

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA

ESCUELA DE METEOROLOGÍA

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“VARIABILIDAD CLIMÁTICA DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS DE
TEMPERATURA DEL AIRE Y PRECIPITACIÓN EN EL AEROPUERTO
INTERNACIONAL PANAMÁ PACÍFICO”

PROFESOR ASESOR:

ACOSTA, NICK

POR:

COSME, MARIA

MARTÍNEZ, ROBERTO

TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN METEOROLOGÍA PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2025

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

“VARIABILIDAD CLIMÁTICA DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS DE
TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL
PANAMÁ PACÍFICO”

MIEMBROS DEL JURADO DE CALIFICACIÓN

PROFESORA:

Arrocha, Gloria

PROFESOR:

Smith, Alberto

TUTOR DE TESIS:

Acosta, Nick

FIRMA

Lugar donde se realizó la tesis:

Facultad de Ingeniería de la Universidad de Panamá

2025

Contenido

DEDICATORIA	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
RESUMEN	ix
.....	x
ABSTRACT	xi
.....	xii
LISTA DE TABLAS	xiii
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE GRAFICAS	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
.....	xvii
CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA.....	19
9.1 Antecedentes	19
9.1.1 Antecedentes del problema.....	20
9.2 Planteamiento del problema.....	21
9.3 Justificación de la investigación	21
9.4 Objetivos.....	21
9.4.1 Objetivo general	21
9.4.2 Objetivo específico	22
9.5 Justificación e importancia	22
9.5.1 Ambiental	22
9.5.2 Social	22
9.5.3 Económico	22
9.6 Alcance, Delimitación y Limitaciones.....	22
9.7 Hipótesis de trabajo	23
9.8 Preguntas de investigación.....	23
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO	25
10.1 Conceptos	25

10.1.1	Temperatura	25
10.1.2	Temperatura máxima	25
10.1.3	Temperatura mínima	25
10.1.4	Temperatura media.....	26
10.1.5	Temperatura ambiente.....	26
10.1.6	Calentamiento Asimétrico.....	26
10.1.7	Precipitación	26
10.1.8	Lluvias	26
10.1.9	Cambio climático	26
10.1.10	Superficie	26
10.1.11	Fauna.....	26
10.1.12	Sistema de observación meteorológica.....	26
10.1.13	Clima.....	27
10.1.14	Tiempo atmosférico	27
10.1.15	Ecosistema	27
10.1.16	Temporada seca.....	27
10.1.17	Temporada lluviosa.....	27
10.1.18	Meteorología.....	27
10.1.19	Promedio	27
10.1.20	Promedio Diario.....	27
10.1.21	Promedio de Lluvia.....	28
10.1.22	Tiempo	28
10.1.23	METAR.....	28
CAPÍTULO 3 ASPECTO METODOLÓGICO.....		30
11.1	Tipo de investigación	30
11.2	Diseño de la investigación.....	30
11.3	Fuentes de información	30
11.4	Población, muestra, tipo de muestra, variables	30
11.5	Variables:.....	31
11.5.1	Conceptualización de las variables.....	31
11.5.2	Operacionalización de las variables	32
11.5.3	Instrumentalización	32

11.5.4	Descripción del lugar.....	32
11.5.5	Descripción climatológica general	33
11.5.6	Validez y confiabilidad	34
11.5.7	Materiales	35
11.5.8	Procesamiento de datos	35
11.5.9	Calidad de los datos	35
11.5.10	Tipo de análisis	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		37
CAPÍTULO 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN		38
12.1	GRÁFICAS DE TEMPERATURA OBTENIDAS CON SU ANÁLISIS.....	39
12.1.1	Análisis de la variable de temperatura mensual promedio años 1962 a 1998 39	
12.1.2	Análisis de la variable de temperatura anual años 1962 a1998	40
12.1.3	Cambio anual de temperatura en Howard años 1979 a 2022.....	41
12.2	GRÁFICAS DE PRECIPITACIÓN OBTENIDAS CON SU ANÁLISIS.....	42
12.2.1	Análisis de la variable de precipitación total mensual años 1962 a 1998...	42
12.2.2	Análisis de la variable de precipitación total anual años 1962 a 1998	43
12.2.3	Variación anual de las precipitaciones Howard	44
12.3	ANOMALÍAS MENSUALES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN EN HOWARD.....	44
CONCLUSIONES.....		46
RECOMENDACIONES		47
BIBLIOGRAFÍA		48
APÉNDICE		49

DEDICATORIA

A Mis padres que han sido el apoyo y ejemplo para seguir, mis hijos que me dan fuerza para lograr el objetivo.

Roberto Rudy Martínez Tejada

DEDICATORIA

A mis padres y mis hermanas por su ejemplo, apoyo y motivación para lograr llegar a la meta.

María L. Cosme

AGRADECIMIENTO

Primeramente, gracias a Dios quien nos dio la oportunidad y el conocimiento para realizar este estudio, nos permitió terminar el proyecto y cumplir el objetivo; el apoyo a los profesores, compañeros y colegas, especialmente a los profesores César O. Osorio V. (Q.E.P.D.) Gerardo Leis, quienes en su momento nos impulsaron, guiaron y animaron en nuestros primeros pasos en el mundo de Meteorología.

RESUMEN

El presente trabajo de tesis aborda un análisis del comportamiento de dos variables meteorológicas (temperatura del aire y precipitación) en la estación meteorológica localizada en el Aeropuerto Internacional de Panamá Pacífico. Esta estación fue operada por el Cuerpo de Artillería del Ejército de los Estados Unidos, quienes recolectaron los datos que estaremos utilizando.

La observación más destacada es una tendencia de calentamiento persistente en las tres métricas de temperatura analizadas: promedios de mínimas anuales, máximas anuales y promedio anual. Esta tendencia ascendente se manifiesta a lo largo de los 37 años de registro, con clara evidencia de un aumento en las temperaturas generales de la región. Los datos cubren un período considerable, suficientemente extenso para identificar tendencias a largo plazo y variaciones decenales en el clima de la zona.

El objetivo es evaluar el comportamiento de las dos variables y obtener un precedente en la climatología de la zona. Los datos recolectados se procesaron y analizaron, y el hallazgo central de este análisis es el patrón de calentamiento asimétrico. Esta disparidad en las tasas de calentamiento sugiere un cambio más complejo en el régimen térmico de la región que un simple aumento uniforme de la temperatura. La implicación de este calentamiento diferencial es una posible intensificación de los eventos de calor extremo, lo que podría conducir a un mayor estrés térmico en los sistemas naturales y socioeconómicos, alterando las condiciones ambientales y planteando desafíos significativos para la adaptación.

Se elaboraron dos gráficas de temperatura del aire: la primera, la temperatura mensual promedio, muestra que el comportamiento del clima en la zona es acorde a la climatología de Panamá en la vertiente del Pacífico, donde las temperaturas elevadas ocurren en la temporada seca, lo cual es típico del país, y con un segundo escenario de leve incremento en los meses entre junio y julio, asociado al veranillo de San Juan. La otra gráfica muestra la temperatura anual de los años desde 1962 hasta 1998, la cual arrojó un resultado ligeramente alcista.

La precipitación en Panamá suele estar marcada por una estación seca y una lluviosa. Por lo general, la estación seca abarca entre diciembre y abril, y la lluviosa entre el mes de mayo hasta noviembre aproximadamente, con un periodo más seco conocido como veranillo entre julio y agosto, y con excepción en la vertiente del Caribe, donde llueve casi todo el año.

En cuanto a la precipitación, las gráficas elaboradas muestran: una el promedio de la precipitación mensual y otra la precipitación total anual. En el primer caso, se observa el comportamiento típico de ambas temporadas (seca y lluviosa), mientras que, en la precipitación total anual, la línea de tendencia se muestra levemente bajista y se observa un año por encima de lo normal o anómalo, pero no se detecta un cambio relevante durante los años estudiados.

Este estudio contribuye a diferentes instituciones que puedan necesitar comprender los diversos impactos en el clima del área, para desarrollar estrategias de adaptación y mitigación en sectores clave. Esto incluye desde la gestión del agua, la salud pública y la infraestructura, contribuyendo a un desarrollo sostenible y a la seguridad de las comunidades. Sería de gran interés e importancia investigar el comportamiento de ambas variables y las anomalías que puedan presentar desde el año 1999 en adelante.

ABSTRACT

This thesis addresses an analysis of the behavior of two meteorological variables (air temperature and precipitation) at the weather station located at the Panamá Pacific International Airport. This station was operated by the United States Army Artillery Corps, who collected the data we will be using.

The most notable observation is a persistent warming trend across the three-temperature metrics analyzed: annual minimum averages, annual maximums, and the annual average. This upward trend is evident throughout the 37 years of record, with clear evidence of an increase in the region's general temperatures. The data covers a considerable period, long enough to identify long-term trends and decadal variations in the area's climate.

The objective is to evaluate the behavior of the two variables and establish a precedent in the climatology of the area. The collected data was processed and analyzed, and the central finding of this analysis is the asymmetric warming pattern. This disparity in warming rates suggests a more complex change in the region's thermal regime than a simple uniform temperature increase. The implication of this differential warming is a potential intensification of extreme heat events, which could lead to greater thermal stress on natural and socioeconomic systems, altering environmental conditions and posing significant challenges for adaptation.

Two air temperature graphs were generated: the first, the average monthly temperature, shows that the area's climate behavior is consistent with the climatology of Panama on the Pacific slope, where high temperatures occur during the dry season, which is typical for the country, and with a second scenario of a slight increase in the months between June and July, associated with the "Veranillo de San Juan" (St. John's Summer let). The other graph shows the annual temperature for the years from 1962 to 1998, which yielded a slightly bullish result.

Precipitation in Panama is typically marked by a dry season and a rainy season. Generally, the dry season spans between December and April, and the rainy season from May until November approximately, with a drier period known as the "Veranillo" between July and August, and with an exception on the Caribbean slope, where it rains nearly all year.

Regarding precipitation, the graphs generated show: one the average monthly precipitation and the other the total annual precipitation. In the first case, the typical behavior of both

seasons (dry and rainy) is observed, while in the total annual precipitation, the trend line appears slightly bearish and one year is observed as above normal or anomalous, but no relevant change is detected during the years studied.

This study contributes to different institutions that may need to understand the diverse impacts on the area's climate, to develop adaptation and mitigation strategies in key sectors. This includes water management, public health, and infrastructure, contributing to sustainable development and community safety. It would be of great interest and importance to investigate the behavior of both variables and any anomalies they may present from the year 1999 onward.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables	32
--	-----------

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del área de estudio.....	33
Figura 2 Tipos de clima según A. Mckay.....	34

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1 Temperatura mensual máxima, mínima y promedio de año 1962 a 1998	396
Gráfica 2 Temperatura anual máxima, mínima y promedio del año 1962 a 1998.....	407
Gráfica 3 Cambio anual de la temperatura media anual, tendencia y anomalía.....	38
Gráfica 4 Precipitación promedio mensual del año 1962 a 1998	39
Gráfica 5 Precipitación total anual años 1962 a 1998	40
Gráfica 6 Variación anual de la precipitación media anual, tendencia y anomalía	41
Gráfica 7 Anomalías mensuales de temperatura y precipitación años 1979 a 2022.....	41

INTRODUCCIÓN

El clima terrestre es controlado por el balance energético que existe entre los diversos factores que componen el sistema climático. La Tierra intercepta la radiación del sol y esta energía es la que en última instancia controla el clima del planeta. Cerca de un tercio de la energía solar que la Tierra recibe es reflejada de vuelta al espacio; el resto es absorbido por las diferentes partes del sistema climático. A largo plazo, existe un balance entre la energía que se recibe y la que se emite; sin embargo, este puede alterarse si ocurre cualquier cambio en los factores que controlan el proceso, provocando alteraciones en el clima. El resultado es que a lo largo de la historia de la Tierra, el clima ha cambiado múltiples veces. Algunos de estos cambios se han dado a escala global, mientras que otros han sido a escala hemisférica o regional, y varios son los factores naturales y humanos que han estado involucrados. Las variaciones climáticas traen como consecuencia: temperaturas máximas más elevadas y menos días fríos, días de heladas y días de frío en casi todas las zonas terrestres; disminución de la morbilidad y natalidad humana relacionadas con el frío; distribución y actividad de algunas plagas y vectores de enfermedades; episodios de precipitaciones más intensas; daños provocados por inundaciones, desprendimientos de tierra y avalanchas, y erosión del suelo.

Los científicos hablan de cambio climático para hacer referencia a la variación global o regional del clima en la Tierra a lo largo del tiempo, y científicamente este fenómeno es definido como la variedad observada respecto al clima promedio en escalas de tiempo que van de unas cuantas décadas a millones de años. Por ello, usar el término "cambio climático" en referencia exclusiva a los cambios ocurridos muy recientemente en la historia de la Tierra puede resultar confuso, especialmente considerando que el estudio del pasado terrestre demuestra que el clima ha cambiado siempre, constantemente y desde antes de que los humanos existiéramos. Por lo tanto, es importante mencionar que las variaciones climáticas pueden ser producidas naturalmente por fenómenos internos del sistema Tierra-atmósfera o pueden ser causadas por forzamientos externos (variaciones en la órbita terrestre, en la cantidad de energía solar) y que solo más recientemente la actividad humana se ha convertido en otra de las fuerzas modificadoras del clima.

El sistema climático de Panamá se rige por una temporada lluviosa que comienza a partir del mes de mayo hasta noviembre aproximadamente, y la seca o con menos lluvia es entre

diciembre y abril, con excepción en la vertiente del Caribe donde llueve casi todo el año. A nivel local en Panamá son pocos los estudios que se han realizado en relación con el comportamiento de las variables meteorológicas en alguna área. Es por ello que se ha optado por realizar este estudio en Panamá Pacífico, el cual se ha convertido en un sector de impacto a nivel ambiental, económico, social, etc., y que hoy día cuenta con una estación meteorológica aeronáutica, en donde se realizan observaciones meteorológicas y se recolectan datos diarios.

CAPÍTULO I
EL PROBLEMA

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

El Aeropuerto Internacional Panamá Pacífico (Código de la Organización de Aviación Civil Internacional - OACI: MPPA) empezó a operar en 1929 bajo el nombre de Fort Bruja, renombrado como KOBBE en 1932, y se instaló como parte del programa de aumento de defensa del Canal como puesto del Cuerpo de Artillería de la Costa del Ejército de los Estados Unidos. Su construcción se inició en 1939 por parte de las fuerzas militares estadounidenses, retirando 500 yardas de espesa jungla de la zona, y fue inaugurado con el nombre de Base de la Fuerza Aérea de Howard (OACI: MPH0).

A inicios de 1950, el 33.º Regimiento de Infantería se reactivó en este fuerte y asumió la responsabilidad de todas sus instalaciones, incluyendo también a la Base Aérea de Howard. El regimiento fue desactivado y redesignado como el 20.º de Infantería en mayo de 1956, el cual fue reorganizado y redesignado el 15 de noviembre de 1957 como Cuartel General y Compañía del Cuartel General y algunas unidades de la 193.ª Brigada de Infantería y Batallón de Ingenieros.

En 1986, la Compañía de Ingenieros se expandió y tomó Fort Kobbe como su sede para desplegarse por toda Centroamérica en proyectos humanitarios y de infraestructura. Fort Kobbe, junto con la Base Aérea de Howard, revirtieron a Panamá en noviembre de 1999.

Actualmente, gran parte de lo que fueron sus instalaciones son parte de diversos complejos hoteleros (resort de playa) y otra parte pertenece a la zona logística y residencial “Panamá Pacífico”, mientras que las instalaciones aeroportuarias de la base son ahora el Aeropuerto Internacional Panamá Pacífico.

Hasta la fecha no se han realizado estudios de las diferentes variables meteorológicas en el área; la misma mantiene personal que realiza las observaciones y guarda dicha información. Para este trabajo, se recolectó información desde el año 1962 hasta 1998 con la finalidad de obtener un análisis del comportamiento de las variables meteorológicas en dicho lugar, creando un precedente para estudios futuros.

1.1.1 Antecedentes del problema

En el siguiente trabajo, titulado “VARIABILIDAD CLIMÁTICA DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS DE TEMPERATURA DEL AIRE Y PRECIPITACIÓN EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL PANAMÁ PACÍFICO”, se podrá apreciar el comportamiento de dos variables meteorológicas durante los años 1962 a 1998 en el Aeropuerto Internacional Panamá Pacífico. Estas variables podrían estar experimentando cambios ambientales debido a los diversos factores que contribuyen al mismo.

Actualmente, en el área estudiada, se están realizando diversos proyectos de renovación urbana con la finalidad de aportar una mejor calidad de vida a sus habitantes.

Se desea plasmar el análisis de 35 años de datos de temperatura del aire y precipitación como precedente para estudios futuros a nivel estudiantil, empresarial o privado, dado el auge del sector que se ha convertido en una zona industrial, logística y turística, entre otras, y así mantener un referente en el microclima de esta región.

1.2 Planteamiento del problema

Esta investigación se enfoca en analizar estadísticamente dos variables meteorológicas importantes, la precipitación y la temperatura del aire, para evaluar su comportamiento en esa área durante los años de estudio. Dicha zona, al ser administrada por la fuerza de defensa norteamericana, estaba protegida y no había sufrido modificaciones en su terreno. El estudio tiene el fin de contribuir a diferentes usuarios que puedan necesitar esta información en diversos sectores clave. También se busca establecer un precedente que, en el futuro, permita comparar y realizar nuevas investigaciones y evaluaciones en la región.

1.3 Justificación de la investigación

En la actualidad, la República de Panamá ha registrado un aumento en el desarrollo urbano. Todo esto contribuye a la realización de proyectos que conllevan estudios ambientales, y hoy en día se habla a diario sobre temas como: olas de calor, aumento de temperatura, déficit de precipitación, inundaciones, etc.

La caracterización de los climas pasados es un tema de gran interés científico, pues la identificación y cuantificación de la variabilidad climática debida exclusivamente a factores antropogénicos requiere establecer la naturaleza y magnitud de la variación climática natural. Además, la transformación de terrenos boscosos en áreas de cultivo o la sustitución de cobertura vegetal por asfalto o concreto han alterado de forma sustancial la manera en que la Tierra refleja la luz solar e irradia calor.

En este trabajo se va a plasmar información de dos variables meteorológicas para conocer las características del sitio, en el cual no se han realizado estudios de esta índole. El mismo quedará como precedente para estudios futuros en cualquier caso que sea necesario.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar una metodología para evaluar los datos y así obtener la climatología de la zona específica, que podría denominarse microzona, con los datos disponibles de la estación de Howard (aeródromo), ubicado en Panamá Pacífico. Esta información servirá o favorecerá como un estudio disponible y fiable de las variables meteorológicas estudiadas.

1.4.2 Objetivo específico

Evaluar y analizar los datos meteorológicos obtenidos de la estación de Howard (Panamá Pacífico) para caracterizar el comportamiento del clima en dicha zona. Este proceso permitirá observar las dos variables (temperatura del aire y precipitación) y establecer una conclusión clara sobre el clima del área.

1.5 Justificación e importancia

1.5.1 Ambiental

El presente trabajo se realiza con el fin de analizar los indicadores de precipitación y temperatura. Seguidamente, se determinará la conducta anual de estas variables a través de sus rangos de variabilidad máxima y mínima para establecer el modelo de microclima en el área. Analizar estas variables permitirá identificar sus tendencias con el objetivo de aportar información a las instituciones que lo puedan necesitar y también para establecer un precedente ante futuras investigaciones.

1.5.2 Social

Los cambios en el clima están afectando a los sistemas naturales y humanos, dado que el clima influye en el desarrollo ambiental, económico y turístico, entre otros. La capacidad de muchos países para hacer frente a estos cambios siempre ha sido una prioridad, pues en la actualidad se está generando un gran porcentaje de desastres, y muchos de ellos están asociados directamente con las variaciones en el clima y el tiempo.

1.5.3 Económico

La estimación de las variables meteorológicas puede permitir una gestión adecuada de los servicios ecológicos y ambientales en las comunidades, especialmente en lo que respecta al cuidado y la preservación frente al cambio climático en Panamá. Esto es crucial, ya que el cambio en el clima podría repercutir en un descenso de la productividad de las cosechas, una subida de los precios de los alimentos básicos e incrementar las enfermedades y plagas.

1.6 Alcance, Delimitación y Limitaciones

Esta investigación tiene como objetivo proporcionar un recurso a personas o instituciones interesadas en evaluar, estudiar o profundizar en cualquier trabajo que deseen realizar, ya que hasta ahora no se conocen estudios meteorológicos en el área. Asimismo, busca aprovechar y optimizar estos datos históricos. Las delimitaciones de este trabajo están representadas por

los datos disponibles de la estación de Howard (Panamá Pacífico) desde el año 1962 hasta 2000, con el fin de establecer la climatología de la zona. En cuanto a las limitaciones, se pueden encontrar años en los que no se obtuvieron datos completos para realizar el análisis.

1.7 Hipótesis de trabajo

Existe un cambio en los parámetros meteorológicos estudiados teniendo repercusión en el microclima del sector. Hay indicios de un cambio climático en el área.

1.8 Preguntas de investigación

¿El cambio y modificación en la zona del estudio ha alterado el microclima?

¿Se observa el impacto o alteración de las variables meteorológicas en la zona?

¿Se han visto afectaciones en temas meteorológicos en la zona por las modificaciones del lugar?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

Este trabajo se propone demostrar si hay alteraciones y cuál ha sido su tendencia en cuánto a las variables meteorológicas desde 1962 hasta 1998, ya que esta zona solía ser un área boscosa cercana a la ciudad de Panamá, en las últimas décadas se ha observado cómo se ha modificado el lugar, el cual en el pasado era usado como aeropuerto por las fuerzas de defensas de Estados Unidos y de ahí no se había modificado. Desde hace algunos años atrás se empezó a notar la deforestación y cambio de usos de suelo, pasando a ser un área de residencias, edificios y plazas de comercios de diferentes índoles.

Es necesario hacer una evaluación para determinar si en efecto se han presentado afectaciones o impactos negativos, o si están sufriendo cambios en diferentes variables meteorológicas y qué impacto podría estar generando tanto a la población como a los ecosistemas de la zona. En esta investigación se analizan y recolectan los datos de las variables meteorológicas y con los que cuenta la estación, los mismos han sido facilitados por la Autoridad de Aeronáutica Civil de Panamá y se han complementado con los datos de los reanálisis atmosféricos de quinta generación del ECMWF (Modelo Europeo), estos son de un periodo de 35 años, el cual se ha tomado en cuenta debido a la ubicación del área de estudio. El fin principal de este estudio es evaluar los cambios en las variables meteorológicas en la zona y dejarlo como base para que, en el futuro, otros estudiantes o investigadores puedan recurrir al mismo para darle continuidad o para otras investigaciones que pueda ser necesarias o de ayuda.

2.1 Conceptos

2.1.1 Temperatura

Es el estado de calor de la atmósfera. El grado de calor específico del aire en un lugar y momento determinado.

2.1.2 Temperatura máxima

Es la mayor temperatura registrada durante un periodo de tiempo dado en condiciones similares sin tomar en cuenta otros elementos del clima.

2.1.3 Temperatura mínima

Se trata de la menor temperatura alcanzada en un periodo determinado.

2.1.4 Temperatura media

Se refiere al promedio de las temperaturas registradas en un lugar durante un período determinado, generalmente un día, mes o año.

2.1.5 Temperatura ambiente

Es la que registra el aire en el instante de la lectura.

2.1.6 Calentamiento Asimétrico

Es la tasa diferencial de calentamiento, con las temperaturas máximas, aumentando más rápidamente y exhibiendo una tendencia lineal más pronunciada que las temperaturas mínimas y las temperaturas promedio.

2.1.7 Precipitación

Es agua líquida o sólida formada en la atmósfera que regresa a la superficie terrestre en forma de lluvias, aguanieve, nieve, etc.

2.1.8 Lluvias

Es la forma de precipitación y es el resultado de la condensación del vapor de agua contenido en las nubes, o el ascenso de las nubes y su enfriamiento con lo cual crece el tamaño de las gotas y su mayor peso las hace precipitarse hacia la superficie terrestre.

2.1.9 Cambio climático

Se refiere a los cambios a largo plazo de las temperaturas y patrones climáticos, que puede ser naturales o por actividades humanas.

2.1.10 Superficie

Se emplea recurrentemente para referirse ya sea a la totalidad de la superficie de la tierra, o en su defecto, a alguna parte concreta del vasto territorio que ostenta la misma.

2.1.11 Fauna

Conjunto de animales que encontramos en un lugar concreto en un tiempo específico.

2.1.12 Sistema de observación meteorológica

Es el seguimiento riguroso de instrumentos que puede utilizarse para generar un conjunto de datos de observación conectados entre ellos, para cumplir con las necesidades en la investigación de los procesos atmosféricos, que puede ser climático o meteorológico.

2.1.13 Clima

El clima refiere a los patrones de variación en temperatura, humedad, presión atmosférica, viento, precipitación y otras condiciones meteorológicas de interés en una región geográfica determinada, son condiciones a largo plazo en la región.

2.1.14 Tiempo atmosférico

Serie de fenómenos que tienen lugar en la atmósfera en un periodo específico y en un espacio determinado. Estos fenómenos se miden en valores que reflejan la temperatura, humedad relativa, la presión, la visibilidad y otros datos, como puede ser la presencia de tormentas.

2.1.15 Ecosistema

Es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico, mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes.

2.1.16 Temporada seca

Periodo caracterizado por la escasez de las precipitaciones en las regiones tropicales.

2.1.17 Temporada lluviosa

Es la época del año en la cual se produce la mayor parte de la precipitación media anual de una región, por lo general tiene una duración de varios meses.

2.1.18 Meteorología

Ciencia que estudia la atmósfera, comprende el estudio del tiempo y el clima y se ocupa del estudio físico, dinámico y químico de la atmósfera terrestre.

2.1.19 Promedio

Valor medio correspondiente a un período cronológico (generalmente día, péntada, semana, década, mes o año).

2.1.20 Promedio Diario

Temperatura promedio para un día, que se obtiene haciendo un promedio de las lecturas de cada hora o, también, de las temperaturas máximas y mínimas.

2.1.21 Promedio de Lluvia

Sumatoria de lluvia caída durante un período de tiempo determinado y dividida entre el total de días de ese periodo.

2.1.22 Tiempo

Es el estado de la atmósfera en un momento específico, respecto a su efecto en la vida y las actividades humanas.

Fuente: <http://www.ideam.gov.co/documents/>

2.1.23 METAR

Es el estándar internacional en aviación del formato del código utilizado para emitir periódicamente informes de las observaciones meteorológicas en los aeródromos.

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/METAR>

CAPÍTULO III
ASPECTO METODOLÓGICO

CAPÍTULO 3 ASPECTO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

El presente estudio se basa en un enfoque cuantitativo, ya que se centra en el análisis de datos estadísticos para identificar patrones, promedios y frecuencias.

Las variables climáticas fundamentales investigadas son:

- Temperatura del aire: medida en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$).
- Precipitación: medida en milímetros (mm).

3.2 Diseño de la investigación

Esta tesis es no experimental, longitudinal, correlacional, ya que estos datos no se han manipulado, solo se analizaron, los datos recolectados desde 1962 a 1998, lo cual ayuda a analizar sobre los cambios ocurridos durante ese periodo con respecto a las variables meteorológicas, dando a conocer los resultados a través de las metodologías propuestas.

3.3 Fuentes de información

Estación de Howard, Antigua Fuerza de Defensa de Estados Unidos, la cual sigue operando en la actualidad como Aeropuerto Internacional de Panamá Pacífico con una Estación meteorológica de la Autoridad de Aeronáutica Civil bajo la reglamentación de la Organización de Aviación Internacional (OACI).

Fuente Primaria: Datos/valores diarios de dos principales variables meteorológicas, temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y precipitación (mm).

Fuente Secundaria: Datos promediados para su análisis, obtenidos por la información facilitada por la Departamento de meteorología de la Autoridad de Aeronáutica Civil de Panamá.

3.4 Población, muestra, tipo de muestra, variables

Estación Aeropuerto de Panamá Pacífico/antes estación Howard, se ubica en el sector de Panamá Oeste, distrito de Arraiján, Provincia de Panamá Oeste, coordenadas geográficas, Latitud: Entre $7^{\circ}11'N$ y $9^{\circ}39'N$, Longitud: Entre $77^{\circ}10'O$ y $83^{\circ}03'O$.

3.5 Variables:

Las variables consisten en datos utilizados de los variables meteorológicos, de Temperatura (°C) y Precipitación (mm).

3.5.1 Conceptualización de las variables

Se refiere a la concepción universal o general de la variable. Describe la esencia o características generales de la misma, pero no logra la vinculación directa con la realidad del fenómeno en estudio.

2.2.1.1 Variabilidad climática

Denota las variaciones del estado medio y otras características estadísticas del clima en toda las escalas espaciales y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones del forzamiento externo natural o antropogénico (variabilidad externa). Fuente: <https://cambioglobal.uc.cl/recursos/glosario/v/>

2.2.1.2 Parámetros climáticos

Son parámetros para determinar el clima de una zona como la temperatura, precipitación, vientos, humedad, etc.

2.2.1.3 Temperatura

Es la cantidad de energía calorífica que posee el aire en un momento determinado. Se mide mediante termómetros, habitualmente en grados Celsius (°C) y determina las sensaciones de calor y frío. Fuente: <http://meteo.navarra.es/definiciones/>

2.2.1.4 Precipitación

Es la caída al suelo del agua contenida en la atmósfera. Puede ser en forma de agua, de nieve, de brumas o de rocío y se produce cuando la atmósfera no puede contener más agua y esta se condensa y precipita. Fuente: <http://meteo.navarra.es/definiciones/>

3.5.2 Operacionalización de las variables

Tabla 1 Operacionalización de las variables

Tipo de Variable	Dimensiones	Concepto	Indicador	Unidad de medición	Tipo de variable	Escala de medición
Variable independiente	Temperatura	La temperatura hace referencia a la intensidad que pueda generar el calor esta se puede medir a través de un termómetro	Rango de temperatura un tiempo específico	°C	Cuantitativa continua	Razón proporción
	Precipitación	Es la precipitación que cae en cualquier estado que se condensado mediante el vapor que se encontraba en las nubes	Rango de precipitación específico	mm	Cuantitativa continua	Razón/Proporción
Variable dependiente	Variables meteorológicas	Son parámetros quienes se encargan de caracterizar el estado del tiempo, estos son medibles y a través del comportamiento que tengan permitirá conocer la condición de la atmósfera en dicho momento.	Volumen/tiempo	mm	Cuantitativa continua	Razón/ Proporción

3.5.3 Instrumentalización

2.2.1.5 Medición de la temperatura

Medido por un instrumento denominado termómetro que se usa para medir las temperaturas máximas y mínimas.

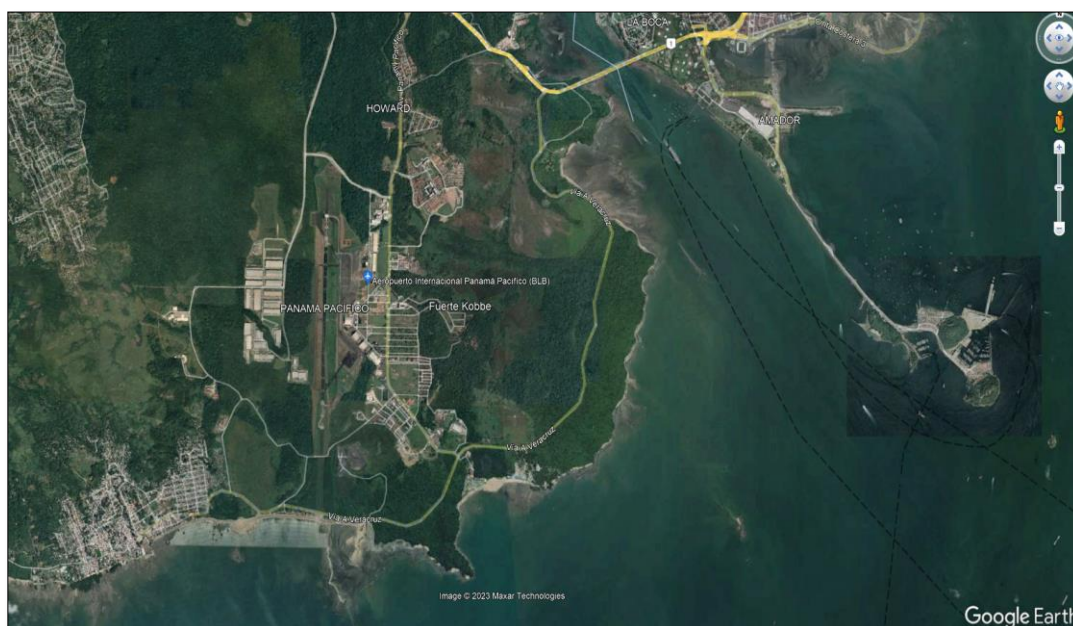
2.2.1.6 Medición de la precipitación

Se mide con un instrumento que se llama Pluviómetro que es un recipiente que tiene embudo, y de ahí pasa a un recipiente graduado, que se ubica dentro del jardín meteorológico.

3.5.4 Descripción del lugar

En esta investigación se hará seguimiento de los datos obtenidos, para evaluar la evolución o comportamiento en dos variables meteorológicas (precipitación y temperatura) en el sector de Panamá Pacífico, antiguamente llamado Howard, donde se ubicaba el aeropuerto de Fuerza de Defensa de los Estados Unidos de América.

Figura 1 Ubicación del área de estudio



Coordenadas de la ubicación de La Zona de Estudio: 8°55'07" N / 79°35'54" O

Nota: <https://earth.google.com/web/search/>

3.5.5 Descripción climatológica general

República de Panamá, pertenece al hemisferio norte, ubicada en la zona intertropical próxima al Ecuador terrestre, sus coordenadas Latitud: Entre 7°11'N y 9°39'N, Longitud: Entre 77°10'O y 83°03'O. Existe una zona de confluencia de los vientos alisios de ambos hemisferios (norte y sur) que afecta el clima de los lugares que caen bajo su influencia y que para nuestro país tiene particular importancia: la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la cual se mueve siguiendo el movimiento aparente del sol a través del año. Esta migración norte-sur de la ZCIT produce las dos estaciones (seca y lluviosa) características de la mayor parte del territorio. La estación lluviosa se caracteriza por abundantes lluvias, de intensidad entre moderada a fuerte, acompañadas de actividad eléctrica que ocurren especialmente en horas de la tarde, que se inicia en el mes de mayo hasta noviembre, siendo los meses de septiembre y octubre los más lluviosos; dentro de esta temporada se presenta frecuentemente un período seco conocido como Veranillo de San Juan, entre julio y agosto.

El período entre mediados de diciembre y abril corresponde a la estación seca. Las máximas precipitaciones están asociadas generalmente a sistemas atmosféricos bien organizados,

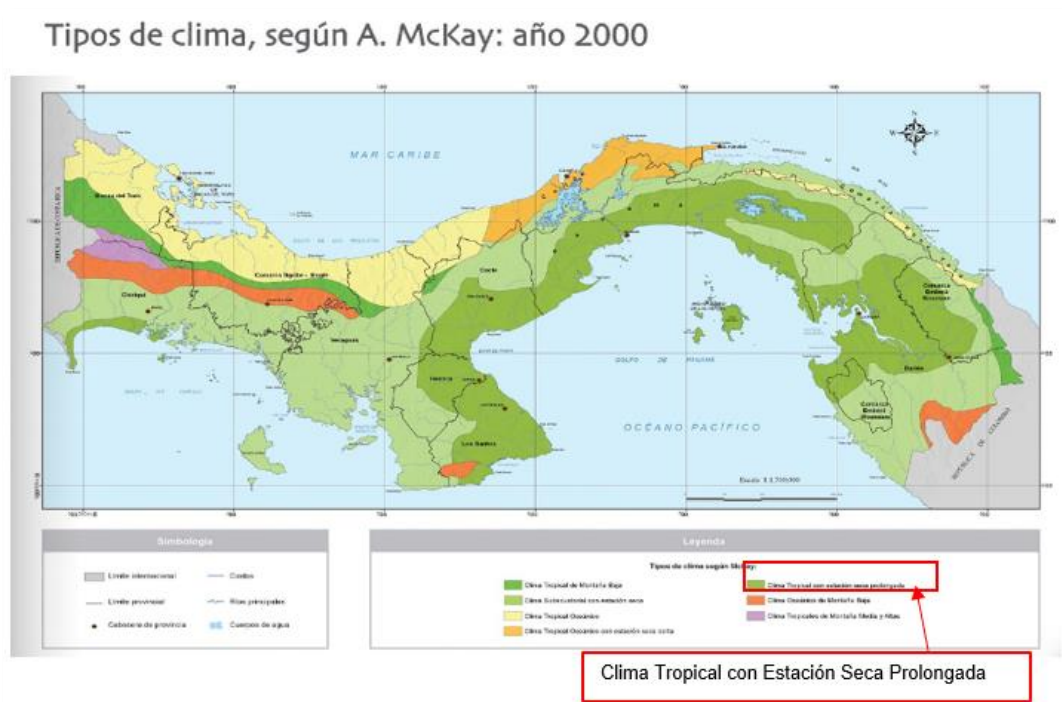
como las ondas tropicales, ciclones tropicales, empujes fríos, y la zona de convergencia intertropical o vaguada monzónica.

El clima del sector es del clima tropical con estación seca prolongada: Se presenta como el clima de mayor extensión en Panamá. Es cálido con promedios anuales de temperatura de 26.5 a 27.5 °C en las tierras bajas (menor de 20 msnm), los niveles de precipitación son elevados, cercanos o superiores a los 2.500 mm. El clima es de la estación seca corta y acentuada con tres a cuatro meses de duración.

Fuente: <https://www.sinia.gob.pa/index.php/atlas-ambientales>

2.2.1.7 Tipos de clima según A. McKay

Figura 2 Tipos de clima según A. McKay



Nota: área de estudio con clima tropical con estación seca prolongada según clasificación de A. McKay. Fuente: <https://www.sinia.gob.pa/index.php/atlas-ambientales>

3.5.6 Validez y confiabilidad

Los datos utilizados en esta investigación provienen de dos fuentes principales:

1. Datos Observacionales: Información histórica proporcionada por la Autoridad de Aeronáutica Civil de Panamá (AAC). Estos datos han sido digitalizados a formato Excel para su posterior análisis.
2. Datos de Reanálisis: Archivos de la Reanálisis Atmosférica de Quinta Generación (ERA5) del Centro Europeo de Pronósticos Meteorológicos de Plazo Medio (ECMWF).

Los datos de reanálisis, que cubren un periodo de 30 años, se emplearon para comparar y validar las tendencias de temperatura y precipitación observadas en la región de estudio.

3.5.7 Materiales

Los datos empleados para esta evaluación proceden de la base de datos oficial proporcionada por el Departamento de Meteorología de la Autoridad de Aeronáutica Civil de Panamá (AAC).

2.2.1.8 Descripción del instrumento

Los instrumentos utilizados para la generación de la información fueron: pluviómetro y termómetro.

2.2.1.8.1 Termómetro

Se denomina termómetro a un instrumento cuya utilidad es medir la temperatura, a través de diversos mecanismos y escalas.

2.2.1.8.2 Datos del Modelo Europeo (ERAS-ECMWF)

Es la quinta generación de reanálisis atmosférico del Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas que proporciona estimaciones por hora de una gran cantidad de variables climáticas, atmosféricas, terrestres y oceánicas.

3.5.8 Procesamiento de datos

Los datos fueron procesados a través de Microsoft Excel.

3.5.9 Calidad de los datos

Los datos de precipitación y temperatura no presentaron inconvenientes, no se observaron inconsistencias (tales como datos en blanco y valores extraordinarios fuera de rango) y la cantidad de años (36) estudiada es una buena cifra para realizar estos estudios.

Todos los datos fueron manejados guardando su integridad verificándose para que el estudio fuese lo más objetivo posible.

3.5.10 Tipo de análisis

Se realizará un análisis estadístico, determinando la temperatura promedio máxima, mínima mensual, anual y precipitación total anual y mensual, usando ecuaciones básicas.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPÍTULO 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan diversas gráficas que ilustran:

- **Temperatura:** Promedios, máximos y mínimos anuales de la temperatura del aire.
- **Precipitación:** Precipitación total anual y el promedio mensual anual.

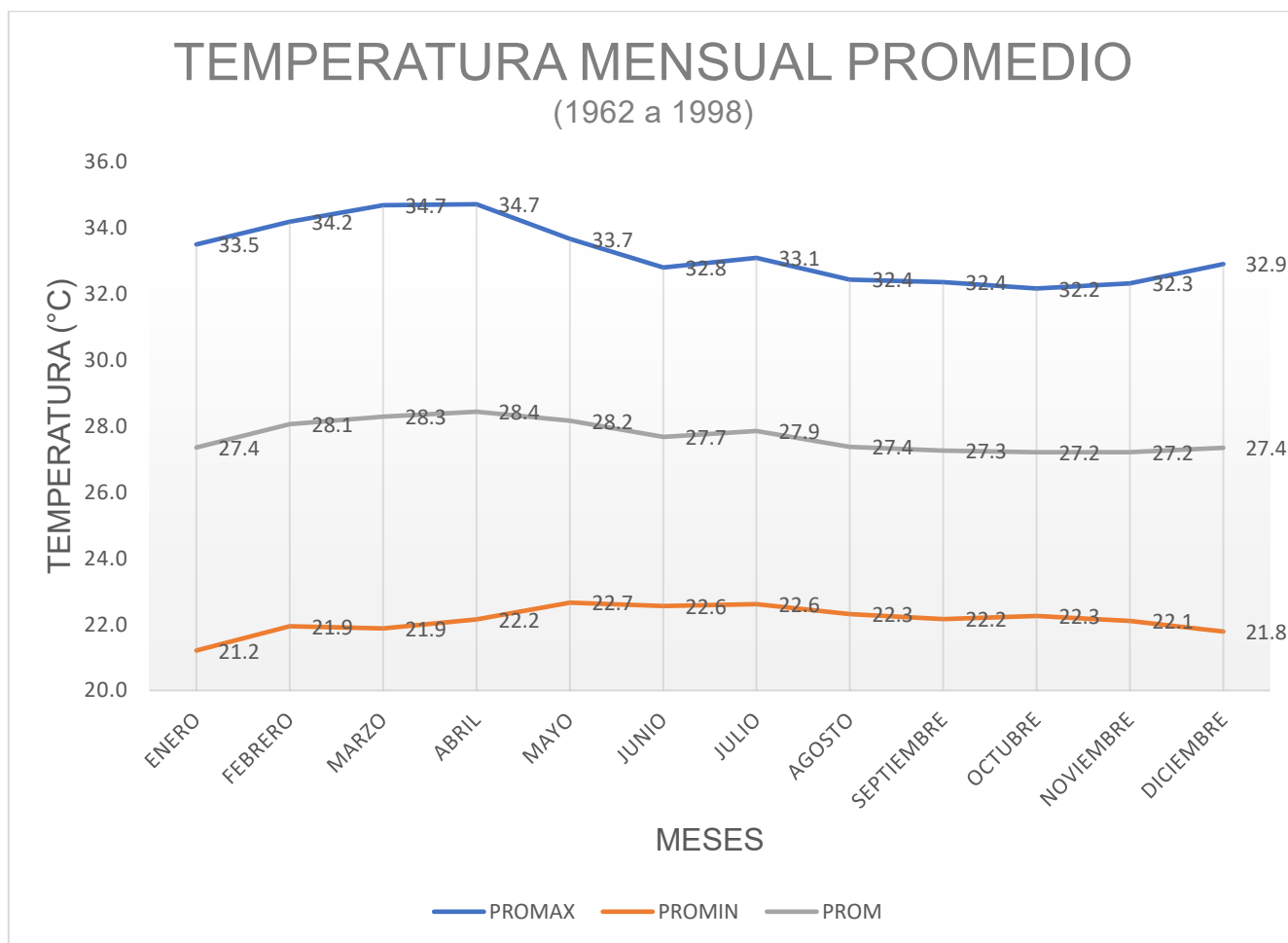
Para demostrar la evolución de las variables, cada gráfico anual incluye la **línea de tendencia** correspondiente a sus respectivos promedios (máximos, mínimos y general).

El análisis mensual de las precipitaciones confirma que la zona de estudio exhibe un comportamiento normal o característico, consistente con la climatología panameña de la vertiente del Pacífico.

Este patrón se alinea con la clasificación climática definida por McKay (2000) como Clima Tropical. El estudio de los promedios anuales de temperatura proporciona la base para la evaluación de las tendencias térmicas a largo plazo dentro de este tipo de clima.

4.1 GRÁFICAS DE TEMPERATURA OBTENIDAS CON SU ANÁLISIS

4.1.1 Análisis de la variable de temperatura mensual promedio años 1962 a 1998

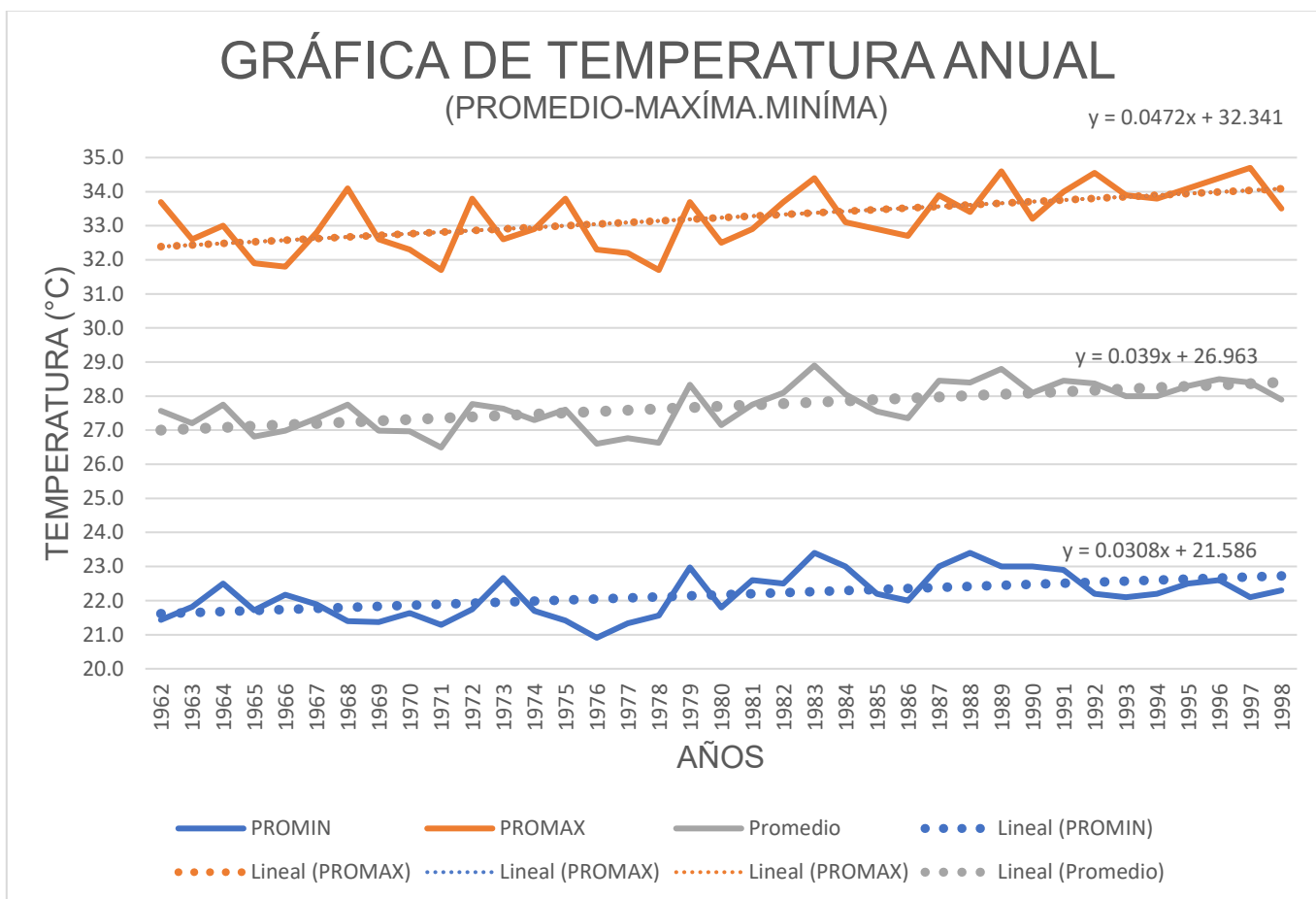


Gráfica 1 Temperatura Mensual Promedio años 1962 a 1998

Esta gráfica número 1, muestra el promedio de las temperaturas máximas, mínimas y promedio los 36 años de estudios (1962 a 1998), donde indica que el promedio de las temperaturas varía un poco a lo largo del año, se mantiene generalmente entre 26°C y 28°C y los meses entre abril y mayo tienden a ser los meses más cálidos del año que alcanzan los 34°C, y los meses entre octubre y noviembre suele tener temperaturas ligeramente bajas coincidiendo con la época lluviosa o húmeda en Panamá, lo cual regularmente enfría el ambiente. Esto nos muestra que cumple con la climatología general de Panamá que es tropical con baja variación estacional en gran parte del país, y también en ese rango de años de estudio no muestra valores atípicos marcados, más bien dentro de los rangos esperados, donde la

temperatura máxima promedio está en 32.3°C en la temporada lluviosa y 33.3°C en la temporada seca donde se presenta más los valores extremos.

4.1.2 Análisis de la variable de temperatura anual años 1962 a1998

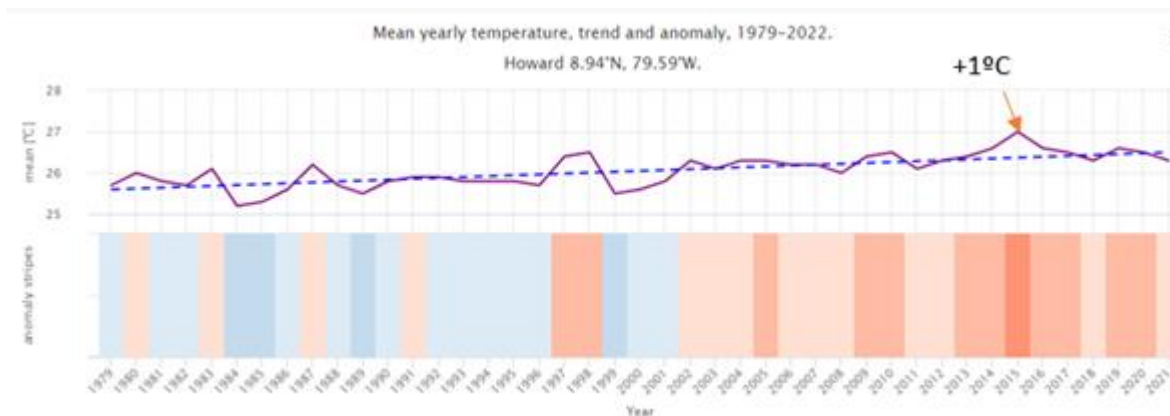


Gráfica 2 Temperatura Anual promedio, máxima, mínima del año 1962 a 1998

En esta gráfica 2, se muestra el promedio de los máximos, mínimos y el promedio de ambos y también se agregó la línea de tendencia de la temperatura desde 1962 a 1998, las tres gráficas muestran una leve tendencia a alcista, donde el promedio máximo tiene una anomalía aproximada de 1.5°C, el mínimo y el promedio de ambos muestra anomalía de 0.9°C, donde nos muestra una clara evidencia de aumento en las temperaturas con un ritmo más acelerado es el promedio máximo. Los picos significativos de promedio máximos nos marcan los años 1962,1972, 1975,1987 y 1997 y el promedio de las temperaturas mínimas nos muestra una pendiente menos pronunciada en comparación con otros promedios, eso nos indica una progresión más estable, gradual, predecible, pero consistente hacia un calentamiento.

Las anomalías se calculan como la diferencia entre el **valor de temperatura observado** y el **valor predicho por la línea de tendencia para ese año**. (Anomalía=Valor Observado - Valor predicho por la tendencia). Y la línea de tendencia lineal se presentan en el formato: $y=mx+b$ ($y=t^{\circ}$, $x=año$, m =pendiente (tasa de cambio anual) y b =intersección con el eje y).

4.1.3 Cambio anual de temperatura en Howard años 1979 a 2022



Gráfica 3 Cambio anual de la temperatura media anual, tendencia y anomalía

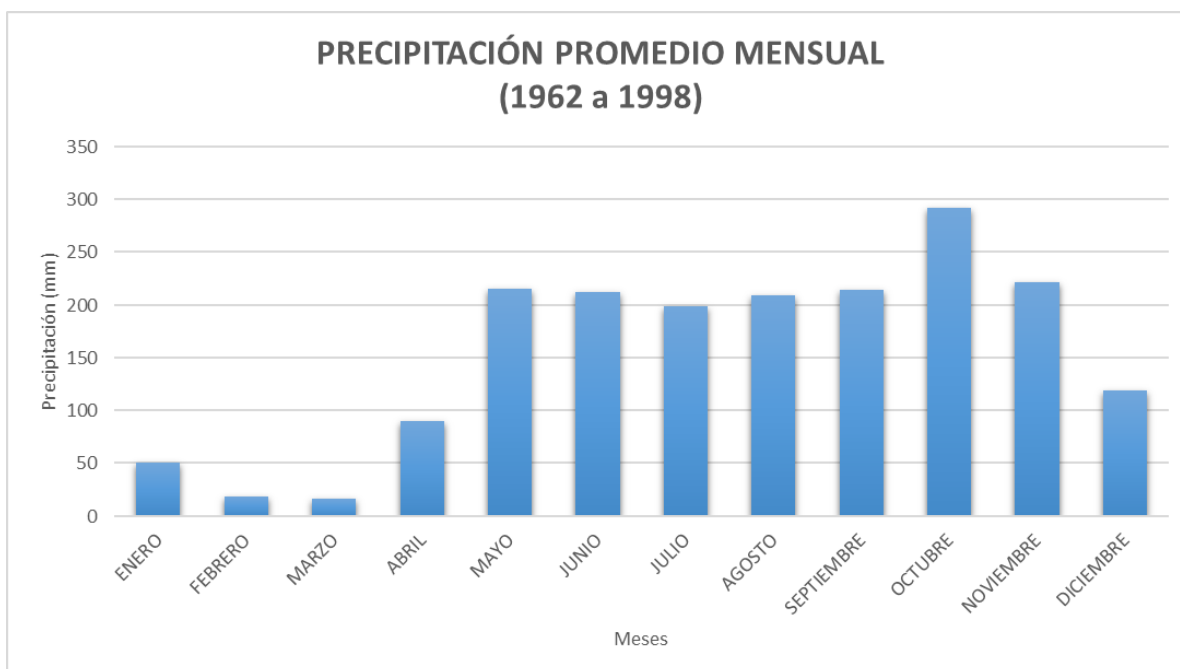
En la gráfica N.º 3 se realiza un análisis con los datos de reanálisis del Modelo Europeo ERA5 utilizando el punto de ubicación de la región de Howard durante los últimos 40 años, sobre el clima mundial que abarca el periodo comprendido entre 1979 y 2021, con una resolución espacial de 30 km.

Los datos utilizados coinciden con una tendencia de calentamiento ligeramente alcista en la temperatura. Se observa que el incremento y las anomalías térmicas comenzaron a ser perceptibles a partir del año 1998. Esta condición se ha incrementado notablemente desde 2001 y 2002, lo que consolida la tendencia alcista general.

En la parte inferior del gráfico se muestran las denominadas “frangas de calentamiento”. Cada franja de color representa la temperatura media de un año: azul para los años más fríos y rojo para los años más cálidos. La evidencia visual de estas franjas confirma que las temperaturas medias han mantenido una trayectoria ascendente y constante desde el año 2002.

4.2 GRÁFICAS DE PRECIPITACIÓN OBTENIDAS CON SU ANÁLISIS

4.2.1 Análisis de la variable de precipitación total mensual años 1962 a 1998



Gráfica 4 Precipitación promedio mensual del año 1962 a 1998

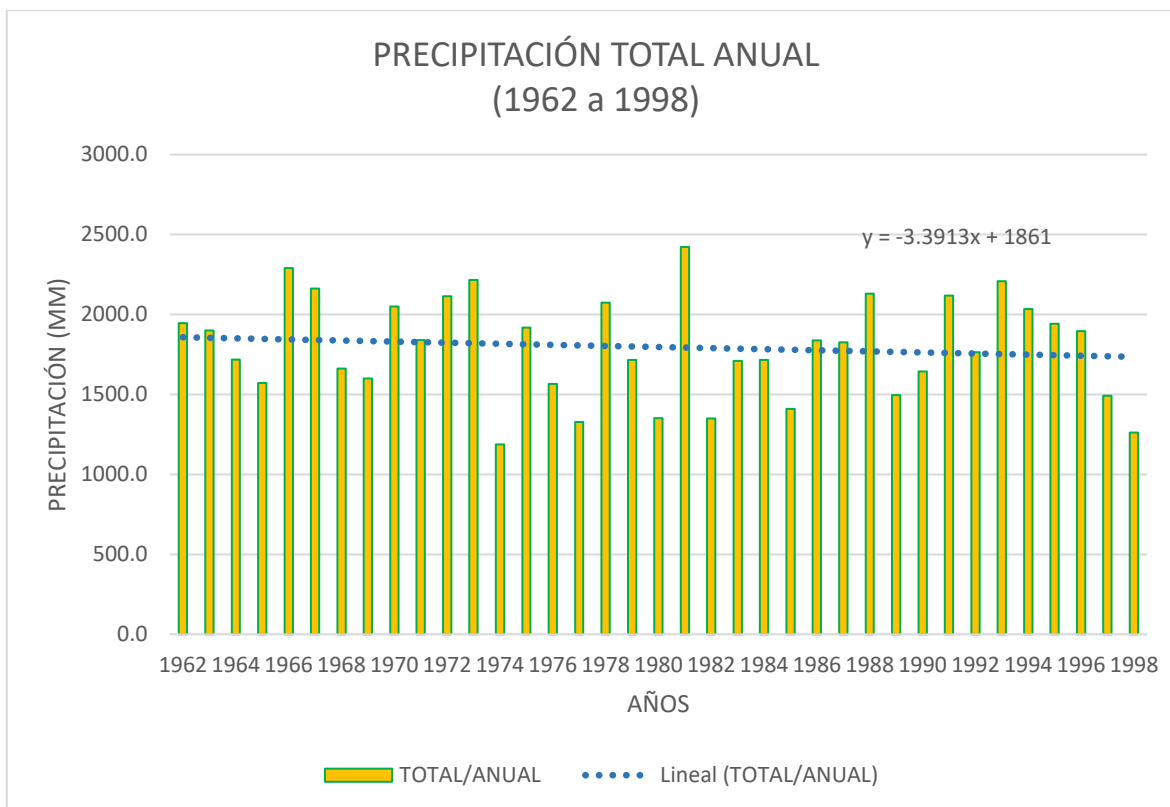
El Gráfico N.º 4 ilustra el comportamiento de las lluvias mensuales totales a lo largo del periodo de estudio y evaluación. La gráfica revela el patrón climático típico que prevalece en gran parte del país, particularmente en la vertiente del Pacífico.

El patrón se caracteriza por:

- Temporada Seca: La estación seca comienza plenamente en enero, siendo febrero y marzo los meses con los menores acumulados de precipitación.
- Temporada Lluviosa: Los meses de octubre y noviembre registran consistentemente los mayores acumulados del año, y son considerados los más lluviosos de la temporada.

El análisis confirma que el patrón de comportamiento mensual de las precipitaciones en la zona de estudio es similar al observado en la mayor parte de la región del Pacífico panameño.

4.2.2 Análisis de la variable de precipitación total anual años 1962 a 1998



Gráfica 5 Precipitación total anual años 1962 a 1998

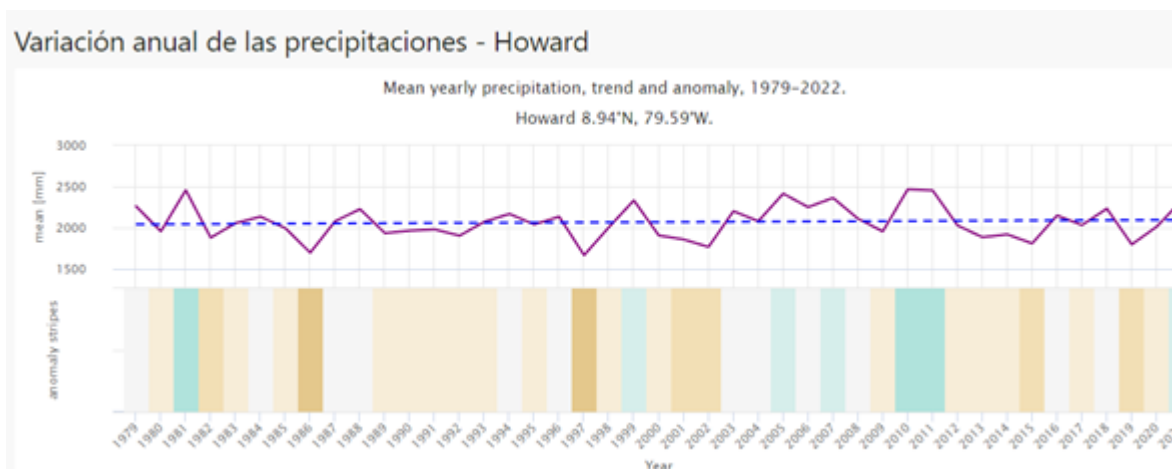
Se observa en la gráfica N° 5. Al analizar el comportamiento de las precipitaciones en el rango total anual, se observa que la variabilidad interanual es limitada en la mayoría de los años.

Sin embargo, se identificaron años específicos con acumulados significativamente más bajos que el promedio, destacando los siguientes periodos: 1974, 1977, 1982, 1985, y 1998.

Por otro lado, se registró un año con un leve registro por encima de lo normal en el año 1981.

A pesar de la baja variabilidad general, el análisis muestra una línea de tendencia levemente bajista en la precipitación anual.

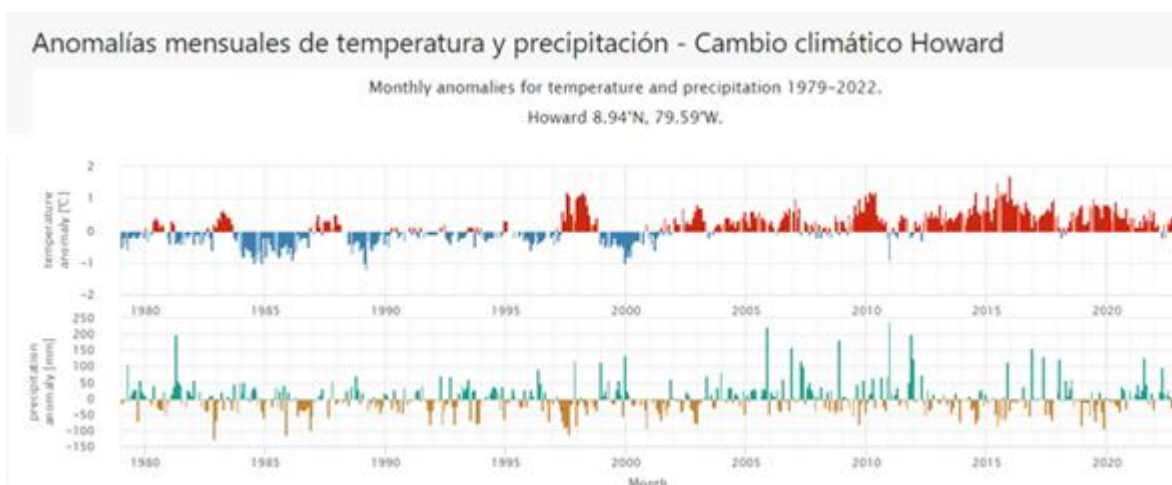
4.2.3 Variación anual de las precipitaciones Howard



Gráfica 6 Variación anual de la precipitación media anual, tendencia y anomalía

En esta gráfica se muestra una estimación de la precipitación total media del sector Howard de 42 años, donde la línea azul discontinua es la tendencia lineal del cambio climático, en este caso es casi horizontal, con una tendencia muy leve de aumento desde 2000, donde se puede decir que las lluvias en ese sector no han cambiado mucho con el segundo escenario observado un leve incremento desde 2004.

4.3 ANOMALÍAS MENSUALES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN EN HOWARD



Gráfica 7 Anomalías mensuales de temperatura y precipitación años 1979 a 2022

El Gráfico N.º 7, presenta la anomalía de la temperatura del aire para cada mes durante el periodo de 1979 a 2021. La anomalía indica si el mes fue más cálido o frío en relación con

la media climática de 30 años (1980 a 2010) El gráfico revela que las anomalías cálidas se han mantenido consistentemente a partir de aproximadamente el año 2002.

Se identifican periodos específicos con índices de calentamiento significativo:

- La primera anomalía en superar el umbral de $+1^{\circ}\text{C}$ se registró en 1998.
- Posteriormente, los índices superaron los $+1^{\circ}\text{C}$ en los años 2009 y 2010, y nuevamente durante el periodo que abarca de 2014 a 2016 aproximadamente.

Es importante destacar que el análisis de datos previos (1962 a 1998) ya indicaba una tendencia subyacente, con el promedio de temperatura mostrando anomalías cercanas a $+0.9^{\circ}\text{C}$.

Anomalías de precipitaciones se ha observado en los años 2007 hasta 2012, pero el comportamiento no ha variado en ese lapso de años de estudio.

CONCLUSIONES

En este trabajo se estudiaron las variables meteorológicas temperatura del aire y precipitación en la década de los 60 hasta los 90, donde en cuanto a la temperatura promedio se observa una anomalía de 0.9°C , y 1.5°C de anomalías en las temperaturas promedios con una tendencia alcista en los tres promedios, aunque no todo con el mismo rango de aceleración, ni con la misma línea de tendencia, pero todos revelan la tendencia de calentamiento clara, otro hallazgo es la naturaleza de este calentamiento, con las temperaturas máximas exhibiendo un aumento más rápido y una mayor variabilidad interanual en comparación con las temperaturas mínimas, dándonos la idea que esos rangos podría ir aumentando y un entorno de calor extremo menos estable, dándonos indicadores convincente de un clima cambiante dentro de la región, consistente con los cambios climáticos globales más amplio.

Si bien la tendencia general es ascendente, el calentamiento no es perfectamente lineal. Los datos revelan períodos de aumento acelerado (por ejemplo, principios de la década de 1980, mediados de la década de 1990). Esto indica la influencia de la variabilidad climática natural (solo por mencionar puede estar la influencia de ENSO) superpuesta a la tendencia de calentamiento antropogénico a largo plazo, lo que añade complejidad a la dinámica térmica observada

En cuanto a la precipitación la tendencia que se observa es levemente bajista en la precipitación anual, el comportamiento que se observa en la precipitación mensual es la típica de la temporada seca y lluviosa del país. No se observaron cambios que hayan afectado o alterado el microclima de la región, tampoco se observaron cambios significativos en el comportamiento de las variables meteorológicas, no se observan registro de afectaciones en los componentes meteorológicos que pudiesen ser causa de modificaciones ambientales en la zona de estudio.

RECOMENDACIONES

Los análisis de las principales variables meteorológicas en la estación MPPA sugieren la necesidad de extender el estudio a partir del año 2000 para obtener una comprensión más completa de las tendencias. Además, es crucial contextualizar estos datos de temperatura con otras variables climáticas (como la humedad y los eventos climáticos extremos: sequías o inundaciones) y los factores geográficos locales.

El monitoreo continuo posterior al año 2000 es esencial para seguir la evolución de estas tendencias y validar cualquier proyección. La investigación futura debería cuantificar las tasas precisas de calentamiento y variabilidad mediante métodos estadísticos rigurosos, siempre y cuando los datos numéricos subyacentes estén disponibles. Esta aproximación trasciende el mero análisis de datos, abordando la relevancia y las posibles consecuencias de las tendencias observadas, enmarcando así el estudio dentro de un contexto científico y social más amplio.

El Aeropuerto Internacional Panamá Pacífico (MPPA) cuenta con una estación meteorológica convencional que registra datos diarios y horarios. Esta estación mide las variables analizadas en este trabajo, junto con datos adicionales importantes (viento, humedad relativa, nubosidad, etc.) que pueden ser investigados para obtener una perspectiva más completa de los cambios significativos que se estén produciendo en el microclima de la zona.

BIBLIOGRAFÍA

<https://cambioglobal.uc.cl/comunicacion-y-recursos/recursos/glosario/variabilidad-climatica>

https://www.meteogalicia.gal/web/informacion/glosario/aire2.action?request_locale=es
www.prensa.com/tierrasaltas.html

<https://www.sinia.gob.pa/index.php/atlas-ambientales>

<http://www.ideam.gov.co/documents/11769/72085840/Anexo+10.+Glosario+meteorol%C3%B3gico.pdf/6a90e554-6607-43cf-8845-9eb34eb0af8e>

https://www.meteoblue.com/es/climate-change/howard_panam%C3%A1_9409143

Estudios similares y comparado con la investigación presente:

<https://www.anpanama.com/Cambio-Climatico-en-Panama-2023-destaca-como-uno-de-los-anos-mas-calientes-en-los-ultimos-42-anos-16424.note.aspx>

https://www.revistaeyn.com/centroamericaymundo/temperatura-en-centroamerica-ha-aumentado-casi-1-en-los-ultimos-cinco-anos-MH23429588#google_vignette

APÉNDICE

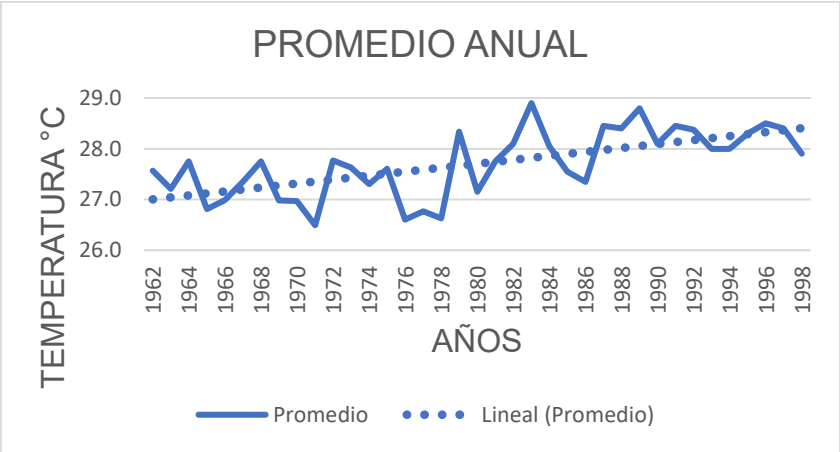
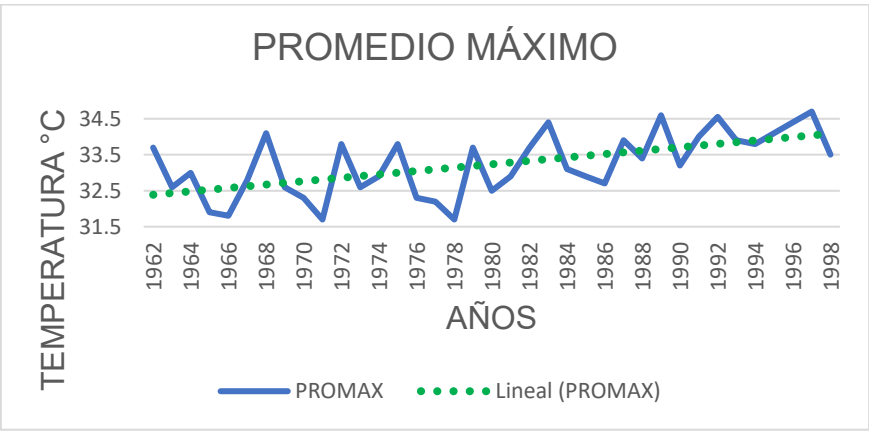
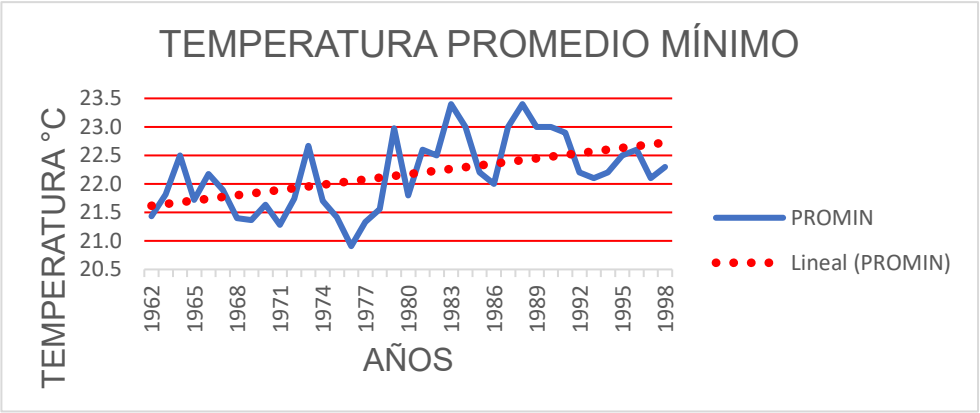


Tabla: Promedios y Rangos de Temperatura Decenales (Estimaciones)

Década	Promedio PROMIN (°C)	Promedio PROMAX (°C)	Promedio Promedio (°C)	Rango Anual Decenal (PROMAX - PROMIN) (°C)

1960s	~21.5	~32.5	~27.0	~11.0
1970s	~21.8	~32.8	~27.2	~11.0
1980s	~22.5	~33.5	~28.0	~11.0
1990s	~22.8	~33.8	~28.2	~11.0

Nota: La estimación visual sugiere que el rango permanece relativamente constante o se ensancha ligeramente, pero los valores generales se desplazan hacia arriba, lo que confirma un calentamiento sostenido a lo largo de las décadas. Esta tabla ayuda a desglosar el calentamiento en segmentos más manejables, revelando que la progresión no es perfectamente lineal, sino que ocurre en fases, lo cual es relevante para la planificación climática a medio plazo

Tabla 1: Resumen de Estadísticas Anuales de Temperatura (1962-1998) (Estimaciones Visuales)

Métrica de Temperatura	Rango Visual Aproximado (°C)	Tendencia Lineal (Pendiente Visual)	Variabilidad Anual (Visual)
PROMIN (Mínima Anual)	~21.0 - ~23.5	Positiva, moderada	Relativamente baja
PROMAX (Máxima Anual)	~31.0 - ~34.5	Positiva, pronunciada	Alta
Promedio (Media Anual)	~26.5 - ~29.0	Positiva, moderada	Moderada

Esta tabla facilita una comparación directa y simultánea del rango general y el cambio aproximado para cada métrica de temperatura, lo que permite una comprensión más rápida de las diferencias en su comportamiento.

