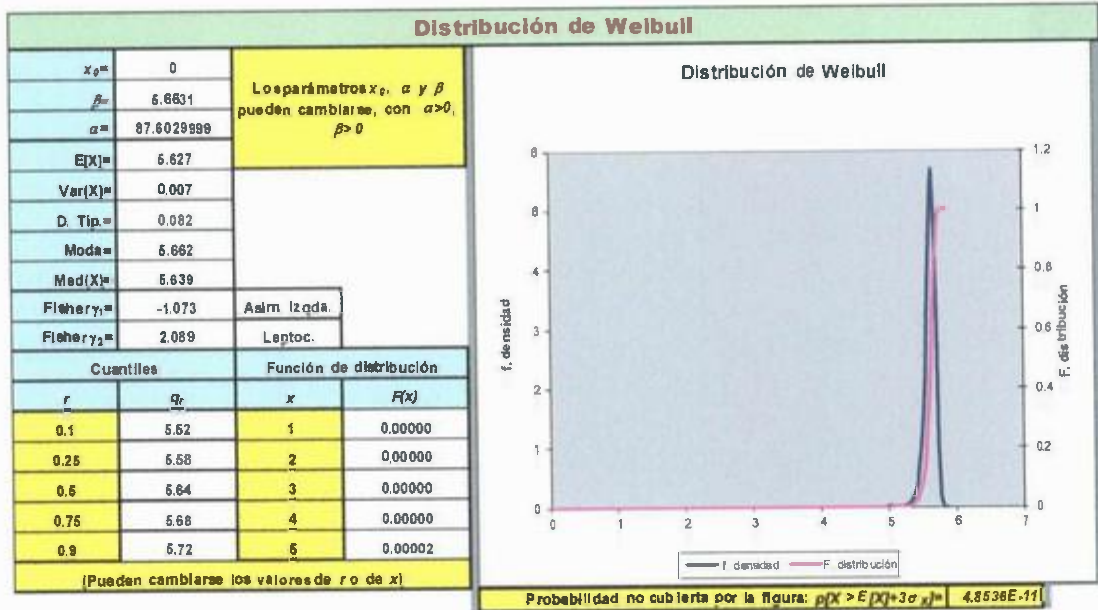


Figura 8.- Distribución de Weibull, para los valores de humedad relativa máxima en el año 2016.

Humedad mínima, en 2016

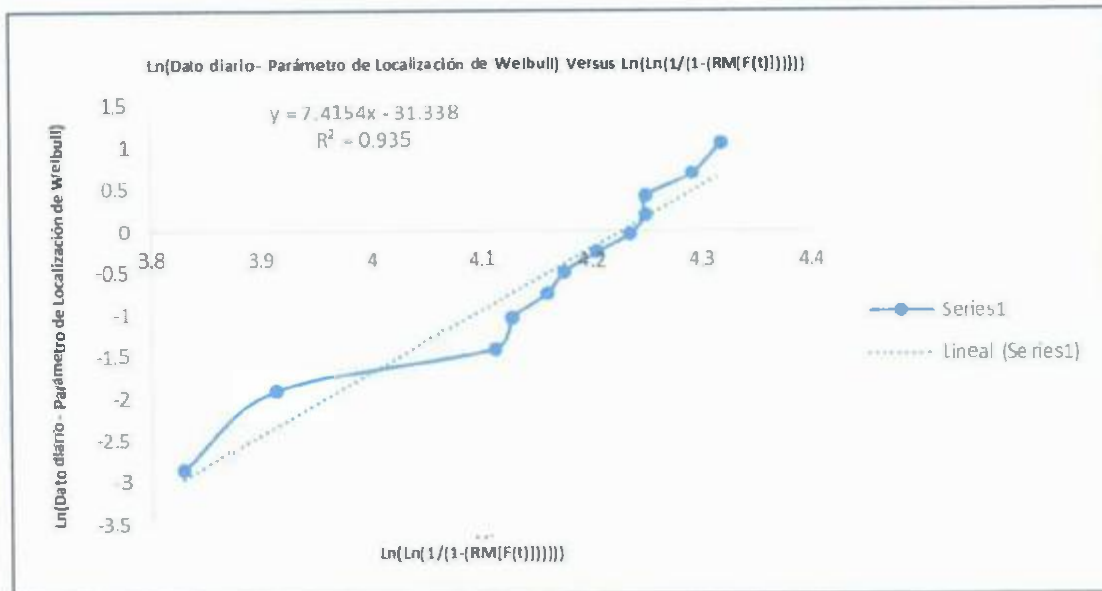


Figura 9.- Regresión lineal, para obtener los parámetros de distribución de Weibull, para los valores de las humedad relativa mínima obtenidas en el año 2016.

Tabla 6. Parámetros de distribución de Weibull obtenidos para valores de humedad relativa mínima obtenidos durante los 12 meses del año 2016.

Forma	β	7.4154	A	-31.338
Escala	α	68.4477082	B	7.4154
Localización	γ	0	suma	772
	R	0.96696954		
	r^2	0.93503009		
	N	12		

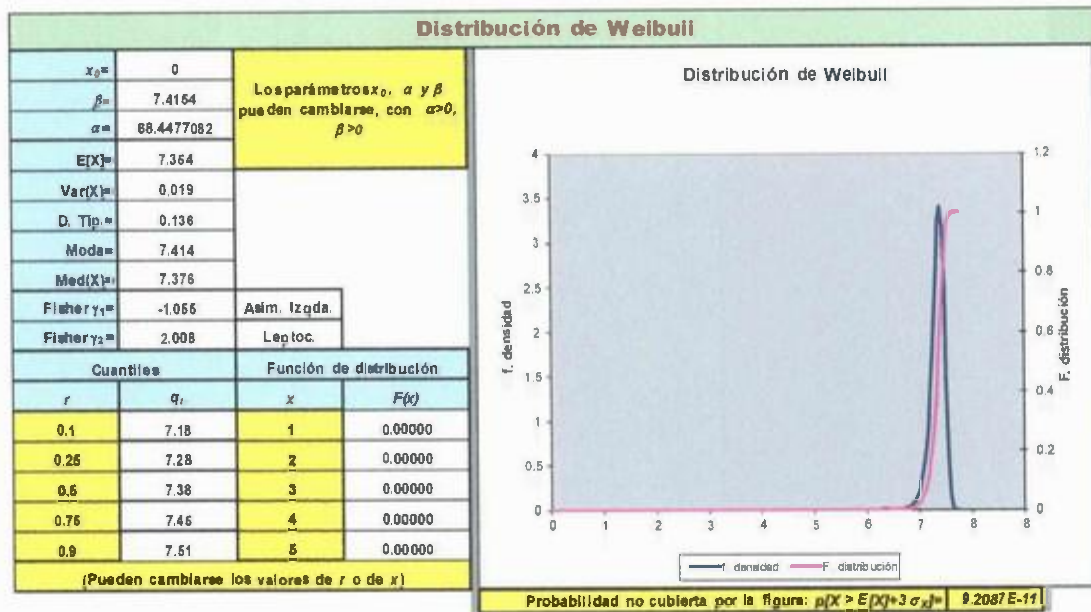


Figura 10.- Distribución de Weibull, para los valores de humedad relativa máxima en el año 2016.

3.3 RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

Tabla 3.- Índice de Radiación ultravioleta tipo A (UVA), en los meses del 2016.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	16.9	15.1	13.65	11.1	9.6	8.06	8.04	8.5	9.48	10.77	11.56	11.78
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Figura 11.- Comportamiento anual del índice de radiación ultravioleta tipo A, obtenida en el año 2016.

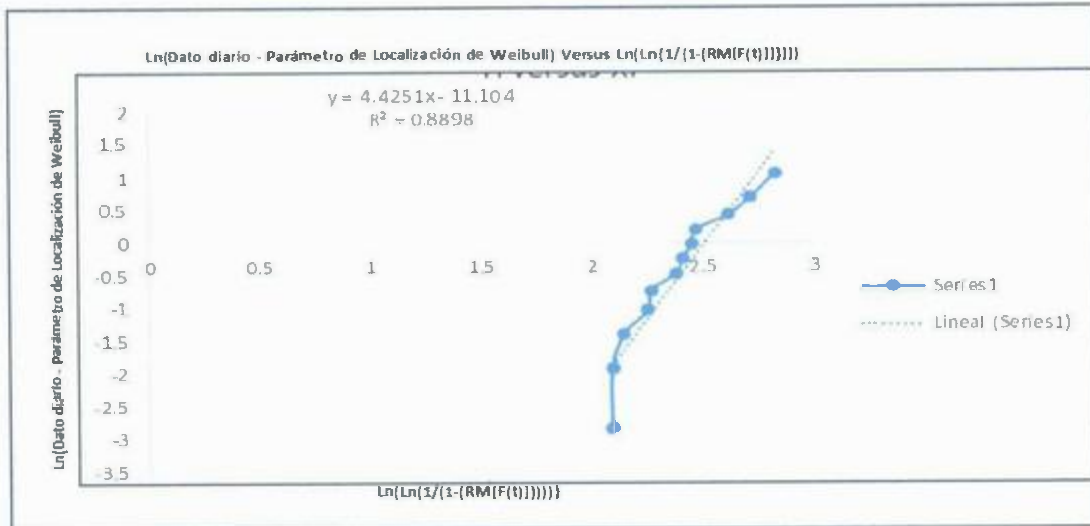


Figura 12.- Regresión lineal para obtener los parámetros de distribución de Weibull, para los valores de Índice radiación ultravioleta tipo A, obtenidas en el año 2016.

Tabla 6. Parámetros de distribución de Weibull obtenidos para valores de índice de radiación ultravioleta tipo A, obtenidos durante los 12 meses del año 2016.

Forma	β	4.4251	A	-11.1104
Escala	α	12.3143853	B	4.4251
Localización	γ	0	Suma	134.54
	r	0.94327156		
	r^2	0.88976124		
	N	12		

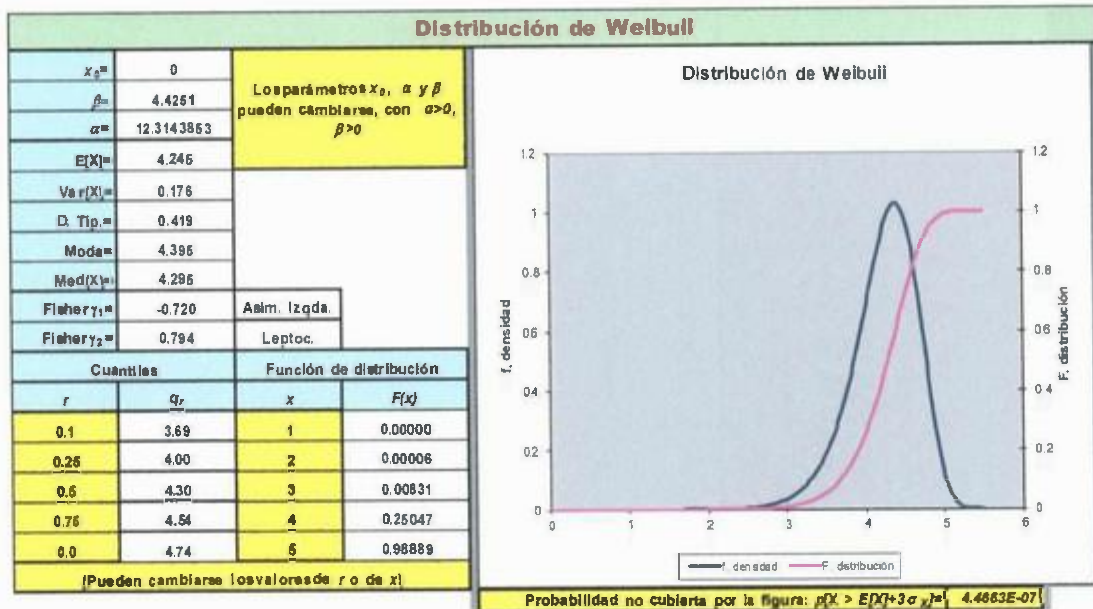


Figura 13.- Distribución de Weibull para los valores de índice de radiación ultravioleta tipo A, en el año 2016.

Tabla 4.- Índice de Radiación ultravioleta tipo B (UVB), en los meses del 2016.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	0.56	0.5	0.45	0.37	0.32	0.27	0.26	0.28	0.31	0.35	0.38	0.39
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

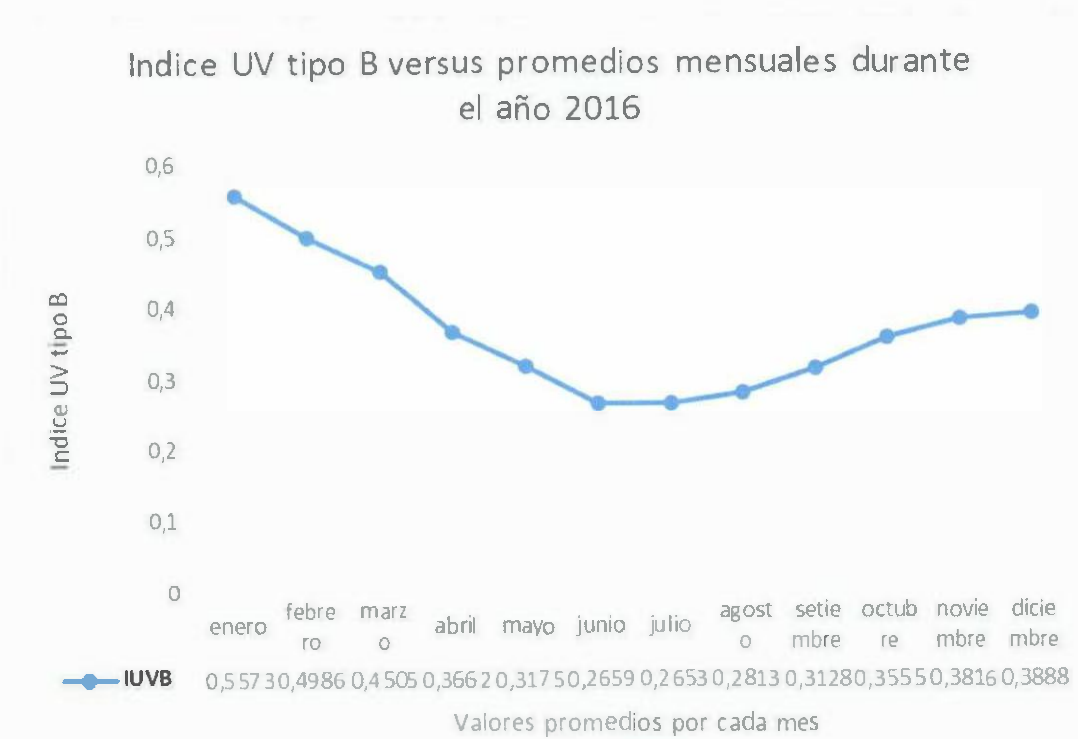


Figura 14.- Comportamiento anual del índice de radiación ultravioleta tipo B, obtenida en el año 2016.

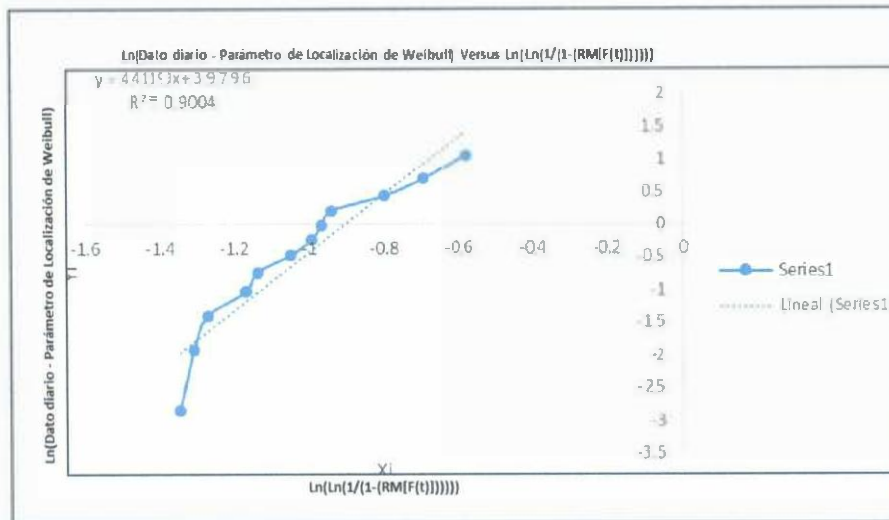


Figura 15.- Regresión lineal, para obtener los parámetros de distribución de Weibull, para los valores de Índice radiación ultravioleta tipo B, obtenidas en el año 2016.

Tabla 7. Parámetros de distribución de Weibull obtenidos para valores de índice de radiación ultravioleta tipo B obtenidos durante los 12 meses del año 2016.

Forma	β	4.4119	A	3.9796
Escala	α	0.40575124	B	4.4119
Localización	γ	0	Suma	4.44
	r	0.9488833		
	r^2	0.90037952		
	N	12		

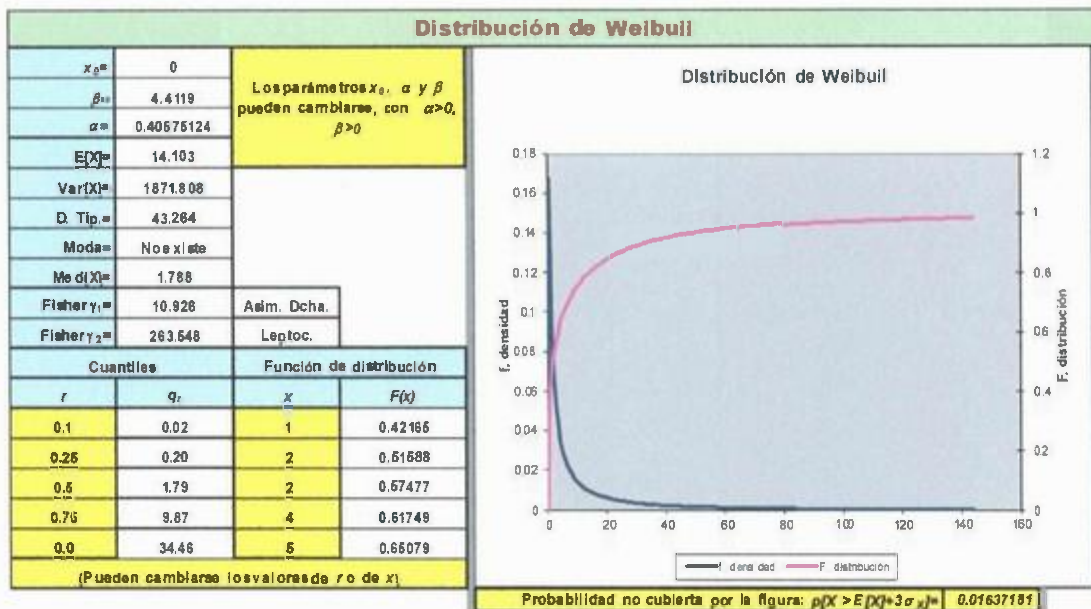


Figura 16.- Distribución de Weibull, para los valores de índice de radiación ultravioleta tipo B, en el año 2016.

Tabla 5.- Índice de Radiación ultravioleta tipo C, en los meses del 2016.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

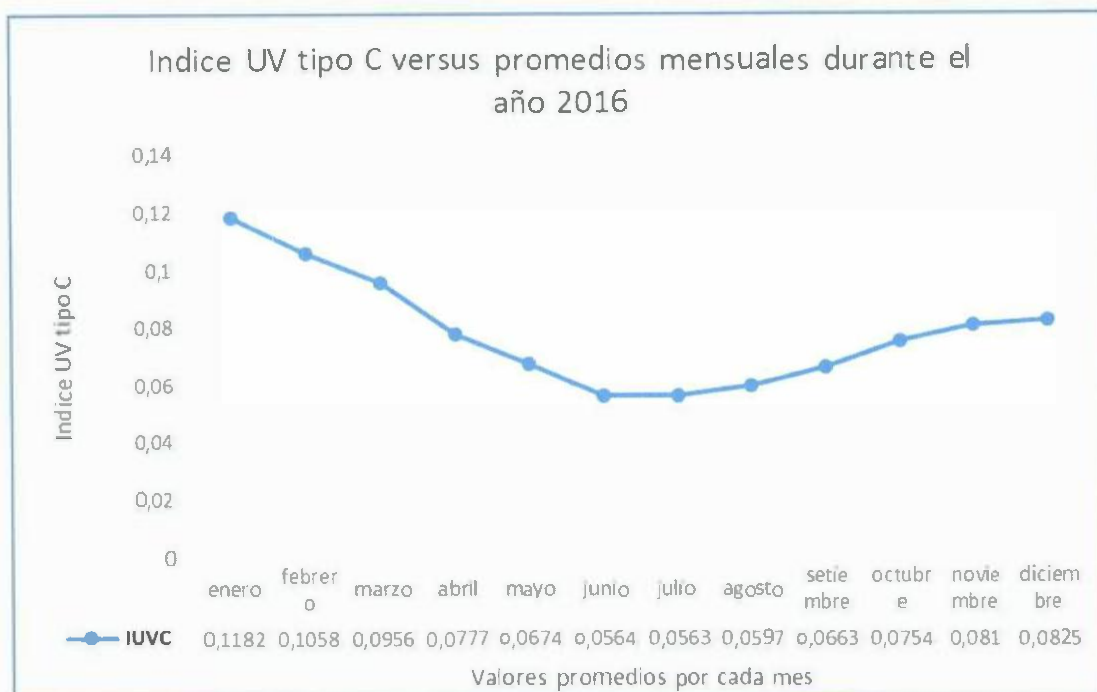


Figura 17.- Comportamiento anual del índice de radiación ultravioleta tipo C, obtenida en el año 2016.

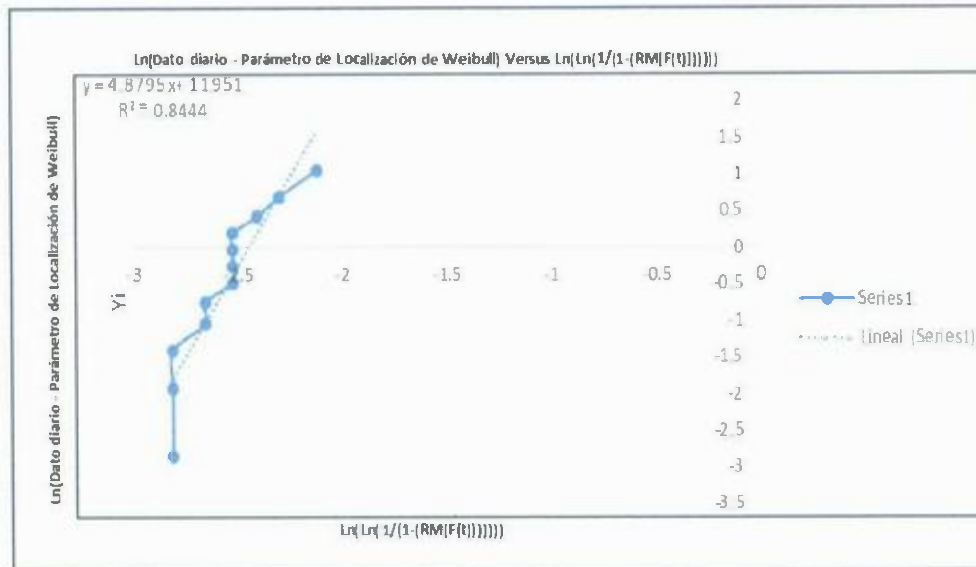


Figura 18.- Regresión lineal, para obtener los parámetros de distribución de Weibull, para los valores de Índice radiación ultravioleta tipo C, obtenidas en el año 2016.

Tabla 8. Parámetros de distribución de Weibull obtenidos para valores de índice de radiación ultravioleta tipo C obtenidos durante los 12 meses del año 2016.

Forma	β	4.8795	A	11.951
Escala	α	0.08636037	B	4.9795
Localización	γ	0	Suma	0.95
	r	0.91889082		
	r^2	0.84436033		
	N	12		

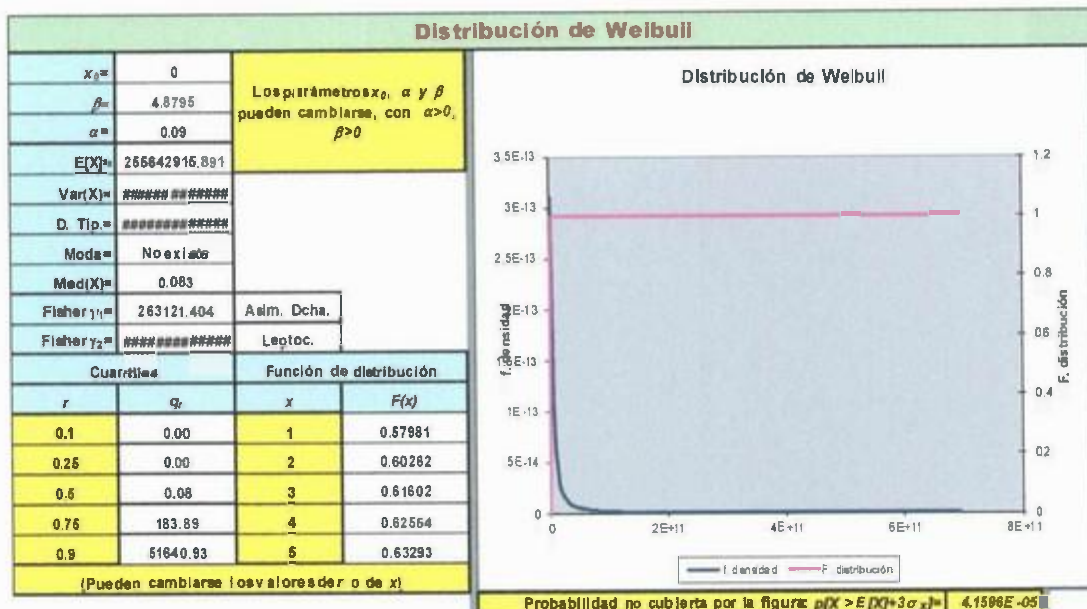


Figura 19.- Distribución de Weibull, para los valores de índice de radiación ultravioleta tipo C, en el año 2016.

3.4 VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO

Tabla 5.- Velocidad del viento en los meses del 2016

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
V_{\max} (Km/h)	12	12	14	14	15	15	16	14	13	13	13	13
V_{\min} (Km/h)	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5

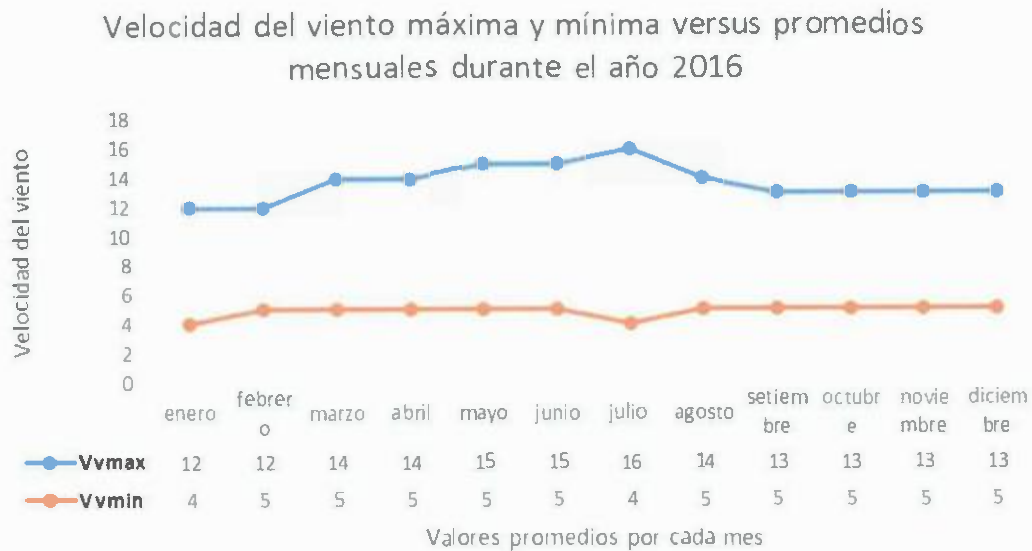


Figura 20.- Comportamiento anual del viento máximo y mínimo, obtenida en el año 2016.

Velocidad de viento máxima, en 2016

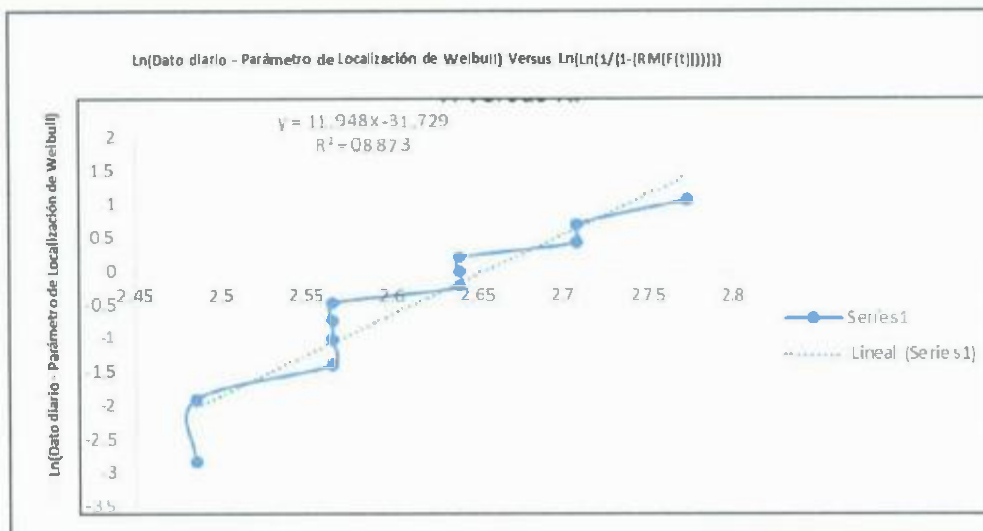


Figura 21.- Regresión lineal, para obtener los parámetros de distribución de Weibull para los valores de velocidad máxima del viento, obtenidas en el año 2016.

Tabla 8. Parámetros de distribución de Weibull obtenidos para valores de velocidad máxima del viento, obtenidos durante los 12 meses del año 2016.

Forma	β	11.948	A	-31.729
Escala	α	14.233394	B	11.948
Localización	γ	0	Suma	164
	r	0.94194661		
	r ¹	0.88726342		
	N	12		

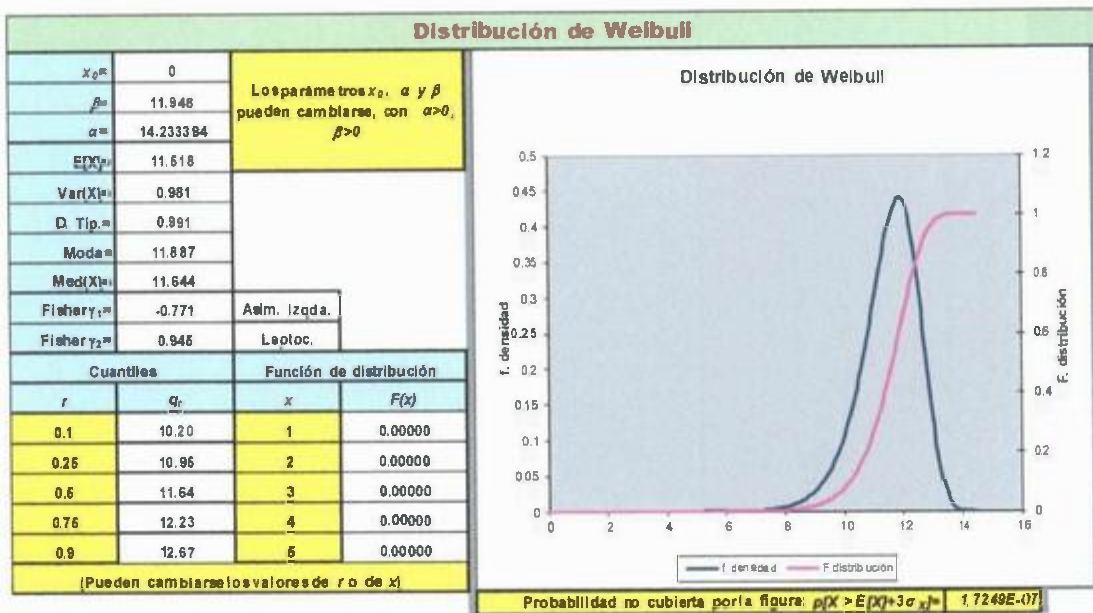


Figura 22.- Distribución de Weibull para los valores de velocidad máxima de viento, en el año 2016.

Velocidad mínima del viento, en el año 2016

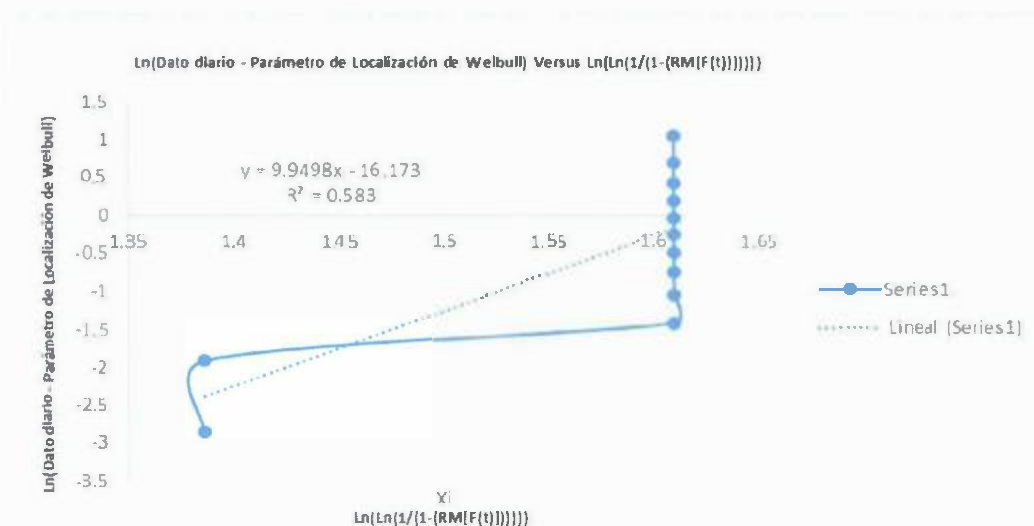


Figura 23.- Regresión lineal para obtener los parámetros de distribución de Weibull, para los valores de velocidad mínima del viento, obtenidas en el año 2016.

Tabla 9. Parámetros de distribución de Weibull obtenidos para valores de velocidad mínima del viento, obtenidos durante los 12 meses del año 2016.

Forma	β	9,9498	A	-16,173
Escala	α	5,08075467	B	9,9498
Localización	γ	0	Suma	58
	r	0,76354777		
	r^2	0,58300519		
	N	12		

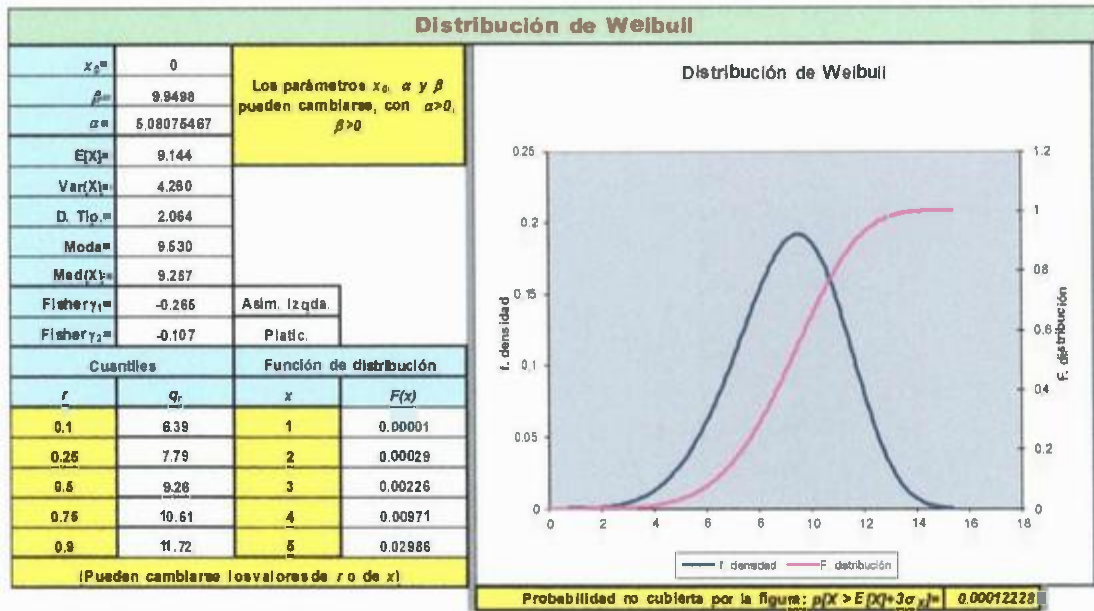


Figura 24.- Distribución de Weibull para los valores de velocidad mínima de viento, en el año 2016.

Tabla 5.- Dirección del viento, en los meses del 2016.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Dirección del viento (De acuerdo a la Roseta del viento)	337.5	202.5	315	270	225	247.5	225	270	292.5	247.5	202.5	225

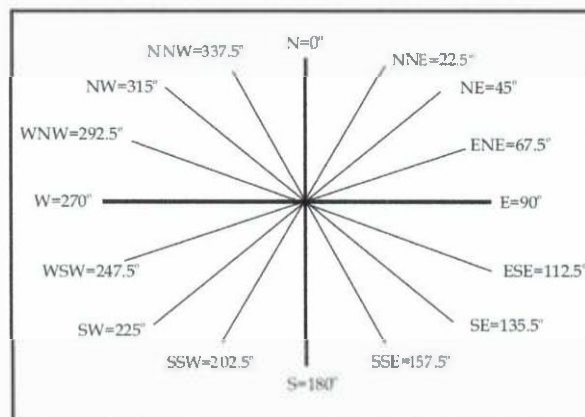


Figura 25.- Roseta de viento.

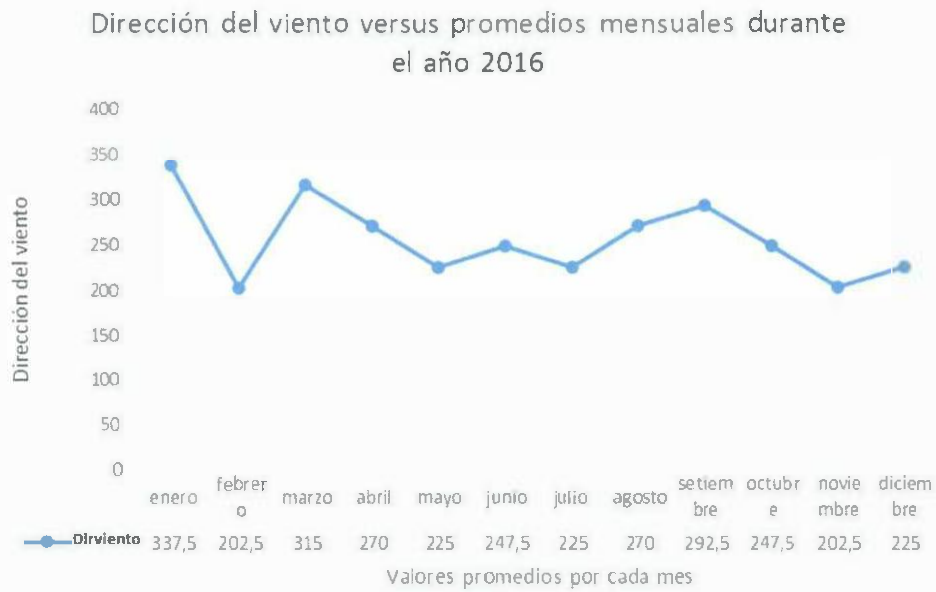


Figura 26.- Comportamiento anual de la dirección de viento, valores máximo y mínimo, obtenida en el año 2016.

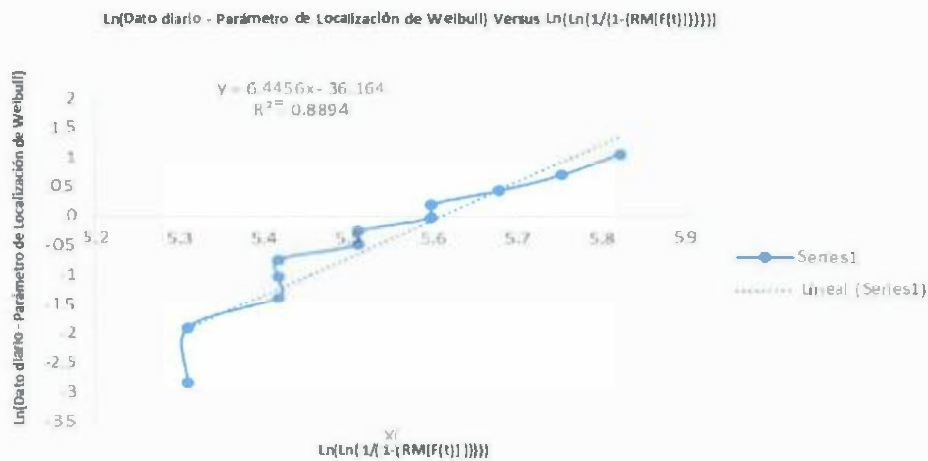


Figura 27.- Regresión lineal, para obtener los parámetros de distribución de Weibull, para los valores de dirección del viento, obtenidas en el año 2016.

Tabla 10. Parámetros de distribución de Weibull obtenidos para valores de velocidad mínima del viento, obtenidos durante los 12 meses del año 2016.

Forma	β	6.4456	A	-36.164
Escala	α	273.3216	B	6.4456
Localización	γ	0	Suma	3060
	r	0.94309062		
	r^{-1}	0.88941993		
	N	12		

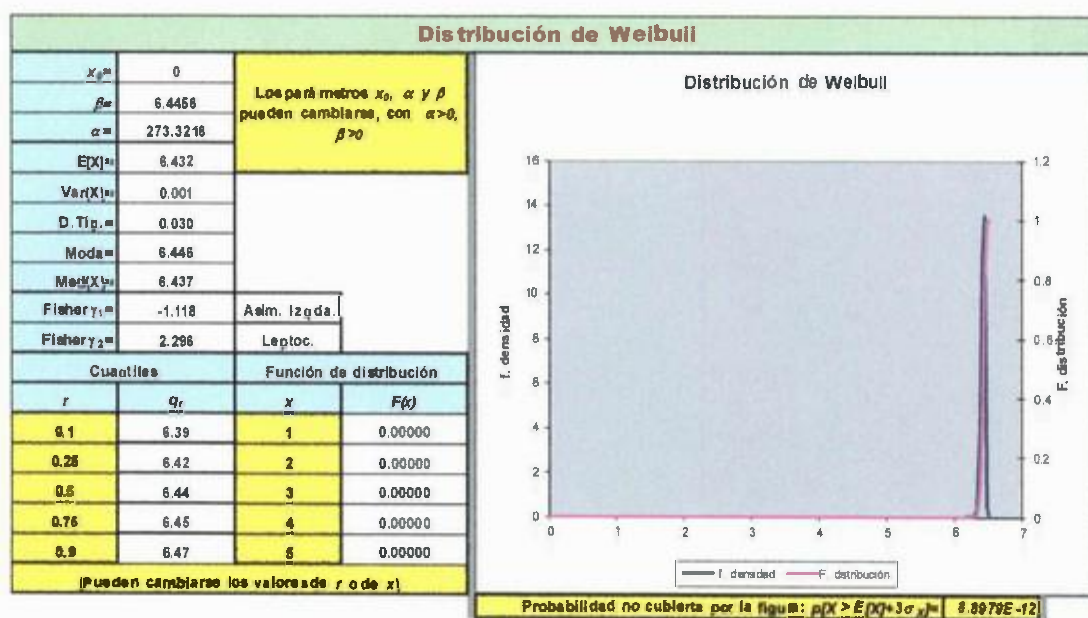


Figura 28.- Distribución de Weibull, para los valores de dirección del viento, en el año 2016.

V. ANALISIS Y DISCUSION

- La información recopilada fue procesada, tabulada y presentada empleando la metodología de análisis de regresión, y la distribución continua y triparamétrica distribución de Weibull.
- Como se puede apreciar en las tablas se han realizado mediciones de temperatura, humedad relativa, radiación ultravioleta tipo A, tipo B y tipo C, velocidad y dirección del viento, mostrándose a través de estas, un promedio de valores mensual.
- En el caso de la temperatura, humedad relativa, y velocidad del viento, se ha determinado valores promedio mensuales de valores máximos y mínimos. Pero para la radiación ultravioleta los valores mínimos están determinados en las noches con valores de cero, los valores definidos para la dirección del viento se ha tomado solo el valor promedio entre la tendencia diurna y nocturna del aire.
- Se concluye de que la temperatura durante el año 2016 en la ciudad de Chimbote obtenida de acuerdo a la distribución de Weibull, es de 24.48° y la mínima de 17.54° .
- La Humedad relativa máxima en el año 2016 es de 87.6% y un mínimo de 68.45%.
- El índice de radiación ultravioleta tipo A, en el año 2016 tiene un valor anual de 12.31, para la de tipo B un valor de 0.40, y para la tipo C, es de 0.086.
- La velocidad del viento máxima en el año 2016 en la ciudad de Chimbote, es de 14.23 Km/hora y su velocidad mínima de 5.08 Km/hora.
- La dirección del viento en el año 2016, en la ciudad de Chimbote, en la Urb. Los pinos, se determinó un valor de 273.32° , que corresponde de acuerdo a la Roseta de vientos cercano al oeste.
- La magnitud promedio, se ha obtenido realizando mediciones a través del equipo programable construido, teniendo valores promedio diarios, y finalmente un promedio mensual de cada variable, luego fueron procesados aplicando la distribución de Weibull.

VI. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

Se concluye lo siguiente:

- La temperatura máxima y mínima registrada en Chimbote, tiene un comportamiento oscilante y periódico, con máximos picos durante los meses de febrero y marzo, y picos mínimos durante los meses de julio y agosto.
- La humedad relativa porcentual también tiene un comportamiento oscilante periódico, teniendo picos mínimos en los meses de mayo y junio y picos elevados o más oscilantes en el mes de julio y agosto.
- El índice de radiación ultravioleta tipo A, B y C, adquiere un comportamiento oscilante y periódico, con picos elevadísimos en el mes de enero, y febrero, produciéndose un descenso vertiginoso desde el mes de marzo hasta alcanzar sus más bajos valores en los meses de junio y julio, para nuevamente verse un incremento suave pero constante en los siguientes meses hasta diciembre.
- La velocidad del viento máxima y mínima, tiene un comportamiento casi constante diferenciable entre los dos, a excepción de un pequeño incremento de variación desde el mes de mayo, con una variación elevada en el mes de julio, restableciéndose nuevamente a una variación casi constante en los siguientes meses a partir de agosto.
- La dirección del viento posee un comportamiento muy oscilante no periódico, apareciendo cambios inmediatos mensuales, que oscilan entre los 200 grados hasta los 337.5 grados de acuerdo a la roseta del viento, indicándonos que la dirección del viento en la ciudad de Chimbote, oscila anualmente entre el SSW, hasta NNW, encontrándose una mayor incremento en sus picos de oscilación entre los meses de enero, febrero y marzo, y agosto, setiembre y octubre.

Se recomienda lo siguiente

- Realizar un promedio mensual de todos los datos para poder obtener un mejor resultado en la aplicación de Distribución de Weibull.

- Debe aplicarse un promedio de datos adicional al programa de la estación meteorológica, que permita obtener datos promedios diarios tomados, y a estos obtener finalmente valores promedios mensuales.
- Se recomienda colocar una estación meteorológica en un punto estratégico y que este en constante uso de red eléctrica y red de comunicación de datos, ya que si existe oscilaciones eléctricas, provoca mediciones erróneas, contribuyendo a obtenerse datos distintos a los buscados que realmente se deberían dar.
- En la distribución de Weibull, para determinar sus parámetros, se debe modificar en orden ascendente o sea de menor a mayor los valores mensuales, no habiendo ningún inconveniente el orden que se tuvo originalmente, ya que de no hacerlo así, se obtendría valores distintos a lo que se debería obtener aplicando dicha distribución estadística.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Diaz Uriarte, S. (1996). *Climatología*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Madrid, V. A. (2009). *Energía solar térmica y de concentración*. Madrid: AMV. Ediciones.
- Pallás Areny, R. (2007). *Sensores y acondicionadores de señal*. Barcelona: Alfaomega marcombo.
- Hurtado Butrón, F. J., Puican Farroñay, C., Llacza Huánuco, E., & Barrantes Reyes, K. (2014). Confiabilidad de una Estación Meteorológica con fines educativos en la Universidad San Pedro. *Conocimiento para el desarrollo*, 9-16.
- Rodríguez Jimenez, R. M., Benito Capa, A., & Portela Lozano, A. (2004). *Meteorología y Climatología*. Madrid: Fundación Económica para la Ciencia y Tecnología.
- Sánchez Huerta, J. B. (1990). *Análisis de alguna variables meteorológicas y su área de influencia, en ciudad universitaria, D.F., durante el periodo 1963 a 1983*. México, D. F.
- Serway, R. A., & Beichner, R. J. (2002). *Física para Ciencias e Ingeniería*. México, D.F.: Me Graw Hill.
- Valdivia, J. (1977). *Meteorología General*. Lima - Perú: UNMSM.
- Young, H., Freedman, R. A., & Lewis Ford, A. (2009). *Física Universitaria, con física moderna volumen 2*. México: Pearson Educación.

ANEXOS

ANEXO N° 1

Programa para obtener el promedio diario para cada toma de un minuto:

```
void SaveSD(){
  File datafilemedia = SD.open("dtxmedia.txt", FILE_WRITE);//abrimos el
  fichero donde guardaremos los datos
  if(datafilemedia){//el fichero es correcto?
  }
  const int cantidaddatos = 1440; Son 60 minutos durante 24 horas, un valor de
  1440 datos, para cada variable

  int readings[cantidaddatos]; //lectura de entrada analógica
  int index =0;// índice de la lectura actual
  int mediadedatos =0;// la media
  int total = 0;

  int inputPin = A15; // Aca colocamos las conexiones dentro de nuestra tarjeta de
  programación, para los sensores radiación ultravioleta, humedad, temperatura,
  velocidad y dirección del viento

  void setup()
  {
  // inicializa la comunicación serial con la pe
  Serial.begin (9600);
  //inicializa todos los elementos del arreglo con 0
  for(int thisReading = 0; thisReading < cantidaddatos; thisReading++)
  readings[thisReading] = 0;
  }

  void loop()
  {
  // resta la ultima lectura
  total= total - readings[index];
  //lectura del sensor
```

```

readings[index]=analogRead(inputPin);
//suma la lectura actual y el total
total= total +readings[index];
//avanza el siguiente elemento del arreglo
index = index +1;
// si llego al final del arreglo(al ultimo elemento)
if (index >= cantidaddatos)
//se vuelve al primer elemento (indice 0)
index = 0;
// calcula la media
mediadedatos= total/cantidaddatos;
//envia el resultado a la pe
Serial.println(mediadedatos);
delay(1); //retraso entre lectura y lectura para la estabilidad

}

else{
}

}

void PrintSD(){
File datafilemedia = SD.open("dtxxmedia.txt");//abrimos el fichero donde
guardaremos los datos
if(datafilemedia){//el fichero es correcto?
while (datafilemedia.available()) {
Serial.write(datafilemedia.read());
}
// Cerramos el archivo.
datafilemedia.close();
}
else{
}
}

```

```

}

void DeleteSD(){
    SD.remove("dxtxmedia.txt");
}

```

Se ha usado hojas de datos de Excel, para aplicar las formulas y la regresión para encontrar los parámetros de Weibull, y también otras hojas de Excel para ver la distribución de Weibull de acuerdo a los parámetros obtenidos.

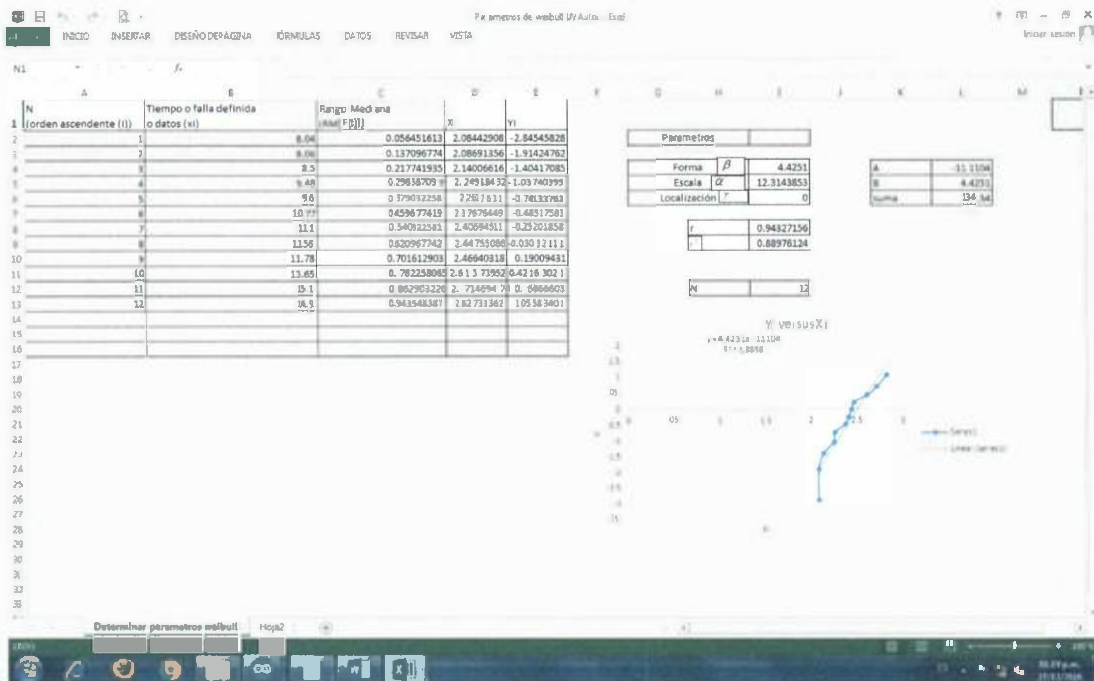


Figura 29. Muestra de la hoja de cálculo para obtener los parámetros de la distribución de Weibull.

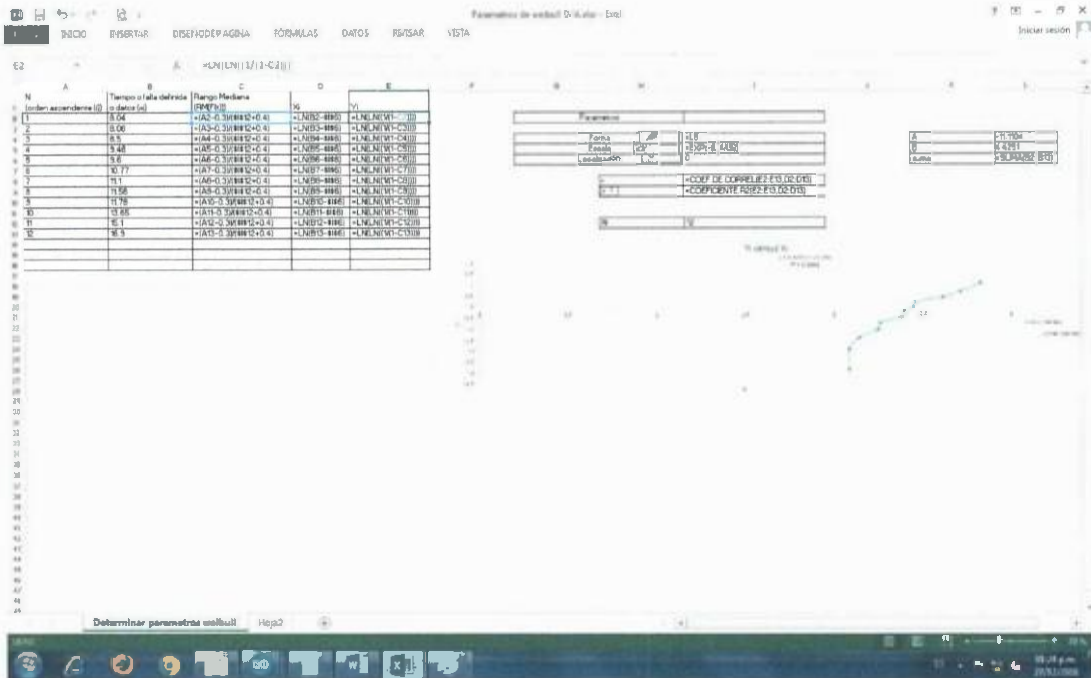


Figura 30. Muestra de la hoja de cálculo para obtener los parámetros de la distribución de Weibull, mostrando sus fórmulas internas.

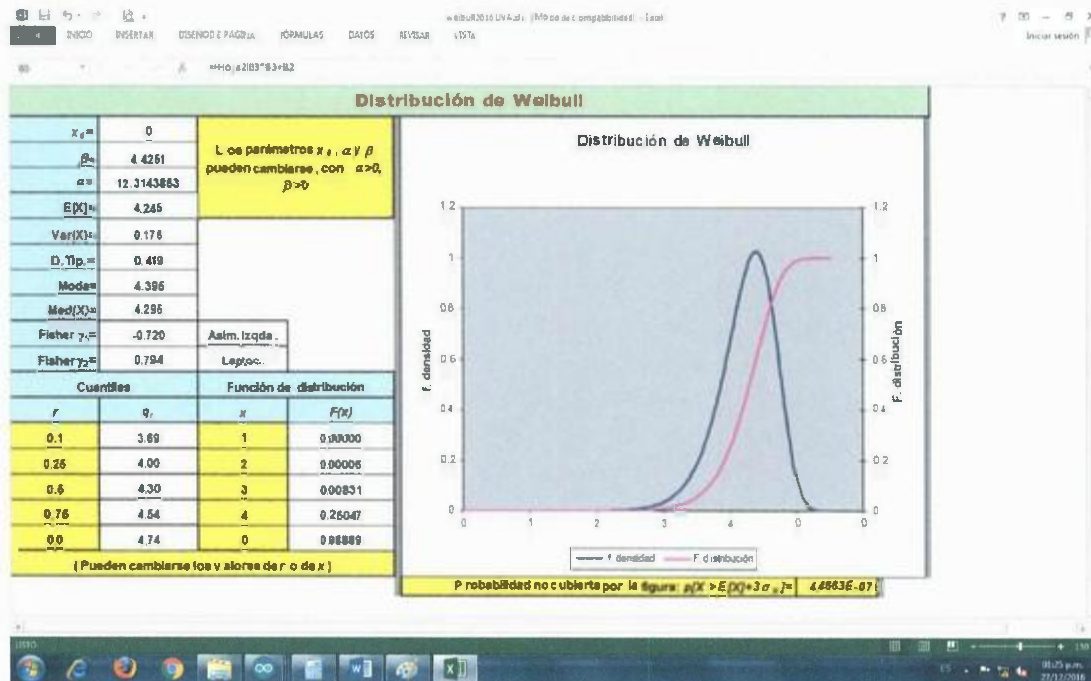


Figura 31. Muestra de la hoja de cálculo para obtener la distribución de Weibull.

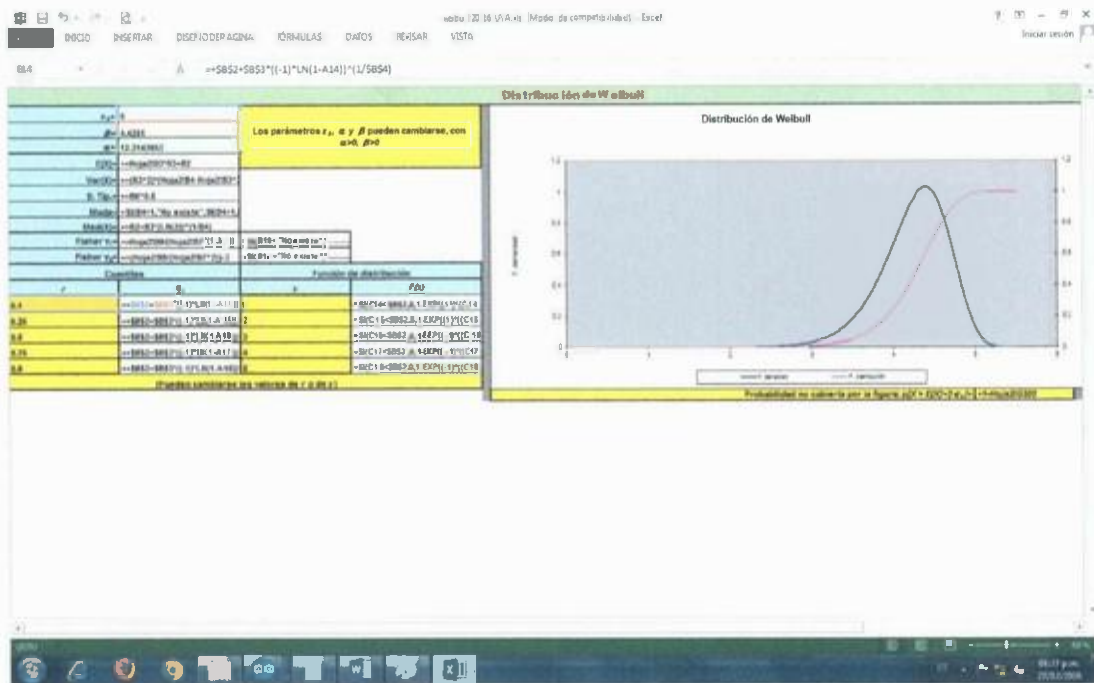


Figura 32. Muestra de la hoja de cálculo para obtener la distribución de Weibull, visualizando sus fórmulas internas.