

613.1  
C22



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA  
AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTION AMBIENTAL**

**TEMPERATURA LOCAL, SU TENDENCIA EN EL  
TIEMPO E INFERENCIA EN LOS AÑOS  
VENIDERS - IQUITOS - PERU**

**T E S I S**

**Para Optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**Presentado por el Bachiller en Gestión Ambiental**

**JOSE ANTONIO CAMPOS ZUMAETA**

**IQUITOS- PERU**

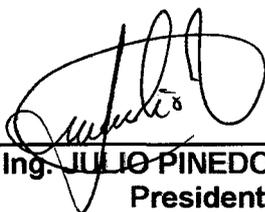
**2011**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

Tesis aprobada en sustentación pública el día Jueves 04 de Agosto del Dos Mil Diez, por el jurado nombrado por la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental, para optar el título de:

**INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**JURADOS:**



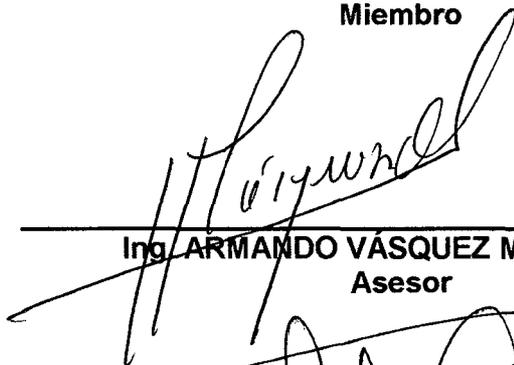
Ing. JULIO PINEDO JIMÉNEZ  
Presidente



Ing. JORGE E. BARDALES MANRIQUE, M.Sc.  
Miembro



Ing. MARLEN YARA PANDURO DEL AGUILA, M.Sc.  
Miembro



Ing. ARMANDO VÁSQUEZ MATUTE, Dr.  
Asesor



Ing. PEDRO ANTONIO GRATELTY SILVA, Dr.  
Decano



## **DEDICATORIA:**

*A mis querido padres, **Luis Ezequiel** y  
**Lilia** por todo su esfuerzo, sacrificio,  
Apoyo, cariño y amor incondicional.*

*A mis hermanos **Luis Enrique** y  
**Lilia Aurora** por no perder Nunca la  
Fe en mi.*

*A mis verdaderos amigos: Ariana,  
Cristian, Lula, Gabriela y Caniche.*

## **AGRADECIMIENTO**

- AI Dr. **ARMANDO VÁSQUEZ MATUTE**, ASESOR DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACION QUIEN CON SU ACERTADA DIRECCION PERMITIO LLEVARLO A BUEN TERMINO
  
- AI SENAMHI – IQUITOS, POR APOYO BRINDADO Y LAS FACILIDADES LOGISTICAS PARA LA EJECUCION DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACION
  
- A LA FACULTAD DE AGRONOMIA, ESCUELA DE GESTIÓN AMBIENTAL POR DARME LA FORMACION ACADEMICA

## INDICE GENERAL

	Página
<b>INTRODUCCIÓN</b>	09
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	11
1.1. El problema	11
1.2. Hipótesis	13
1.2.1 Hipótesis general	13
1.2.2 Hipótesis específicas	14
1.3. Identificación de las variables	14
1.4. Objetivos de la Investigación	14
1.4.1 Objetivos Generales	14
1.4.2 Objetivos específicos	15
1.5 Justificación e Importancia	15
<b>CAPITULO II: METODOLOGÍA</b>	18
2.1. Materiales	18
2.2. Método	18
2.2.1 Tipo de investigación	18
2.2.2 Diseño de investigación	19
2.2.3 Estadística a emplear	19
<b>CAPITULO III: REVISIÓN DE LITERATURA</b>	20
3.1. Marco Teórico	20
3.1.1 Referente a Temperatura	20
A. Escalas Termométricas	20
B. Medición de la T° del aire	21
C. Calor y T°	22
D. Radiación y T°	24
E. Variación de la T°	25
e.1. Variación diurna	25
e.2 Variación de la T° con la latitud	25
e.3. Variación Estacional	25
e.4. Variación de la T°, de Acuerdo con los tipos de superficie	27
e.5. Variación con la altura	29
e.6. Variación con la latitud	30

3.2. Marco conceptual	34
a. Temperatura	34
b. Temperatura máxima	34
c. Temperatura mínima	34
d. Temperatura estacional	34
e. Variación estacional	34
<b>CAPITULO IV: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>35</b>
4.1. Estación Amazonas	35
4.1.1. Variable T° Máxima	35
4.1.2. Variable T° mínima	41
4.1.3. Variable T° media	47
4.2. Estación San Roque	50
4.2.1. Variable T° Máxima	51
4.2.2. Variable T° Mínima	57
4.2.3. Variable T° Media	63
4.3. Del estudio comparativo entre estaciones	69
4.3.1. Comparativo entre T° Máxima: Estaciones Amazonas Vs. San Roque	69
4.3.2. Comparativo entre T° Mínima: Estación Amazonas Vs. San Roque	71
4.3.3. Comparativo entre T° Media: Estación Amazonas Vs. San Roque	73
4.4 Escenarios promedio de las estaciones	75
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>82</b>
5.1. Conclusiones	82
5.1.1. Referente a la Estación Amazonas	82
5.1.2. Referente a la estación San Roque	83
5.1.3 Referente al comparativo entre estaciones	84
5.2 Recomendaciones y sugerencias	84
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>	<b>85</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>88</b>
Anexo 01. Estadísticos descriptivos, T° Máxima Estación Amazonas y San Roque	88
Anexo 02. Estadísticos descriptivos; T° Mínima; Estación Amazonas y San Roque	88
Anexo 03. Estadísticos descriptivos, T° Media, Estación Amazonas y San Roque	88
Anexo 04. Matrices promedio de las estaciones	89

## INDICE DE FIGURAS

	Página
01. Termómetro	22
02. Variación estacional mes enero	26
03. Variación estacional mes julio	26
04. Variabilidad de la Troposfera	30
05. Desviación de la T° troposférica	32
16. Calentamiento global	33

## INDICE DE GRÁFICOS

	Página
01. Variación T° máxima; Estación Amazonas	35
02. Variación T° máxima, Estación Amazonas, y modelo matemático	36
03. Diagrama cajas T° máxima a través de los años	37
04. Diagrama de medias T° máxima a través de los años	38
05. Diagrama de cajas T° máxima, mensual	39
06. Diagrama de medias T° máxima, mensual	40
07. Variación T° mínima, Estación amazonas	41
08. Variación T° mínima, Estación Amazonas y modelo matemático	42
09. Diagrama de cajas T°, mínima, a través de los años	43
10. Diagrama de medias T° mínima a través de los años	44
11. Diagrama de cajas, T° mínima, mensual	45
12. Diagrama de medias T° mínima, mensual, estación Amazonas	46
13. Variación T° media, Estación Amazonas	47
14. Variación T° media, estación Amazonas y modelo matemático	48
15. Diagrama cajas T° medias a través de los años, estación Amazonas	49
16. Diagrama medias T° media a través de los años, estación Amazonas	50
17. Variación Máxima Estación San Roque	51
18. Variación T° máxima Estación San Roque, y modelo matemático	52
19. Diagrama de cajas, T° Máxima, estación San Roque, a través de los años	53
20. Diagrama de medias, T° Máxima, estación San Roque, a través de los años	54

21. Diagrama de cajas, T° Máxima, estación San Roque, Mensual	55
22. Diagrama de medias, T° máxima, estación San Roque, mensual	56
23. Variación T° Mínima, Estación San Roque	57
24. Variación T° Mínima, Estación San Roque, y modelo matemático	58
25. Diagrama de cajas, T° mínima, Estación San Roque	59
26. Diagrama de medias T° mínima, Estación San Roque a través de los años	60
27. Diagrama de cajas T° mínima, estación San Roque mensual	61
28. Diagrama de medias T° mínima, Estación San Roque mensual	62
29. Variación T° Media, Estación San Roque	63
30. Variación T° media, Estación San Roque, y modelo matemático	64
31. Diagrama de cajas, T° media, Estación San Roque	65
32. Diagrama de medias, T° media, Estación San Roque a través de los años	66
33. Diagrama de cajas, T° media, estación San Roque, mensual	67
34. Diagrama de medias T° media, estación San Roque, mensual	68
35. Diagrama de cajas comparativo de T° máxima entre estaciones	70
36. Diagrama de medias comparativo de T° mínima entre estaciones	72
37. Diagrama de cajas comparativo de T° media entre estaciones	74

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación permitirá identificar las situaciones “anómalas” de la temperatura local, refrendada a través del análisis de dos estaciones de meteorológicas de La región; así mismo permitirá calcular la tendencia o curva de estimación y con ella poder predecir fenómenos a futuro.

El actual cambio climático que vive el mundo hoy día obliga estudiar detenidamente el valor de la temperatura local tanto en sus niveles de alta, mínima y el promedio de cada una de ellas, estas temperaturas, exclusivamente de zona de Iquitos y aledaños, fueron tomadas por SENAMHI desde hace muchos años, al análisis del presente trabajo será de aproximadamente de 40 años, lo que va permitir tener una visión concreta de la tendencia local de la temperatura.

El análisis efectuado para este fin corresponde al análisis de la serie de tiempo, y dentro de ellas al análisis de series estacionales, que es el modelo que más se ajusta a nuestro caso, en ella se refleja no solo la tendencia, sino también situaciones “anómalas” de temperatura en nuestra zona, de igual forma va permitir con el análisis de dichos resultados efectuar predicciones de nuestra temperatura.

La base de datos del cual se efectuaron los cálculos corresponde a los datos proporcionados por el SENAMHI, desde hace mas de 40 años por ello agradecemos la colaboración de esta Institución en facilitarnos toda la información posible para el logro de los objetivos de la presente investigación; como tal corresponde a un tipo de investigación “cuasi-experimental” pues la aleatorización de estos datos no es posible hacerlo, pues ya están dado primero por la temperatura diaria, luego la temperatura mensual y finalmente la temperatura anual, es decir una acumulación de datos a través de los años.

El presente trabajo incluye varios capítulos en su análisis, la primera parte corresponde a la identificación del problema, las variables, el planteamiento de las hipótesis y los objetivos propuestos, en el capítulo de metodología se incluyen el tipo de investigación que corresponde el presente trabajo.

Finalmente con los resultados expresados en el presente trabajo de investigación esperamos contribuir en parte al estudio del cambio climático al menos en nuestra zona y proponer alternativas de mitigación.

# CAPITULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 EL PROBLEMA

Actualmente existe fuerte preocupación por el cambio climático del Planeta Tierra, de parte de científicos, políticos y de la sociedad civil en general, que ven un futuro amenazado por el cambio de temperatura, niveles de precipitación y humedad relativa principalmente. La temperatura es una de las variables determinantes para el Cambio Climático, porque es la que define la supervivencia de las especies, y a su vez las condiciones de vida del Planeta.

**ESCALANTE (2009)**, afirma que las consecuencias del cambio climático sobre la temperatura global indican un aumento promedio de 0.7 grados centígrados de temperatura durante el siglo XX y un aumento del 0.2 grados centígrados cada diez años durante las últimas tres décadas.

A nivel mundial se han presentado cuadros de incremento de Temperatura alarmantes, como lo que ocurrió en Europa el 2003, donde países como España, Francia, Alemania, Reino Unido, Finlandia y Dinamarca, presentaron temperaturas fuera de lo habitual; en España se tuvieron temperaturas mayores a los 45°C, con 141 muertes (**INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA ESPAÑOL, 2003**), en Francia superiores a los 35°C en dos tercios de las estaciones meteorológicas, y temperaturas superiores a los 40°C en el 15% de las ciudades, (**INSTITUTO METEOROLÓGICO FRANCÉS, 2003**), trayendo consigo 11.435 muertes (**DIARIO DE LEON, 2003**), afirmando de esta manera el rol importante que tiene el incremento de la temperatura en nuestro Planeta. También se ha reportado incremento de Temperatura en la Antártica, el análisis de resultados muestra un incremento medio en la

temperatura de la Antártica de 0,12° por década en el último medio siglo (1957 - 2006), que suma más de medio grado en esos 50 años. En el oeste del continente el incremento fue mayor, de 0,17° por década. (NASA, 2009).

A nivel de América Latina y el Caribe, se reporta que las temperaturas en la región se elevaron alrededor de 1°C en el siglo XX, también, el deshielo de los glaciares andinos y el consecuente daño a los ecosistemas asociados a ellos se ha dado desde hace algún tiempo, impulsado por las temperaturas más elevadas que se han observado en mayores altitudes. Un análisis de las tendencias en las temperaturas indica un posible aumento de 0,6°C por década, que afectará a la zona norte, la sección más húmeda de los Andes. (BANCO MUNDIAL, 2009).

GÓMEZ (2009), afirma que en este siglo se prevé incrementos de la temperatura global entre 1° y 5°C; 2°C pueden inducir respuestas rápidas e imprevistas. También afirma que se tienen efectos en la comunidad andina en cambios de la temperatura del ambiente, en zonas altas, se tienen temperaturas más bajas, más heladas y vientos más frecuentes, lo cual está dando como resultado al incremento en la mortalidad de las crías de ovinos. También existen altas temperaturas en el día, lo cual da disminución de la producción de leche. En zonas bajas existe incremento de la temperatura que permite el desarrollo de plantas de climas templados: flores, alcachofas, fácil adaptación de especies de cuyes mejorados.

En el Perú el Análisis de Serie de Tiempo de la Temperatura, en donde se determinan patrones de comportamiento, no se ha desarrollado de manera puntual, pero existe ya indicios de incrementos de temperatura, como por ejemplo; en Piura se afirma que el clima actual sufrió un incremento de

temperatura media de más de 1.2°C entre los años 1972 y 2002. (SANTOYO, 2009).

Durante unos 160 mil años, la tierra tuvo dos periodos en los que las temperaturas medias globales fueron alrededor de 5° centígrados más bajas de las actuales. El cambio fue lento, transcurrieron varios miles de años para salir de la era glacial. (MILLER, 1994).

En Iquitos la Temperatura promedio mensual es de 32°C ocurre en Noviembre y la mas baja en Julio 30°C. Un importante fenómeno que causa significativa variación de Temperatura con consecuencias ecológicas, es el "friaje" de San Juan. Esto ocurre cuando las masas de aire frío del polo Sur, llega a la parte central y oeste del amazonas, esto causa una temperatura mínima que llega a bajar a 14°C. (SENAMHI, 2009).

Por otro lado se tiene la base de datos de temperatura tanto media, minima como alta de un determinado lugar sin embargo nunca nos percatamos de saber ¿cual su tendencia? y si mediante esa tendencia predecir la temperatura a futuro; Iquitos a través del SENAMHI tiene registrada su temperatura de los últimos años, pero no se conoce su tendencia, y más aun se predice a futuro ¿Cuál será la temperatura en Iquitos en los años venideros?, por ello el problema de investigación queda planteado de la siguiente manera:

**¿En qué medida el análisis de la temperatura local (Máxima, mínima y media) incidirá en un determina tendencia y poder predecir a futuro?.**

## 1.2 HIPÓTESIS:

### A. Hipótesis general

- La Temperatura local (Máxima, Mínima y Media) de las estaciones Amazonas y San Roque; persiguen un ajuste lineal

### B. Hipótesis específica

- Que la T° Máxima de la estación Amazonas difiere de la Estación San Roque.
- Que, la T° Mínima de la Estación Amazonas difiere de la Estación San Roque
- Que la T° Media de la Estación Amazonas difiere de la Estación San Roque.

### 1.3 IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES:

**Cuadro 01: Identificación de las variables**

VARIABLE	INDICADOR	TIPO	ESCALA MEDICION
X: Temperatura Local	X1: Temperatura mínima	Cuantitativo	Intervalar
	X2: Temperatura máxima	Cuantitativo	Intervalar
	X3. Temperatura promedio	Cuantitativo	Intervalar
Y: Patrón o Tendencia	Y1: Tendencia lineal	Cuantitativo	De razón
	Y2: otro tipo de tendencia	Cuantitativo	De razón
Z: Inferencia	Z1: Inferencia en años a futuro	cuantitativo	De razón

Fuente: propia

### 1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

#### 1.4.1 Generales

- Analizar la variación de temperatura local (Estaciones Amazonas y San Roque) y determinar su tendencia en el tiempo.
- Inferir la temperatura local (Estaciones Amazonas y San Roque) a futuro, en base a la tendencia calculada.

#### **1.4.2 Específicos**

- Analizar la variación de la temperatura máxima de la Estación Amazonas y Estación San Roque y determinar su patrón (tendencia en el tiempo)
- Analizar la variación de temperatura mínima de la Estación Amazonas y Estación San Roque y determinar su tendencia en el tiempo
- Analizar la variación de la temperatura promedio de la Estación Amazonas y Estación San Roque y determinar su patrón en el tiempo.
- Comparar la T° máxima de la Estación Amazonas Vs. Estación San Roque y determinar su significancia
- Comparar la T° mínima de la Estación Amazonas Vs. Estación San Roque y determinar su significancia
- Comparar la T° media de la Estación Amazonas Vs. Estación San Roque y determinar su significancia.

#### **1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Se ha hablado mucho sobre la temperatura, el incremento de la misma, el cambio climático entre otros aspectos; sin embargo, el clima siempre ha variado, el problema del cambio climático es que en el último siglo el ritmo de estas variaciones se ha acelerado de manera anómala, a tal grado que afecta ya la vida planetaria. Al buscar la causa de esta aceleración, algunos científicos encontraron que existe una relación directa entre el calentamiento global o cambio climático y el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), provocado principalmente por las sociedades industrializadas.

Un fenómeno preocupa al mundo: el calentamiento global y su efecto directo, el cambio climático, que ocupa buena parte de los esfuerzos de la comunidad

científica internacional para estudiarlo y controlarlo, porque, afirman, pone en riesgo el futuro de la humanidad.

¿Por qué preocupa tanto?, destacados científicos coinciden en que el incremento de la concentración de gases efecto invernadero en la atmósfera terrestre está provocando alteraciones en el clima. Coinciden también en que las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) han sido muy intensas a partir de la Revolución Industrial, momento a partir del cual la acción del hombre sobre la naturaleza se hizo intensa.

Por otro lado cuando se tiene un conjunto de datos acumulados y si estos están deslazados por día, luego, meses, es posible ver la tendencia de proyección de este conjunto de datos y lo que es más importante es posible realizar pronósticos a futuro y tomar decisores pertinentes; este análisis corresponde al análisis de variaciones estacionales, que se utiliza para describir los patrones de cambio en la información estadística durante intervalos regulares de tiempo; estos patrones lo proyectamos para realizar una estimación a futuro, por ello el análisis de serie de tiempo nos permite a sortear la incertidumbre ante el porvenir.

Por otro lado el pronóstico o la predicción, es una herramienta imprescindible en cualquier proceso de toma de decisiones, entre sus aplicaciones se cuentan desde la determinación de las necesidades de inventario de una simple zapatería hasta predecir el futuro de la temperatura de una zona determinada. Por ello el análisis de serie de tiempo es un método cuantitativo que aplicamos para determinar los patrones de datos recabados a lo largo del tiempo.

En lo que respecta a la serie de tiempo de la temperatura de nuestra ciudad, nunca se hizo un análisis de la misma, es mas ni sabemos cuál es su patrón, el

presente estudio nos va a permitir contar con un patrón establecido de la temperatura de nuestra localidad y poder de esta manera predecir la misma a futuro.

## **CAPITULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1 MATERIALES:**

Durante el desarrollo de la presente investigación, se utilizaran los siguientes materiales:

- Base de datos de los últimos 10 años de la temperatura de la ciudad de Iquitos.
- Software estadístico (SPSS -18 Y MINITAB-15) para el análisis de la base de datos.
- Materiales de escritorio.
- Materiales de impresión
- Otros

#### **2.2 METODO:**

La presente investigación tiene como finalidad el método deductivo-experimental, es definir que partiendo de situaciones concretas, tratará de llegar a situaciones específicas.

##### **2.2.1 TIPO DE INVESTIGACION:**

El Diseño corresponde a una investigación **CUASI-EXPERIMENTAL**, es decir al manejo de un conjunto de datos, que servirá para pronosticar a futuro, cuasi experimental, pues posee control, datos cuantitativos, manipulación, pero no posee aleatoriedad.

### **2.2.2 DISEÑO DE INVESTIGACION:**

El Diseño de Investigación corresponde al Análisis de serie de tiempo, esto es para referirse a un grupo cualquiera de información estadística acumulada en intervalos regulares, el Análisis de serie de tiempo a su vez puede ser:

- A. Tendencia secular.
- A. Fluctuación cíclica
- B. Variación estacional
- C. Variación irregular.

De los cuatro tipos de tendencia, la presente investigación se ocupara de las variaciones estacionales, por tres razones fundamentales; la primera para descubrir el patrón de cambios anteriores, la segunda para proyectar estos patrones a futuro y la tercera una vez identificados los patrones estacionales podemos eliminar sus efectos en la serie de tiempo.

### **2.2.3 ESTADÍSTICA A EMPLEAR:**

El presente trabajo de investigación empleó las siguientes estadísticas:

- Análisis de regresión
- Análisis de Series de tiempo
- Gráficos Scatter plot
- Diagrama de cajas
- Diagrama de medias

## CAPITULO III

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 MARCO TEORICO

##### 3.1.1 Referente a temperatura

###### A. Escalas termométricas

SENAMHI (2009), afirma que las escalas de temperatura más comúnmente usadas son dos: Celsius y Fahrenheit. Con fines de aplicaciones físicas o en la experimentación, es posible hacer uso de una tercera escala llamada Kelvin o absoluta. La escala Celsius es la más difundida en el mundo y se la emplea para mediciones de rutina, en superficie y en altura. La escala Fahrenheit se usa en algunos países con el mismo fin, pero para temperaturas relativamente bajas continúa siendo de valores positivos. Se aclarará este concepto cuando se expongan las diferencias entre ambas escalas. Tradicionalmente, se eligieron como temperaturas de referencia, para ambas escalas los puntos de fusión del hielo puro (como  $0^{\circ}\text{C}$  ó  $32^{\circ}\text{F}$ ) y de ebullición del agua pura, a nivel del mar (como  $100^{\circ}\text{C}$  o  $212^{\circ}\text{F}$ ).

Como puede verse, la diferencia entre estos dos valores extremos es de  $100^{\circ}\text{C}$  y  $180^{\circ}\text{F}$ , respectivamente en las dos escalas.

Por otro lado, la relación o cociente entre ambas escalas es de  $100/180$ , es decir  $5/9$ . Asimismo una temperatura de  $0^{\circ}\text{F}$  es  $32^{\circ}\text{F}$  más fría que una de  $0^{\circ}\text{C}$ , esto permite comparar diferentes temperaturas entre una y otra escala. Un algoritmo sencillo hace posible pasar de un valor de temperatura, en una escala, a unos en la otra y viceversa, o sea:

$$0^{\circ}\text{C} = 5/9 \text{ }^{\circ}\text{F} - 32 \text{ y } 0^{\circ}\text{F} = 9/5 \text{ }^{\circ}\text{C} + 32$$

La escala absoluta o Kelvin es llamada así por ser éste su creador. El límite teórico inferior de la misma no se puede alcanzar interpretándose los °K como el estado energético más bajo que pueden llegar a alcanzar las moléculas de la materia. En los laboratorios de bajas temperaturas se han alcanzado valores muy bajos, cercanos a  $-273.16^{\circ}\text{C}$ , mediante la congelación del hielo o del hidrógeno, que son los gases de menor peso molecular (es decir los más livianos). Por lo tanto se define como:

$$273.16 \text{ K} = 0^{\circ}\text{C}$$

#### **B. Medición de la temperatura del aire**

Según SENAMHI (2009), afirma que el instrumento utilizado para medir temperaturas se llama termómetro. Existen varios tipos de termómetros, cuya construcción varía según el uso a que se destinan y su modo de utilización.

Todos los termómetros miden la temperatura y sus variaciones aprovechando el efecto producido por el calor sobre un cuerpo. Generalmente se utiliza la dilatación que acompaña a un incremento de calor. La dilatación del mercurio contenido en un tubo cerrado de vidrio, constituye el fundamento del termómetro científico más común. Algunas veces se utiliza alcohol en lugar de mercurio. En meteorología, las temperaturas que mayormente se miden son las siguientes:

Temperatura del aire o ambiente.- es la temperatura del aire registrada en el instante de la lectura.

Punto de rocío (Temperatura de punto de rocío).- es la temperatura a la cuál el aire alcanza la saturación, es decir se condensa. Esta temperatura es medida por medio del Psicrómetro, Instrumento consistente en un termómetro de bulbo seco y uno de bulbo húmedo, que se utiliza para medir el contenido de vapor de agua en el aire.

Temperatura Máxima.- es la mayor temperatura registrada en un día, y que se presenta entre las 14:00 y las 16:00 horas.

Temperatura Mínima.- Es la menor temperatura registrada en un día, y se puede observar entre las 06:00 y las 08:00 horas.

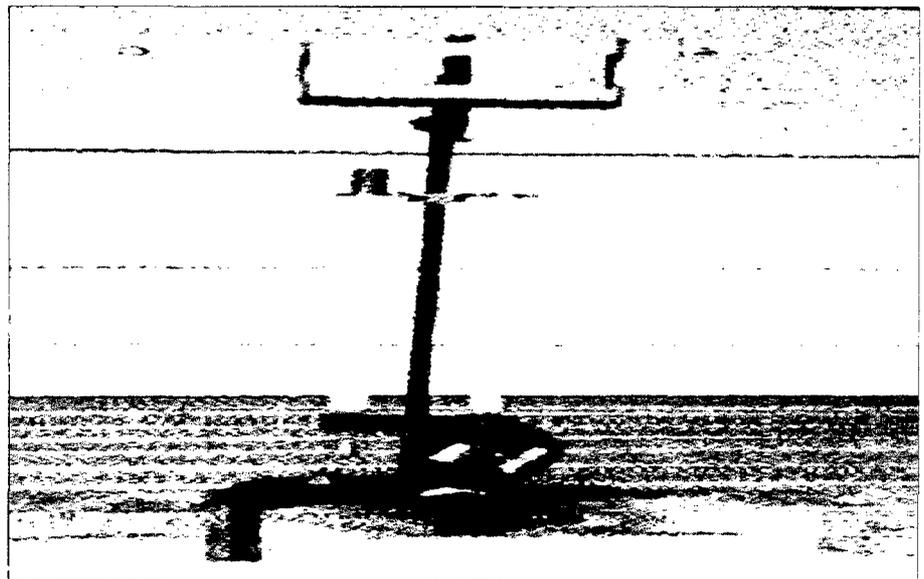


Figura 1: Termómetro (Aparato de medición de la temperatura del ambiente).

### C. CALOR Y TEMPERATURA

El calor equivale a la energía calorífica que contienen los cuerpos la temperatura es la medida del contenido de calor de un cuerpo. Mediante el contacto de la epidermis con un objeto se perciben

sensaciones de frío o de calor, siendo está muy caliente. Los conceptos de calor y frío son totalmente relativos y sólo se pueden establecer con la relación a un cuerpo de referencia como, por ejemplo, la mano del hombre.

Lo que se percibe con más precisión es la temperatura del objeto o, más exactamente todavía, la diferencia entre la temperatura del mismo y la de la mano que la toca. Ahora bien, aunque la sensación experimentada sea tanto más intensa cuanto más elevada sea la temperatura, se trata sólo una apreciación muy poco exacta que no puede considerarse como medida de temperatura. Para efectuar esta última se utilizan otras propiedades del calor, como la dilatación, cuyos efectos son susceptibles.

La dilatación es, por consiguiente, una primera propiedad térmica de los cuerpos, que permite llegar a la noción de la temperatura.

La segunda magnitud fundamental es la *cantidad de calor* que se supone reciben o ceden los cuerpos al calentarse o al enfriarse, respectivamente.

La cantidad de calor que hay que proporcionar a un cuerpo para que su temperatura aumente en un número de unidades determinado es tanto mayor cuanto más elevada es la masa de dicho cuerpo y es proporcional a lo que se denomina

*Calor específico* de la sustancia de que está constituido.

Cuando se calienta un cuerpo en uno de sus puntos, el calor se propaga a los que son próximos y la diferencia de temperatura entre el punto calentado directamente y otro situado a cierta distancia es tanto menor cuando mejor conducto del calor es dicho cuerpo. Si la

*conductibilidad térmica* de un cuerpo es pequeña, la transmisión del calor se manifiesta por un descenso rápido de la temperatura entre el punto calentado y otro próximo. Así sucede con el vidrio, la porcelana, el caucho, etc. En el caso contrario, por ejemplo con metales como el cobre y la plata, la conductibilidad térmica es muy grande y la disminución de temperatura entre un punto calentado y el otro próximo es muy reducida. Se desprende de lo anterior que el estudio del calor sólo puede hacerse después de haber definido de una manera exacta los dos términos relativos al propio calor, es decir, la temperatura, que se expresa en *grados*, y la cantidad de calor, que se expresa en *calorías*.

#### **D. Radiación y temperatura**

La superficie terrestre recibe energía proveniente del Sol, en forma de radiación solar emitida en onda corta. A su vez, la Tierra, con su propia atmósfera, refleja alrededor del 55% de la radiación incidente y absorbe el 45% restante, convirtiéndose, ese porcentaje en calor.

Por otra parte, la tierra irradia energía, en onda larga, conocida como **radiación terrestre**. Por lo tanto, el calor ganado de la radiación incidente debe ser igual al calor perdido mediante la radiación terrestre; de otra forma la tierra se iría tomando, progresivamente, más caliente o más fría. Sin embargo, este balance se establece en promedio; pero regional o localmente se producen situaciones de Desbalance cuyas consecuencias son las variaciones de temperatura.

## **E. Variación de la temperatura**

La cantidad de energía solar recibida, en cualquier región del planeta, varía con la hora del día, con la estación del año y con la latitud. Estas diferencias de radiación originan las variaciones de temperatura. Por otro lado, la temperatura puede variar debido a la distribución de distintos tipos de Superficies y en función de la altura. Ejercen influencia sobre la temperatura: La variación diurna, distribución latitudinal, variación estacional, tipos de superficie terrestre y la variación con la altura.

### **e.1 Variación diurna:**

Se define como el cambio en la temperatura, entre el día y la noche, producido por la rotación de la tierra.

### **e.2 Variación de la temperatura con la latitud:**

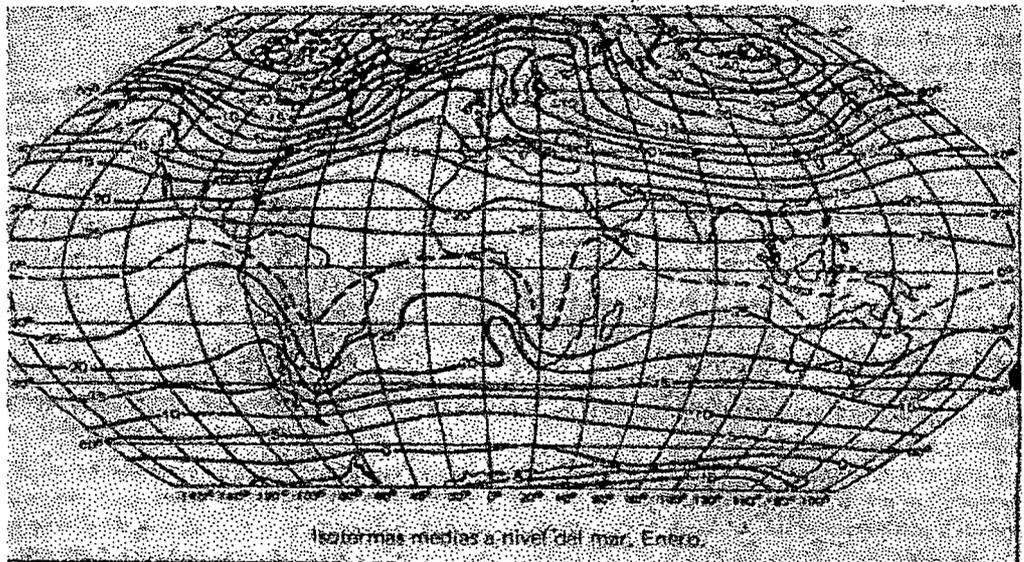
En este caso se produce una distribución natural de la temperatura sobre la esfera terrestre, debido a que el ángulo de incidencia de los rayos solares varía con la latitud geográfica.

### **e.3 Variación estacional:**

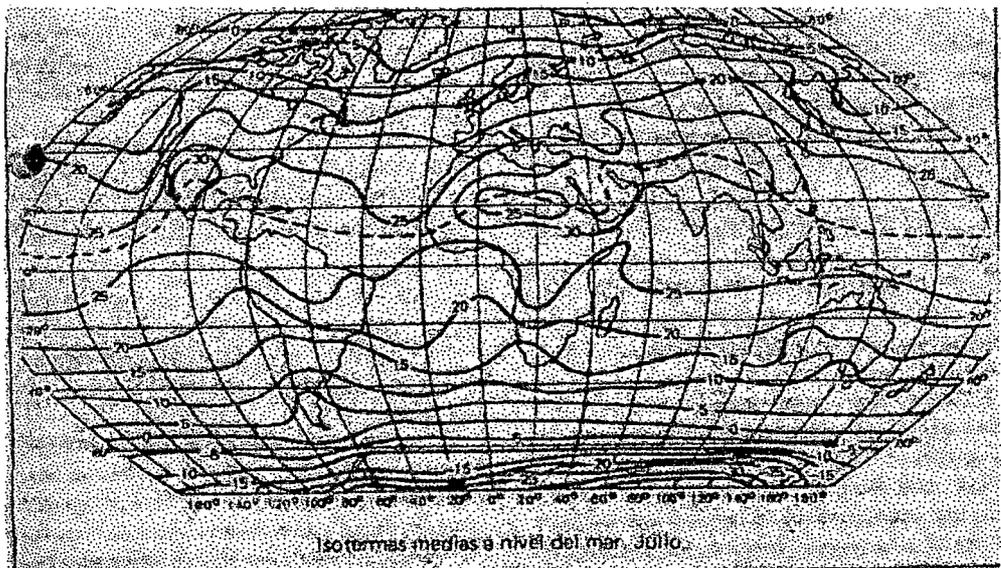
Esta característica de la temperatura se debe al hecho que la Tierra circunda al Sol, en su órbita, una vez al año, dando lugar a las cuatro estaciones: verano, otoño, invierno y primavera.

Como se sabe, el eje de rotación de la Tierra está inclinado con respecto al plano de su órbita; entonces el ángulo de incidencia de los rayos solares varía, estacionalmente, en forma diferente para

ambos hemisferios. Es decir, el Hemisferio Norte es más cálido que el Hemisferio Sur durante los meses de junio, julio y agosto, porque recibe más energía solar. Recíprocamente, durante los meses de diciembre, enero y febrero, el Hemisferio Sur recibe más energía solar que el similar del Norte y, por lo tanto, se toma más cálido.



**Figura 2: Variación estacional de temperatura, mes de Enero**



**Figura 3: Variación estacional de la Temperatura. Mes Julio**

Analizando las figuras anteriores puede notarse que en el mes de julio, en el hemisferio norte, las temperaturas son mayores sobre el continente que sobre los océanos. Asimismo el hemisferio sur, predominantemente marítimo, no tiene variaciones tan pronunciadas.

En Siberia la temperatura promedio del mes de Julio es de  $10^{\circ}\text{C}$  y en enero es de  $-40^{\circ}\text{C}$ , es decir, una amplitud térmica de  $50^{\circ}\text{C}$ . En tanto que San Diego (Oeste de EE.UU.) en julio la temperatura es de  $30^{\circ}\text{C}$  y en enero de  $10^{\circ}\text{C}$ , por lo tanto, debido a la influencia del mar, su amplitud térmica es de tan solo  $20^{\circ}\text{C}$ .

#### **e.4 Variaciones con los tipos de superficie terrestre:**

La distribución de continentes y océanos produce un efecto muy importante en la variación de temperatura.

Al establecerse diferentes capacidades de absorción y emisión de radiación entre tierra y agua (capacidad calorífica), podemos decir que las variaciones de temperatura sobre las áreas de agua experimentan menores amplitudes que sobre las sólidas.

Sobre los continentes, se debe resaltar el hecho de que existen diferentes tipos de suelos en cuanto a sus características: desérticos, selváticos, cubiertos de nieve, etc. Tal es así que, por ejemplo, suelos muy húmedos, como pantanos o ciénagas, actúan en forma similar a las superficies de agua, atenuando considerablemente las variaciones de temperatura; también la vegetación espesa tiende a atenuar los cambios de temperatura,

debido a que contiene bastante agua, actuando como un aislante para la transferencia de calor entre la tierra y la atmósfera.

Por otro lado, las regiones desérticas o áridas permiten grandes variaciones en la temperatura. Esta influencia climática tiene a su vez su propia variación diurna y estacional. Como ejemplo ilustrativo de este hecho podemos citar que una diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas puede ser de  $10^{\circ}\text{C}$ , o menos, sobre agua, o suelos pantanosos o inundados, mientras que diferencias de hasta  $40^{\circ}\text{C}$ , o más, son posibles sobre suelos rocosos o desiertos de arena.

En la Meseta Siberiana, al Norte de Asia, la temperatura promedio en julio es de alrededor de  $10^{\circ}\text{C}$  y el promedio en enero alrededor de  $-40^{\circ}\text{C}$ ; es decir, una amplitud estacional de alrededor de  $50^{\circ}\text{C}$ .

El viento es un factor muy importante en la variación de la temperatura. Por ejemplo, en áreas donde los vientos proceden predominantemente de zonas húmedas u oceánicas, la amplitud de temperatura es generalmente pequeña; por otro lado, se observan cambios pronunciados cuando los vientos prevalecientes soplan de regiones áridas, desérticas o continentales.

Como caso interesante, se puede citar que en muchas islas, la temperatura permanece aproximadamente constante durante todo el año

#### e.5 Variaciones con la altura:

La pagina Web; [http://biocab.org/Variaciones\\_de\\_Temperatura](http://biocab.org/Variaciones_de_Temperatura), reporta respecto a las variaciones de la temperatura

A través de la primera parte de la atmósfera, llamada troposfera, la temperatura decrece normalmente con la altura.

Este decrecimiento de la temperatura con la altura recibe la denominación de **Gradiente Vertical de Temperatura**, definido como un cociente entre la variación de la temperatura y la variación de altura, entre dos niveles. En la troposfera el G.V.T. medio es de aproximadamente  $6.5^{\circ}\text{C}/1000\text{ m}$ .

Sin embargo a menudo se registra un aumento de temperatura, con la altura, en determinadas capas de la atmósfera.

A este incremento de la temperatura con la altura se la denomina **inversión de temperatura**.

Una inversión de temperatura se puede desarrollar a menudo en las capas de la atmósfera que están en contacto con la superficie terrestre, durante noches despejadas y frías, y en condiciones de calma o de vientos muy suaves. Superada esta capa de inversión térmica, la temperatura comienza a disminuir nuevamente con la altura, restableciéndose las condiciones normales en la troposfera.

Puede ocurrir que se produzcan inversiones térmicas, en distintos niveles de altura de la troposfera inferior o media. Esto se debe, fundamentalmente, al ingreso de aire caliente en algunas capas determinadas, debido a la presencia de alguna zona frontal.

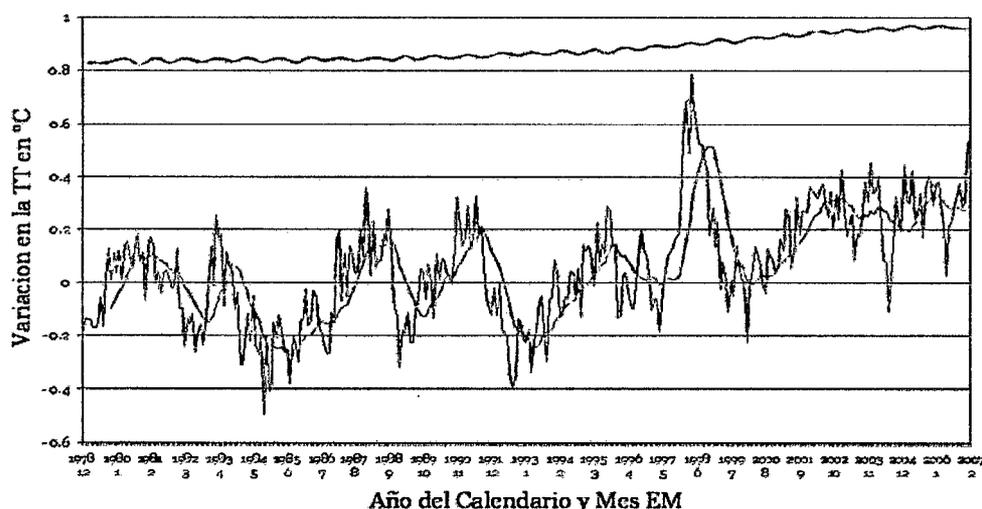
En términos generales, la temperatura decrece a lo largo de toda la troposfera, hasta alcanzar la región llamada estratosfera

(variable con la latitud y la época del año), donde la temperatura no decrece si no que permanece aproximadamente constante o, inclusive, aumenta con la altura. La zona de transición entre la troposfera y la estratosfera recibe el nombre de **tropopausa**.

#### e.6 Variaciones con la latitud:

La mayor inclinación de los rayos solares en altas latitudes, hace que éstos entreguen menor energía solar sobre estas regiones, siendo mínima dicha entrega en los polos. En tanto que sobre el Ecuador los rayos solares llegan perpendiculares, siendo allí máxima la entrega energética.

#### Variabilidad en la Temperatura Troposférica De 1979 a 2007 de la Era Moderna



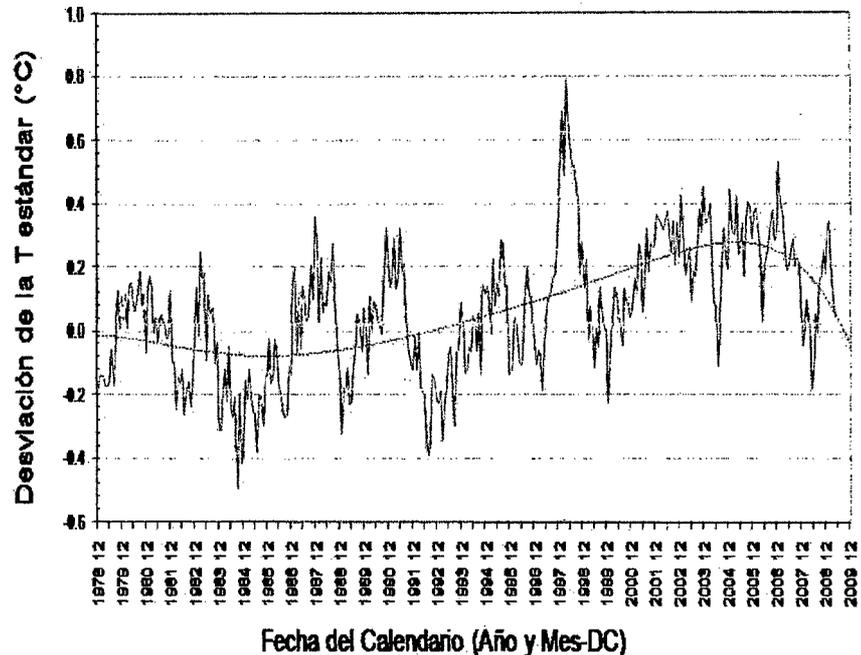
©2007. Por Nasif Nahle. Datos tomados de NOAA y UAH

**Figura 4. Variabilidad de la temperatura Troposférica de 1979 a 2007, Era Moderna.**

Del gráfico se desprende lo siguiente:

- La máxima variación en la temperatura atmosférica fue alcanzada en 1998 ( $0.52^{\circ}\text{C}$ ) y no se ha repetido desde entonces.
- La tendencia global a partir de 1999 apoya un enfriamiento planetario, no un calentamiento.
- El aumento en la densidad de  $\text{CO}_2$  (hasta 381 ppm) no se relaciona con las variaciones de la temperatura atmosférica.
- 2006 fue un año más fresco que el 2005, alcanzando una variación de solamente  $0.28^{\circ}\text{C}$  en la superficie.
- La tendencia global desde 1979 es de  $0.144^{\circ}\text{C}$ ; por lo tanto, no existe ninguna tendencia al calentamiento global inusual, sino que este ha permanecido dentro de los parámetros naturales del período Holoceno.
- El lanzamiento de prensa de NOAA en el sentido de que el 2006 fue el año más cálido de la década no coincide con la bitácora instrumental de NSSTC. Desconocemos el motivo y el origen de este reporte de NOAA a la prensa.
- La tendencia global por década es de  $0.144^{\circ}\text{C}$ , variación que no puede ser considerada como calentamiento global en el sentido estricto del concepto. Para que pudiese ser considerada como calentamiento global, la variación debería ser igual o mayor a tres grados Celsius.

**Desviaciones de la Temperatura Troposférica Estándar en el  
Período de enero de 1979 a la Fecha**



DATOS: <http://www.simsr.ru/eduk/ct/temst/2009.htm> INTERPRETACIÓN: Biol. Nazif Nabile Sabag.

**Figura 5: Desviaciones de la Temperatura Troposférica estándar en el periodo de enero 1979 a la fecha.**

La línea azul es el trazo de los cambios en la temperatura troposférica desde diciembre de 1978 hasta la fecha. La línea roja señala la tendencia polinomial anual. La gráfica fue trazada a partir de los registros satelitales de UAH porque los datos de NOAA son contradictorios y confusos. Sentimos el inconveniente que esto pudo causar a nuestros lectores. Estamos pidiendo su paciencia porque los datos hechos públicos por NOAA están siendo recalibrados.

Del grafico se desprenden las siguientes conclusiones:

- La tendencia actual es de enfriamiento a partir de 1999.
- El trazo polinomial demuestra claramente que no existe calentamiento global, sino que es un cambio natural, dentro de los parámetros permitidos para el Holoceno (de -3°C a 3°C).
- No existe ninguna razón real para declarar a 2007 como el segundo año más cálido de la década

**Figura 6: Calentamiento global y variación de la temperatura mundial siglo pasado**

**Por qué aumenta la temperatura del planeta**

**EFFECTO INVERNADERO**

Es un fenómeno natural por el cual la Tierra retiene parte de la energía solar que atraviesa la atmósfera. Este fenómeno permite la existencia de vida.

- 1 Los rayos del sol atraviesan la atmósfera.
- 2 Parte de la radiación es retenida por los gases de efecto invernadero.
- 3 ...y el resto vuelve al espacio.



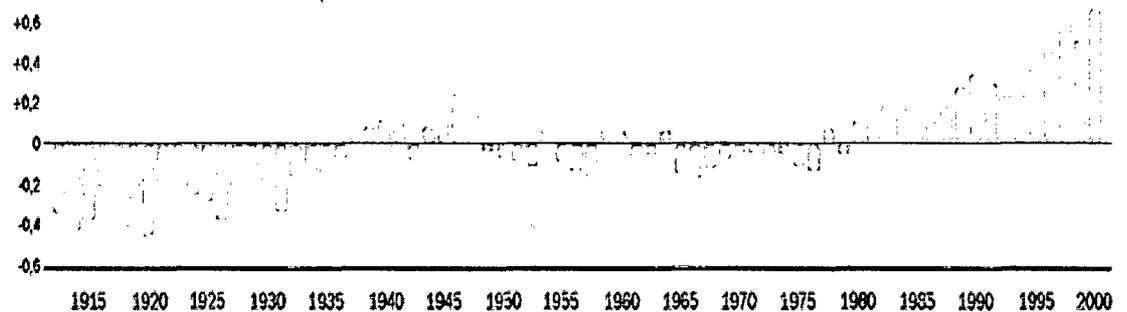
**CALENTAMIENTO GLOBAL**

Es el incremento de la temperatura media de la atmósfera debido a la actividad humana.

- 1 La quema de combustibles, la deforestación, la ganadería, etc., incrementan la cantidad de gases de efecto invernadero.
- 2 La atmósfera, entonces, retiene más calor y el planeta se recalienta.



**VARIACION DE LA TEMPERATURA GLOBAL** ▶ En grados centígrados.



## **3.2 MARCO CONCEPTUAL**

### **A. LA TEMPERATURA**

La temperatura de un cuerpo indica en qué dirección se desplazará el calor al poner en contacto dos cuerpos que se encuentran a temperaturas distintas, ya que éste pasa siempre del cuerpo cuya temperatura es superior al que tiene la temperatura más baja; el proceso continúa hasta que las temperaturas de ambos se igualan.

### **B. TEMPERATURA MÁXIMA**

Es la mayor temperatura registrada en un día, y que se presenta entre las 14:00 y las 16:00 horas.

### **C. TEMPERATURA MÍNIMA**

Es la menor temperatura registrada en un día, y se puede observar en entre las 06:00 y las 08:00 horas.

### **D. VARIACION DE LA TEMPERATURA**

La cantidad de energía solar recibida, en cualquier región del planeta, varía con la hora del día, con la estación del año y con la latitud. Estas diferencias de radiación originan las variaciones de temperatura. Por otro lado, la temperatura puede variar debido a la distribución de distintos tipos de Superficies y en función de la altura. Ejercen influencia sobre la temperatura: La variación diurna, distribución latitudinal, variación estacional, tipos de superficie terrestre y la variación con la altura.

### **E. VARIACION ESTACIONAL**

Método estadístico, que a través de un conjunto de datos permite realizar pronósticos a futuro.

## CAPITULO IV

### ANALISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 4.1 ESTACION AMAZONAS:

La estación Amazonas del SENAMHI es una estación con objetivo didáctico, es decir, va permitir el fortalecimiento académico de visitantes. Esta estación siempre va estar sujeta a la ubicación de las oficinas del SENAMHI, por consiguiente esta no es de ubicación perenne. Es la estación oficial de la localidad de la ciudad de Iquitos.

#### 4.1.1 VARIABLE TEMPERATURA MÁXIMA:

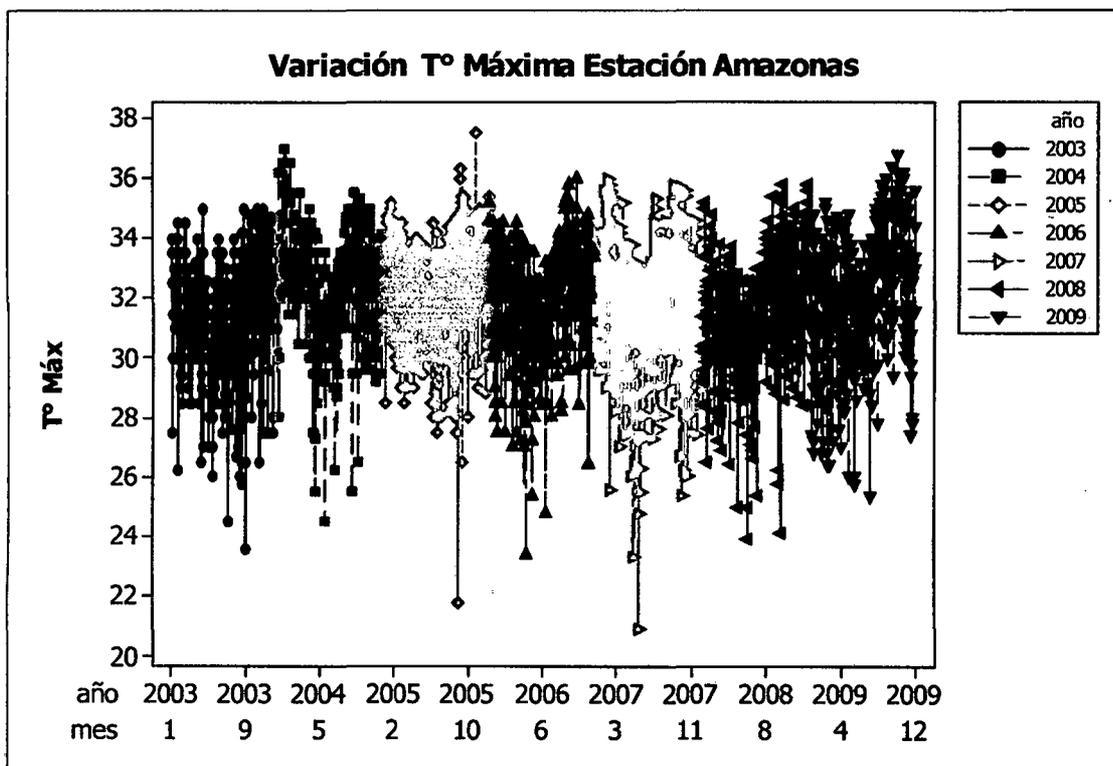
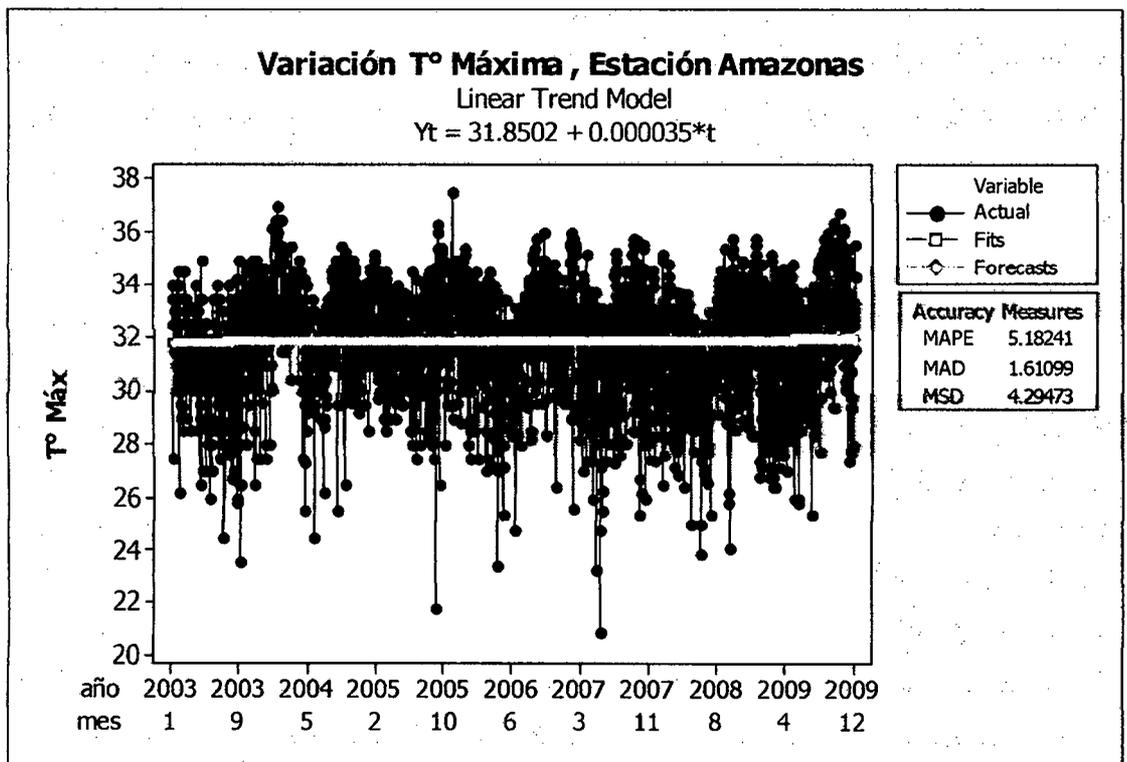


Gráfico 01: Variación de la temperatura máxima en la localidad de Amazonas

Fuente: Base de datos

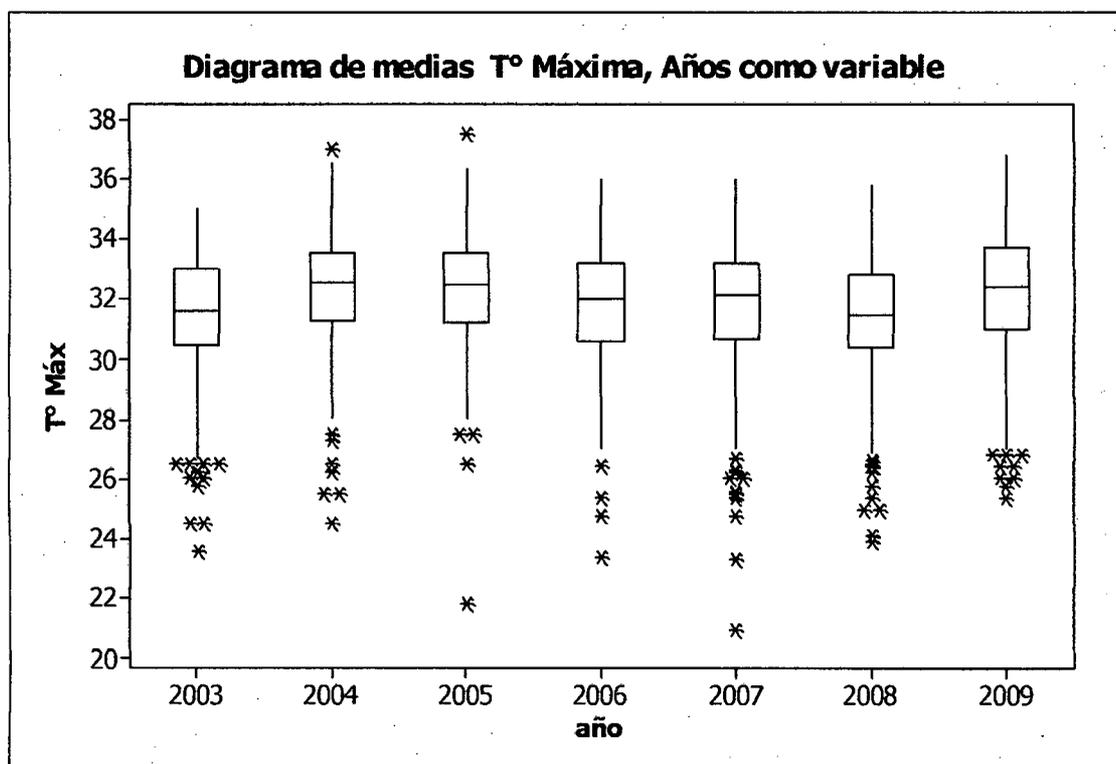
El diagrama muestra la variación de la temperatura máxima de la localidad del Amazonas, los años están identificados con cada tipo de color. Así por ejemplo el año 2003 se identifica, con el color negro, el 2004 con el color rojo y así sucesivamente; es importante hacer notar que el 2005 y el 2007, fueron los años que vas vario la temperatura máxima, se observa por ejemplo que la máxima temperatura alcanzada en el 2007 es de cerca a 38°C, tal parece que ese año hubo las altas oscilaciones temperaturas en la Estación del Amazonas



**Gráfico 02: Tendencia de la temperatura máxima de la localidad de Amazonas modelo matemático.**

**Fuente: Base de datos**

El presente diagrama muestra la línea de tendencia en cuanto a temperatura máxima en esta estación y el punto verde es la predicción a futuro siguiendo la misma tendencia, que por lo que se nota no variar la temperatura en 32°C; De igual forma se observa la el modelo matemático de la temperatura máxima que es  $Y = 31.8505 + 0.0000035 X$ , la misma que esta ecuación podemos predecir la temperatura máxima en esta localidad en los años venideros

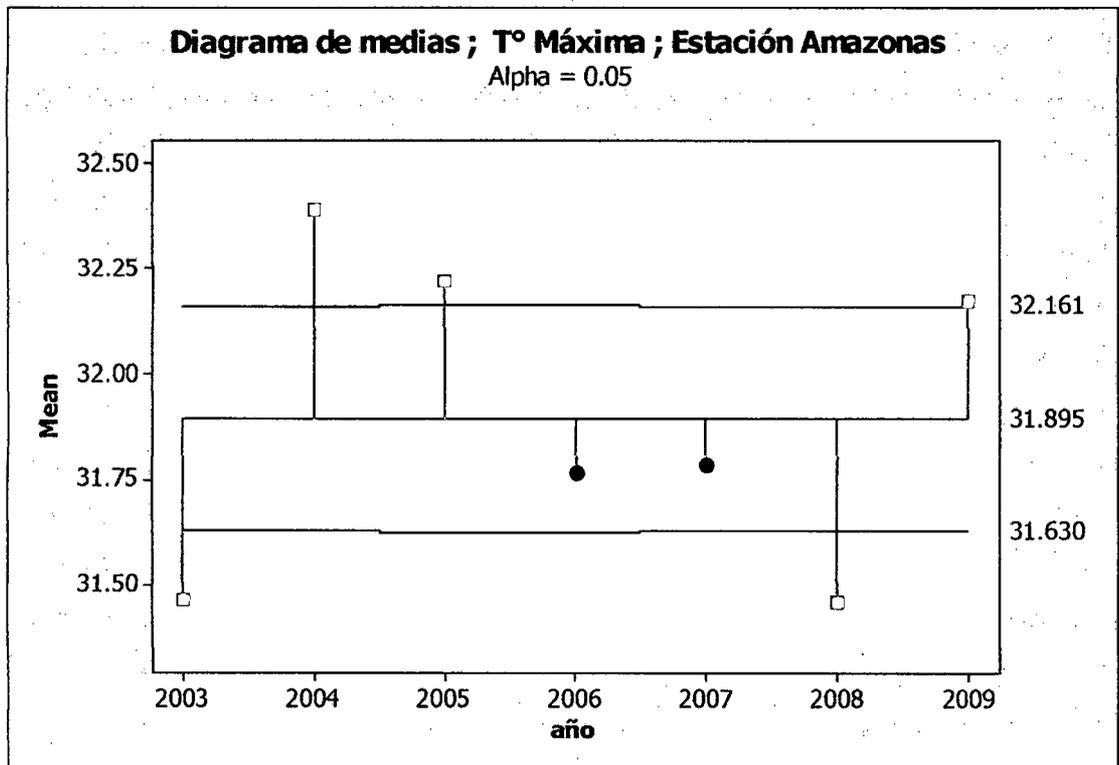


**Gráfico 03: Diagrama de medias, temperatura máxima, tomando Años como variable independiente y temperatura como variable dependiente; Estación Amazonas.**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama de medias muestra aspectos interesantes: por ejemplo los valores "atípicos, donde se nota que existe más valores atípicos en la parte inferior que en la parte superior, sin embargo nos interesa la parte superior y notamos que en los años 2004 y 2005 la temperatura máxima fue atípica , pues hay valores

que oscilan entre 37 y 38°C; De igual forma los años 2006,2007 y 2009 hubo más variación de la temperatura, pues las cajas son más grandes e incluso los bigotes, lo que nos indica que el rango de variación de la temperatura en esos años fue mayor

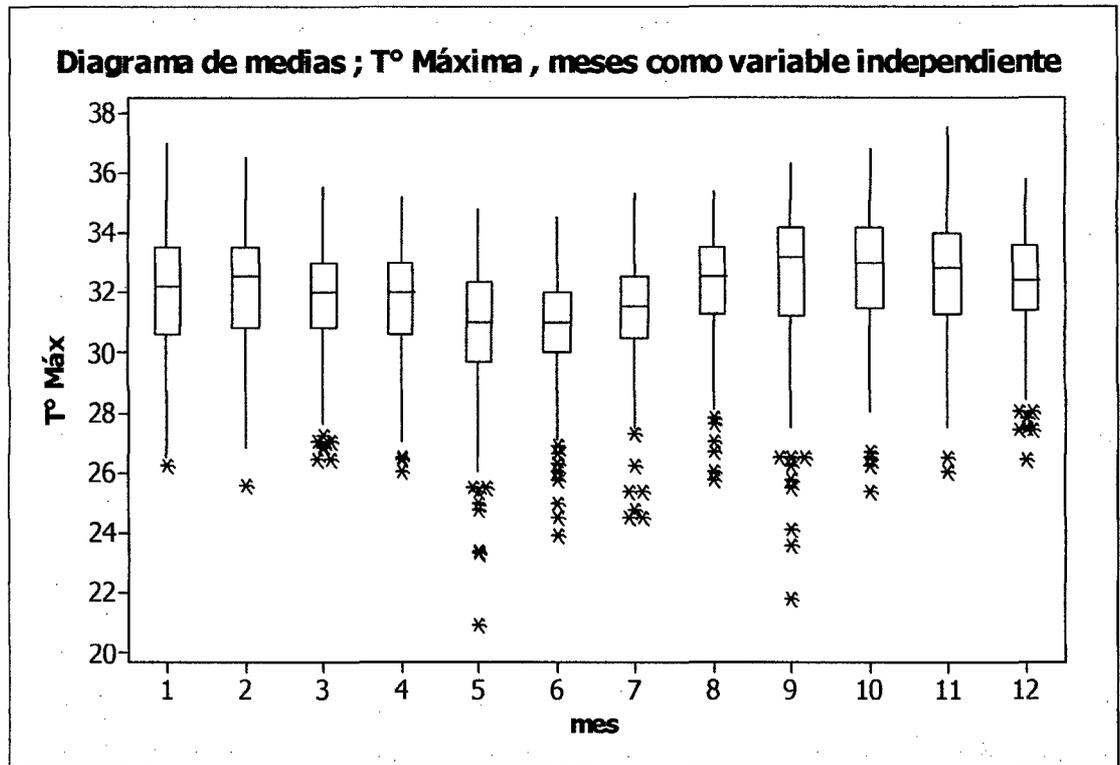


**Gráfico 04: Diagrama de medias, Temperatura máxima, Estación Amazonas, a través de los años.**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama reportas lo siguiente:

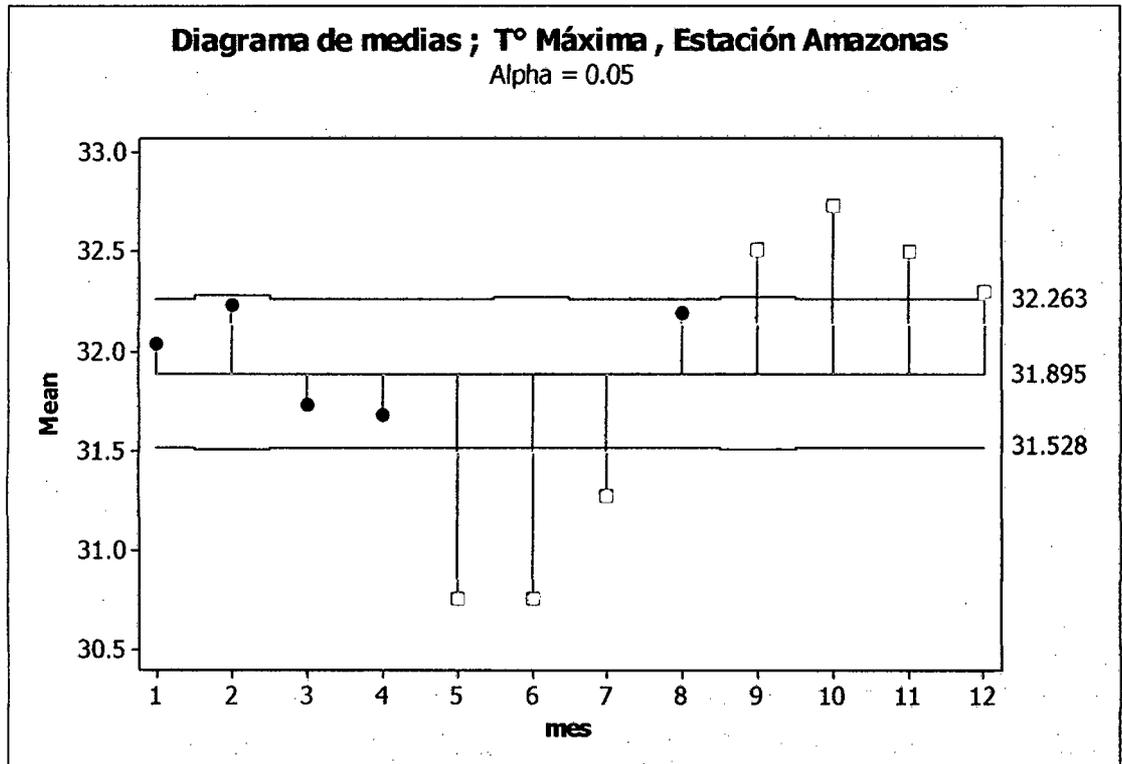
- Los años que exceden el límite superior son: 2004, 2005 y 2009
- Los años que exceden el límite inferior son : 2003 y 2008
- Que el intervalo de la temperatura máxima en esta estación es  $31.63 \leq 31.89 \leq 32.16$
- El resto del año permanecen dentro del límite establecido



**Gráfico 05: Diagrama de cajas, temperatura máxima, tomando como variable independiente a meses.**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama muestra una regularidad de temperatura en cuanto a meses, sin embargo se puede apreciar que existen bastantes valores "atípicos" en la parte inferior y esto se da en todos los meses, no se observa ningún valor atípico en la parte superior; se observa además que el tamaño de las cajas no es igual en cada mes lo que nos indica que en algunos meses la variación de la temperatura fue mayor que en otras, por ejemplo los meses de enero que posee la caja más grande



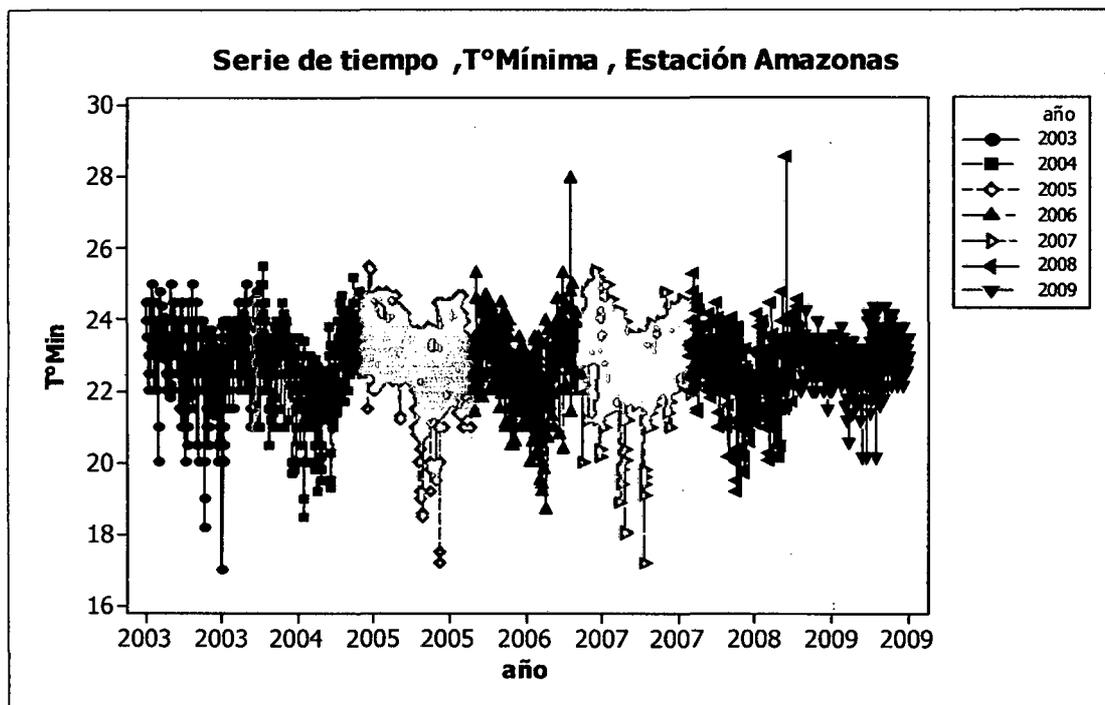
**Gráfico 06: Diagrama de medias. Temperatura Máxima; Estación Amazonas, a través de los meses**

**Fuente. Base de datos**

El diagrama reporta lo siguiente:

- Los meses que exceden el límite superior son Septiembre , octubre, Noviembre y Diciembre
- Los meses que exceden el límite inferior son : Mayo, Junio y Julio
- Que el intervalo de temperatura mensual varía entre  $31.52 \leq 31.85 \leq 32.26$

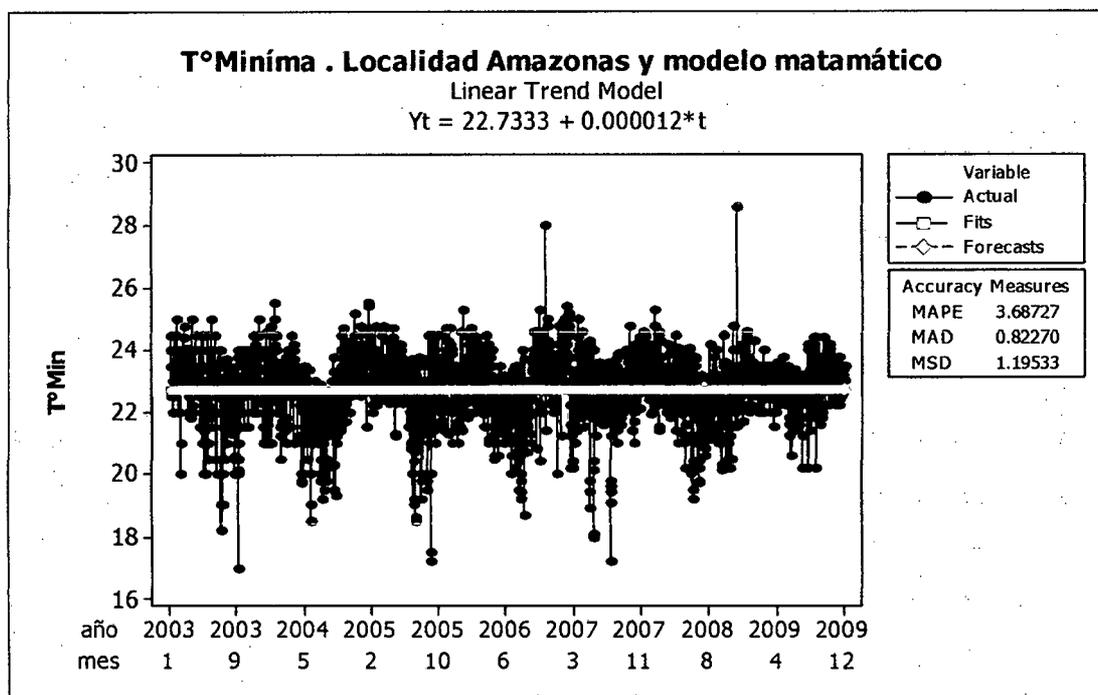
#### 4.1.2 VARIABLE TEMPERATURA MINIMA: ESTACION AMAZONAS



**Gráfico 07: Variación de la temperatura mínima en la localidad de Amazonas**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama muestra la dispersión de puntos de la temperatura mínima, desde el año 2003 hasta 2009 y las variaciones que tuvo a través de los años, se observa que las más altas variaciones de día entre los años 2006 y finales del 2008, sin embargo hubo años en que la temperatura descendió notablemente y eso se dio entre los años 2003 2005 y 2007, que bajo incluso hasta 17°C.

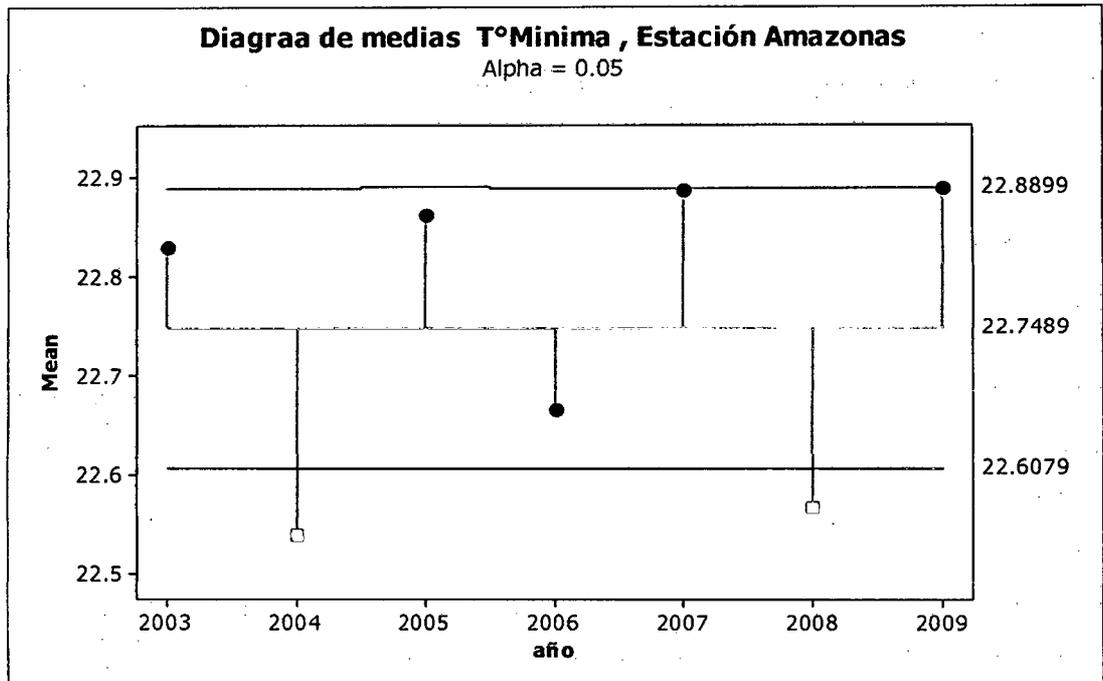


**Gráfico 08: Temperatura mínima, localidad Amazonas y su proyección a futuro.**

**Fuente. Base de datos**

El diagrama muestra la variación de la temperatura mínima de la localidad del Amazonas y su proyección a futuro; de igual forma se indica el modelo matemático de esta temperatura  $Y = 22.73 + 0.000012X$ , con esta ecuación podemos predecir la temperatura mínima a futuro y de acuerdo a la Proyecciones del MINITAB la temperatura mínima para el 2010 sería de 22.75 Celsius



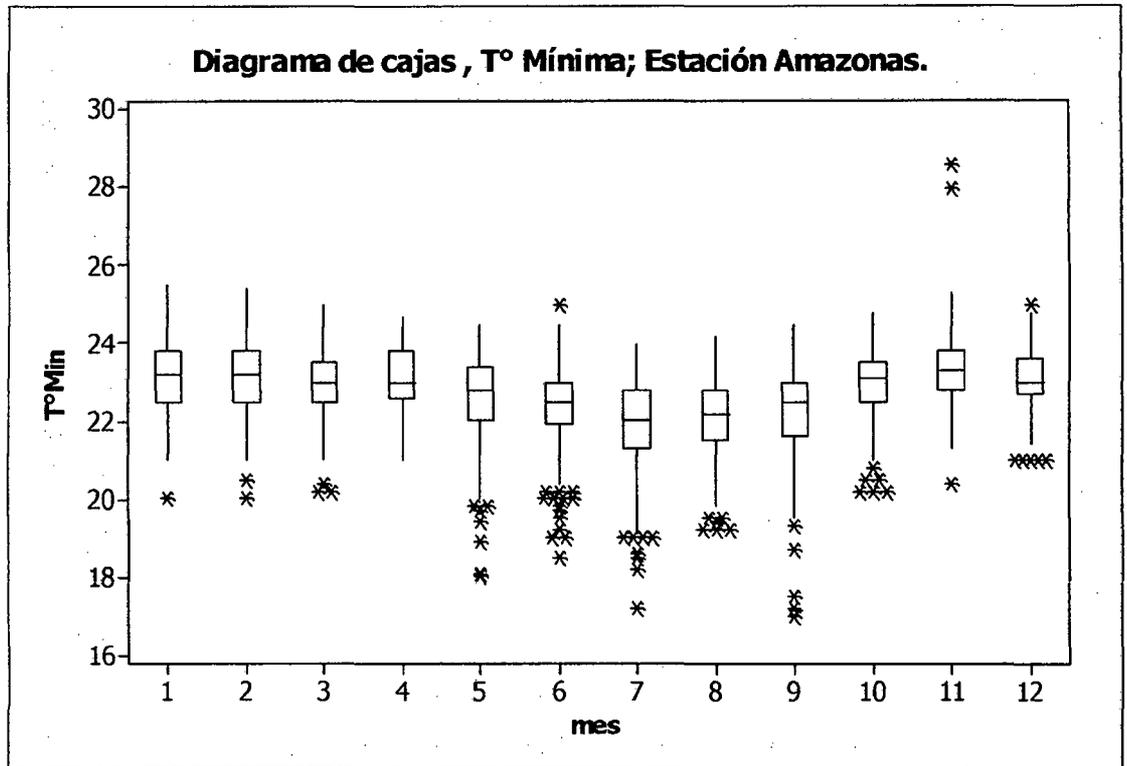


**Gráfico 10: Diagrama de medias Temperatura Mínima, Estación Amazonas, a través de los años.**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama reporta lo siguiente.

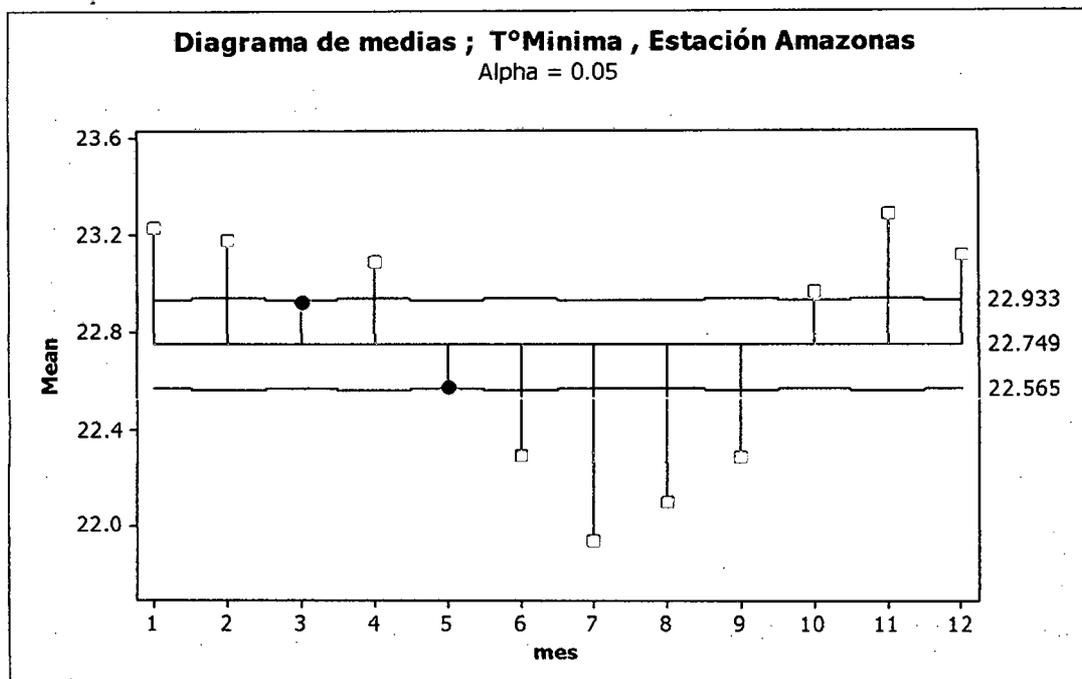
- Los años que exceden el límite inferior son: 2004 y 2008
- Ningún año excede el límite superior
- Que el intervalo de temperatura mínima de esta estación varía entre  $22.60 \leq 22.74 \leq 22.88$



**Gráfico 11: Temperatura Mínima, Localidad Amazonas a, en los diferentes meses, a través de un diagrama de cajas.**

**Fuente. Base de datos**

El presente gráfico representa la variación de la temperatura a través de los meses, el diagrama muestra lo siguiente; los meses de junio, julio, agosto y septiembre y de estos meses otro detalle interesante del diagrama, es el tamaño de las cajas, en efecto no todas las cajas son iguales lo que nos indica la variación de la temperatura mínima cada mes, por ejemplo en el mes de marzo la caja es más pequeña que el resto de meses, lo que nos indica una cierta homogeneidad en los datos , aunque también tiene datos "críticos"



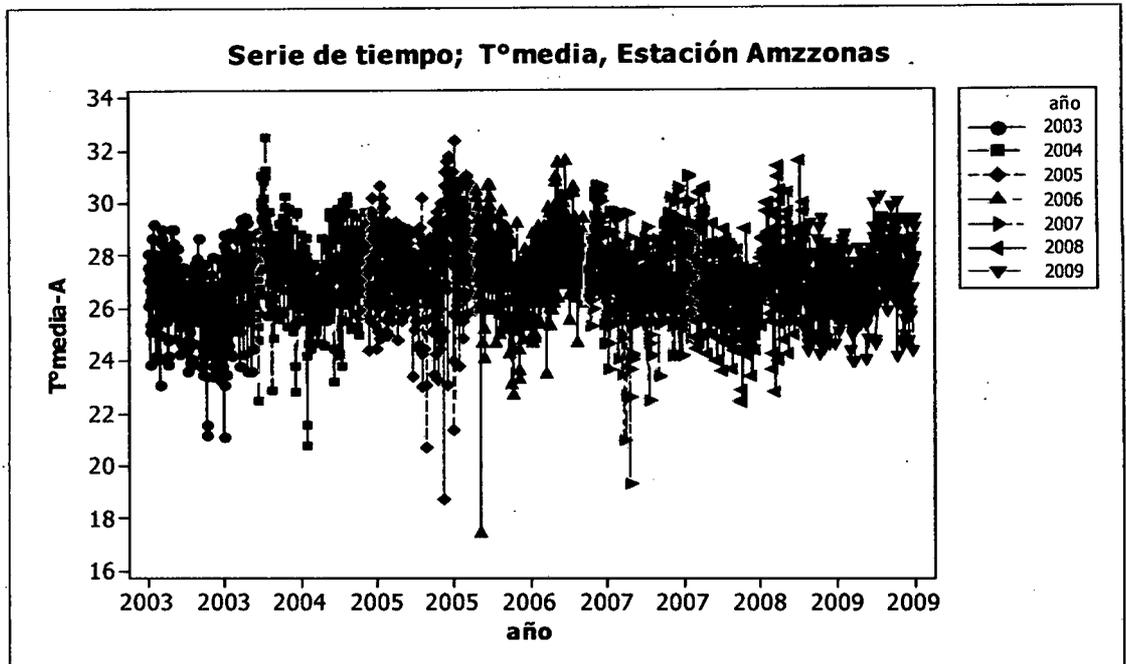
**Gráfico 12: Diagrama de medias, Temperatura Mínima; Estación Amazonas, a través de los meses.**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama reporta lo siguiente.

- Los meses que exceden el rango superior son: Enero, Febrero, Abril, noviembre y Diciembre
- Los meses que exceden el límite inferior son: Junio, Julio, Agosto y Septiembre.
- Que el intervalo de temperatura mínima está entre  $22.56 \leq 22.74 \leq 22.93$

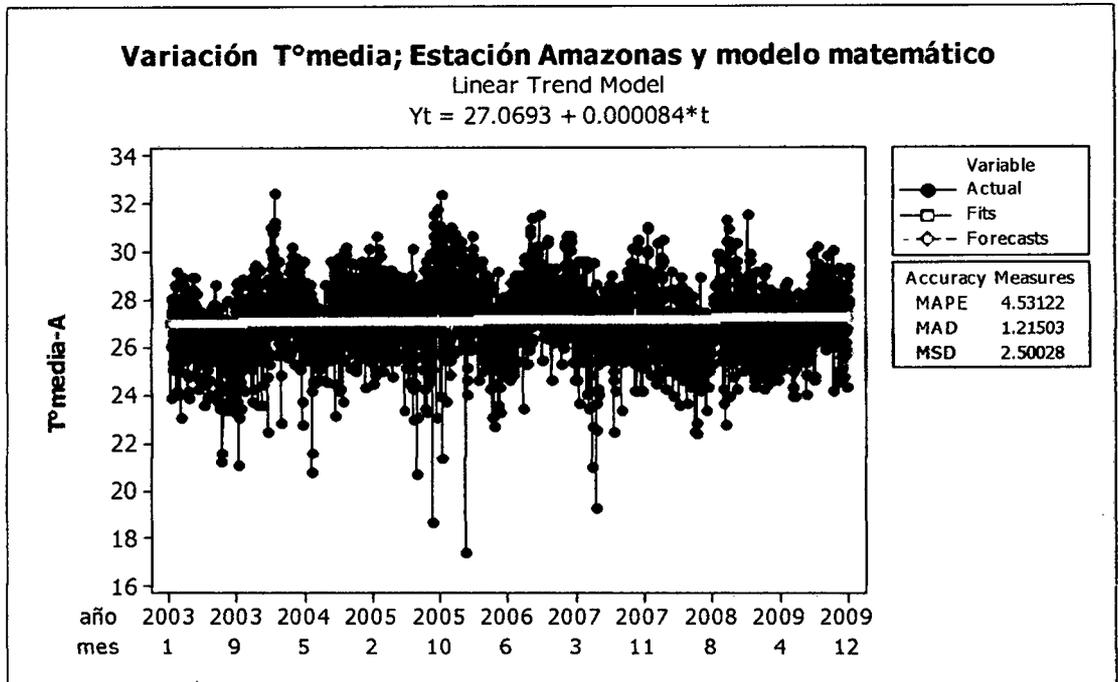
#### 4.1.3 TEMPERATURA MEDIA; ESTACION AMAZONAS



**Gráfico13: Variación de la temperatura media, Estación Amazonas**

**Fuente: Base de datos**

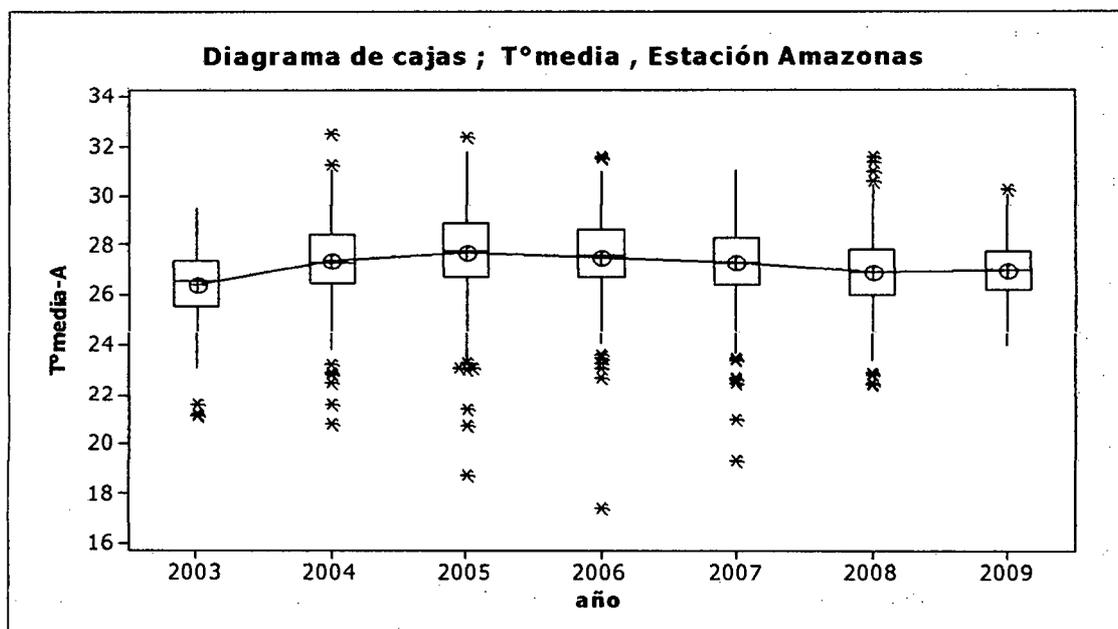
El diagrama reporta la variación de la temperatura media de la estación Amazonas, como se aprecia no existe mucha variación en cuanto al promedio de la temperatura. Así mismo, se observa que cada año está representado por un color diferente; también se observa que a finales del 2005 y comienzos del 2006 la temperatura descendió notablemente



**Gráfico 14: Variación de la temperatura media, Estación Amazonas y modelo matemático.**

**Fuente: Base de datos**

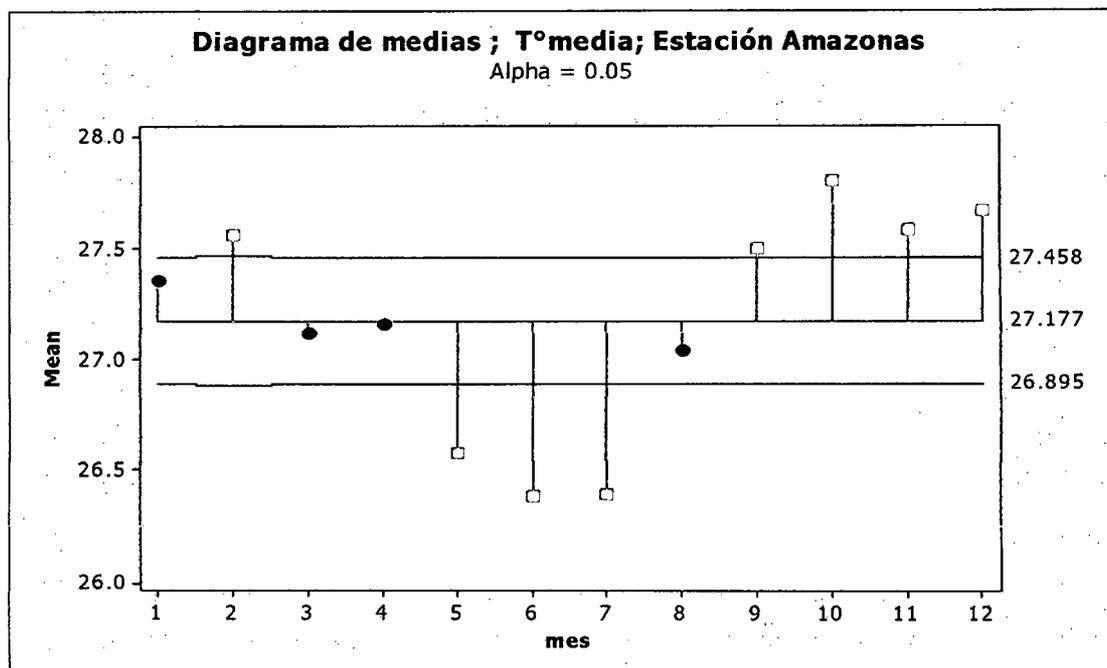
El diagrama reporta la variación de la temperatura media de la estación Amazonas y su proyección a futuro, este grafico corrobora el grafico anterior, el punto verde, representa la predicción de la temperatura al 2010. Así mismo el modelo matemático  $Y = 27.0693 + 0.000084 X$ , con ella podemos realizar predicciones a futuro.



**Gráfico 15: Diagrama de cajas, Temperatura media, Estación Amazonas. A través de los años.**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama muestra la temperatura media de la estación Amazonas y los puntos "atípicos", observando el diagrama se nota que los puntos "atípicos" se dan más en la parte inferior que en la parte superior, siendo el más resaltante el año 2006, en cual la temperatura llegó hasta los 15°Celsius, otro aspecto importante la disposición de las cajas no están al mismo nivel lo que nos indica que la temperatura media fue diferente en cada año, por ejemplo entre el año 2003 y 2004 el promedio de la temperatura no están al mismo nivel, lo que nos indica que fueron diferentes.



**Gráfico 16: Diagrama de medias, T° media estación Amazonas, a través de los meses**  
Fuente: Base de datos

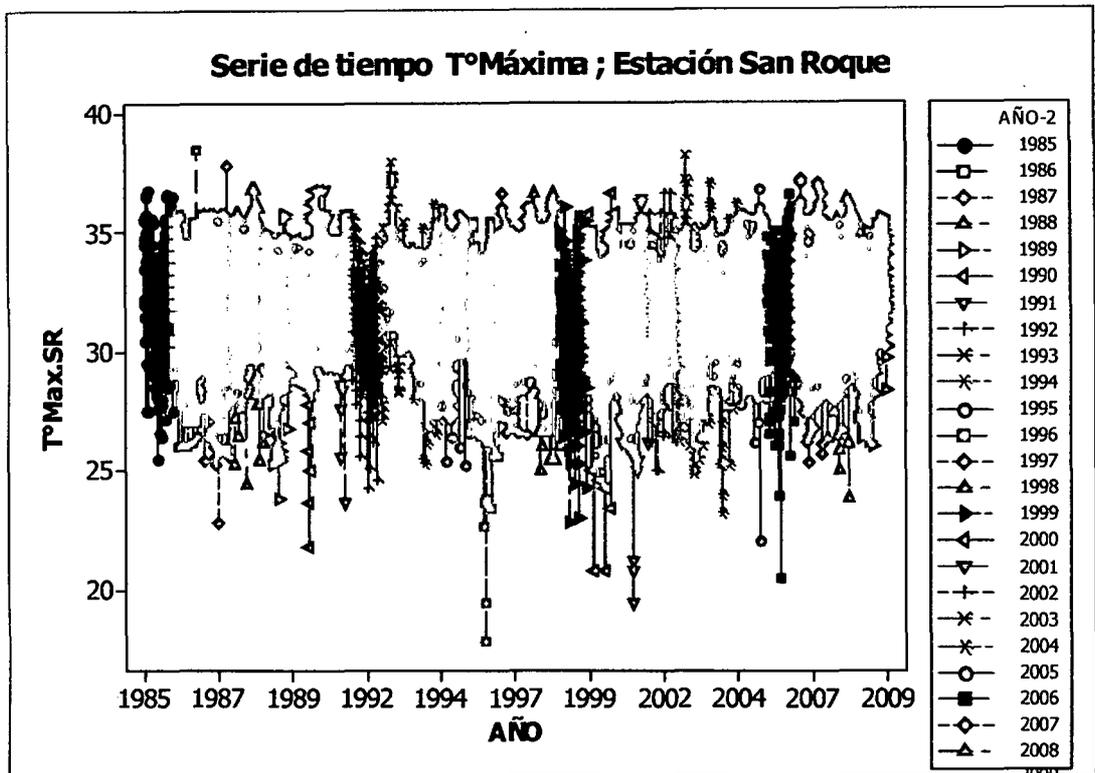
El diagrama reporta lo siguiente:

- Los meses de mayo, junio y julio, exceden los límites inferiores
- Los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre, exceden los límites superiores
- Que el rango promedio de temperatura, en esta estación varía entre  $26.89 \leq 27.17 \leq 27.45$ , con 95% de confianza.

#### 4.2 ESTACIÓN SAN ROQUE:

La estación San Roque es una de las estaciones del SENAMHI con más longevidad, esta tiene más de dos décadas de datos obtenidos por la medición de investigadores, se encuentra en el INIA, San Juan. Es una estación perenne, es decir con ubicación específica.

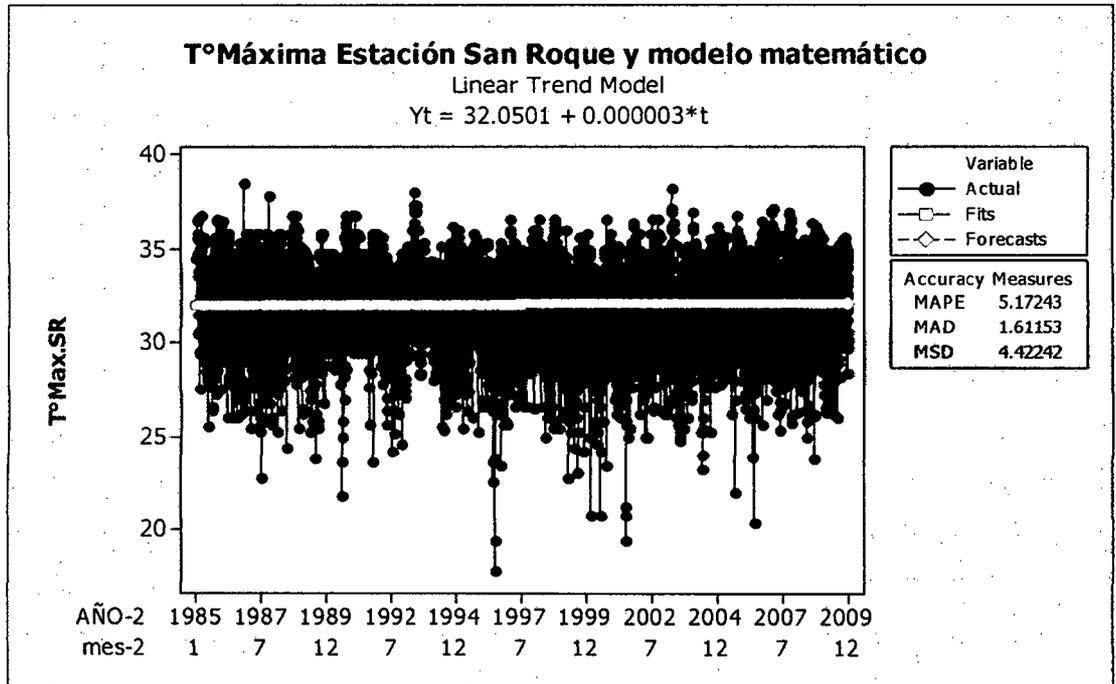
#### 4.2.1 TEMPERATURA MÁXIMA:



**Gráfico 17: Serie de tiempo Temperatura máxima; Estación San Roque**

**Fuente: Base de datos**

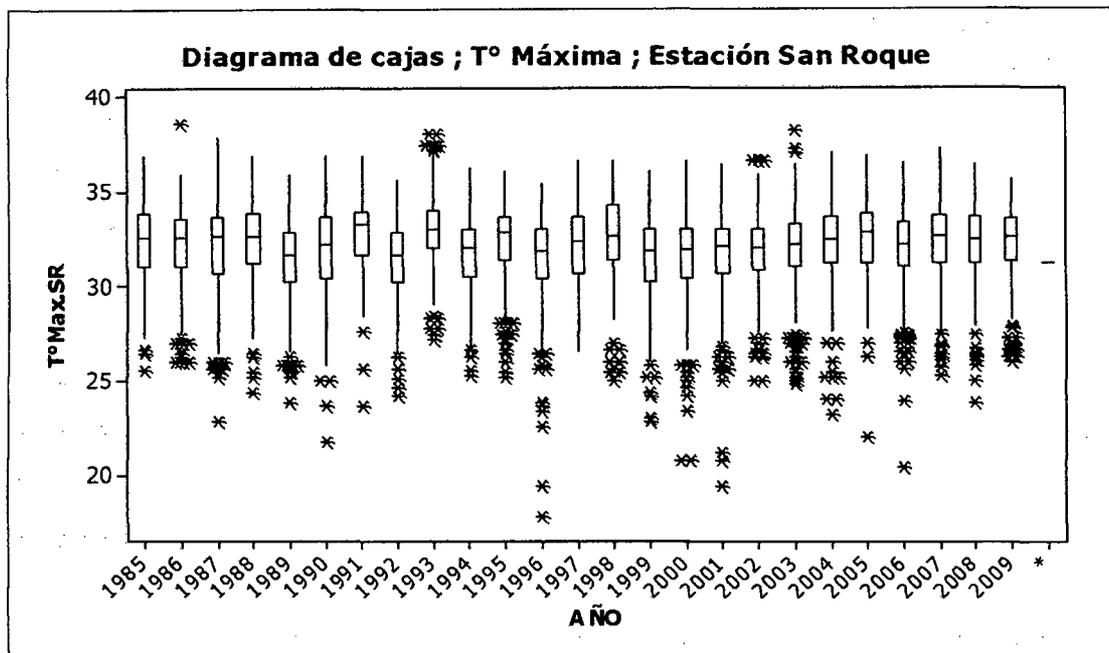
El diagrama muestra la variación de la temperatura máxima a través de los años en la estación de San Roque, representado a cada año con diferente color; se aprecia que el año 1997, (en la parte inferior del cuadro), la temperatura en algún momento del año descendió por debajo de los 20° Celsius; por otro lado en la parte superior del cuadro se observa que en algunos años, en especial el año 1987 la temperatura casi llega a 40° Celsius, en esa misma dirección se encuentra el año 2002.



**Gráfico 18: Variación Temperatura Máxima Estación San Roque y modelo matemático.**

**Fuente: Base de datos**

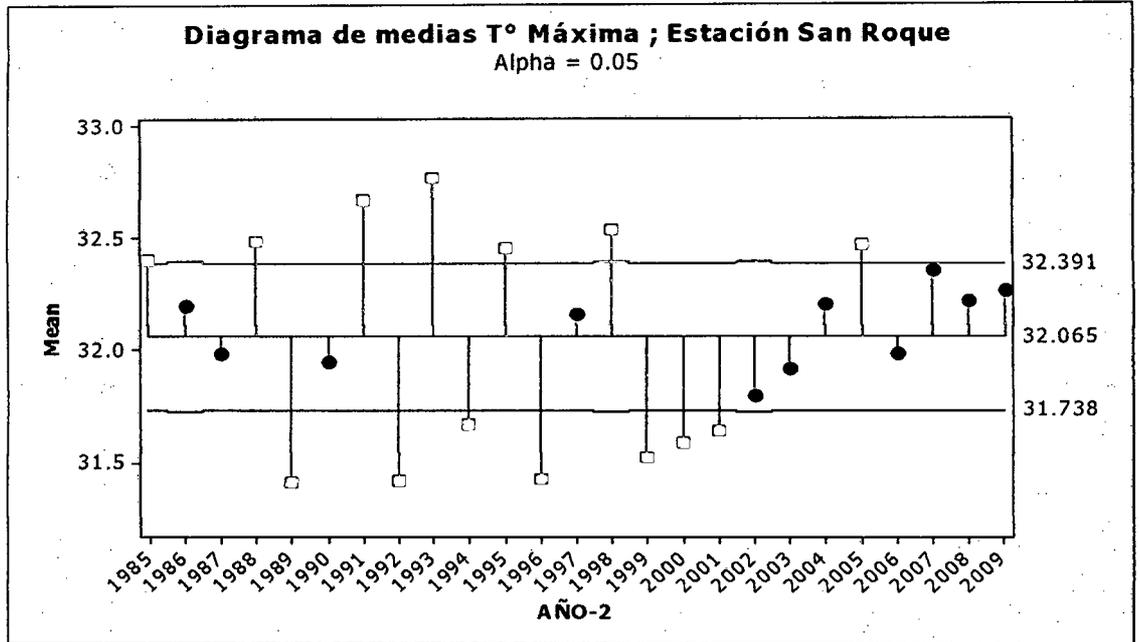
El diagrama muestra la variación de la temperatura máxima de la Estación San Roque y su modelo matemático, el "ploteo" de puntos negros significa la variación de la temperatura, la línea roja significa la recta de regresión obtenida, el punto verde es la proyección a futuro y en la parte superior del cuadro se aprecia el modelo matemático;  $Y = 32.0501 + 0.000003 X$ , que de acuerdo a proyecciones del MINITAB, se estima una temperatura máxima de  $32.07^\circ$  Celsius para el año 2010. Otro detalle interesante a notar que a partir del año 1996-1997 la temperatura se incrementa un "poquito".



**Gráfico 19: Diagrama de cajas Temperatura máxima Estación San Roque a través de los años.**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama muestra la variación anual de la temperatura máxima; Estación San Roque, a simple vista ningún año es similar al otro, es importante hacer notar que en algunos años existen los "puntos atípicos", es decir aquellos que no están establecidos dentro del intervalo de confianza, estos puntos, y mirando la parte superior de gráfico corresponde a los años 1986, 1993, 2002 y 2004; por otro lado la variación se da más en la parte inferior de las cajas que existen puntos "atípicos" en todos los años, en otras palabras la variación de la temperatura máxima, para esta estación se dio más en la parte inferior

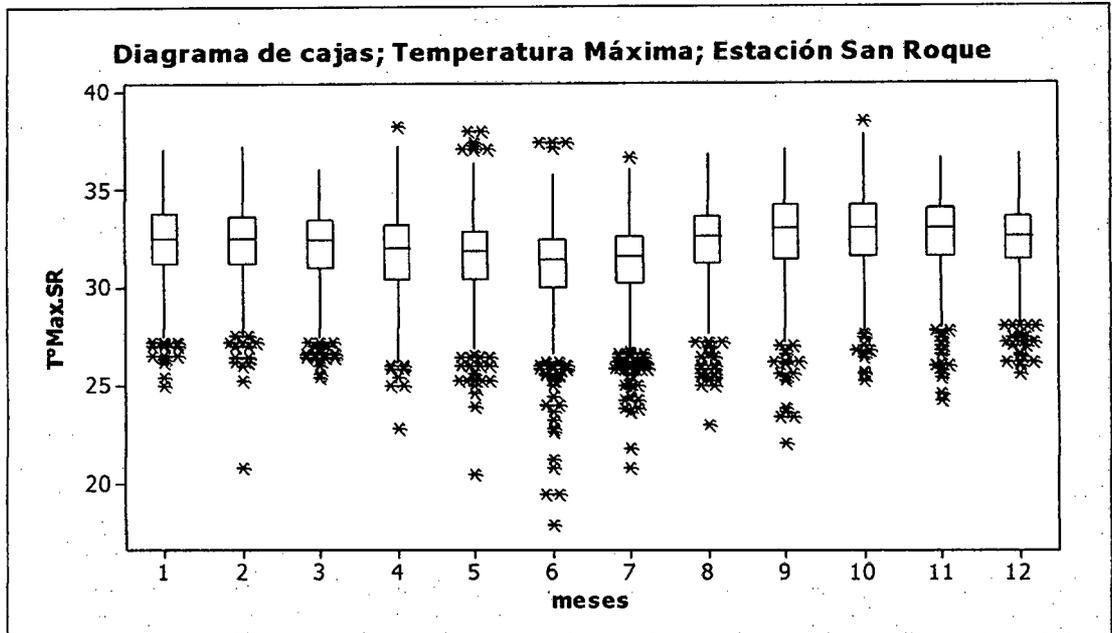


**Gráfico 20: Diagrama de medias Temperatura máxima; Estación San Roque a través de los años.**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama reporta lo siguiente:

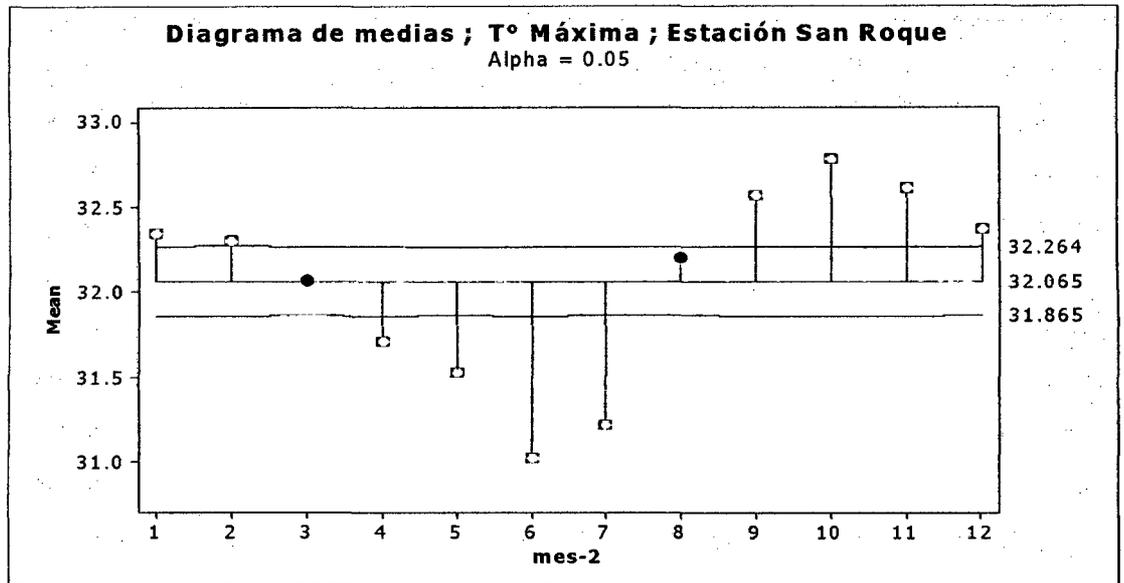
- Los años que excedieron el rango permisible superior, fueron 1993, 1991, 1996, 1986 y 2005), en especial el año 1993.
- Los años que excedieron el rango permisible inferior fueron: 1989, 1992, 1996, 1999 y 2001.
- Que el intervalo de permisible de T° Máxima se encuentra entre:  
 $31.73 \leq 32.06 \leq 32.39$ .



**Gráfico 21; Diagrama de cajas Temperatura máxima a través de los meses**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama muestra la variación de la temperatura máxima en forma mensual, se aprecia que la variación se da en la parte inferior de la caja que en la parte superior, en efecto la variación de la temperatura en la parte superior de la caja se da más en los meses de abril, mayo, junio y julio incluso octubre; un aspecto importante a tener en cuenta se nota que durante los meses de Junio la temperatura descendió cerca a 19° Celsius, que resulta el más significativo



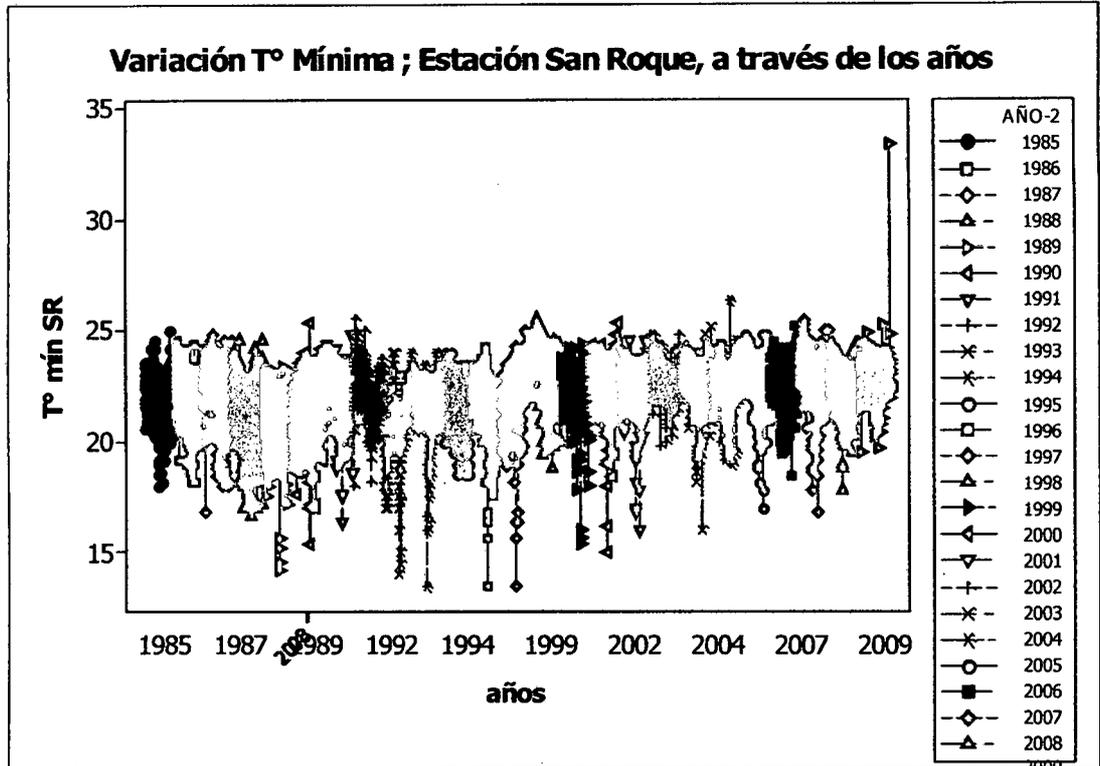
**Gráfico 22: Diagrama de medias Temperatura máxima; Estación San Roque a través de los meses.**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama de media, reporta lo siguiente:

- Los meses que exceden el límite superior, son Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre, también enero y febrero
- Los meses que exceden el límite inferior Abril, Mayo, Junio y Julio.
- Que el intervalo mensual de temperatura varía entre  $31.86 \leq 32.06 \leq 32.26$
- La línea verde significa el promedio real.

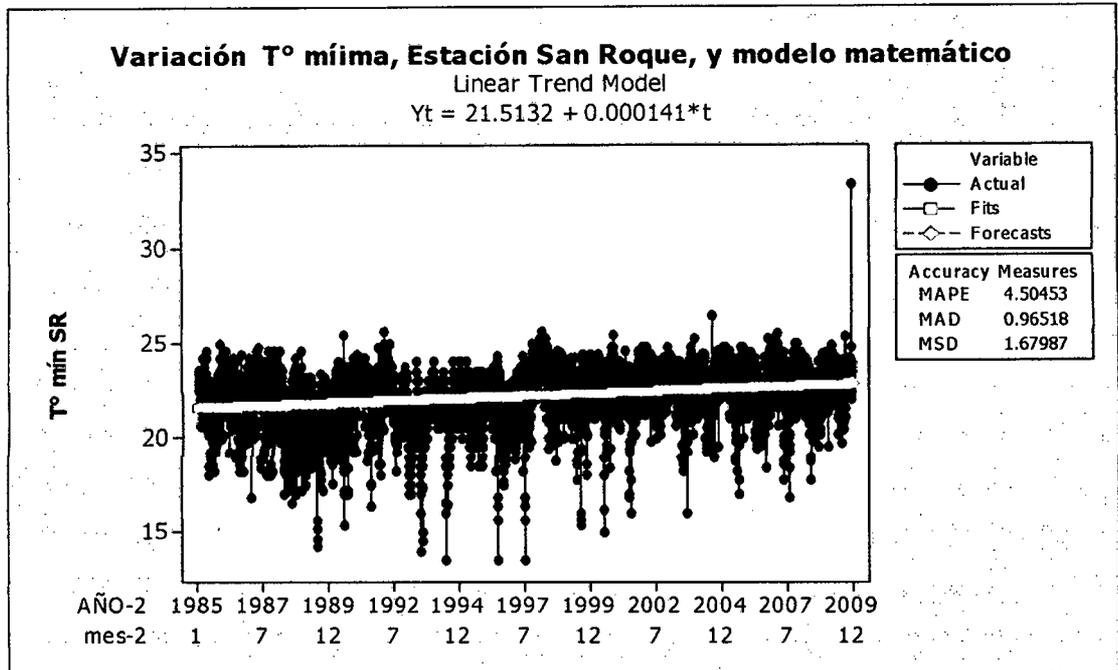
#### 4.2.2 TEMPERATURA MINIMA; ESTACION SAN ROQUE



**Gráfico 23: Variación de la T° Mínima, Estación San Roque.**

**Fuente; Base de datos**

El diagrama muestra la variación de la T° mínima a través de los años en la estación San Roque, se nota que entre los años 1989, 1992, 1994, existe variación en lado inferior del gráfico, pudiendo llegar la temperatura por esos años hasta en 15° Celsius, el ploteo de cada color indica un año diferente

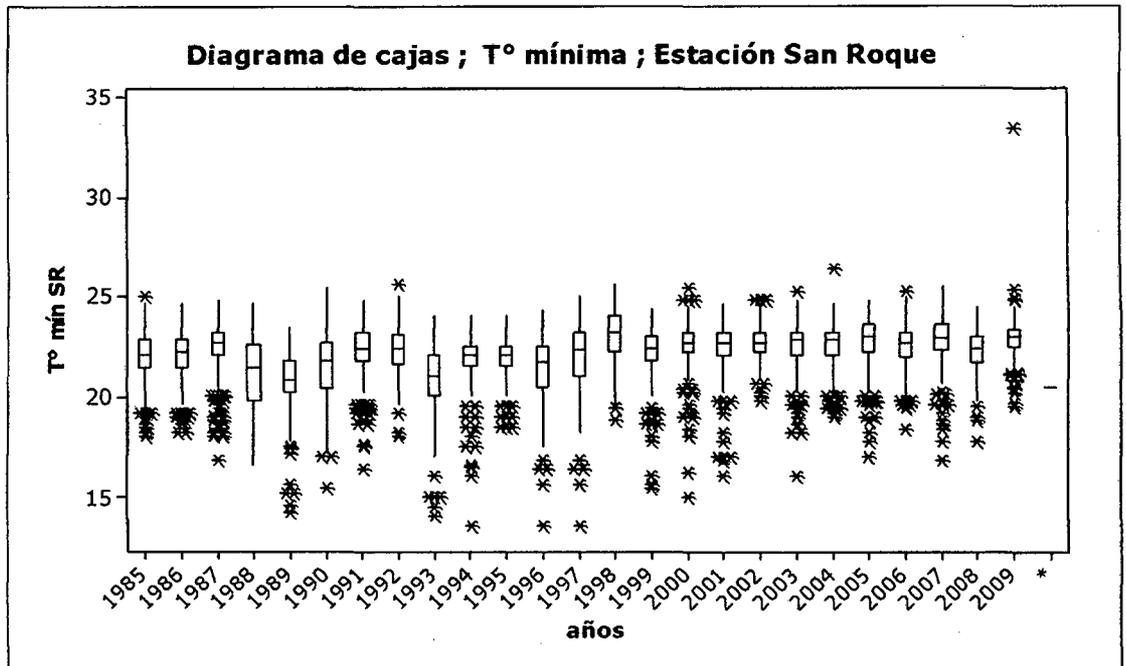


**Gráfico 24: Variación de la temperatura mínima, a través de los años y modelo matemático.**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama muestra la variación de la T° mínima y el modelo matemático, se nota claramente en el nivel inferior del diagrama variaciones en la temperatura en casi todos los años, llegando en algunos casos incluso a 15° Celsius, e punto verde indica la proyección de la T° mínima al 2010, que de acuerdo a la corrida del MINITAB, reporta una T° mínima de 22.9° Celsius.

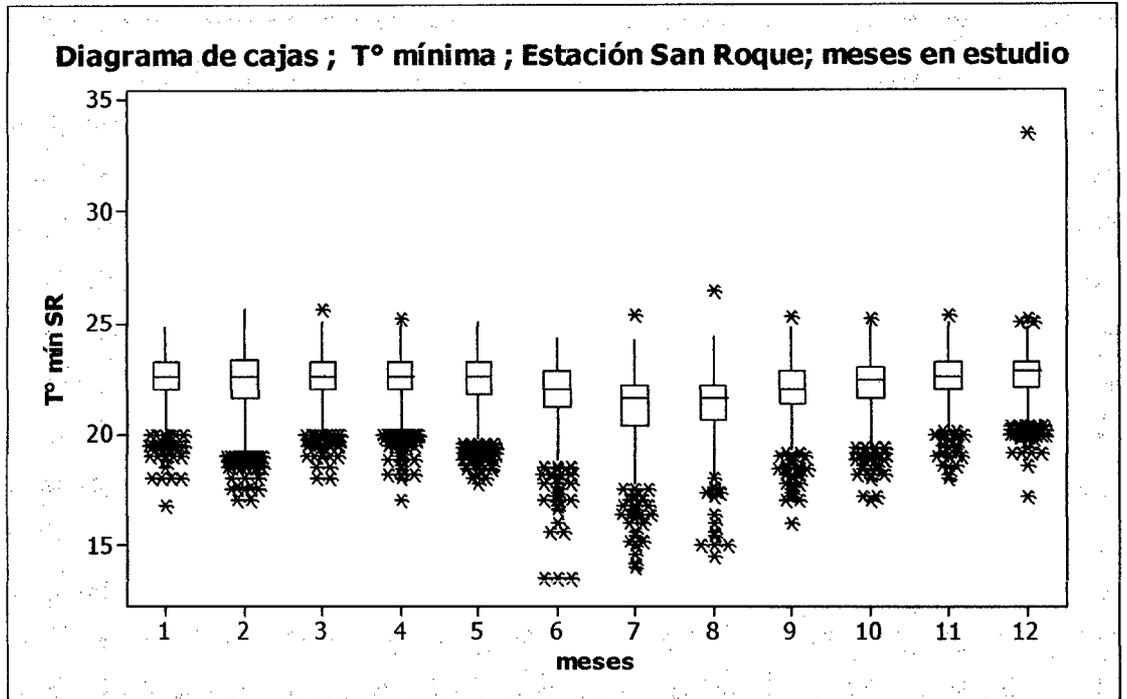
Por otro lado el modelo matemático  $Y = 21.513 + 0.000171 X$ , la cual nos permite predecir la T° mínima para años venideros



**Gráfico 25: Diagrama de cajas, T° mínima, Estación San Roque. A través de los años.**

**Fuente: Base de datos**

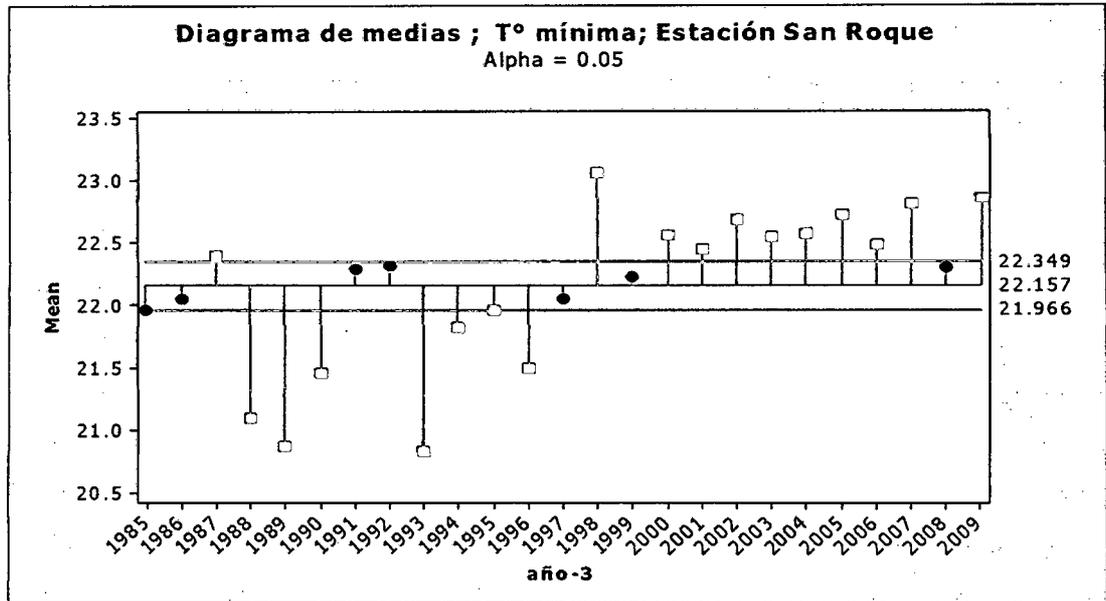
El diagrama muestra la variación de la T° mínima a través de los años, es indudable que la T° mínima tiene mucha variación en la parte inferior, pudiendo llegar a temperatura de 14° Celsius, especialmente en los años 94, 96 y 97, se nota claramente que en casi todos los años hay temperatura "atípicas" lo que nos indica, una gran variabilidad a través de los años



**Gráfico 26: Diagrama de cajas, Temperatura Mínima, Estación San Roque, meses en estudio.**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama muestra que todos meses tiene temperatura "atípicas", siendo los más significativos, los meses de junio y julio, cuyas temperaturas llegan hasta los 14° Celsius.

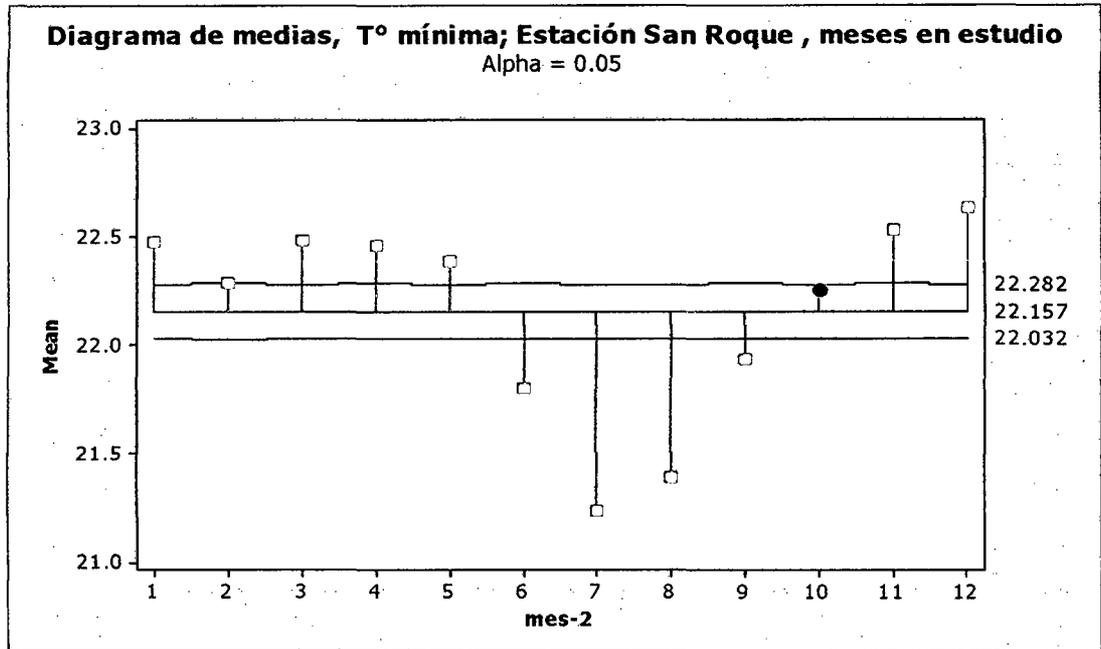


**Gráfico 27: Diagrama de medias, T° mínima, Estación San Roque**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama muestra lo siguiente:

- Que los años que exceden el rango inferior de temperatura mínima son:  
1986, 1989, 1990, 1993, 1994, 1995 y 1997
- Que, el rango de la temperatura mínima oscila entre  $21.96 \leq 22.15 \leq 22.34$  con un nivel de confianza del 95%.



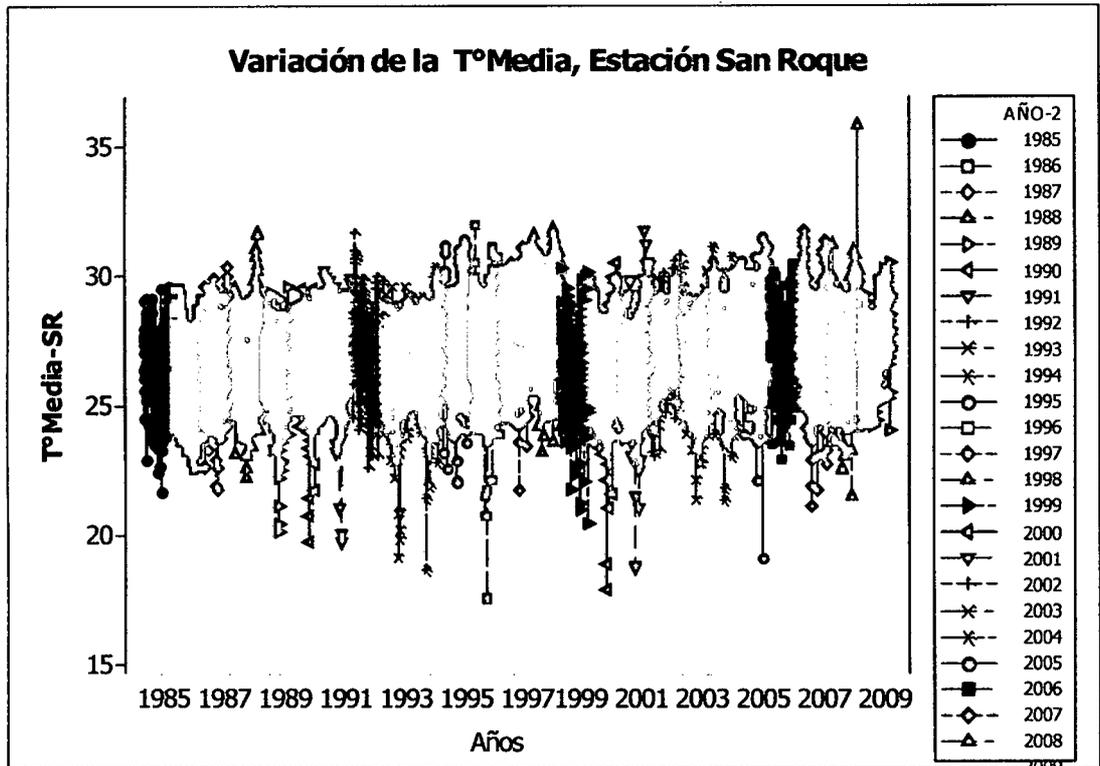
**Gráfico 28: Diagrama de medias, Temperatura mínima, Estación San Roque**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama reporta lo siguiente:

- Que los meses que denotan temperaturas mínimas que exceden el límite inferior son: Junio, Julio y Agosto
- Que el rango, de temperatura mínima de meses oscila entre  $22.032 \leq 22.15 \leq 22.28$ , con 95% de confianza.
- Que cualquier temperatura que exceda dichos límites se declara significativo

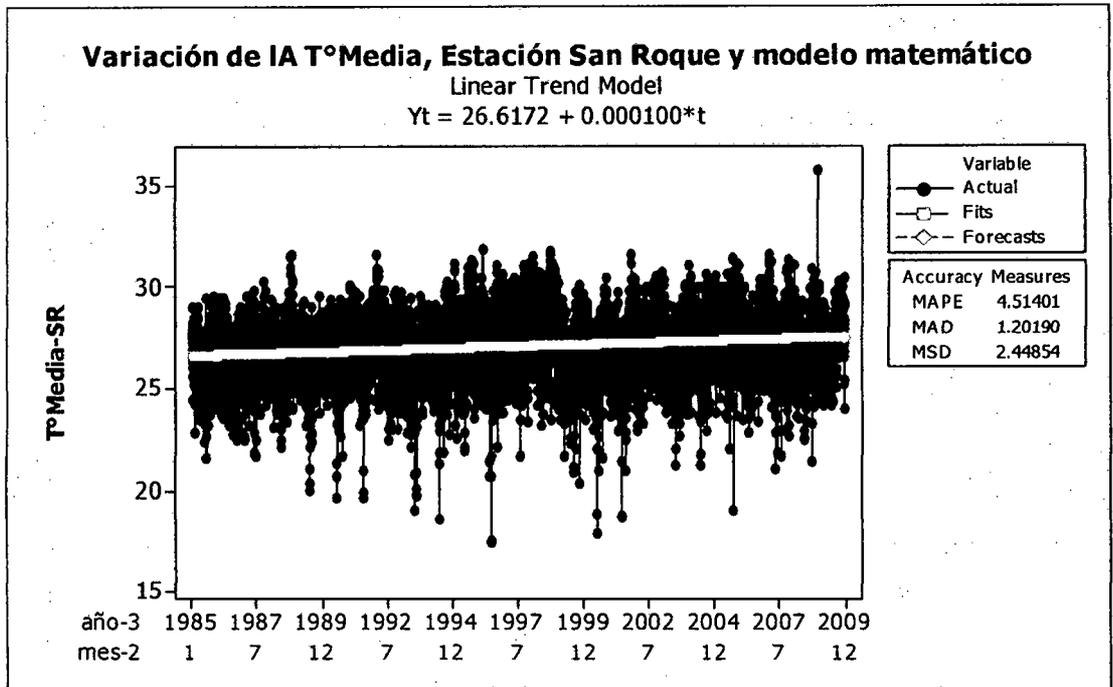
#### 4.2.3 TEMPERATURA MEDIA; ESTACION SAN ROQUE



**Gráfico 29: Variación de la temperatura media, Estación San Roque**

Fuente: Base de datos

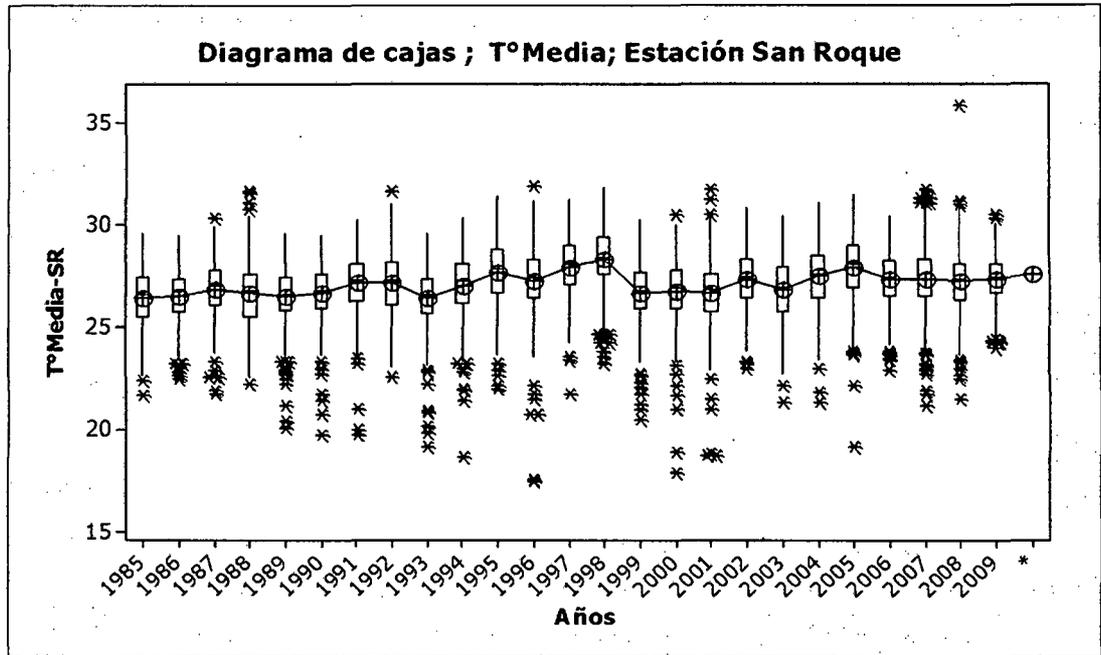
El diagrama reporta la variación de la T° media, de la Estación San Roque, como se aprecia, existen diferencias de variación especialmente en la parte inferior del diagrama, lo que significa que la variación de la T° media, estuvo de la media hacia abajo que de la media hacia arriba.



**Gráfico 30: Variación de la T° media, Estación San Roque, y modelo matemático.**

**Fuente: Base de datos**

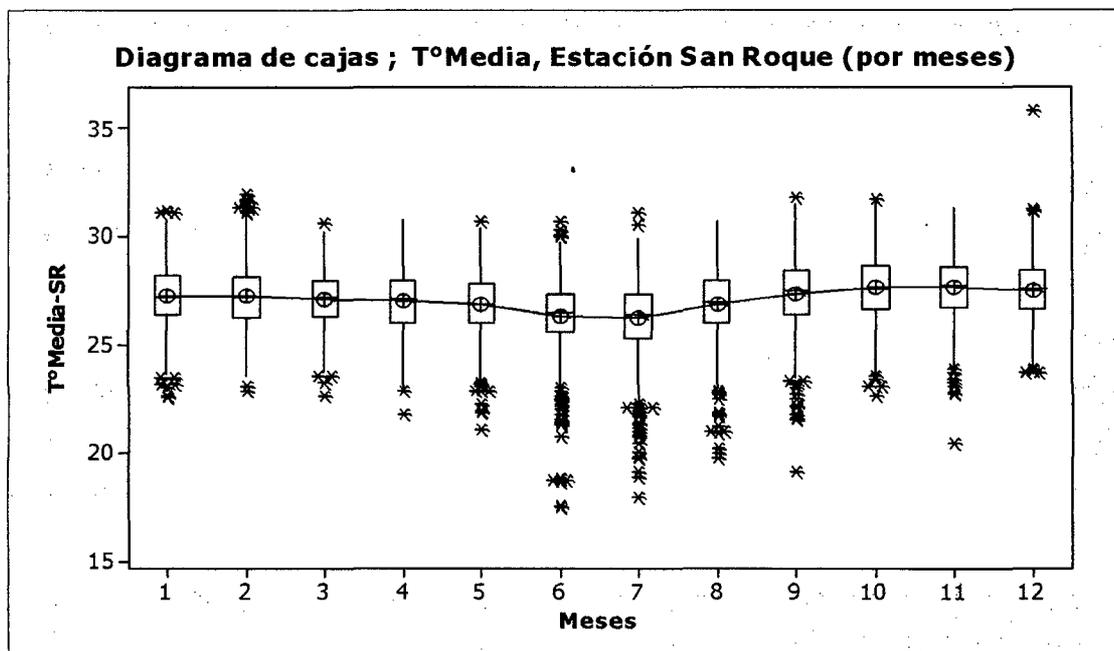
El diagrama reporta la variación de la T° media a través de los años y el modelo matemático respectivo, el presente gráfico afirma el gráfico anterior en el sentido de que la variación se nota más en la parte inferior que en la parte superior; Así mismo el modelo matemático  $Y = 26.6172 + 0.000100 X$ , con el cual se puede predecir a futuro la T° media local, De igual forma el punto verde nos indica el pronóstico de la temperatura para el año 2010, que según la corrida del MINITAB corresponde a 27.39° Celsius.



**Gráfico 31: Diagrama de cajas, variación de la T° media, Estación San Roque, a través de los años.**

**Fuente: Base de datos**

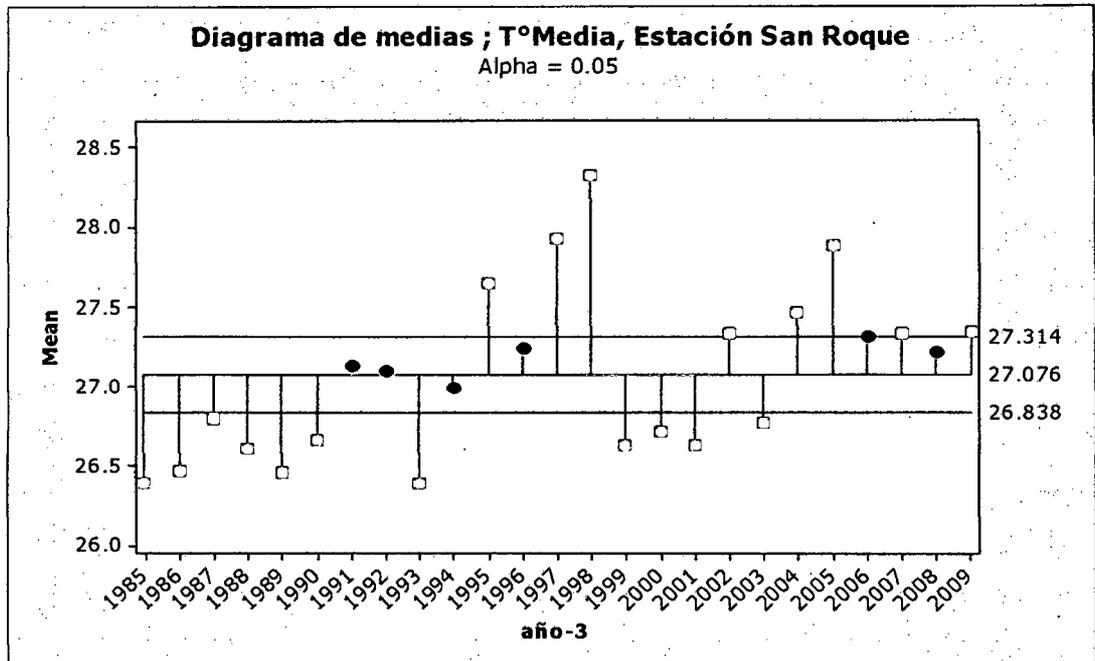
El diagrama reporta la variación de la T° por años y los diferentes niveles de variación en cada año, de igual forma se nota los puntos "atípicos", que se ubican, mas en la parte inferior que superior del indicado gráfico; de igual forma se observa el tamaño diferente cajas, en cada año, lo que nos indica, que año tras año la temperatura a tenido variaciones significativas.



**Gráfico 32: Diagrama de cajas, Variación la T° media, mensual**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama reporta la variación de la T° media por meses, notándose que efectivamente la T° media tiene más variaciones en la parte inferior que en la parte superior, pues a lo largo de todos los meses la T° media tiene datos "atípicos", siendo más notorio en los meses junio y julio; así mismo se nota que la T° medias no es igual en cada mes.

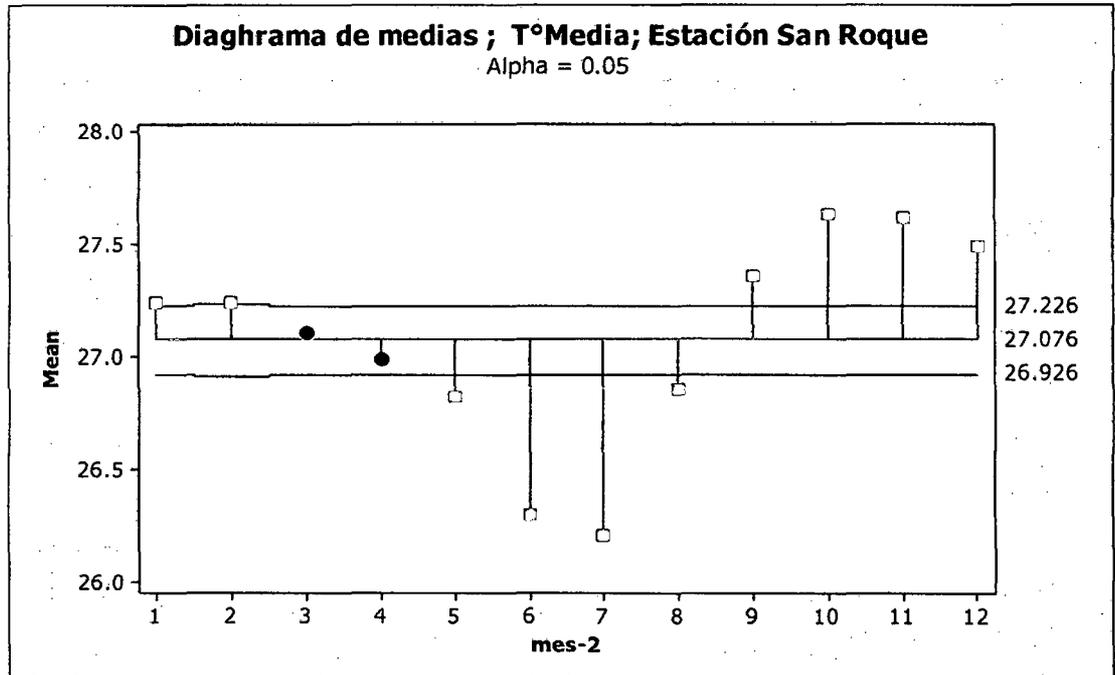


**Gráfico 33: Diagrama de medias, T° medias, a través de los años**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama reporta lo siguiente.

- Los años que excedieron el límite inferior fueron: 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1993, 1999, 2000, 2001 y 2003.
- Los años que excedieron el límite superior fueron 1995, 1997, 1996, 2004 y 2005.
- Que, el rango promedio de la T° media anual varía entre  $26.83 \leq 27.07 \leq 27.31$ , con 95% de confianza.



**Gráfico 34: Diagrama de medias, variación de la T° media, mensual, Estación San Roque.**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama reporta lo siguiente:

- Mayo, Junio y Julio, son los meses que exceden los límites inferiores
- Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre, exceden los límites superiores
- Que, la T° media mensual varía entre  $26.92 \leq T_{4.07} \leq 27.22^\circ$  Celsius, con 95% de confianza.

### 4.3 DE LA COMPARACION DE TEMPERATURA ENTRE ESTACIONES:

#### 4.3.1 COMPARACIÓN DE LA T° MÁXIMA ENTRE ESTACION AMAZONAS Y SAN ROQUE

Hipótesis:

Ho: La temperatura Máxima de la Estación Amazonas es igual al de la Estación San Roque

Ha: Las Temperaturas máximas de ambas estaciones son diferentes

Estadística:

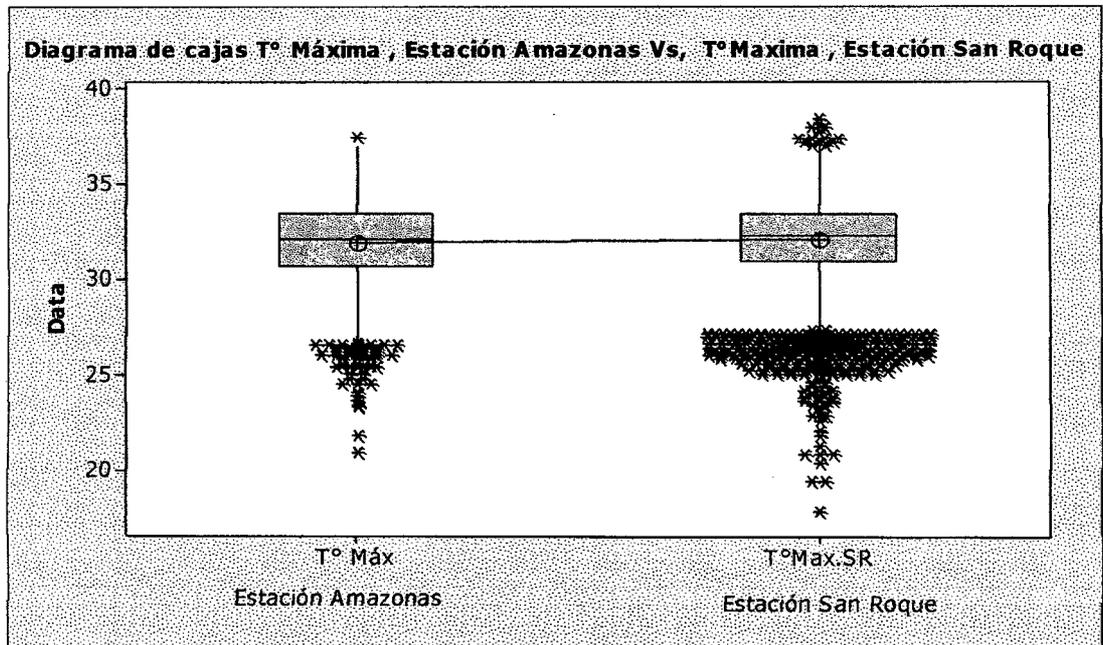
Prueba T, de muestras independiente

ESTACIÓN	N	MEDIA	S	ERROR ESTÁNDAR DE LA MEDIA	Tc	P-Valúe
Amazonas	2552	31.90	2.07	0.041		
San Roque	9076	32.06	2.10	0.022	-3.63	0.000**

**Cuadro 02: Estadísticos descriptivos, T° Máxima Estación Amazonas Vs. Estación San Roque y Resultado de la Prueba T**

**Fuente: Base de datos**

\*\* La corrida del MINITAB reporta una diferencia altamente significativa entre ambas estaciones, lo que nos indica que la T° máxima de la localidad de Amazonas es diferente de la estación San Roque a un nivel de significación del 99%.



**Gráfico 35: Diagrama de cajas, Comparación de T° máxima, Estación Amazonas Vs. San Roque.**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama muestra la variación de la T° máxima en ambas estaciones, en donde se observa la gran cantidad de datos "atípicos" en ambas estaciones, especialmente en la parte inferior, la Estación San Roque presenta mayor cantidad de datos "atípicos" en la parte superior.

#### 4.3.2 COMPARACIÓN ENTRE LA T° MINIMA ENTRE LAS ESTACIONES AMAZONAS Y SAN ROQUE

Hipótesis:

Ho: La temperatura Mínima de la Estación Amazonas es igual al de la Estación San Roque

Ha: Las Temperaturas Mínimas de ambas estaciones son diferentes

Estadística:

Prueba T, de muestras independiente

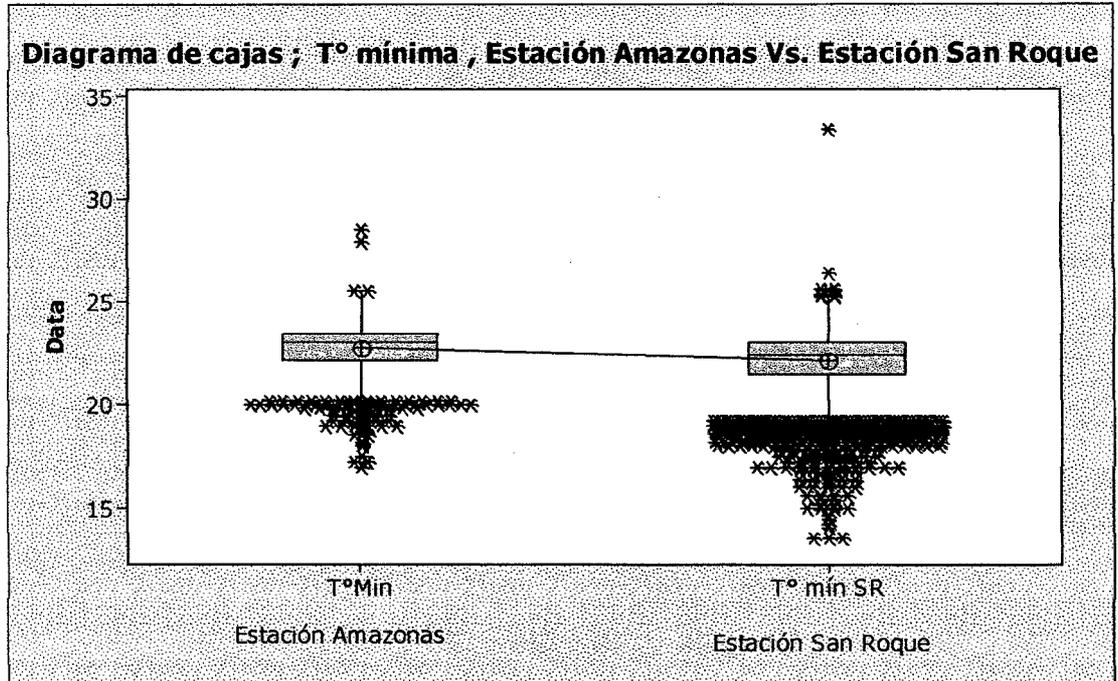
ESTACIÓN	N	MEDIA	S	ERROR ESTÁNDAR DE LA MEDIA	Tc	P-Valúe
Amazonas	2552	22.75	1.09	0.022		
San Roque	9076	22.16	1.35	0.014	20.37	0.000**

**Cuadro 03: Estadísticos descriptivos, T° Mínima Estación Amazonas Vs. Estación San Roque y Resultado de la Prueba T**

Fuente: Base de datos

La corrida del MINITAB, reporta una alta diferencia estadística entre las dos estaciones, lo que significa que rechazamos la Ho y aceptamos la Ha Es decir que la T° mínima de ambas estaciones son diferentes, afirmación válida hasta con 99% de confianza.

El cuadro muestra además los estadísticos descriptivos de ambas estaciones en lo referente a T° mínima, mientras que en la estación Amazonas reporta un promedio de 22.75 en San Roque 22.16, esta pequeña diferencia resulta significativa para la estadística



**Gráfico 36: Diagrama de cajas, y diferencias de Temperatura mínima entre las Estaciones Amazonas y San Roque.**

**Fuente: Base de datos:**

El diagrama reporta lo siguiente:

- Existe más variabilidad de esta temperatura en la Estación San Roque, que en la estación Amazonas, por el tamaño de las cajas que presenta cada uno de ellas.
- Así mismo en la Estación San Roque, hay más cantidad de datos "atípicos" que en la estación Amazonas.

#### 4.3.3 COMPARACIÓN ENTRE LA T° MEDIA ENTRE LAS ESTACIONES AMAZONAS Y SAN ROQUE.

Hipótesis:

Ho: La temperatura Media de la Estación Amazonas es igual al de la Estación San Roque

Ha: Las Temperaturas media de ambas estaciones son diferentes

Estadística:

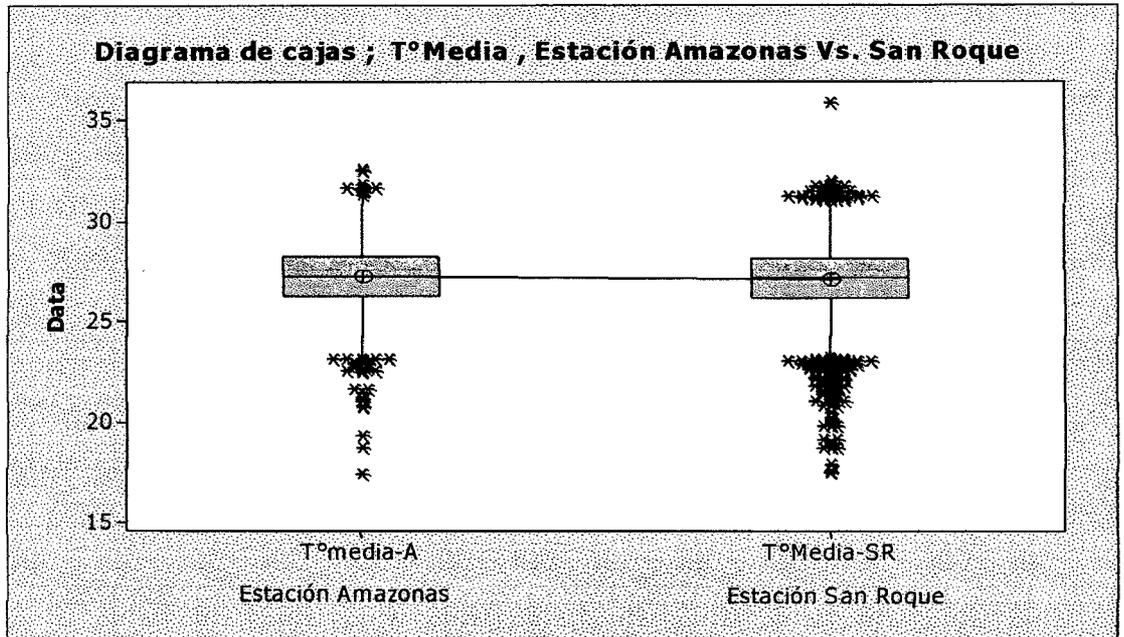
Prueba T, de muestras independiente

ESTACIÓN	N	MEDIA	S	ERROR ESTÁNDAR DE LA MEDIA	Tc	P-Valúe
Amazonas	2554	27.18	1.58	0.031		
San Roque	9076	27.08	1.59	0.017	2.83	0.005*

**Cuadro 03: Estadísticos descriptivos, T° Mínima Estación Amazonas Vs. Estación San Roque y Resultado de la Prueba T**

\* Diferencia significativa:

La corrida del MINITAB reporta, una diferencia significativa en entre la Temperatura media de la Estación Amazonas y de la San Roque, a un nivel de significación del 95%.



**Gráfico 37: Diagrama de cajas, comparativo de Temperatura media entre estación Amazonas Vs. San Roque.**

**Fuente: Base de datos**

El diagrama reporta la diferencia de temperatura de ambas estaciones, a pesar que no existe mucha diferencia entre ellas 27.18 vs 27.08, la estadística lo está declarando significativa a un nivel de 95%, en esta oportunidad ambas estaciones tiene variaciones similares y datos "atípicos" en ambos lados del grafico.

#### 4.4 ESCENARIOS DE LA TEMPERATURA EN LOS SERES VIVOS

La temperatura afecta de distintas maneras a los seres vivos, en esta investigación se pudo corroborar que en la localidad de Iquitos, entre la década de los 80 hasta la actualidad se ha incrementado 1°C según la estación San Roque, lo que significaría un incremento importante que afectaría el ciclo de vida normal dependiendo la especie.

Las investigaciones de cómo afecta la temperatura a las especies, son de carácter sujeto dependiente, muchas especies son más resistentes, es decir tienen mayor grado de variación y otras no, la especie más resistente es el Hombre, el hombre es un animal con amplio nivel de adaptación, y siempre ayudado de Políticas de Adaptación y Mitigación, entendida Adaptación como la adecuación a nuevos escenarios y Mitigación disminución del grado de afección de los impactos que se generen y por consiguiente de vulnerabilidad.

Hasta el momento hay pocas investigación que tengan que ver con un indicador de cambio climático con especies, se presume en muchos casos, la influencia del Incremento de Temperatura afectará a la fenología de las plantas, como por ejemplo, el aguaje, ya no está produciendo frutos en las mismas épocas del año que antes hacia, este ha variado.

Las condiciones físico-químicas (temperatura, luminosidad, humedad, disponibilidad de nutrientes, etc.) del medio condicionan la supervivencia y el éxito de las especies. Cada organismo suele tener unos parámetros ambientales en los cuales su crecimiento y reproducción son óptimos. Cuanto más nos alejemos de dichos valores las posibilidades de la especie disminuyen, llegando incluso a hacer que deje de prosperar e incluso se extinga.

Todos los seres vivos realizan continuamente intercambio de energía con el entorno, todos viven en un ambiente térmico. La fuente primaria, como sabemos, proviene de la radiación solar.

La energía solar es captada por los organismos directamente, difundida por el cielo o reflejada desde el suelo o las rocas.

También liberan calor constantemente mediante los diferentes procesos metabólicos que realizan.

Como sabemos, las plantas transforman importantes cantidades de radiación solar en energía química mediante el proceso fotosintético.

Para aminorar el efecto de los cambios de temperatura ambiental, los organismos deben desarrollar diferentes funciones.

Una de las formas mediante las cuales los organismos liberan calor al exterior y, regulan su temperatura interna, es la evaporación. Mediante ella, los seres vivos son capaces de liberar calor para mantener en condiciones óptimas, su medio interno.

La evaporación depende de la diferencia de presión de vapor entre el aire circundante y el objeto u organismo.

Si la humedad ambiental es abundante, hay poca evaporación y, poca disipación de calor por este medio.

Cuando el ambiente es seco, aumenta la tasa de evaporación y con ella la disipación de calor.

Otro proceso de transmisión de calor es la conducción que ocurre entre dos cuerpos sólidos, fluyendo del más caliente al más frío. La velocidad con que el calor se transfiere depende del grado de contacto que haya entre ambos, la diferencia de temperatura y del grado de resistencia al calor que tengan los organismos.

La convección es otra forma de transferencia de calor por los fluidos debido a sus variaciones de densidad por la temperatura; las partes calientes ascienden y las frías descienden formando las corrientes de convección que hacen uniforme la temperatura del fluido.

La radiación térmica se produce cuando un cuerpo se expone a una fuente que emite calor, como sucede cuando nos colocamos frente a una fogata.

Las plantas poco pueden hacer internamente para regular su temperatura interna. Constantemente están expuestas a diferentes formas de transmisión de calor y su metabolismo cuenta con muy pocas alternativas para mantener el control corporal. Las plantas no pueden desplazarse para evitar o buscar la radiación. Generalmente pierden calor por convección y evaporación, por ello, el tamaño y forma de sus hojas tienen gran importancia. Las hojas que presentan muchos lóbulos o salientes pierden calor de manera más eficiente que las hojas grandes y poco lobuladas.

Los bordes y extremos de las hojas sufren más los cambios de temperatura y por ello, los márgenes de las hojas, con frecuencia se hielan por el frío o se secan por el calor.

Los grandes troncos tienen mayor capacidad para guardar el calor y por ello, son un refugio buscado por aves y pequeños mamíferos.

Se ha observado que las plantas son capaces de resistir el frío, siempre y cuando el enfriamiento se lleve a cabo lentamente. Si la temperatura baja drásticamente, la planta conserva el agua en su interior y esta se convierte rápidamente en cristales de hielo, que destruyen las células.

Ciertas plantas resisten mejor el frío que otras ya que genéticamente están provistas con mecanismos metabólicos mediante los cuales pueden sintetizar

compuestos que actúan como protectores y permiten el sobreenfriamiento de la savia sin que se alteren las células.

Algunas estructuras como las vellosidades que presentan algunas plantas árticas, funcionan como 'trampas' de calor que impiden que la planta se congele durante el frío invierno.

Los animales han desarrollado mecanismos más sofisticados para contender con los cambios de temperatura. Éstos pueden producir calor, haciéndolos moverse y protegerse del frío.

Su metabolismo también cuenta con alternativas para regular la temperatura corporal, produciendo calor o aumentando la transpiración.

Según su capacidad para regular su temperatura interna, los organismos pueden contar con mecanismos internos que utilizan la energía almacenada en el cuerpo para mantener constante la temperatura aunque en el exterior ésta varíe. Estos organismos son conocidos como HOMEOTERMOS.

Los POIQUILOTERMOS regulan su temperatura corporal mediante mecanismos externos. Obtienen el calor exponiéndose a la radiación y, lo disipan mediante evaporación, conducción o convección. Estos organismos parecen fríos al tacto y por ello se conocen vulgarmente como animales de 'sangre fría'.

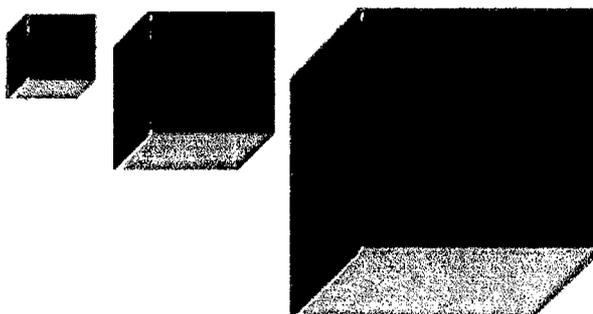
Algunos investigadores consideran un tercer tipo de organismos, los que regulan su temperatura interna a veces por mecanismos propios y otras veces por mecanismos externos. A este tipo de organismo los denominan HETEROTERMOS y entre ellos clasifican a los murciélagos, los colibríes y las abejas.

Existe una relación muy estrecha entre el metabolismo de un organismo y su tamaño.

Un animal grande pierde menos calor que un animal pequeño en el mismo tiempo ya que tiene expuesta una menor cantidad de superficie en relación a su masa total que la que tiene un organismo pequeño. Los homeotermos rara vez son menores a un cuerpo que pese 2g.

Por otra parte, a los poiquilotermos les afecta también esa relación peso/superficie corporal y por ello, los más pequeños pueden calentarse y perder calor más rápidamente que los grandes. Hay pocos organismos poiquilotermos de gran talla.

LONGITUD	1 cm	2 cm	4 cm
PESO	1 g	8 g	64 g
VOLUMEN	1 cm <sup>3</sup>	8 cm <sup>3</sup>	64 cm <sup>3</sup>
SUPERFICIE	6 cm <sup>2</sup>	24 cm <sup>2</sup>	96 cm <sup>2</sup>
SUP/VOL	6	3	1.5



Fuente: SAGAN – GEA

Si comparamos el cuerpo de un organismo con una forma cúbica, podemos observar que un animal, cuyo cuerpo ocupe un volumen de 1 cm<sup>3</sup> cuenta con una superficie corporal total de 6 cm<sup>2</sup>, que queda expuesta a los cambios de temperatura del ambiente (una relación volumen/superficie de 6).

En un organismo que ocupe el doble (2 cm<sup>3</sup>) sólo tendrá una superficie expuesta de 24 cm<sup>2</sup> (una relación volumen/superficie de 3).

La capacidad de hibernar es un mecanismo adaptativo que muchos organismos han desarrollado para sobrevivir a los fríos inviernos.

Durante la hibernación desaparece prácticamente cualquier función metabólica.

Los poiquilotermos disminuyen el azúcar en sangre, aumentan el almacenamiento de glucógeno en el hígado, aumenta el tono muscular, entre otros cambios fisiológicos.

Los homeotermos se comportan como heterotermos adoptando una hipotermia controlada. Tanto la respiración como la frecuencia respiratoria y cardiaca bajan notablemente y la temperatura corporal puede caer hasta los 10°C.

La presencia de escama y pelo en el cuero ayudan a formar trampas de calor que ayudan al organismo a controlar mejor su temperatura corporal.

En muchas ocasiones los organismos recurren al tiriteo para producir algo de calor y mejorar sus condiciones internas.

El jadeo y el sudor, son mecanismos mediante los cuales los organismos disipan calor para regular su temperatura. Algunos animales utilizan las alas para abanicarse.

Las aletas de algunos organismos como la 'vaquita marina' o marsopa (*Phocaena sp*) utilizan sus aletas como medios de regulación de calor, haciendo circular mayor o menor cantidad sangre a través de ellas. Otros organismos como el atún también utilizan mecanismos de 'contracorriente' como los de la marsopa.

Muchos otros animales desde insectos o aves hasta los grandes mamíferos, utilizan la migración para contender con los cambios extremos de la temperatura.

Cada año, cientos de miles de aves viajan de un lugar a otro en búsqueda de condiciones más favorables para alimentarse, encontrar refugio y reproducirse.

Desde la mariposa monarca, la ballena gris, el flamingo, el pato canadiense, la garza, visitan nuestro país en cierto tiempo. Conducta que cada día va en descenso ya que el hábitat de los lugares que visitan en su migración ha venido sufriendo importante deterioro, muchos bosques están desapareciendo, el agua de los lagos ha sido confinada mediante presas o ha recibido un gran aporte de sustancias contaminantes, el alimento natural que consumen ha desaparecido. Las zonas de reserva ecológica y los parques nacionales son una alternativa para aminorar el descenso de este interesante fenómeno.

Por consiguiente los siguientes estudios que se hagan con los resultados generados por esta tesis pueden ayudar a determinar el grado de afección entre las especies y la temperatura.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

##### 5.1.1 Referente a la estación amazonas

- Que, esta es una estación didáctica, que se encuentra en un área urbana y que de alguna manera u otra, la temperatura es influenciada por los materiales urbanos que presenta la zona.
- Que, el intervalo de T° máxima varía entre  $31.63 \leq 31.89 \leq 32.16^{\circ}\text{C}$ , Con 95% de confianza
- Que el modelo matemático referente a T° Máxima es de  $Y = 31.3502 + 0.000035X$ , con la cual es posible inferir la T° a futuro.
- Que, la variación de la T° máxima en esta estación de mas en la parte inferior, que en la parte superior, debido a la gran cantidad de "datos atípicos"
- Que, en cuanto a T° mínima, el intervalo de confianza está entre  $20.62 \leq 22.74 \leq 22.88^{\circ}\text{C}$ , con 95% de confianza
- Que, el modelo matemático de para T° mínima es de  $Y = 22.735 + 0.000012X$
- Que, la variación de la T° mínima en esta localidad está situado más en la parte inferior que en la parte superior, debido a la gran cantidad de datos "atípicos" en esta área.
- Que, en cuanto a la T° media, el intervalo de variación es de  $26.89 \leq 27.17 \leq 27.45^{\circ}\text{C}$ , con 95% de confianza.
- Que, el modelo matemático de T° media es de  $Y = 27.0693 + 0.000084X$ .

### 5.1.2 Referente a la estación San Roque

- Que, en cuanto a T° máxima, el intervalo de confianza varía entre  $31.73 \leq 32.06 \leq 32.39$ , con 95% de confianza
- Que, el modelo matemático para T° máxima es de  $Y = 32.005 + 0.00003X$
- Que, la variación de la T° máxima se da más en el estrato inferior que en el superior debido a la gran cantidad de datos "atípicos"
- Que, en cuanto a T° mínima, el intervalo de confianza varía entre  $21.96 \leq 22.15 \leq 22.34^{\circ}\text{C}$ , con 95 % de confianza.
- Que, el modelo matemático de la T° mínima es de  $Y = 21.5132 + 0.00041 X$ .
- Que, la variación de la T° mínima se encuentra ubicado más en el estrato inferior que en el superior, debido a la gran cantidad de datos atípicos en esta área.
- Que, en cuanto a T° media, el intervalo de confianza varía entre  $26.83 \leq 27.07 \leq 27.31^{\circ}\text{C}$ , con 95% de confianza.
- Que, el modelo matemático de la T° medias y para esta estación es de  $Y = 26.61 + 0.000100X$ .
- Que, el intervalo de T° máxima varía entre  $31.63 \leq 31.89 \leq 32.16^{\circ}\text{C}$ , Con 95% de confianza.
- Que, la estación San Roque presenta incremento de 1 grado de temperatura desde la década de los 80 hasta la actualidad, representando un indicador de cambio climático.
- Que, la regresión lineal que da la formula para las 3 temperaturas, va permitir pronosticar la temperatura a futuro y por consiguiente insumo para otras investigaciones.

### 5.1.3 Referente al comparativo entre estaciones

- Que, con 99% de confianza la T° máxima de la localidad de San Roque es diferente de la estación Amazonas
- Que, con 99% de confianza la T° mínima de la Estación San Roque es diferente de la estación Amazonas.
- Que, con 95% de confianza, la T° media de la estación San Roque es diferente de la T° mínima de la estación Amazonas

## 5.2 RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

Luego de lo investigado se recomienda lo siguiente,

- Tomar el modelo matemático  $Y = 32.005 + 0.00003 X$ , de la Estación San Roque, para predecir la T° máxima de la localidad a futuro.
- Tomar el modelo matemático  $Y = 21.5132 + 0.00041 X$  de la Estación San Roque, para predecir la T° mínima de la localidad a futuro.
- Tomar el modelo matemático  $Y = 26.61 + 0.00010X$ , de la Estación San Roque, para predecir la temperatura media de la localidad a futuro.

Además se sugiere lo siguiente:

- Efectuar una investigación similar relacionado con la precipitación pluvial y tratar de predecir las sequias futuras en nuestra localidad.
- Efectuar una investigación similar relacionada con la humedad relativa.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. AGUIRRE, A. (1994). Introducción al tratamiento de series temporales. Aplicación a las Ciencias de la Salud. Editorial Díaz de Santos. Madrid. 650 pp.
2. AYLLÓN, T. (1996). Elementos de meteorología y Climatología. Editorial Triller. México, 189 pp.
3. BANCO MUNDIAL. (2009). Hoja de Datos. Banco Mundial. América Latina y el Caribe. Desarrollo con menos carbono: Respuestas latinoamericanas al desafío del cambio climático. 6 pp.
4. BERENSON M; LEVINE, D. (1991). Estadística para administración y economía: conceptos y aplicaciones. México. 719 pp.
5. COMUNIDAD ANDINA. (2005). Manual de Estadísticas Ambientales. OEA/CIDI. 231 pp.
6. DIARIO DE LEON. (2003). Francia confirma 11.435 fallecimientos por las altas temperaturas del verano. España. <http://www.diariodeleon.es/noticias/noticia.asp?pkid=96355>.
7. ESCALANTE, R. (2009). El cambio climático y la agenda económica e institucional. UNAM. México. 26 pp.
8. GÓMEZ. V. (2009). Efectos del cambio climático en los Andes del Perú. Caso de la Comunidad Campesina de Quero-Junín. UNALM. Lima. Perú. 9 pp.
9. INSTITUTO DE METEOROLOGÍA DE FRANCIA. (2003). Datos de Incremento de Temperatura 2003. <http://www.meteofrance.com>
10. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA ESPAÑOL. (2003). Incremento de la Temperatura, año 2003. [www.inm.es](http://www.inm.es). España.
11. INEI. (2007). Introducción al análisis de series de tiempo. Lima, Perú. 29 pp.

12. KALLIOLA et al. (1993). Amazonía Peruana. Vegetación húmeda tropical en el llano sub-andino. Proyecto Amazonía-Universidad de Turku. Jyväskylä, Finlandia. 265 pp.
13. LEDESMA, J. (2000). Climatología y Meteorología Agrícola. Paraninfo. España. 451 pp.
14. LEVIN, R. (1988), Estadística para Administradores, Segunda Edición, Editorial Prentice Hall, México DF. 939 pp.
15. MENDIOLA, C; BRACK, A. (2007). Enciclopedia "Ecología del Perú". Asociación Editorial Bruño. Lima, Perú. 495 pp.
16. MERMA, M. (2004). Series de Tiempo. Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Maestría en Ingeniería de Sistemas. Lima, Perú. 10 pp.
17. MÉTÉO-FRANCE. (2003). Prévisions météorologiques. Francia. [www.meteo-france.fr](http://www.meteo-france.fr)
18. MILLER, T. (1994). Ecología y Medio Ambiente. Grupo Editorial Iberoamérica. México. 867 pp.
19. MOLINERO. L. (2004). Análisis de Series Temporales. Estadística – Alce Ingeniería. España. 10 pp.
20. NAHLE, N. (1997). Variaciones en la Temperatura desde 1979. Biology Cabinet. [http://biocab.org/Variaciones\\_de\\_Temperatura](http://biocab.org/Variaciones_de_Temperatura)
21. NASA. (2009). Satellites Confirm Half-Century of West Antarctic Warming. Estados Unidos. [http://www.nasa.gov/topics/earth/features/warming\\_antarctica.html](http://www.nasa.gov/topics/earth/features/warming_antarctica.html)
22. PRANCE, G; LOVEJOY, T. (1985). Key Environments Amazonia. Pergamon Press. Estados Unidos. 435 pp.
23. RELLO, F. (2009). El cambio climático y sus efectos sobre la agricultura. UNAM. México. 13 pp.

24. SALATI, ENEAS. (1985). The Climatology and Hydrology of Amazonia. Pergamon Press. Estados Unidos. 49 pp.
25. SANTOYO, T. (2009). Medidas Piloto de Adaptación al Cambio Climático en Piura. GTZ. Lima. 28 pp.
26. SENAMHI. (2009). Temperatura en Iquitos. [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)
27. SENAMHI. (2009). Manual de Meteorología, Metodología para Temperatura. <http://www.senamhi.gob.pe/pdf/manualmeteo/cap3.pdf>. 6 pp.
28. SIOLI, H. (1984). The Amazon, limnology and landscape ecology of mighty Tropical River and its basin. Dr. W Junk Publishers. Netherlands. pp 764.
29. VÁSQUEZ M. A. (2009). INVESTIGACION CIENTIFICA, APLICACIONES, ENFOQUE AMBIENTAL, primera edición, Iquitos-Perú; e-mail [avmatute@yahoo.com](mailto:avmatute@yahoo.com), 289 pp.

## ANEXOS

**ANEXO 01: Estadísticos descriptivos, Temperatura Máxima, Estaciones Amazonas y San Roque**

Variable	N	MEDIA	ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA	S	VARIANZA	C.V.	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
ESTACION AMAZONAS	2052	31.89	0.041	2.073	4.29	6.50	20.90	32.10
ESTACION SAN ROQUE	9056	32.06	0.022	2.103	4.02	6.56	17.80	32.30

**ANEXO 02: Estadísticos descriptivos, Temperatura mínima, Estaciones, Amazonas y San Roque**

Variable	N	MEDIA	ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA	S	VARIANZA	C.V.	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
ESTACION AMAZONAS	2052	22.74	0.0216	1.094	1.196	4.81	17.00	28.6
ESTACION SAN ROQUE	9101	22.15	0.0141	1.348	1.818	6.09	13.05	33.40

**ANEXO 03: Estadísticos descriptivos, Temperatura Media, Estaciones, Amazonas y San Roque.**

Variable	N	MEDIA	ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA	S	VARIANZA	C.V.	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
ESTACION AMAZONAS	2554	27.177	0.013	1.583	2.505	5.82	17.40	32.5
ESTACION SAN ROQUE	9096	27.076	0.0166	1.587	2.519	5.86	17.46	35.8

## ANEXO 04: Matrices Promedio de las Estaciones.

ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA AMAZONAS  
TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL (°C)

LAT. : 03° 44' 30" DPTO. : LORETO  
 LONG. : 73° 15' 44" PROV. : MAYNAS  
 ALT. : 122 msnm. DISTR. : IQUITOS

MESES AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2002										31.8	31.5	31.0
2003	31.9	31.5	31.5	31.5	30.1	31.0	30.3	31.0	32.1	32.5	31.1	32.2
2004	33.8	33.4	31.1	32.9	31.8	30.8	31.2	32.5	31.7	32.6	32.4	32.2
2005	32.9	32.2	31.8	31.6	32.1	31.4	31.7	32.3	32.1	32.9	33.0	32.6
2006	31.7	32.2	30.5	30.7	29.9	30.9	31.4	32.1	32.3	33.0	32.3	32.0
2007	31.7	33.0	31.5	31.4	30.4	30.7	31.9	32.0	32.6	31.9	31.7	32.0
2008	29.4	31.1	31.0	31.4	30.0	29.6	31.2	32.6	31.5	32.4	32.1	33.1
2009	31.0											
NORMAL	31.8	32.2	31.3	31.6	30.7	30.7	31.3	32.1	32.1	32.5	32.0	32.2
SD	1.4	0.9	0.4	0.7	1.0	0.6	0.6	0.6	0.4	0.5	0.6	0.6

ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA AMAZONAS  
TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL (°C)

LAT. : 03° 44' 30" DPTO. : LORETO  
 LONG. : 73° 15' 44" PROV. : MAYNAS  
 ALT. : 122 msnm. DISTR. : IQUITOS

MESES AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2002										22.8	23.1	23.6
2003	23.5	23.4	23.0	23.3	22.4	22.9	22.0	21.5	21.4	23.4	23.9	22.7
2004	23.3	22.6	22.8	23.1	22.3	21.6	21.7	21.4	22.0	23.0	23.6	23.5
2005	23.0	23.1	23.3	23.3	23.4	22.8	21.6	22.1	22.0	23.1	23.4	22.6
2006	22.7	23.4	23.0	23.1	21.6	22.3	22.0	21.5	22.0	23.3	23.3	23.2
2007	23.3	24.1	22.2	23.2	22.5	22.6	22.0	22.3	22.6	22.9	23.4	24.2
2008	23.1	22.9	22.9	23.2	22.7	21.7	21.7	22.3	22.1	22.8	22.8	23.5
2009	23.1											
NORMAL	23.3	23.3	22.9	23.2	22.5	22.3	21.8	21.9	22.0	23.0	23.3	23.3
SD	0.3	0.5	0.4	0.1	0.6	0.6	0.2	0.4	0.4	0.2	0.3	0.6

ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA AMAZONAS  
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)

LAT. : 03° 44' 30" DPTO. : LORETO  
LONG: : 73° 15' 44" PROV. : MAYNAS  
ALT. : 122 msnm DISTR. : IQUITOS

MESES AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2002										27.0	26.6	26.6
2003	26.8	26.9	26.6	26.5	25.8	26.3	25.4	25.6	26.2	26.9	27.1	26.4
2004	28.5	27.1	27.4	28.0	26.9	26.2	26.2	27.0	27.5	27.9	27.9	27.6
2005	27.8	27.7	27.3	27.2	27.7	26.8	26.8	27.4	27.7	29.0	28.3	28.3
2006	27.1	28.3	27.5	27.4	26.0	26.9	26.9	27.4	28.2	28.5	28.1	27.8
2007	27.5	29.0	27.2	27.3	26.3	26.7	26.9	28.8	27.4	27.2	27.5	27.9
2008	27.0	24.2	26.8	26.9	26.3	25.5	26.1	27.5	27.3	27.3	27.5	27.9
2009	26.4											
NORMAL	27.3	27.2	27.1	27.2	26.5	26.4	26.4	27.0	27.4	27.7	27.6	27.5
SD	0.7	1.7	0.4	0.5	0.7	0.5	0.5	0.7	0.7	0.8	0.6	0.7

ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA ORDINARIA SAN ROQUE  
TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL

LAT. : 03° 45' 01" DPTO. : LORETO  
LONG: : 73° 15' 01" PROV. : MAYNAS  
ALT. : 126 msnm DISTR. : SAN JUAN BAUTISTA

AÑOS MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1984	SD	SD	SD	26.5	26.8	26.4	26.2	25.5	25.7	26.3	26.8	26.2
1985	27.4	26.0	27.0	26.5	26.2	25.4	25.5	26.2	26.9	26.8	26.9	26.7
1986	28.3	26.7	26.5	26.7	26.6	26.5	25.3	26.5	25.9	26.4	27.0	26.4
1987	26.2	26.2	27.1	27.1	26.9	26.3	26.8	26.7	27.5	27.3	27.2	26.8
1988	27.0	27.1	27.4	25.7	26.2	24.9	24.7	26.1	27.5	28.0	27.2	26.9
1989	26.7	26.5	27.0	26.7	27.0	25.8	24.8	26.0	26.9	26.4	27.4	27.2
1990	26.5	26.8	26.9	27.3	26.4	25.8	25.7	26.1	27.0	27.1	26.8	27.5
1991	27.2	27.5	27.4	27.1	27.4	26.7	26.5	25.6	27.1	27.2	27.5	28.0
1992	26.0	28.0	26.9	27.4	27.9	26.7	25.4	26.6	26.6	27.5	27.3	27.3
1993	26.5	26.5	26.6	26.4	26.6	26.0	25.4	25.5	26.5	26.7	25.9	27.2
1994	27.1	26.9	26.8	26.7	27.2	26.3	26.3	27.0	27.0	27.9	27.3	27.2
1995	27.7	28.3	27.5	27.3	26.7	26.2	27.8	26.5	28.4	26.3	27.8	27.1
1996	27.6	27.6	27.1	26.9	27.3	25.9	26.3	27.6	27.6	27.2	27.9	27.1
1997	28.3	27.3	28.1	28.2	27.1	27.6	27.6	27.6	28.3	29.1	28.1	27.8
1998	28.0	26.5	28.5	28.5	28.1	27.3	27.8	28.5	28.2	29.5	26.2	28.9
1999	26.6	26.5	27.3	25.8	26.1	26.3	25.6	26.2	27.1	27.2	27.3	27.4
2000	27.1	27.0	26.5	26.4	26.3	26.4	24.9	27.2	27.0	27.5	27.8	26.8
2001	26.0	26.1	26.4	26.9	26.6	25.0	25.7	26.4	26.9	27.6	28.2	27.7
2002	28.0	27.3	27.3	27.0	27.3	27.1	26.7	27.4	28.6	27.9	27.5	27.7
2003	27.9	27.2	25.8	26.3	26.4	26.4	25.6	26.1	26.5	27.3	27.6	27.5
2004	28.8	27.5	27.7	27.6	27.0	25.6	26.2	27.3	28.0	27.9	27.8	28.0
2005	28.3	27.7	27.4	27.3	27.0	27.6	27.0	27.6	28.1	28.5	26.8	28.4
2006	27.7	28.1	27.4	27.2	25.7	26.7	26.9	27.2	27.7	28.0	27.8	27.5
2007	27.4	29.3	27.2	27.2	26.5	26.9	26.7	27.0	27.4	27.4	27.5	27.8
2008	27.1	26.8	26.6	27.6	26.7	25.7	26.5	27.7	27.0	27.6	28.3	28.1
2009												
NORMAL	27.3	27.2	27.1	27.0	26.8	26.3	26.2	26.6	27.3	27.6	27.5	27.4
SD	0.7	0.8	0.6	0.6	0.6	0.7	0.9	0.9	0.8	0.8	0.6	0.6

ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA ORDINARIA SAN ROQUE  
TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL

LAT. 03° 45' 01" OPTO. : LORETO  
LONG: 73° 15' 04" PROV. : MAYNAS  
ALT. 126 msnm. DISTR. : SAN JUAN BAUTISTA

AÑOS MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1984	S/D	S/D	22.8	22.8	22.6	22.4	22.3	21.1	21.7	22.6	22.3	22.0
1985	22.5	21.8	22.4	22.3	21.8	21.2	21.0	20.4	21.0	22.4	22.8	22.3
1986	22.5	22.3	21.9	22.8	22.9	21.4	20.8	21.4	21.2	22.0	22.3	22.5
1987	22.8	22.6	23.5	23.4	22.3	21.5	22.8	21.6	22.6	21.5	22.4	22.4
1988	22.2	22.6	22.7	19.5	19.7	20.0	20.1	19.8	22.9	21.0	21.5	21.8
1989	21.8	19.3	21.4	21.5	22.0	21.1	19.4	21.9	20.5	20.8	21.2	21.3
1990	21.0	19.2	21.2	22.1	21.3	22.0	20.8	21.3	21.6	21.5	22.6	22.1
1991	22.7	22.8	22.9	22.6	23.1	22.4	21.4	20.6	21.8	21.6	22.4	22.8
1992	22.7	23.5	22.8	23.0	22.9	22.0	20.9	21.5	21.8	21.9	22.2	22.6
1993	20.5	19.1	19.8	20.7	22.1	21.9	19.4	19.5	21.4	21.8	22.0	22.6
1994	22.8	21.8	22.1	22.1	22.4	21.3	20.7	20.9	21.6	22.1	22.1	22.2
1995	22.0	22.5	22.0	22.6	22.1	21.4	21.4	21.8	21.5	22.1	21.0	22.4
1996	22.6	22.1	22.0	21.8	23.1	22.1	20.9	20.5	20.2	20.3	21.4	21.0
1997	21.1	19.9	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	22.6	23.3	23.4	23.3
1998	23.7	24.2	24.2	23.8	23.3	22.3	22.1	22.0	22.2	23.2	23.1	22.7
1999	22.8	22.5	22.7	22.4	22.4	22.3	21.0	21.1	22.3	22.2	22.2	23.1
2000	23.1	22.7	22.6	22.6	22.9	22.7	20.9	22.1	22.3	22.7	23.4	22.8
2001	22.3	22.5	22.7	22.8	22.7	21.2	21.8	21.7	22.1	23.0	23.2	23.3
2002	23.1	23.4	23.0	22.8	23.0	22.2	22.1	22.1	22.1	22.7	21.9	23.2
2003	23.0	23.4	23.0	22.6	22.6	22.4	21.5	21.5	22.2	22.9	22.8	22.9
2004	21.8	22.8	23.2	23.2	23.7	21.9	21.9	23.0	22.2	23.0	22.9	23.2
2005	23.4	23.4	23.2	23.2	23.0	22.8	21.6	21.9	21.9	22.8	22.9	22.7
2006	22.6	23.0	22.7	22.6	21.5	21.9	21.7	21.8	22.0	23.4	23.3	23.3
2007	23.5	23.8	22.8	22.5	22.4	22.3	20.9	22.2	22.7	22.8	22.4	23.1
2008	23.4	22.7	22.6	22.6	22.4	21.2	21.7	22.0	21.7	22.3	22.7	22.7
2009	22.7	22.7	23.0	22.8								
NORMAL	22.5	22.3	22.5	22.4	22.4	21.8	21.2	21.4	21.8	22.2	22.4	22.6
SD	0.8	1.4	0.9	0.9	0.8	0.7	0.8	0.7	0.6	0.8	0.7	0.6

ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA ORDINARIA SAN ROQUE  
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL

LAT. : 03° 45' 01" DPTO. : LORETO  
LONG. : 73° 15' 01" PROV. : MAYNAS  
ALT. : 126 (msnm) DISTR. : SAN JUAN BAUTISTA

ANOS MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1984	S/D	S/D	S/D	26.5	26.8	26.4	26.2	25.5	25.7	26.3	26.6	26.2	26.2
1985	27.4	26.0	27.0	26.5	26.2	25.4	25.5	26.2	26.9	26.8	26.9	26.7	26.5
1986	26.3	26.7	26.5	26.7	26.6	26.5	25.3	26.5	25.9	26.4	27.0	26.4	26.4
1987	26.2	26.2	27.1	27.1	26.9	26.3	26.6	26.7	27.5	27.3	27.2	26.8	26.8
1988	27.0	27.1	27.4	26.7	26.2	24.9	24.7	26.1	27.5	28.0	27.2	26.9	26.6
1989	26.7	26.5	27.0	26.7	27.0	25.8	24.8	26.0	26.9	26.4	27.4	27.2	26.5
1990	26.5	26.6	26.9	27.3	26.4	25.8	25.7	26.1	27.6	27.1	26.8	27.5	26.7
1991	27.2	27.5	27.4	27.1	27.4	26.7	26.5	25.6	27.1	27.2	27.5	26.0	27.4
1992	28.0	28.0	26.9	27.4	27.9	26.7	25.4	26.6	26.6	27.6	27.3	27.3	27.4
1993	26.5	26.5	26.6	26.4	26.6	26.0	25.4	25.5	26.5	26.7	25.9	27.2	26.3
1994	27.1	26.9	26.9	26.7	27.2	26.3	26.3	27.0	27.0	27.9	27.3	27.2	27.0
1995	27.7	28.3	27.5	27.3	26.7	26.2	27.6	28.5	28.4	26.3	27.8	27.1	27.6
1996	27.8	27.8	27.1	26.9	27.3	25.9	26.3	27.6	27.6	27.2	27.9	27.1	27.2
1997	26.3	27.3	26.1	26.2	27.1	27.5	27.8	27.6	28.3	29.1	28.1	27.8	27.9
1998	26.0	26.5	26.5	26.5	26.1	27.3	27.8	26.5	28.2	29.5	26.2	26.9	28.3
1999	26.8	26.5	27.3	25.8	26.1	26.3	25.6	26.2	27.1	27.2	27.3	27.4	26.6
2000	27.1	27.0	26.5	26.4	26.3	26.4	24.9	27.2	27.0	27.5	27.8	26.8	26.7
2001	26.9	26.1	26.4	26.9	26.6	25.0	25.7	26.4	26.9	27.6	28.2	27.7	26.6
2002	26.0	27.3	27.3	27.0	27.3	27.1	26.7	27.4	28.6	27.9	27.5	27.7	27.5
2003	27.9	27.2	25.8	26.3	26.4	26.4	26.6	26.1	26.5	27.3	27.6	27.5	26.7
2004	26.8	27.5	27.7	27.6	27.8	25.6	26.2	27.3	28.0	27.9	27.8	26.0	27.5
2005	26.3	27.7	27.4	27.3	27.8	27.6	27.0	27.6	28.1	26.5	26.8	28.4	27.9
2006	27.7	26.1	27.4	27.2	25.7	26.7	26.9	27.2	27.7	28.0	27.6	27.5	27.3
2007	27.4	29.3	27.2	27.2	26.5	26.9	26.7	27.0	27.4	27.4	27.5	27.6	27.4
2008	27.1	26.8	26.8	27.6	26.7	25.7	26.5	27.7	27.6	27.6	26.3	26.1	27.2
2009													
NORMAL	27.3	27.2	27.1	27.0	26.8	26.3	26.2	26.8	27.3	27.6	27.5	27.4	
SD	0.7	0.8	0.6	0.6	0.6	0.7	0.9	0.9	0.8	0.6	0.6	0.6	