

*Serie Estudios Aplicados para la Adaptación*

## Proyecto

**“Asegurando el Agua y los Medios de Vida en la Montaña”**

# MANUAL DE METEOROLOGÍA Y DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN CLIMÁTICA

Dayana Acuña  
Danny Robles



Abril - Agosto 2015

Este documento ha sido posible gracias al apoyo del pueblo estadounidense a través de la Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo Internacional (USAID). Fue preparado por el Instituto de Montaña para el proyecto Asegurando el Agua y los Medios de Vida en la Montaña AID-527-A-14-00001

**Elaborado:**  
**Pas. Dayana Acuña Valverde**  
**Pas. Danny Robles Sánchez**

**Revisado:**  
**Ing. Met. Rafael Figueroa – Responsable CIAD-UNASAM**  
**Isabel Menéndez - Coordinadora de Pasantía TM**

# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
OBJETIVOS.....	11
JUSTIFICACIÓN.....	11
CAPÍTULO 01 - CONCEPTOS GENERALES.....	12
1.1. ¿QUÉ SON LOS HEMISFERIOS DE LA TIERRA?.....	13
1.2. ¿QUÉ VIENE A SER LA LONGITUD Y LATITUD?.....	14
1.3. ¿CUÁLES SON LAS ESTACIONES DEL AÑO? ¿POR QUÉ SE PRODUCEN?.....	14
1.4. ¿QUÉ ES LA ATMÓSFERA?.....	16
1.5. ¿QUÉ GASES COMPONEN LA ATMÓSFERA?.....	16
1.6. ¿DÓNDE OCURREN LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS?.....	17
1.7. CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA.....	20
1.8. TIEMPO METEOROLÓGICO.....	20
1.9. METEOROLOGÍA.....	20
1.10. CLIMA.....	20
1.11. CLIMATOLOGÍA.....	20
CAPÍTULO 02 - METEOROLOGÍA.....	21
2.1. ¿QUÉ ES LA METEOROLOGÍA?.....	22
2.2. ¿CUÁLES SON LAS RAMAS DE LA METEOROLOGÍA?.....	23
2.3. ¿A QUÉ SE CONOCE COMO ELEMENTO METEOROLÓGICO?.....	24
2.4. ¿QUÉ ES UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA?.....	24
2.4.1. ¿CUÁLES SON LOS INSTRUMENTOS Y VARIABLES QUE SE MIDEN EN UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA?.....	24
2.4.2. ¿DÓNDE SE DEBE UBICAR UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA?.....	25
2.4.3. ¿CÓMO SE CLASIFICAN LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS?.....	26
2.4.4. ¿QUÉ TIPOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS SE CONOCEN?.....	27
2.4.5. ¿PARA QUÉ SE USAN LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS?.....	32
2.4.6. ¿QUÉ ES UNA RED DE ESTACIONES?.....	33
2.5. ¿QUÉ SON LOS SISTEMAS DE OBSERVACIÓN METEOROLÓGICA?.....	33
2.6. ¿QUÉ SON LOS PRONÓSTICOS DEL TIEMPO?.....	35
2.6.1. ¿CÓMO SE REALIZA UN PRONÓSTICO DE TIEMPO?.....	35
2.6.2. ¿PARA QUÉ SIRVEN LOS PRONÓSTICOS METEOROLÓGICOS?.....	36
2.7. IMPORTANCIA DE LA METEOROLOGÍA.....	36
CAPITULO 03 - CLIMATOLOGÍA.....	37
3.1. ¿QUÉ ES EL CLIMA?.....	38
3.2. ¿QUÉ SON LOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS?.....	38
3.3. ¿QUÉ SON LOS FACTORES CLIMÁTICOS?.....	39
3.4. ¿CÓMO SE DETERMINA EL CLIMA?.....	40
3.5. ¿CÓMO VARÍA EL CLIMA?.....	40
3.5.1. ¿QUÉ ES LA ESTACIONALIDAD?.....	41
3.5.2. ¿QUÉ ES VARIABILIDAD CLIMÁTICA?.....	41
3.5.3. ¿QUÉ ES LA DIVERSIDAD ESPACIAL DEL CLIMA?.....	41
3.5.4. ¿QUÉ SON LAS ANOMALÍAS?.....	41



3.6.	¿A QUÉ SE DEBE EL CAMBIO DEL CLIMA ENTRE UNA REGIÓN Y OTRA?.....	41
3.7.	¿CUÁL ES LA DIFERENCIA ENTRE CLIMA Y TIEMPO?.....	42
3.8.	¿QUÉ ES UN SISTEMA CLIMÁTICO?.....	42
3.9.	¿QUÉ ES UNA ESCALA DE MEDICIÓN DE CLIMA?.....	43
3.10.	¿QUÉ ES UN FENÓMENO CLIMÁTICO?.....	44
3.11.	¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE LA CLIMATOLOGÍA?.....	44
3.12.	¿CÓMO SE REPRESENTAN LOS DATOS CLIMÁTICOS?.....	44
<b>CAPITULO 04 - RADIACIÓN SOLAR Y TEMPERATURA.....</b>		<b>45</b>
4.1.	¿QUÉ ES LA TEMPERATURA?.....	46
4.2.	¿QUÉ ES LA TEMPERATURA DEL AIRE?.....	46
4.2.1.	TEMPERATURAMÁXIMA.....	46
4.2.2.	TEMPERATURAMÍNIMA.....	47
4.2.3.	TEMPERATURA PROMEDIO O MEDIA:.....	47
4.3.	¿CÓMO SE MIDE LA TEMPERATURA DEL AIRE? .....	49
4.3.1.	¿CUÁL ES EL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN?.....	49
4.3.2.	¿QUÉ INFLUYE EN LA TEMPERATURA DEL AIRE?.....	52
4.4.	¿POR QUÉ EN UN CIELO DESPEJADO DURANTE LA NOCHE SE SIENTE MÁS FRÍO? .....	54
4.5.	¿POR QUÉ EN INVIERNO SE SIENTE MÁS FRÍO?.....	54
4.6.	ALGUNOS ESTUDIOS QUE SE PUEDEN REALIZAR.....	55
4.7.	RADIACIÓN SOLAR.....	55
4.7.1.	TIPOS DE RADIACIÓN SOLAR.....	55
4.8.	CALOR Y TEMPERATURA.....	67
4.9.	RADIACIÓN SOLAR Y TEMPERATURA.....	68
4.10.	ALGUNOS ESTUDIOS QUE SE PUEDEN REALIZAR.....	68
<b>CAPITULO 05 - PRESIÓN ATMOSFÉRICA.....</b>		<b>69</b>
5.1.	¿POR QUÉ DISMINUYE LA PRESIÓN CONFORME AUMENTA LA ALTURA?.....	70
5.2.	¿QUÉ SON LOS SISTEMAS DE ALTA Y BAJA PRESIÓN? ¿CÓMO SE FORMAN?.....	70
5.3.	¿QUÉ ES UN GRADIENTE DE PRESIÓN? .....	71
5.4.	¿QUÉ INSTRUMENTO ES USADO PARA MEDIR LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA?.....	72
5.5.	ALGUNOS ESTUDIOS QUE SE PUEDEN REALIZAR.....	74
<b>CAPITULO 06 - EVAPORACIÓN.....</b>		<b>75</b>
6.1.	¿CON QUÉ INSTRUMENTO SE MIDE EVAPORACIÓN?.....	76
6.2.	ALGUNOS ESTUDIOS QUE SE PUEDEN REALIZAR.....	78
<b>CAPITULO 07 - HUMEDAD ATMOSFÉRICA.....</b>		<b>79</b>
7.1.	¿QUÉ ES EL AIRE HÚMEDO?.....	80
7.2.	¿CÓMO NOS REFERIMOS AL CONTENIDO DE VAPOR DE AGUA EN EL AIRE?.....	80
7.3.	¿CÓMO SE EXPRESA EL GRADO DE SATURACIÓN DEL AIRE?.....	81
7.4.	¿QUÉ ES EL PUNTO DE ROCÍO?.....	81
7.5.	¿POR QUÉ SON IMPORTANTES LOS ROCÍOS, ESCARCHAS Y NIEBLAS?.....	83
7.6.	¿CON QUÉ INSTRUMENTOS SE MIDE LA HUMEDAD ATMOSFÉRICA?.....	83
7.7.	ALGUNOS ESTUDIOS QUE SE PUEDEN REALIZAR.....	85

<b>CAPITULO 08 - NUBES Y PRECIPITACIÓN.....</b>	<b>86</b>
8.1. NUBES.....	87
8.2. PRECIPITACIÓN .....	96
8.2.1. ¿CUÁLES SON LAS FORMAS MÁS HABITUALES DE PRECIPITACIÓN?.....	97
8.2.2. ¿CON QUÉ INSTRUMENTO SE MIDE LA PRECIPITACIÓN?.....	99
8.3. ALGUNOS ESTUDIOS QUE SE PUEDEN REALIZAR.....	100
<b>CAPITULO 09 - VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTO.....</b>	<b>101</b>
9.1 ¿CUÁLES SON LOS TIPOS DE VIENTO?.....	103
9.2. ¿QUÉ VIENEN A SER LO VIENTOS LOCALES?.....	103
9.3. ¿QUÉ ES LA INTENSIDAD DE VIENTO?.....	103
9.3.1. ¿QUÉ ES LA VELOCIDAD DE VIENTO?.....	104
9.3.2. ¿QUÉ ES LA DIRECCIÓN DE VIENTO?.....	104
9.4. ¿CON QUÉ INSTRUMENTO SE MIDE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS?.....	105
9.5. ALGUNOS ESTUDIOS QUE SE PUEDEN REALIZAR.....	109
<b>CAPITULO 10 - FUENTES DE DATOS E INFORMACIÓN METEOROLÓGICA Y CLIMÁTICA...110</b>	
10.1 ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROMÉTRICAS EN ANCASH.....	111
10.2 FUENTES VIRTUALES DE DATOS E INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA...115	
10.2.1. LOCAL Y REGIONAL.....	115
10.2.2. NACIONAL.....	115
10.2.3. INTERNACIONAL.....	117
<b>CAPITULO 11 - DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA Y CLIMÁTICA.....120</b>	
11.1 ACTORES EN EL PROCESO DE GENERACIÓN Y DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA.....	120
11.2 EL RIESGO CLIMÁTICO Y CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN ÚTIL PARA LA TOMA DE DECISIONES.....	122
11.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN CLIMÁTICA TABLA 1.....	123
11.3 LAS PROBABILIDADES E INCERTIDUMBRE EN LA INFORMACIÓN CLIMÁTICA TABLA .....	124
11.3.1 LA INCERTIDUMBRE EN LA INFORMACIÓN CLIMÁTICA.....	126
11.3.2. LAS TOMAS DE DECISIONES EN FUNCIÓN A LAS PROBABILIDADES.....	128
11.4 SECTORES QUE REQUIEREN INFORMACIÓN METEOROLÓGICA Y CLIMÁTICA..129	
11.5 PRODUCTOS CLIMÁTICOS Y MECANISMOS DE DIFUSIÓN METEOROLÓGICA...136	
11.6 PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE GRÁFICOS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS.....	136
<b>CAPITULO 12 - CLIMA EN ANCASH.....139</b>	
12.1. ¿QUÉ CONTROLA EL CLIMA EN LA SIERRA DE ANCASH?.....	140
12.2. ¿QUÉ FACTORES INFLUYEN EN EL CLIMA DE ANCASH? .....	140
12.2.1. EL RELIEVE:.....	141
12.2.2. CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA: VIENTOS ALISIOS.....	143
12.2.3. LAS MONTAÑAS: LA SOMBRA DE LLUVIA .....	144

12.2.4. LA UBICACIÓN EN LA ZONA TROPICAL.....	146
12.3. ¿QUÉ ESTACIONES SE PUEDE A PRECIAR EN LA REGIÓN ANCASH?.....	148
12.4. ¿CÓMO VARÍA LA TEMPERATURA?.....	150
12.5. ¿CÓMO VARÍAN LAS LLUVIAS DURANTE TODO EL AÑO?.....	152
12.6. EFECTOS DEL FENÓMENO DE EL NIÑO Y LA NIÑA EN ÁNCASH.....	154
12.7. EL CAMBIO CLIMÁTICO.....	158
BIBLIOGRAFÍA.....	160
LINKOGRAFIA.....	166

# LISTA DE FIGURAS

- FIG. 1  
HEMISFERIOS NORTE Y SUR. (P.13)
- FIG. 2  
HEMISFERIOS OCCIDENTAL Y ORIENTAL (P.13)
- FIG. 3  
DEFINICIÓN DE LATITUD Y LONGITUD (P.14)
- FIG. 4  
INCLINACIÓN DE LA TIERRA DURANTE LAS ESTACIONES.  
(P.15)
- FIG. 5  
COMPOSICIÓN DEL AIRE. (P.16)
- FIG. 6  
ESTRUCTURA VERTICAL DE LA ATMÓSFERA. (P.17)
- FIG. 7  
CARACTERÍSTICAS DE LA TROPÓSFERA Y  
ESTRATÓSFERA. (P.18)
- FIG. 8  
CARACTERÍSTICAS DE LA MESÓSFERA Y TERMÓSFERA.  
(P.19)
- FIG. 9  
ESCALAS DE LA METEOROLOGÍA. (P.22)
- FIG. 10  
CLASIFICACIÓN DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS.  
(P.26)
- FIG. 11  
ESTACIÓN METEOROLÓGICA CONVENCIONAL LAMAR-  
INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ. (P.28)
- FIG. 12  
VARIABLES METEOROLÓGICAS EN ESTACIONES  
METEOROLÓGICAS CONVENCIONALES. (P.30)
- FIG. 13  
ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA EM15\_  
TINGUA-CIAD-FCAM-UNASAM. (P.31)
- FIG. 14  
DIAGRAMA CONCEPTUAL DE LOS COMPONENTES DEL  
SISTEMA MUNDIAL DE OBSERVACIÓN (SMO) APOYADO  
POR LA ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL  
(OMM). (P.34)
- FIG. 15  
PASOS PARA UN PRONÓSTICO DE TIEMPO. (P.35)
- FIG. 16  
USOS DE PRONÓSTICOS DE TIEMPO METEOROLÓGICOS.  
(P.36)
- FIG. 17  
ELEMENTOS CLIMÁTICOS. (P.38)
- FIG. 18  
FACTORES CLIMÁTICOS FIJOS. (P.39)
- FIG. 19  
FACTORES CLIMÁTICOS VARIABLES. (P.40)
- FIG. 20  
SISTEMA CLIMÁTICO. (P.43)
- FIG. 21  
REPRESENTACIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS. (P.44)
- FIG. 22  
CONDUCCIÓN DE CALOR. (P.46)
- FIG. 23  
TERMÓMETROS DE MÁXIMA Y MÍNIMA. (P.50)
- FIG. 24  
SENSOR DE TEMPERATURA DE UNA. (P.51)
- FIG. 25  
RADIACIÓN SOLAR. (P.56)
- FIG. 26  
PIRHeliómetro. (P.58)
- FIG. 27  
TIPOS DE PIRANÓMETROS. (P.59)
- FIG. 28  
PIRANÓMETRO. (P.60)
- FIG. 29  
PIRANÓMETRO. (P.60)
- FIG. 30  
PIRANÓMETRO DE EPPELY. (P.61)
- FIG. 31  
MEDIDA DE RADIACIÓN DIFUSA SOBRE PARAMENTO  
VERTICAL. (P.62)
- FIG. 32  
DISCO SOLAR CON SEGUIDOR. (P.63)
- FIG. 33  
PIRANÓMETRO COLOCADOS COMO ALBEDÓMETROS.  
(P.64)
- FIG. 34  
PIRGEÓMETRO. DELTA OHM. (P.65)
- FIG. 35  
HELIOGRAFO. (P.66)
- FIG. 36  
BARÓMETRO DE MERCURIO. (P.72)
- FIG. 37  
BARÓMETRO ARENOIDE. (P.73)
- FIG. 38  
TANQUE DE EVAPORACIÓN TIPO A. (P.77)
- FIG. 39  
SENSOR DE EVAPORACIÓN. (P.77)
- FIG. 40  
MALLA DE SENSOR DE EVAPORACIÓN. (P.78)
- FIG. 41  
FORMAS DE REFERIRSE AL CONTENIDO DE AGUA EN LA  
ATMÓSFERA. (P.80)
- FIG. 42  
FORMACIONES AL ENFRIARSE UNA MASA DE AIRE NO  
SATURADA. (P.81)
- FIG. 43  
ROCÍO Y ESCARCHA. (P.82)
- FIG. 44  
CARACTERÍSTICAS DE LA NIEBLA. (P.82)
- FIG. 45  
FORMACIÓN DE LA GOTA DE LLUVIA. (P.88)
- FIG. 46  
FORMACIÓN DE NUBES POR ENFRIAMIENTO. (P.88)
- FIG. 47  
COMPOSICIÓN DE LA NUBE. (P.89)
- FIG. 48  
TIPOS DE NUBE. (P.93)
- FIG. 49  
NUBES Y PRECIPITACIÓN. (P.94)
- FIG. 50  
NUBES Y PRECIPITACIÓN. (P.94)

- FIG. 51**  
CEILÓMETRO. (P.95)
- FIG. 52**  
TIPOS DE PRECIPITACIÓN EN ESTADO SÓLIDO. (P.96)
- FIG. 53**  
FORMAS DE PRECIPITACIÓN. (P.97)
- FIG. 54**  
FORMACIÓN DE FRENTE FRÍO Y FRENTE CÁLIDO. (P.98)
- FIG. 55**  
NUBOSIDAD TÍPICAMENTE ASOCIADA A LOS FRENTE FRÍOS Y CÁLIDOS. (P.98)
- FIG. 56**  
TIPOS DE VIENTO. (P.103)
- FIG. 57**  
RUMBOS. EN CLASE (2010) (P.105)
- FIG. 58**  
ANEMÓMETRO DE CAZOLETAS. CORONADO. (P.106)
- FIG. 59**  
VELETA. CORONADO. (P.106)
- FIG. 60**  
ANEMÓMETRO DE HÉLICE. (AGROMATIC S.A) (P.107)
- FIG. 61**  
ANEMÓMETRO SÓNICO 3D (CAMPBELL SCIENTIFIC, 2017) (P.108)
- FIG. 62**  
ANEMÓMETRO SÓNICO 2D (WINSON-ANEMÓMETRO SÓNICO, 2015) (P.108)
- FIG. 63**  
ESQUEMA DE ACCIONES COORDINADAS PARA LA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA Y METEOROLÓGICA APLICADA. (P.121)
- FIG. 64**  
ESQUEMA DE LOS FACTORES QUE COMPONEN EL RIESGO CLIMÁTICO. (P.122)
- FIG. 65**  
GRÁFICO DE PROBABILIDADES DE OCURRENCIA DE INCREMENTOS EN LA TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN FRENTE A UN CLIMA MÁS CÁLIDO (P.125)
- FIG. 66**  
VISION ESQUEMÁTICA DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA CLIMÁTICO QUE REVISTEN IMPORTANCIA PARA LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS A ESCALA TEMPORAL, SIENDO LOS PROCESOS QUE OCURREN EN LA ATMÓSFERA, INTERACCIONES COMPLEJAS ENTRE EL SUELO, EL MAR, EL HIELO, EL AIRE, QUE DEFINEN SU ESTADO CAÓTICO. (P.127)
- FIG. 67**  
MAPA DE RELIEVE DE LA REGIÓN ANCASH. (P.141)
- FIG. 68**  
EFECTO DEL RELIEVE SOBRE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA. (P.142)
- FIG. 69**  
ILUSTRACIÓN CONCEPTUAL DE LA TASA DE LAPSO (P.143)
- FIG. 70**  
CÉLULAS DE CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA Y UBICACIÓN DEL PERÚ Y ANCASH. (P.143)
- FIG. 71**  
ILUSTRACIÓN CONCEPTUAL DEL EFECTO OROGRÁFICO. (P.144)
- FIG. 72**  
PRECIPITACIÓN ANUAL EN EL DEPARTAMENTO DE ANCASH. (P.145)
- FIG. 73**  
LA ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL (ZCIT) Y LA CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA. (P.146)
- FIG. 74**  
EL MOVIMIENTO DE LA BANDA DE LA ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL (ZCIT) ENTRE JULIO Y ENERO. (P.147)
- FIG. 75**  
GLACIARES. (P.147)
- FIG. 76**  
LA RELACIÓN ENTRE EL ÁNGULO DE INCIDENCIA DE LA RADIACIÓN SOLAR Y LAS ESTACIONES. (P.148)
- FIG. 77**  
PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL EN HUARAZ (2008 - 2013). (P.149)
- FIG. 78**  
VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA (FUENTE DE DATOS: CIAD – UNASAM, ESTACIÓN EM02-CHACAS- 3560 M.S.N.M). (P.150)
- FIG. 79**  
VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA PROMEDIA MENSUAL EN HUARAZ (2008 - 2013) (P.151)
- FIG. 80**  
VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MENSUAL EN HUARAZ DE LOS AÑOS 2008, 2013 Y EL PROMEDIO (P.152)
- FIG. 81**  
VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MENSUAL EN CHACAS (2012 - 2013 PROMEDIO) (P.153)
- FIG. 82**  
VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL EN CHACAS (2012- 2016), EN ÉSTA FIGURA TAMBIÉN SE MUESTRA LAS BARRAS DE ERROR REPRESENTADAS POR LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR, DONDE SE OBSERVA QUE EXISTE MAYOR INCERTIDUMBRE DE ALCANZAR LOS VALORES PROMEDIO ENTRE OCTUBRE Y MARZO, ASÍ TAMBIÉN EN MAYO, QUE MUESTRAN LOS MÁS ALTOS VALORES DE VARIACIÓN. (P.153)
- FIG. 83**  
CONDICIONES NORMALES DE CIRCULACIÓN OCEÁNICA-ATMOSFÉRICA DEL OCÉANO PACIFICO. (P.154)
- FIG. 84**  
LA CIRCULACIÓN OCEÁNICA-ATMOSFÉRICA DEL OCÉANO PACIFICO EN LA FASE CÁLIDA DE ENOS. (P.155)
- FIG. 85**  
LA CIRCULACIÓN OCEÁNICA-ATMOSFÉRICA DEL OCÉANO PACIFICO EN LA FASE FRÍA DE ENOS. (P.156)
- FIG. 86**  
INCREMENTO DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL DURANTE FENÓMENOS DEL NIÑO. (P.157)
- FIG. 87**  
DECREMENTO PORCENTUAL DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL DURANTE FENÓMENOS DE LA NIÑA. (P.157)



# LISTA DE TABLAS

- TAB. 1**  
PRINCIPALES INSTRUMENTOS Y VARIABLES EN UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA (P. 24)
- TAB. 2**  
PRINCIPALES INSTRUMENTOS Y VARIABLES EN UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA(P.27)
- TAB. 3**  
OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS (P.29)
- TAB. 4**  
OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS (P.57)
- TAB 5**  
PUNTOS CARDINALES Y AZIMUT (P.104)
- TAB. 6**  
ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROMÉTRICAS UBICADAS EN LA REGIÓN ANCASH ADMINISTRADAS POR EL SENAMHI (P.112)
- TAB. 7**  
ESTACIONES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS PERTENECIENTES AL PROYECTO CIADERS – FCAM - UNASAM. (P.113)
- TAB. 8**  
ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROMÉTRICAS ADMINISTRADAS POR LA UGRH – AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. (P.114)
- TAB. 9**  
PREDICIONES DEL INCREMENTO DE LA TEMPERATURA CON RESPECTO A 1986 A 2005 PARA LOS ANDES PERUANOS, BASÁNDOSE EN LOS RESULTADOS DEL PERCENTIL 50 DE LOS ESCENARIOS DE EMISIONES BAJAS - MEDIAS DEL RCP 4.5 Y ALTAS DEL RCP8.5 (P.159)

## INTRODUCCIÓN

La necesidad de información sobre el clima es cada vez más importante, dada la complejidad de las formas productivas y la mayor vulnerabilidad climática, con su impacto sobre las actividades de la sociedad. Los usuarios de esta información son tomadores de decisiones y técnicos del sector público, estudiantes de universidades y organizaciones locales, regionales y nacionales.

El “Manual de prácticas y recomendaciones para la generación, el almacenamiento y la difusión de información meteorológica y climática de Ancash” se enmarca dentro de la Pasantía sobre Gestión de información meteorológica en el Centro de Investigación Ambiental para el Desarrollo – CIAD, que forma parte del proyecto “Asegurando el agua y los medios de vida en las montañas”, ejecutado por el Instituto de Montaña. El objetivo general de ésta herramienta es difundir información meteorológica, aportando nuevas perspectivas y conocimientos sobre los avances en meteorología y climatología en nuestra región. El manual se estructura en capítulos y clasificados en 02 partes. La primera muestra información general sobre la atmósfera, su composición y estructura; seguidamente se presenta algunos conceptos sobre meteorología y climatología como un paraguas de los posteriores capítulos. Como primer tema se exponen conceptos relacionados a la radiación solar y la temperatura, las variaciones temporales y espaciales que presentan.

En los siguientes capítulos de la primera parte se describen conceptos relacionados a la presión atmosférica, la evaporación, la humedad atmosférica, las nubes y precipitación y finalmente la dirección y velocidad del viento, en la cual se muestran las diferentes formas de medición, los equipos que permiten hacer el registro de datos y la variabilidad espacio – temporal que muestran.

En la segunda parte se presenta información más aplicada y enfocada en la región Ancash, en el capítulo sobre Observación del tiempo y clima se presenta información sobre la estructura de estaciones meteorológicas convencionales y automáticas, detallando el funcionamiento de los sensores y equipos utilizados para registrar los datos.

Por otra parte se muestra información sobre los satélites meteorológicos utilizados para hacer el seguimiento del tiempo y como se integra estos datos a la red mundial de observación del tiempo. Seguidamente se muestran las fuentes de datos e información meteorológica climática de Ancash, acompañado de fuentes de información disponibles en web de instituciones confiables a nivel local, regional, nacional e internacional.

En los dos últimos capítulos se describen los mecanismos de difusión de información meteorológica y climática, en el cual se presentan conceptos sobre los actores que intervienen en el proceso de difusión, las características de la información, mecanismos para comunicar las probabilidades e incertidumbre, la importancia de la información meteorológica para los diferentes sectores y finalmente la presentación de los datos de forma gráfica. En el último capítulo se describen el clima en Ancash, los factores que controlan el clima en nuestra región y los impactos de los fenómenos del El Niño y La Niña y el Cambio climático.

## OBJETIVOS

- Elaborar un manual de prácticas y recomendaciones para la generación, almacenamiento y difusión de información meteorológica y climática de la región Ancash.
- Recabar información teórica.
- Recoger conocimientos y experiencias referidas a variables meteorológicas.

## JUSTIFICACIÓN

La región Ancash desde hace mucho tiempo atrás viene contando con datos e información meteorológica e hidrológica que se han visto complementadas o incrementadas con las EMAs del Centro de Investigación Ambiental para el Desarrollo-FCAM-UNASAM, estos datos e informaciones han permitido realizar diversos trabajos de investigación, prevención de riesgos, entre otros.

Muchos de estos datos e información sólo está disponible para las instituciones involucradas debido a que no todos sabemos emplear la información ni reconocemos los equipos, por ello el presente trabajo se ha elaborado con la finalidad que sirva como apoyo a las personas que deseen aprender un poco más de cómo funcionan las estaciones meteorológicas, qué equipos o instrumentos meteorológicos son necesarios para los diversos fines, cómo es el clima de la región Ancash, que estudios se han hecho y cuáles se pueden realizar.

Capítulo 01

## **CONCEPTOS GENERALES**

## 1.1. ¿QUÉ SON LOS HEMISFERIOS DE LA TIERRA?

Los hemisferios vienen a ser divisiones geográficas imaginarias para la mejor ubicación de un punto cualquiera.

Cuando nuestro planeta se divide por la línea imaginaria denominada LINEA ECUATORIAL (que es un círculo que se encuentra a igual distancia de los polos) vamos a tener los hemisferios SUR y NORTE; mientras que cuando se divide por otra línea imaginaria denominada MERIDIANO DE GREENWICH, vamos a tener los hemisferios OCCIDENTAL y ORIENTAL.

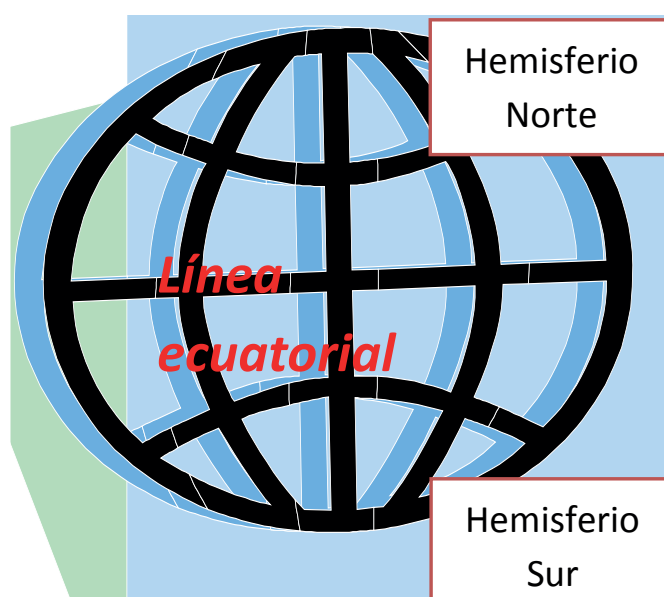


FIGURA1. HEMISFERIOS NORTE Y SUR

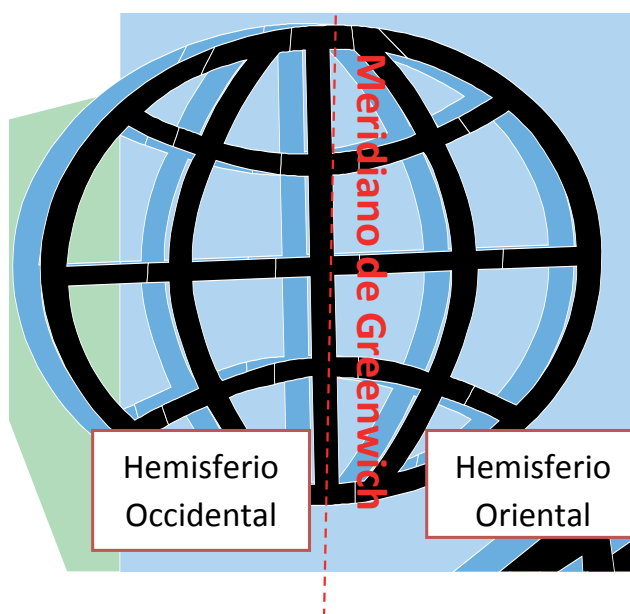
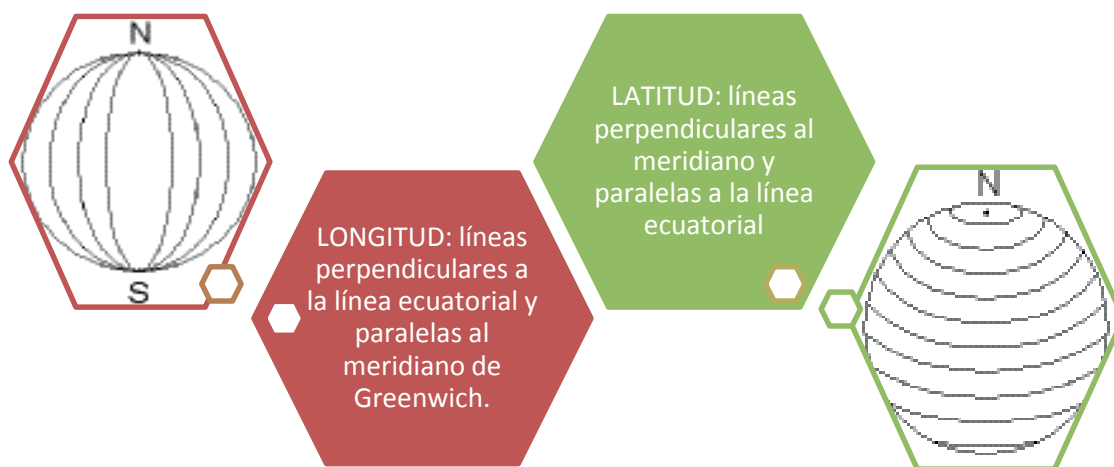


FIGURA2. HEMISFERIOS OCCIDENTAL Y ORIENTAL

## 1.2. ¿QUÉ VIENE A SER LA LONGITUD Y LATITUD?



**FIGURA3.** DEFINICIÓN DE LATITUD Y LONGITUD

## 1.3. ¿CUÁLES SON LAS ESTACIONES DEL AÑO? ¿POR QUÉ SE PRODUCEN?

Las cuatro estaciones son: primavera, verano, otoño e invierno. Las dos primeras componen el medio año en que los días duran más que las noches, y las dos restantes forman el medio año en que las noches son más largas que los días.

No son iguales, ni las mismas para todos los países (Organización Mundial de Meteorología, 2017).

En las estaciones de primavera y verano, los días duran más que las noches; y en otoño e invierno, las noches son más largas que los días.

### ***¿Por qué hay lugares en donde se dan las cuatro estaciones y en otros sólo dos?***

Esto se debe a la diferencia de latitud; es así que cuando se está más cerca al Ecuador no se percibe demasiado la inclinación del eje de rotación de la Tierra y los rayos solares inciden casi perpendicularmente lo que permite que la diferencia entre estaciones no sea muy notoria, sólo se puede distinguir si el Sol se encuentra cerca o lejos, esto a su vez permitirá observar sólo dos estaciones en estas regiones, a diferencia de los hemisferios donde se aprecia las cuatro estaciones.

Las estaciones del año se producen por la inclinación del eje de rotación de la Tierra y el movimiento de traslación, es debido a esto que los rayos del Sol no inciden de la misma manera en todas las regiones del planeta, así pues los hemisferios expuestos alternativamente a una cantidad de radiación solar. Así:



**FIGURA4.** INCLINACIÓN DE LA TIERRA DURANTE LAS ESTACIONES DEL AÑO. RECUPERADO DE [HTTP://HISTORIAYBIOGRAFIAS.COM/ESTACIONES\\_AÑO/](http://HISTORIAYBIOGRAFIAS.COM/ESTACIONES_AÑO/)

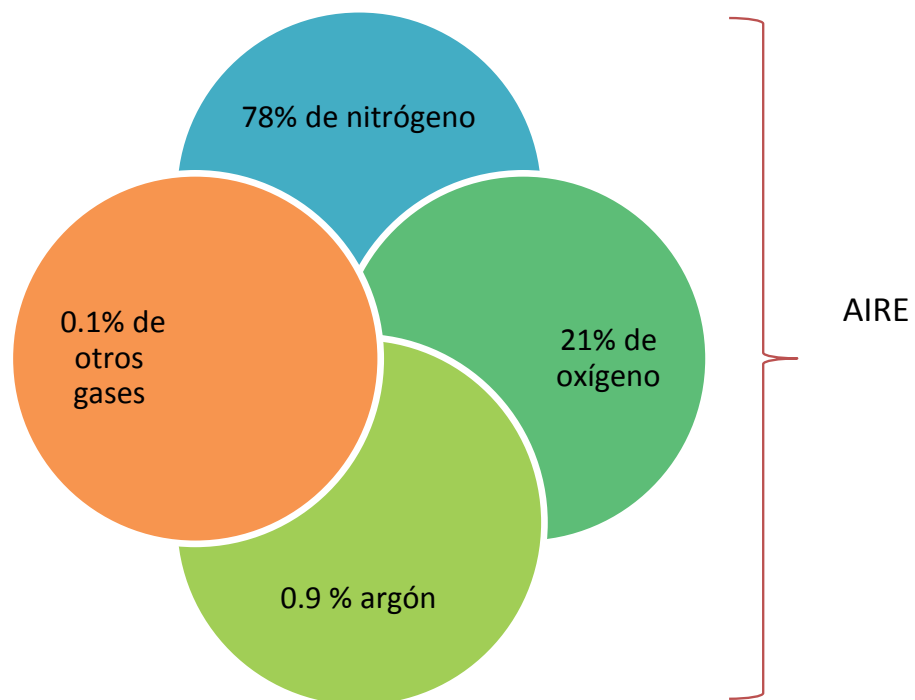
Cuando un hemisferio se encuentra más inclinado hacia el sol, recibe mayor radiación solar y por tanto los días duran más, a diferencia del otro hemisferio donde el sol está más alejado y por ello los días son más cortos y hace más frío.

## 1.4. ¿QUÉ ES LA ATMÓSFERA?

Es una masa gaseosa que constituye la capa externa y envolvente de la Tierra, que con un espesor aproximado de 2 kilómetros hace posible la vida en nuestro planeta. Esta envoltura gaseosa es una mezcla de distintos gases.

## 1.5. ¿QUÉ GASES COMPONEN LA ATMÓSFERA?

La atmósfera está formada por el aire, que es una mezcla de diferentes gases, con diferentes propiedades, acompañados de partículas sólidas y líquidas en suspensión como polen, cenizas volcánicas, residuos de combustión, agua, etc. (Educaplus.org, 2016).



### FIGURA 5. COMPOSICIÓN DEL AIRE

Debemos de reconocer que los gases más abundantes en la atmósfera no son los que necesariamente influyen en el clima a diferencia del dióxido de carbono y el vapor de agua que pese a encontrarse en menor porcentaje son los de mayor importancia climática.

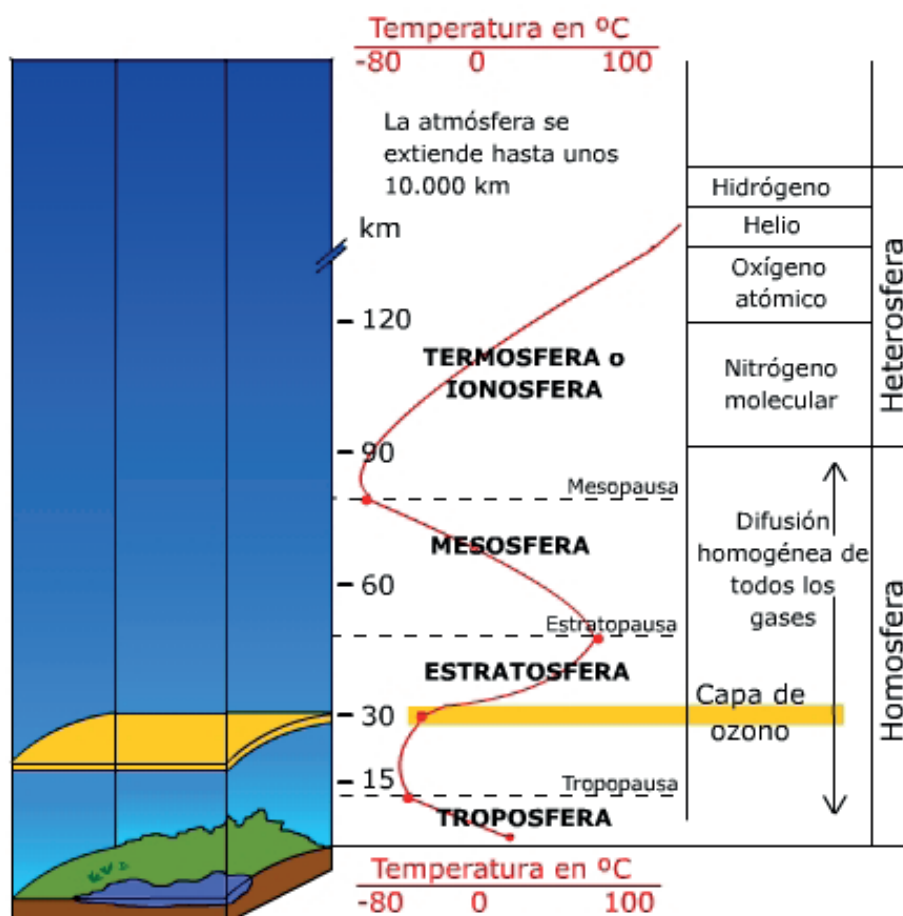


## 1.6. ¿DÓNDE OCURREN LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS?

Los distintos fenómenos meteorológicos que componen el tiempo tienen como escenario la atmósfera, es así que podemos considerar que vivimos en un “océano de aire” de manera parecida a como los peces lo hacen en el agua.

Como el mar de agua, el de aire también posee fenómenos particulares, los cuales afectan a nuestra vida y medio ambiente de maneras muy diversas (Figuroa, 2011).

La estructura vertical de atmósfera se compone de diferentes capas con características particulares.



**FIGURA 6.** ESTRUCTURA VERTICAL DE LA ATMÓSFERA

FIGURA 7. CARACTERÍSTICAS DE LA TROPÓSFERA Y ESTRATÓSFERA.



**FIGURA 8. CARACTERÍSTICAS DE LA MESÓSFERA Y TERMÓSFERA**



## 1.7. CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA

Ciencias de la atmósfera es un término genérico para las ciencias que estudian la atmósfera, sus procesos, los efectos que otros sistemas tienen sobre la atmósfera, y los efectos de la atmósfera en estos sistemas. Las ciencias de la atmósfera se han ampliado a la esfera de la ciencia planetaria y el estudio de las atmósferas de los planetas del sistema solar. Comprende las siguientes disciplinas: La Meteorología, la Climatología y la Aeronomía

## 1.8. TIEMPO METEOROLÓGICO

Conocido también como tiempo atmosférico, viene a ser el estado de la atmósfera en un instante determinado. El tiempo va a determinar los cambios y variaciones de la atmósfera para un lugar y momento preciso.

Se define por las condiciones de temperatura y precipitación en un momento específico. Se puede pensar en el tiempo atmosférico como “la ropa que se pone para las condiciones actuales.” El tiempo atmosférico está definido por las condiciones actuales y se puede usar la ropa de acuerdo a las condiciones actuales.

Por ejemplo, si llueve voy a llevar un paraguas. El tiempo atmosférico tiene un sentido más a corto plazo (Chisolm, 2015).

## 1.9. METEOROLOGÍA

Es la ciencia que estudia las propiedades y estructura de la atmósfera; así como los procesos y fenómenos que ocurren dentro de ella. La finalidad de esta ciencia es tratar el tiempo presente, estudiar la mutabilidad de los fenómenos en tiempo e independizar al hombre de las inclemencias del tiempo (Figueroa, 2011).

## 1.10. CLIMA

El clima es el estado promedio de la atmósfera en lapsos de tiempo muy grandes y es modulado por un conjunto de fenómenos que caracterizan el estado medio atmosférico de un lugar (Orellana, s.f.).

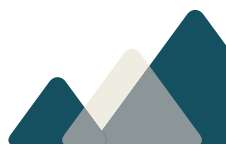
## 1.11. CLIMATOLOGÍA

Es la ciencia que busca describir y explicar la naturaleza del clima, su variabilidad de un lugar a otro y la forma como se relaciona con distintas actividades humanas (Figueroa, 2011).

La climatología consiste en el estudio del clima, sus variaciones y extremos y su influencia en varias actividades, sobre todo (aunque no exclusivamente) en los ámbitos

Capítulo 02

## **METEOROLOGÍA**



## 2.1. ¿QUÉ ES LA METEOROLOGÍA?

Es la ciencia que estudia las propiedades y estructura de la atmósfera; así como los procesos y fenómenos que ocurren dentro de ella. Su finalidad es independizar al hombre de las inclemencias del tiempo (Figueroa, 2011).

La variedad de estados atmosféricos producidos por el tiempo meteorológico se dan en una cantidad de escalas en tiempo y espacio, por lo general se distinguen cuatro tipos de escalas:

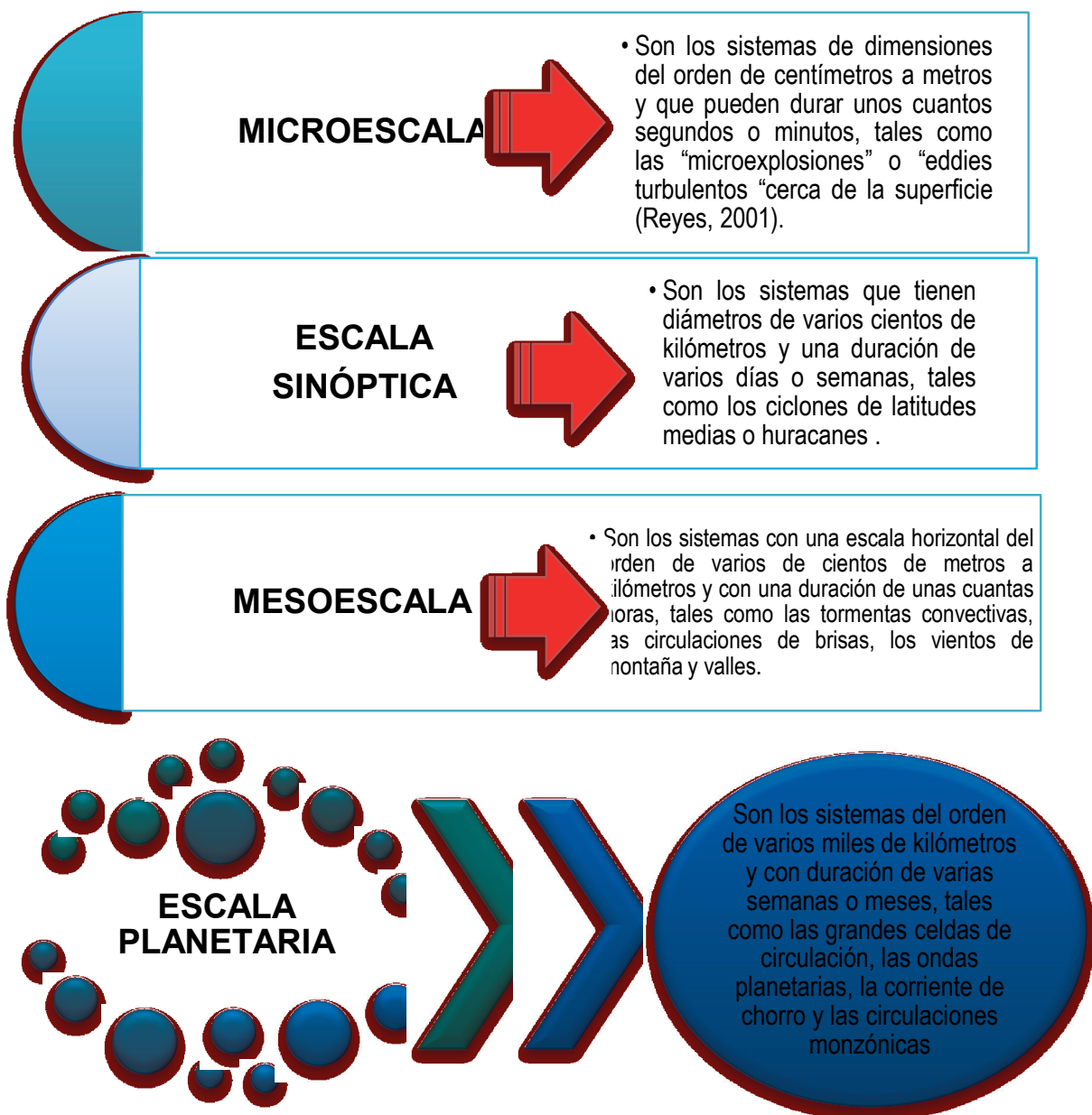


FIGURA 9. ESCALAS DE LA METEOROLOGÍA.

### Escalas meteorológicas horizontales:

- **Microescala:** < 100 m: por ej aplicación en agrometeorología: evaporación
- **Escala Local** entre 100 m y 3 km: contaminación atmosférica, tornados, etc.
- **Mesoescala:** entre 3 a 100 Km: tormentas, brisa de mar y tierra, etc.
- **Escala Sinóptica:** 100 a 3000 km: frentes, ciclones, clusters nubosos
- **Escala planetaria:** > 3000 km: ondas largas en altura

## 2.2. ¿CUÁLES SON LAS RAMAS DE LA METEOROLOGÍA?

De acuerdo a Reyes, desde un punto de vista teórico, la meteorología puede ser dividida en las siguientes ramas:

---

**Meteorología dinámica:** estudia los movimientos y los procesos termodinámicos de la atmósfera, así como los mecanismos que generan los distintos fenómenos, tales como: el viento, la circulación, la vorticidad, el transporte, etc. En esta rama de la meteorología se incluye el estudio de la formación de los huracanes, las tormentas extratropicales y otros.

---

**Meteorología física:** estudia los procesos físicos tales como calor, radiación, evaporación, condensación, precipitación, fenómenos ópticos, eléctricos y acústicos. En esta rama de la meteorología se incluye el estudio de fenómenos hermosos, tales como arcoíris, coronas, halos o nubes noctilucen.

---

**Meteorología sinóptica:** estudia las variaciones día con día y los procesos atmosféricos con base en las observaciones de los parámetros atmosféricos en todo el mundo o sobre una región relativamente grande.

Los meteorólogos sinópticos estudian la formación y el movimiento de distintos fenómenos dinámicos, tales como los tornados, las tormentas tropicales, los huracanes, los frentes y las tormentas extratropicales. A partir de estas observaciones y de la aplicación de distintos métodos empíricos, estadísticos, dinámicos y computacionales, se elaboran los mapas del estado de tiempo actual y del pronóstico meteorológico.

## FIGURA 9. RAMAS DE LA METEOROLOGÍA.

## 2.3. ¿A QUÉ SE CONOCE COMO ELEMENTO METEOROLÓGICO?

El elemento meteorológico se define como aquella variable atmosférica o fenómeno (temperatura del aire, presión, viento, humedad, tormentas, nieblas, ciclones o anticiclones, etc.) que caracteriza el estado del tiempo en un lugar específico y en un tiempo dado (SENAMHI, 2017).

## 2.4. ¿QUÉ ES UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA?

Una estación meteorológica es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas (Farreras, y otros, 2008). Las mediciones y registros se realizan a través de instrumentos adecuados.

### 2.4.1. ¿CUÁLES SON LOS INSTRUMENTOS Y VARIABLES QUE SE MIDEN EN UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA?

Los instrumentos y las variables meteorológicas a medirse van a depender del tipo de estación y del estudio que se va a desarrollar.

Los instrumentos que terminen en “grafo”, son instrumentos que van realizando gráficas de acuerdo a sus mediciones.

Entre los principales instrumentos y variables meteorológicas, se tiene:

**TABLA 1. PRINCIPALES INSTRUMENTOS Y VARIABLES EN UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>VARIABLES</b>
<b>Termómetro</b>	Temperatura
<b>Termómetro de máxima</b>	Temperatura máxima
<b>Termómetro de mínima</b>	Temperatura mínima
<b>Termómetros de subsuelo</b>	Temperaturas del suelo (a diferentes profundidades)
<b>Barómetro</b>	Presión de la atmósfera en la superficie
<b>Pluviómetro</b>	Cantidad de precipitación
<b>Psicrómetro o higrómetro</b>	Humedad relativa del aire y temperatura de punto de rocío.
<b>Piranómetro</b>	Insolación solar
<b>Heliógrafo</b>	Horas de sol
<b>Anemómetro (cazoletas)</b>	Velocidad (cazoletas) y dirección (veleta) de viento
<b>Cielómetro</b>	Altura de las nubes (sólo en el punto donde se encuentra ubicado)



## 2.4.2. ¿DÓNDE SE DEBE UBICAR UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA?

Las estaciones meteorológicas se deben ubicar teniendo en cuenta las recomendaciones de la OMM o de los Servicios Meteorológicos, las principales recomendaciones son:

- Ubicar las estaciones en lugares representativos, llanos. Cuando hay muchas instalaciones las dimensiones del terreno deben ser de 25m x 25m, caso contrario puede ser más pequeños por ejemplo de 7m x10m.
- Evitar zonas con hondonadas o con pendientes abruptas.
- La zona de emplazamiento de la estación meteorológica, debe estar libre de obstáculos.
- El suelo debe estar cubierto de césped o material o una superficie representativa de la localidad.
- Debe presentar un cerco para evitar que personas ajenas ingresen y alteren los datos.
- Para los instrumentos se debe tener en cuenta: por ejemplo, que no se proyecte sombra sobre el instrumento medidor de la radiación (tanto global como difusa) o evitar obstáculos que afecten a la recogida de lluvia por el pluviómetro o a la velocidad del viento (Farreras, y otros, 2008).
- La distancia del pluviómetro al obstáculo debe ser 4 veces la altura del obstáculo de preferencia de lo contrario, el doble.
- Cuando haya árboles o edificios a cierta distancia del entorno del recinto de instrumentos que impidan divisar con suficiente amplitud el horizonte, deberían elegirse otros puntos para las observaciones de luz solar o radiación.
- El lugar desde donde se realice la observación de las nubes y de la visibilidad debería ser lo más despejado posible y permitir la visión más amplia posible del cielo y del paraje circundante
- Otras

### 2.4.3. ¿CÓMO SE CLASIFICAN LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS?

Las estaciones meteorológicas, se pueden clasificar de diversas maneras, entre las principales se tiene:

**Estación pluviométrica:** viene a ser aquella que tiene un recipiente o un pluviómetro que permite medir la cantidad de lluvia caída.

**Estación pluviográfica:** la estación meteorológica puede realizar de forma continua y mecánica un registro de las precipitaciones, por lo que nos permite conocer la cantidad, intensidad, duración y período en que ha ocurrido la lluvia.

**Estación climatológica ordinaria:** esta estación meteorológica tiene que estar provista obligatoriamente de psicrómetro, de un pluviómetro y un pluviógrafo, para así poder medir las precipitaciones y la temperatura de manera instantánea.

**Estación climatológica principal:** este tipo de estación meteorológica realiza observaciones de los principales elementos meteorológicos en horas convenida internacionalmente. Los datos se toman horariamente y corresponden a nubosidad, dirección y velocidad de los vientos, presión atmosférica, temperatura del aire, tipo y altura de las nubes, visibilidad, fenómenos especiales, características de humedad, precipitaciones, temperaturas extremas, capa significativas de las nubes, recorrido del viento y secuencia de los fenómenos atmosféricos. Esta información se codifica y se intercambia a través de los centros mundiales con el fin de alimentar los modelos globales y locales de pronóstico y para el servicio de la aviación.

**Estación sinóptica principal:** este tipo de estación meteorológica realiza observaciones de los principales elementos meteorológicos en horas convenidas internacionalmente. Los datos se toman horariamente y corresponden a nubosidad, dirección y velocidad de los vientos, presión atmosférica, temperatura del aire, tipo y altura de las nubes, visibilidad, fenómenos especiales, características de humedad, precipitaciones, temperaturas extremas, capa significativas de las nubes, recorrido del viento y secuencia de los fenómenos atmosféricos. Esta información se codifica y se intercambia a través de los centros mundiales con el fin de alimentar los modelos globales y locales de pronóstico y para el servicio de la aviación.

**Estación sinóptica suplementaria:** al igual que en la estación meteorológica anterior, las observaciones se realizan a horas convenidas internacionalmente y los datos corresponden comúnmente a la visibilidad, fenómenos especiales, tiempo atmosférico, nubosidad, estado del suelo, precipitaciones, temperatura y humedad del aire, viento.

**Estación agrometeorológica:** en esta estación meteorológica se realizan mediciones y observaciones meteorológicas y biológicas, incluyendo fenológicas y otro tipo de observaciones que puedan ayudar a la determinación de las relaciones entre el tiempo y el clima, por una parte y la vida de las plantas y los animales, por la otra. Incluye el mismo programa de observaciones de la estación climatológica principal, más registros de temperatura a varias profundidades (hasta un metro) y en la capa cercana al suelo (0, 10 y 20 cm sobre el suelo)

FIGU

## 2.4.4. ¿QUÉ TIPOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS SE CONOCEN?

De acuerdo a la OMM, las estaciones meteorológicas pueden ser de los siguientes tipos:

**TABLA 2. PRINCIPALES INSTRUMENTOS Y VARIABLES EN UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

Tipo	Descripción	VARIABLES meteorológicas
<b>Estaciones de altura</b>	Consisten en el lanzamiento de globos sonda, este proceso es conocido como radiosondeo y los datos son enviados a diferentes alturas.	Presión, temperatura, viento, humedad relativa
<b>Estaciones marinas</b>	Consiste en el empleo de barcos y boyas (fijas y a la deriva)	Temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento, presión atmosférica, precipitación, radiación, temperatura de agua de mar, altura y periodo de olas.
<b>Aviones</b>	Realizan mediciones a lo largo de sus rutas	Presión, temperatura y viento
<b>Superficie</b>	Aquellas que se ubican sobre la superficie con fines aeronáuticos climatológicos, sinópticos u otros.	Las mencionadas anteriormente y muchas otras más.

## a. ¿Qué son las estaciones meteorológicas convencionales?

Las estaciones convencionales son estaciones de superficie que poseen un cerco perimétrico dentro del cual se encuentran ubicados los diferentes instrumentos que registran diversas variables meteorológicas.

Para su operación es necesario de un observador meteorológico, quien constantemente tiene que estar leyendo el registro de los instrumentos y comunicando al servicio de meteorología.

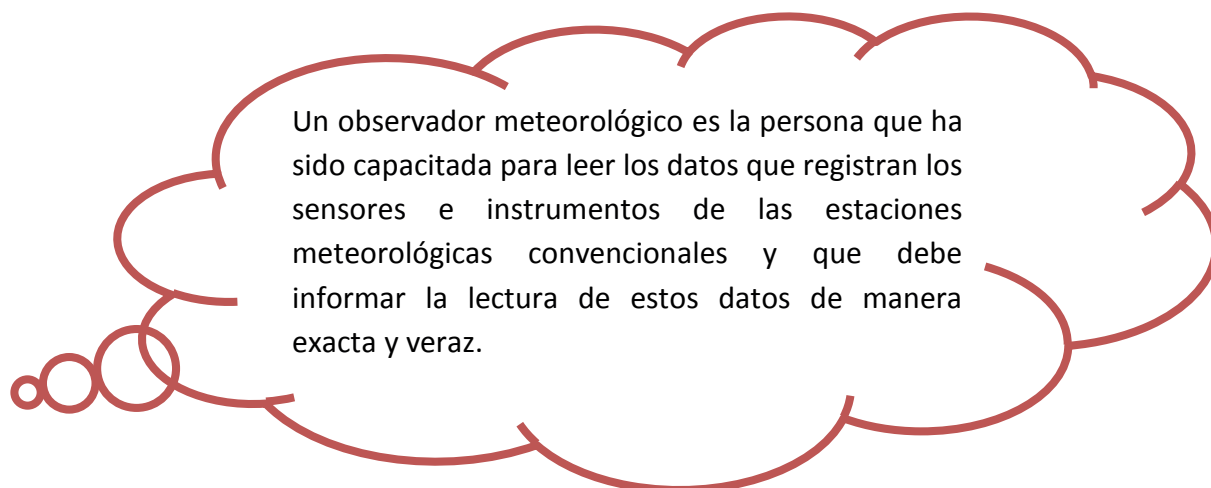


**FIGURA 11. ESTACIÓN METEOROLÓGICA CONVENCIONAL LAMAR-INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ. RECUPERADO DE [HTTP://SCAH.IGP.GOB.PE/LABORATORIOS/LAMAR](http://scah.igp.gob.pe/laboratorios/lamar)**

### I. ¿Qué es la observación meteorológica?

La observación meteorológica consiste en la medición y determinación de todos los elementos que en su conjunto representan las condiciones del estado de la atmósfera en un momento dado y en un determinado lugar utilizando instrumental adecuado y completado por los sentidos del observador, principalmente la vista (Servicio Meteorológico Nacional Argentino, s.f.).

La observación meteorológica se realizará en las horas sinópticas o lo más cercana a ellas, dos o tres veces al día o también de acuerdo a las horas que labora el personal. Si sólo se realizará una lectura, de acuerdo a la OMM (2011), esta deberá realizarse entre las 7:00 o 9:00 de la mañana



## II. ¿Cuáles son las horas sinópticas?

Las horas sinópticas son las 00, 06, 12, 18; las horas sinópticas son 03, 09, 15, 21

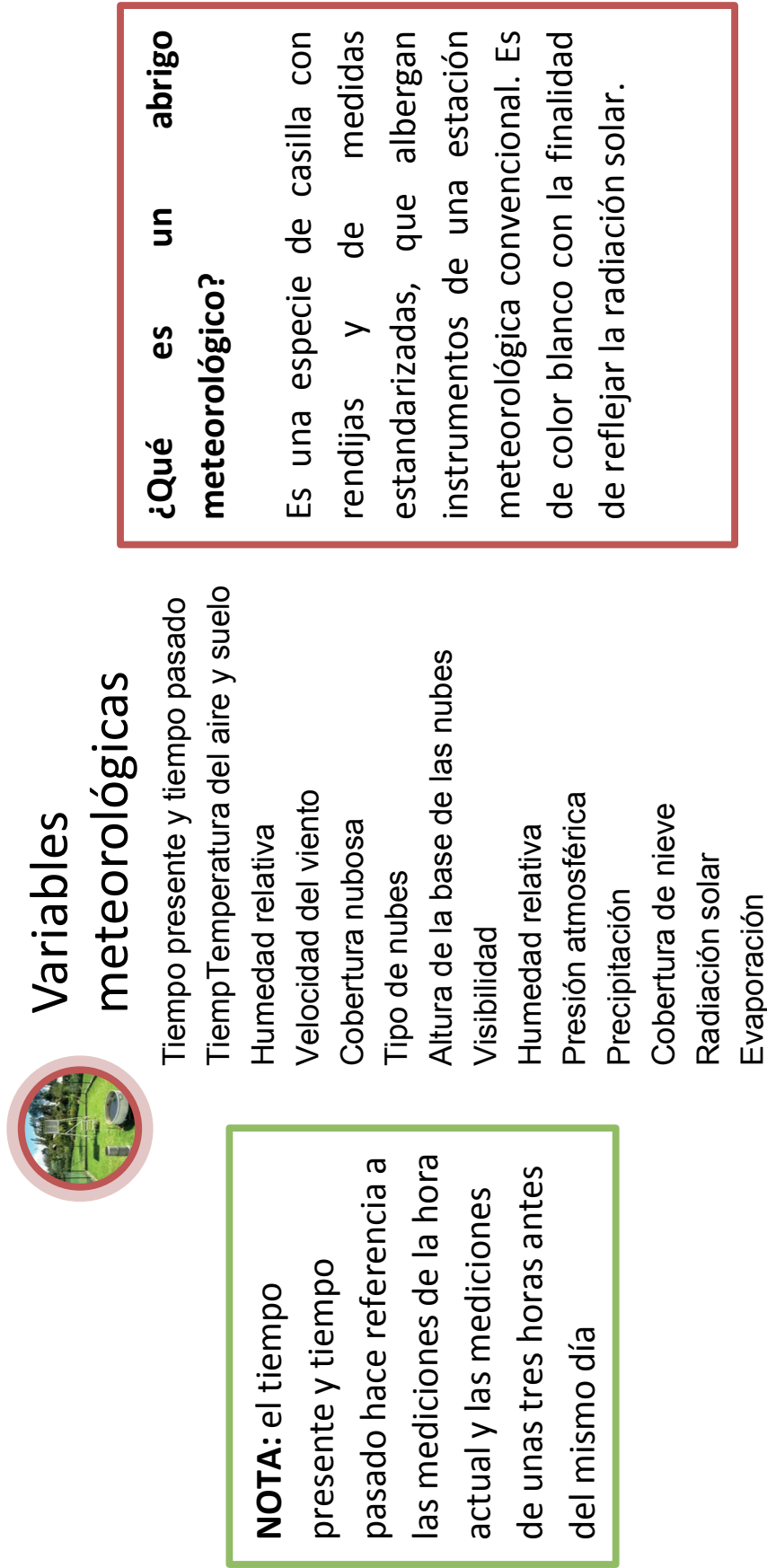
### TABLA 3. OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS

Observaciones	Descripción
<b>Sinópticas</b>	Observaciones tomadas en horas fijas del día, son usadas por lo general para pronósticos de tiempo meteorológico.
<b>Climatológicas</b>	Se realizan a horas fijas, tres o cuatro veces al día; se realiza para observar las fluctuaciones de las condiciones atmosféricas.
<b>Aeronáuticas</b>	Son observaciones especiales que se realiza en los aeródromos con la finalidad de permitir el tránsito aéreo.
<b>Marítimas</b>	Se realiza sobre buques y boyas, son observaciones de superficie de los océanos. Se hacen observaciones sinópticas que son transmitidas a las estaciones costeras.
<b>Agrícolas</b>	Se hacen de los elementos físicos y biológicos del medio ambiente, para determinar la relación entre el tiempo y la vida de plantas y animales.
<b>Precipitación</b>	Observaciones relativas a la frecuencia, intensidad y cantidad de precipitación, ya sea en forma de lluvia, llovizna, aguanieve, nieve o granizo
<b>Altitud</b>	Observaciones de la presión atmosférica, temperatura, humedad y viento que se efectúan a varios niveles de la atmósfera, llegándose generalmente hasta altitudes de 16 a 20 km. y, muchas veces, a más de 30 km.

*Nota. Tomada de SENAMHI (2017). La meteorología. Aprendiendo*



**FIGURA 12. VARIABLES METEOROLÓGICAS EN ESTACIONES METEOROLÓGICAS CONVENCIONALES.**



## b. ¿Qué son las estaciones meteorológicas automáticas?

Las estaciones meteorológicas automáticas son aquellas estaciones que registran la información ambiental mediante el empleo de sensores especializados, la información que se registra puede ser en forma horaria o de acuerdo a las necesidades para las cuales fue instalada. Estas estaciones poseen un sistema de almacenamiento de datos que permiten guardar los registros de los sensores por el tiempo que sea necesario de acuerdo a la cantidad de variables que está midiendo y el tiempo de registro; una vez llegado al tiempo establecido, es necesario que se descargue dicha información con la finalidad de evitar la pérdida de los mismos.

La información almacenada puede ser transferida satelitalmente hacia el servicio meteorológico o el centro de operaciones en forma horaria, por lo que ya no es necesario que el observador meteorológico este haciendo visitas a la estación en horas establecidas, todo ello facilita a que este tipo de estaciones puedan ser instaladas en diferentes lugares donde exista la seguridad de protección de la estación meteorológica automática.



**FIGURA 13.** ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA EM15\_TINGUA-CIAD-FCAM-UNASAM

## 2.4.5. ¿PARA QUÉ SE USAN LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS?

Las estaciones meteorológicas son empleadas para diversos fines, entre ellos tenemos:

- Investigaciones meteorológicas
- Monitorización meteorológica, previsiones, alarmas locales, y modelización climática.
- Aplicaciones en calidad de aire
- Aplicaciones hidrometeorológica
- Sistemas de control de inundaciones
- Monitorización en vertederos
- Zonas deportivas
- Puntos de referencia en tierra para imágenes de satélite
- Prevenciones incendios forestales
- Agricultura: gestión de cultivo como programación de riego, control de enfermedades y plagas, patología de la planta y la predicción de heladas (Campbell Sientific Sapin S.L, 2017).
- Estudios de erosión
- Almacenamiento y manejo de alimentos
- Estudios de energía renovables.
- Calidad de aire en ciudades
- Estudios ecológicos, biológicos, microclima
- Preservación histórica: museos
- Minas: extracción de minerales, geología
- Estudios de carreteras, control de tráfico
- Muelles y puertos
- Seguridad de puentes, viaductos, autopistas.
- Otros



## 2.4.6. ¿QUÉ ES UNA RED DE ESTACIONES?

Una red de estaciones consiste en varias estaciones del mismo tipo (tales como un conjunto de estaciones pluviométricas, estaciones de medición de la radiación o estaciones climatológicas), que se administran como un grupo (Organización Meteorológica Mundial (OMM), 2011).

**NOTA:** Las estaciones climatológicas que forman parte de una red nacional, deben estar equipadas con instrumentos normalizados autorizados.

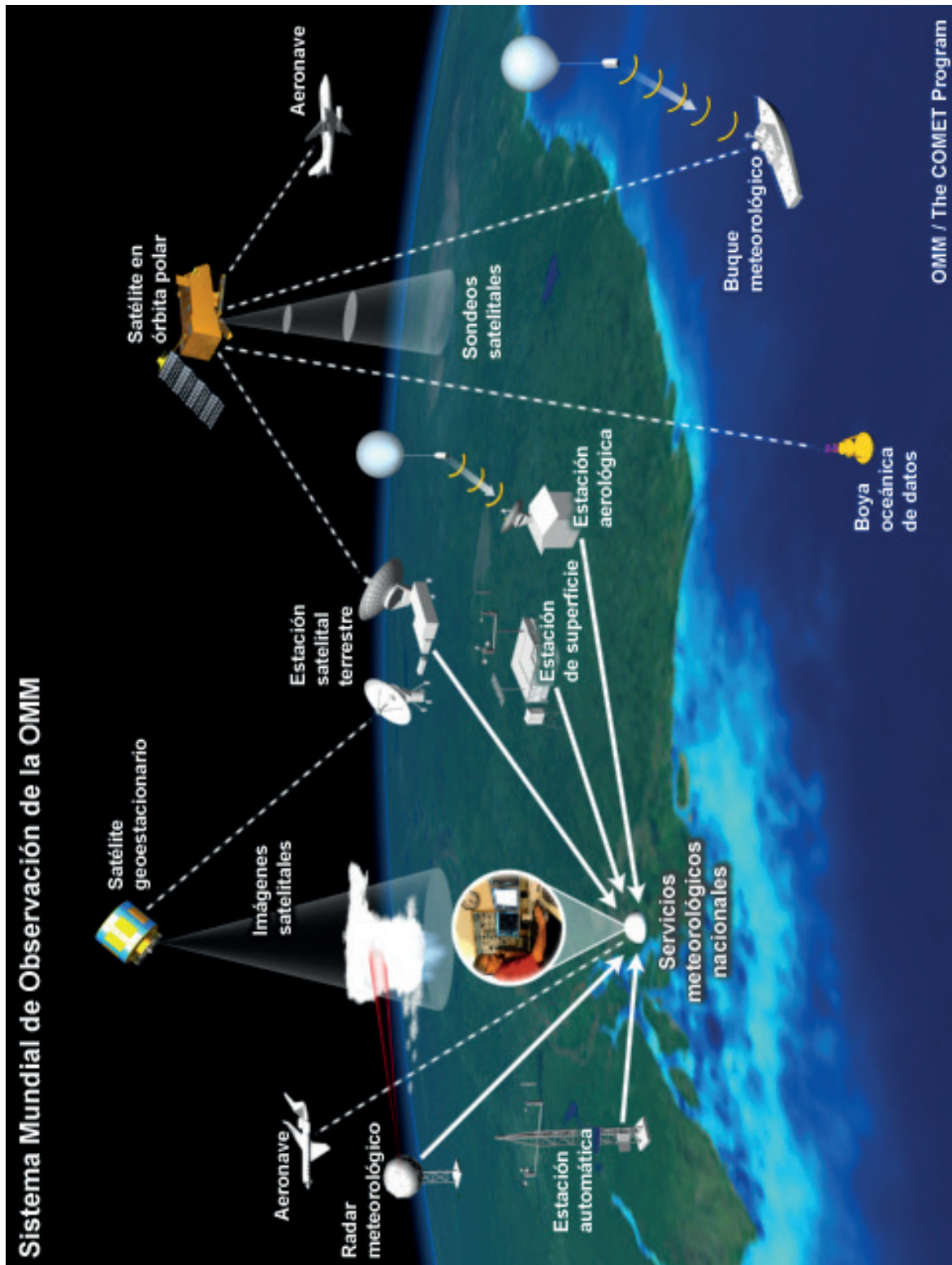
## 2.5. ¿QUÉ SON LOS SISTEMAS DE OBSERVACIÓN METEOROLÓGICA?

Los sistemas de observación meteorológica vienen a ser aquellos sistemas que se conforman tanto de observaciones in-situ como por sensoramiento remoto.

Las observaciones se realizan en todo el mundo en horas prefijadas, utilizando la hora UTC (Universal Time Coordinated), también llamada hora Z (estas horas toman como referencia el meridiano de 0° que es el que pasa por la ciudad inglesa de Greenwich).

Las horas principales de observación son las 00, 06, 12 y 18 UTC (Ministerio de Educación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2011). De acuerdo a SENAMHI (2013) para Perú, en superficie las horas fijas principales son 19, 01, 07, 13 hora local y las horas fijas intermedias son 03, 09, 15 y 21 horas.

**FIGURA 14.** DIAGRAMA CONCEPTUAL DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA MUNDIAL DE OBSERVACIÓN (SMO) APOYADO POR LA ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM). RECUPERADO DE [HTTP://WWW.GOES-R.GOV/USERS/COMET/GOES\\_R/ENVMON\\_ES/NAVMENU.PHP\\_TAB\\_1\\_PAGE\\_4.3.0\\_TYPE\\_FLASH.HTM](http://www.goes-r.gov/users/comet/goes_r/envmon_es/navmenu.php_tab_1_page_4.3.0_type_flash.htm)



## 2.6. ¿QUÉ SON LOS PRONÓSTICOS DEL TIEMPO?

Los pronósticos del tiempo vienen a ser predicciones de las condiciones futuras de la atmósfera, esto se hace posible a partir del empleo de datos provenientes de las redes de estaciones meteorológicas.

El pronóstico de tiempo permite la planificación ante los futuros eventos, por ejemplo, con un pronóstico de tiempo en Huaraz sabremos si el día de mañana habrá lluvias o no, esto nos permitiría saber qué equipos debemos cargar si saldremos a campo.

Actualmente los pronósticos están tomando mayor importancia, ya que están alto grado de coincidencia de lo pronosticado, esto es gracias al empleo de mayor información y los modelos que permiten ello.

### 2.6.1. ¿CÓMO SE REALIZA UN PRONÓSTICO DE TIEMPO?

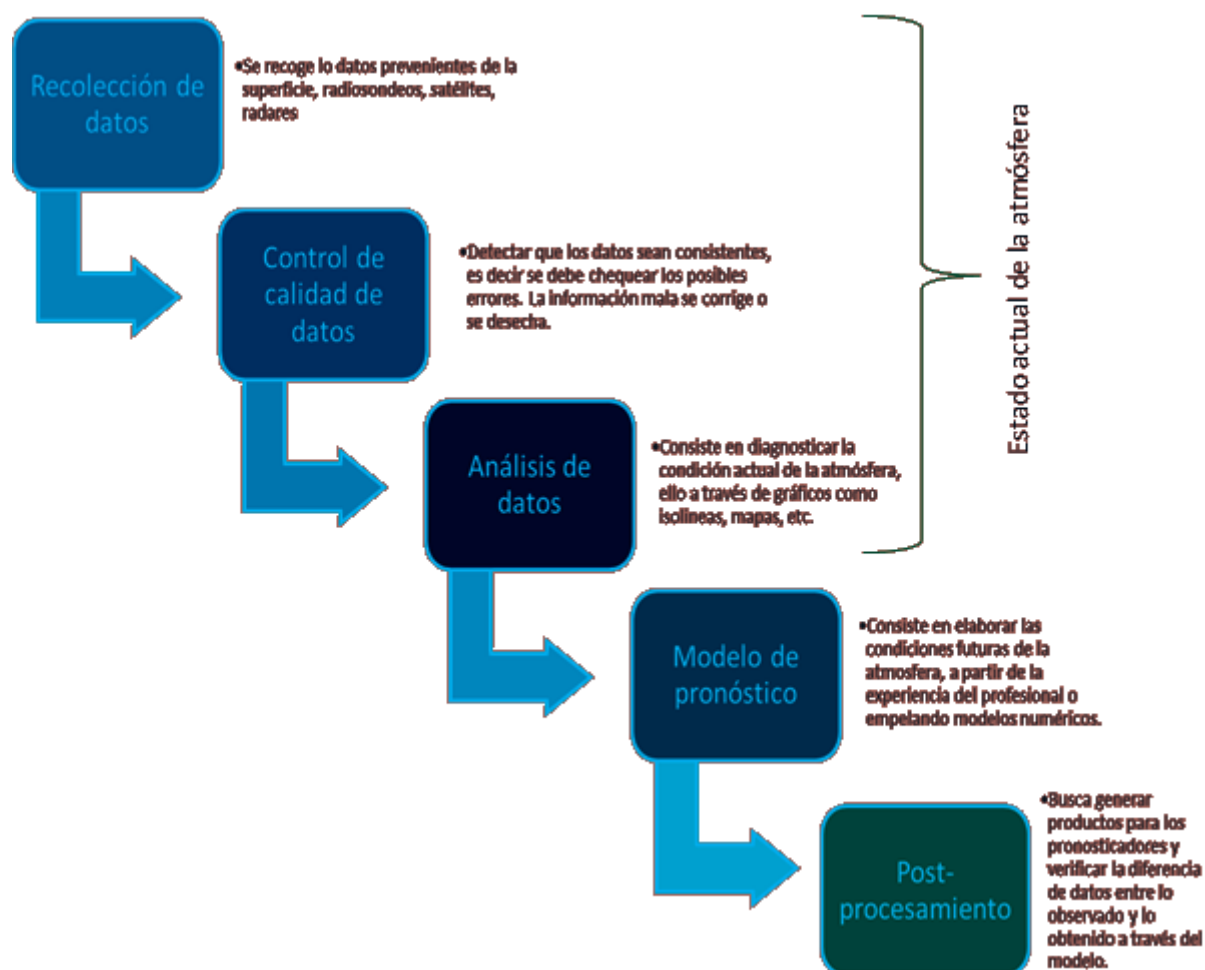
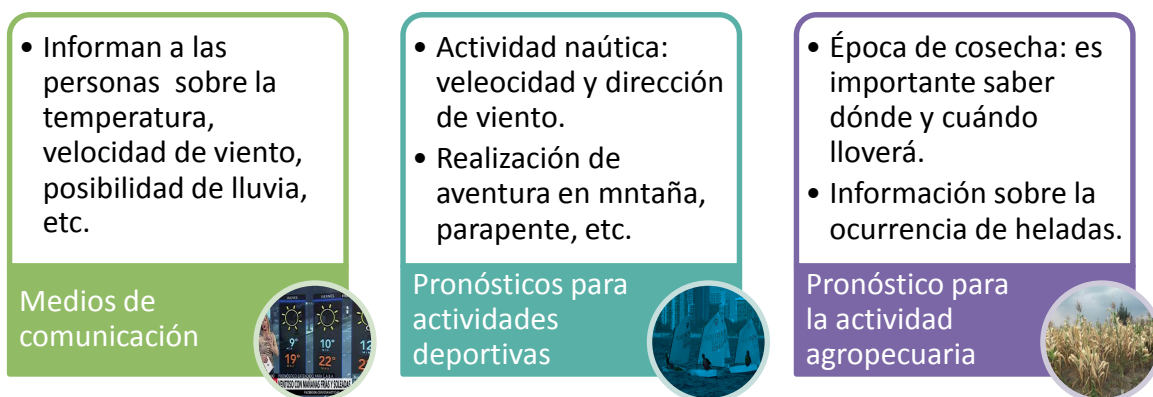


FIGURA15. PASOS PARA UN PRONÓSTICO DE TIEMPO.

## 2.6.2. ¿PARA QUÉ SIRVEN LOS PRONÓSTICOS METEOROLÓGICOS?

Los pronósticos meteorológicos son empleados para varias situaciones de la vida cotidiana, así por ejemplo:



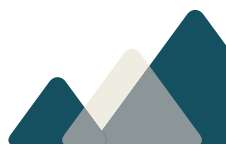
**FIGURA 16. USOS DE PRONÓSTICOS DE TIEMPO METEOROLÓGICOS**

## 2.7. IMPORTANCIA DE LA METEOROLOGÍA

La importancia de las mediciones y los productos meteorológicos radica en el valor socio-económico de los mismos, ya que está cuantificado en los Estados Unidos que, por cada dólar invertido en meteorología, se obtiene una ganancia de 100. Los pronósticos del tiempo y clima son realizados a fin de proteger la vida y la propiedad de las personas, salvar las cosechas de posibles eventos extremos, como así también la planificación de las actividades de los grupos de decisión. Las actividades comerciales como el agro o la aeronavegación dependen, fuertemente, del pronóstico del tiempo a corto (3 a 5 días) y mediano plazo (7 a 15 días), lo cual permite tomar las difíciles decisiones relacionadas el cierre o apertura de un aeropuerto o determinar el mejor momento de la temporada para cosechar o sembrar el campo. También el público general requiere hoy de un pronóstico más preciso a fin de planificar sus actividades cotidianas desde la ropa que vestirá un día determinado, el estado de las autopistas, la planificación de actividades al aire libre, entre otras actividades (Ministerio de Educación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2011).

Capítulo 03

## **CLIMATOLOGÍA**



### 3.1. ¿QUÉ ES EL CLIMA?

El clima es la media de las condiciones meteorológicas en una zona durante un largo período de tiempo (Organización Mundial de Meteorología, 2017).

En sentido estricto, se entiende por clima las condiciones meteorológicas normales correspondientes a un lugar y período de tiempo determinados. El clima puede explicarse mediante descripciones estadísticas de las tendencias y la variabilidad principales de elementos pertinentes, como la temperatura, la precipitación, la presión atmosférica, la humedad y los vientos, o mediante combinaciones de elementos, tales como tipos y fenómenos meteorológicos, que son característicos de un lugar o región, o del mundo en su conjunto, durante cualquier período de tiempo (Guía de prácticas climatológicas, OMM.)

Son los aspectos o condiciones del sistema atmósfera, hidrosfera y superficie del suelo que varían lentamente (American Meteorological Society).

El clima es la media de las condiciones meteorológicas en una zona durante un largo período de tiempo (Organización Mundial de Meteorología, 2017).

El clima es la condición o estado físico de la atmósfera, resultante de la interacción o interrelación de los elementos o factores climáticos en un cierto período de tiempo cronológico y ciertas áreas geográficas o sea el clima es la síntesis de todos los elementos en una combinación única. Puede entenderse como la gama o diversidad del tiempo atmosférico existente en el lapso de tiempo cronológico y área geográfica en consideración (Figuroa, 2011).

### 3.2. ¿QUÉ SON LOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS?

Los elementos del clima vienen a ser variables originados por el intercambio energético entre la tierra y su atmósfera en un periodo apreciable de tiempo (Figuroa, 2011).

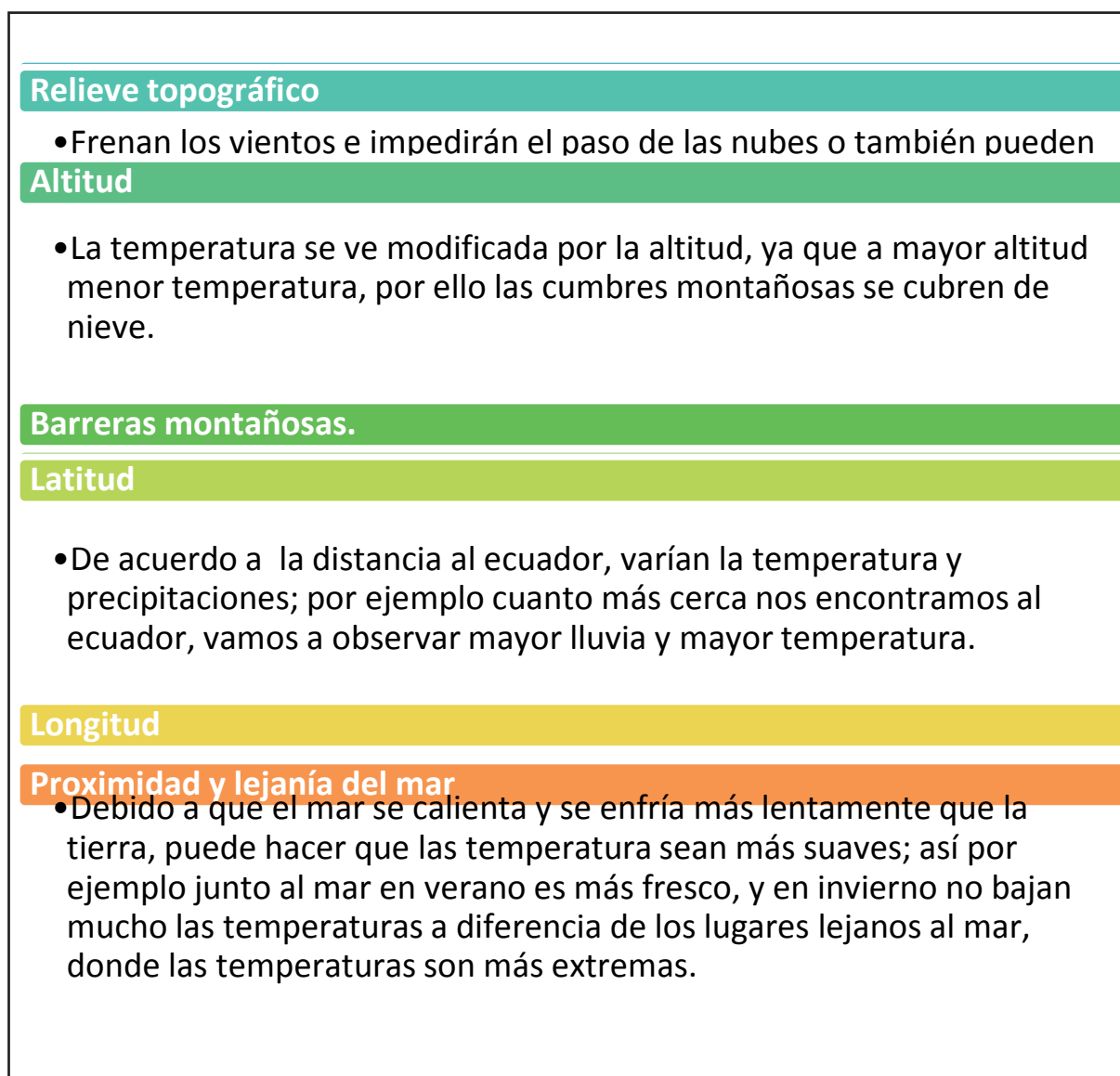


**FIGURA 17. ELEMENTOS CLIMÁTICOS**

### 3.3. ¿QUÉ SON LOS FACTORES CLIMÁTICOS?

Son aquellos que modifican o controlan las magnitudes o intensidades de los elementos climáticos, modificando o determinando los diferentes climas. Pueden ser variables o fijos.

**a. Factores fijos:** son los factores que están presentes en el tiempo y espacio



**FIGURA18.** FACTORES CLIMÁTICOS FIJOS

## b. Factores variables



Los factores climáticos, de acuerdo a García (1982), son importantes en la formación de suelos, en la vegetación, en la fauna, en los fenómenos erosivos, etc. y en suma en la evolución de los ecosistemas.

### 3.4. ¿CÓMO SE DETERMINA EL CLIMA?

La media climática se determina a partir de un cálculo de las condiciones durante un período de 30 años. El clima cambia constantemente. Los científicos consideran que nuestro planeta se está calentando a un ritmo más veloz que en cualquier otro período anterior. Estos cambios rápidos obedecen principalmente a las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera (Organización Mundial de Meteorología, 2017).

### 3.5. ¿CÓMO VARÍA EL CLIMA?

La variabilidad del clima es estacional. El clima fluctúa todo el tiempo durante las estaciones y a lo largo de los años. Los inviernos se transforman en primaveras. Algunos veranos son más cálidos que otros. En algunos años llueve más que en otros. Esto se denomina “variabilidad del clima” (Organización Mundial de Meteorología, 2017).

Entre las causas de la variabilidad natural del clima cabe citar los ciclos y tendencias en la órbita de la Tierra, la radiación solar, la composición química de la atmósfera, la circulación oceánica y su interacción con la atmósfera y la biosfera (la esfera donde hay vida) (Organización Mundial de Meteorología, 2017).

Ahora vamos a introducir algunos conceptos de variabilidad y estacionalidad. Normalmente, el clima se define por los promedios, extremas y estacionalidad, pero siempre hay un poco de variabilidad cuando las condiciones no son exactamente las mismas del promedio. Esta variabilidad se manifiesta en varias escalas de tiempo, en las condiciones de un día a otro, de una hora a otra, o en escalas de tiempo más a largo plazo; la temperatura promedio en enero no va ser igual cada año. Esta variabilidad es natural y es distinto a las tendencias graduales que se observan con el cambio climático (Chisolm, 2015).



### 3.5.1. ¿QUÉ ES LA ESTACIONALIDAD?

Es la variabilidad cíclica durante el año. En los trópicos la estacionalidad es dominada por las precipitaciones (según el ciclo solar anual). La época de lluvia es de octubre a abril y la época de estiaje (los meses secos) es de mayo a septiembre (Chisolm, 2015).

### 3.5.2. ¿QUÉ ES VARIABILIDAD CLIMÁTICA?

Es cuando las condiciones actuales se desvían del promedio. Dos fenómenos que influyen en la variabilidad interanual son El Niño Oscilación del Sur (ENOS) y la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) (Chisolm, 2015).

### 3.5.3. ¿QUÉ ES LA DIVERSIDAD ESPACIAL DEL CLIMA?

Es la variabilidad en los patrones de clima por la geografía (latitud y altitud) (Chisolm, 2015).

### 3.5.4. ¿QUÉ SON LAS ANOMALÍAS?

Son variabilidades que no siguen los patrones del clima (es decir, que salen de los patrones normales). Anomalías extremas incluyen inundaciones, sequías y otros eventos extremos (Chisolm, 2015).

## 3.6. ¿A QUÉ SE DEBE EL CAMBIO DEL CLIMA ENTRE UNA REGIÓN Y OTRA?

Los cambios del clima son debido al desplazamiento de masas de aire sobre la superficie de la Tierra. Estas masas de aire van a tener diferente temperatura, humedad, presión y otras variables meteorológicas. De acuerdo a estos criterios podríamos diferenciar:

1.- **Masas de aire polares:** Reciben menos energía solar y cubren no sólo las regiones polares, sino también buena parte de la zona que se considera templada. De igual forma, se distingue entre aire polar marítimo y aire polar continental, siendo el segundo más seco y por tanto más frío que el primero (Tiempo y clima, 2017).

2.- **Masas de aire cálidas:** Pueden ser tropicales marítimas y tropicales continentales. Las primeras tienen un carácter cálido y un grado muy alto de humedad, ya que se extienden a lo largo, de los grandes océanos sometidos por la radiación solar a una evaporación intensa. Las segundas, que se extienden por los continentes en esas latitudes, se las considera continentales y, aunque de carácter cálido, no presentan un alto grado de humedad. Tienden a ser más bien secas.

Los contactos entre las diferentes masas de aire de desigual temperatura y grado de humedad son bruscos, originando tormentas y precipitaciones de diversa consideración; a este fenómeno meteorológico se le denomina (Tiempo y clima, 2017).

Entre las causas de la variabilidad natural del clima cabe citar los ciclos y tendencias en la órbita de la Tierra, la radiación solar, la composición química de la atmósfera, la circulación oceánica y su interacción con la atmósfera y la biosfera (la esfera donde hay vida) (Organización Mundial de Meteorología, 2017).

Se llama masa de aire a una gran porción de la atmósfera de características uniformes, extendiéndose en miles de kilómetros sobre la superficie de la tierra, mientras que, según la vertical sólo alcanza varios kilómetros de altura. (Ledesma, Principios de meteorología y climatología, 2011).

En estas masas sobre grandes distancias horizontales, la temperatura y la humedad son similares.

### 3.7. ¿CUÁL ES LA DIFERENCIA ENTRE CLIMA Y TIEMPO?

Es importante reconocer que clima y tiempo no son iguales. Por ejemplo el tiempo atmosférico a las ocho de la mañana va a estar determinado por la temperatura, presión atmosférica, dirección y velocidad de viento, cantidad de nubes, humedad, etc. que se registra en esa hora; de igual manera el tiempo en Carhuaz y Huaraz pueden tener un tiempo lluvioso pero no climas iguales. Entonces podemos decir que el tiempo se refiere a las condiciones atmosféricas en un momento determinado, mientras que el clima se va a referir a las condiciones atmosféricas que se suceden para un largo periodo de tiempo.

**“El clima es lo que esperamos y el tiempo es lo que tenemos”.**

*Mark Twain* (Organización Meteorológica Mundial, 2017)

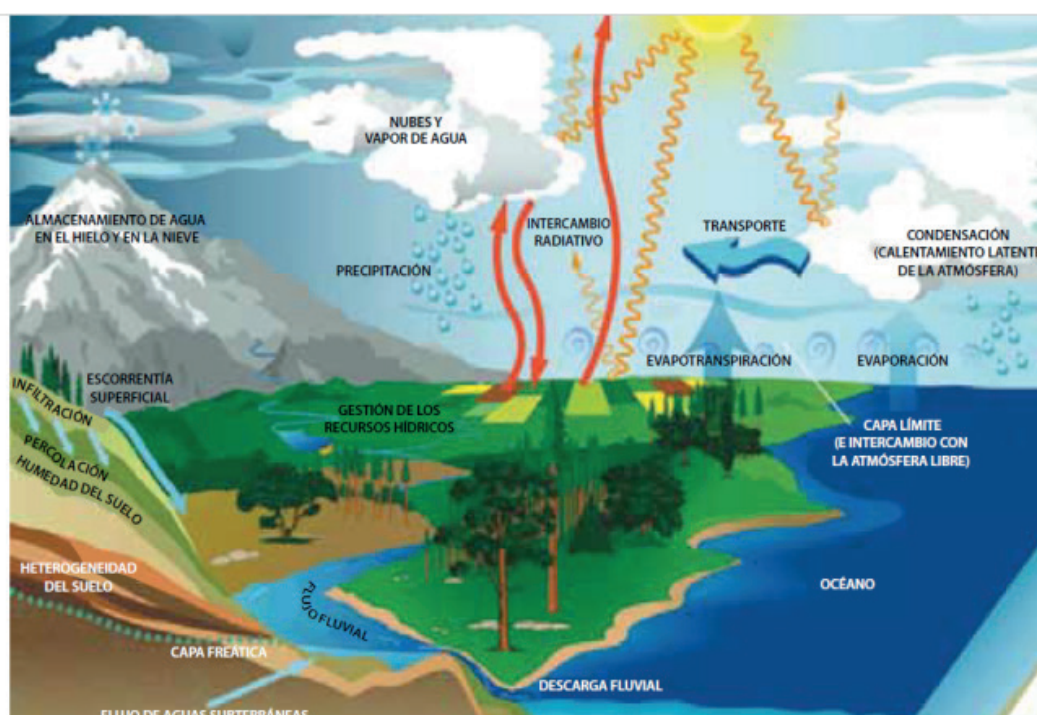
### 3.8. ¿QUÉ ES UN SISTEMA CLIMÁTICO?

El sistema climático es un conjunto interactivo y complejo constituido por la atmósfera, la superficie terrestre, la nieve y el hielo, los océanos y otras masas de agua y organismos vivos.

La atmósfera es la capa gaseosa que envuelve la Tierra. La atmósfera seca está compuesta casi íntegramente de nitrógeno y oxígeno, pero también contiene pequeñas cantidades de argón, helio, dióxido de carbono, ozono, metano y muchos otros gases traza. La atmósfera también contiene vapor de agua, gotitas de agua condensada en forma de nubes y

aerosoles. La hidrosfera es la parte del sistema climático de la Tierra que comprende el agua líquida distribuida sobre y bajo la superficie de la Tierra en océanos, mares, ríos, lagos de agua dulce, embalses subterráneos y otras masas de agua.

La criósfera abarca el conjunto de elementos del sistema de la Tierra que contienen agua en estado de congelación e incluye toda la nieve y el hielo (el hielo marino, los hielos de lagos y ríos, la cubierta de nieve, la precipitación sólida, los glaciares, los casquetes de hielo, las capas de hielo, el permafrost y suelo congelado estacionalmente). La litosfera es la capa superior de la parte sólida de la Tierra, que comprende tanto la corteza continental como los fondos marinos. La biosfera engloba todos los ecosistemas y organismos vivos presentes en la atmósfera, en tierra firme (biosfera terrestre) y en los océanos (biosfera marina), incluida la materia orgánica muerta resultante de ellos, como restos, materia orgánica del suelo o desechos oceánicos.



### 3.9. ¿QUÉ ES UNA ESCALA DE MEDICIÓN DE CLIMA?

Una escala temporal es un intervalo de tiempo. Puede oscilar desde minutos y horas hasta decenios, siglos e incluso períodos más largos. Las características correspondientes a un elemento durante una hora son importantes, por ejemplo, en actividades del sector agrícola tales como el control de pesticidas y el control del consumo de energía para el suministro de calefacción y refrigeración. Las características que presenta un elemento durante un día pueden determinar las actividades humanas que pueden realizarse en condiciones seguras. El clima observado durante meses o años determinará, por ejemplo, los cultivos que pueden plantarse o la disponibilidad de agua potable y alimentos. Las escalas temporales más largas que se extienden hasta decenios y siglos son importantes para los estudios de la variación del clima provocada por fenómenos naturales tales como los cambios en la circulación atmosférica y oceánica y por las actividades del hombre.

### 3.10. ¿QUÉ ES UN FENÓMENO CLIMÁTICO?

Los fenómenos climáticos son aquellos que se desvían del clima típico y que pueden abarcar varios años, tales como El Niño-Oscilación del Sur. A su vez, los fenómenos climáticos pueden dar origen a fenómenos meteorológicos extremos, como por ejemplo las intensas lluvias en Ecuador y Perú durante los momentos cálidos de El Niño (Reyes, 2001).

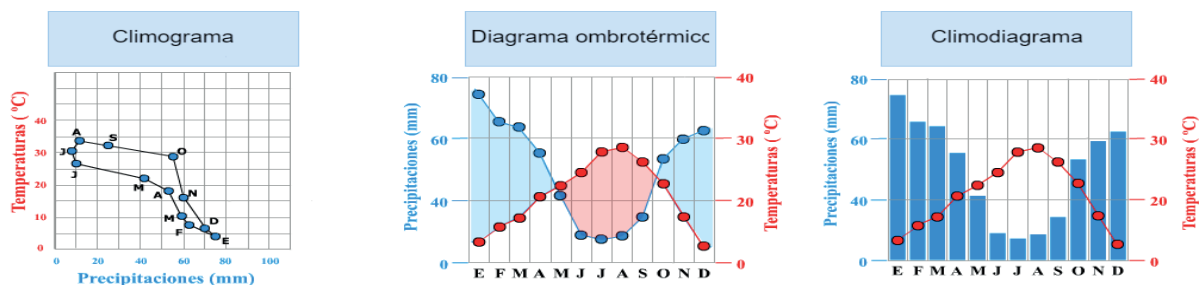
### 3.11. ¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE LA CLIMATOLOGÍA?

La climatología es importante porque va a permitir realizar predicciones del comportamiento de la atmósfera en el futuro a partir de ocurrencias del pasado.

### 3.12. ¿CÓMO SE REPRESENTAN LOS DATOS CLIMÁTICOS?

Para facilitar la comprensión y apreciar mejor las características de los climas, se suele representar las temperaturas medias mensuales y las precipitaciones totales de cada mes en un mismo gráfico.

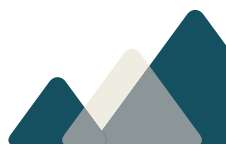
Estos gráficos tienen diferentes nombres según la forma elegida para representar los datos (Educaplus.org, 2016).



**FIGURA 21.** REPRESENTACIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS. RECUPERADO DE [HTTP://WWW.EDUCAPLUS.ORG/CLIMATIC/07\\_CMG\\_QUESON.HTML](http://www.educaplus.org/climatic/07_CMG_QUESON.HTML)

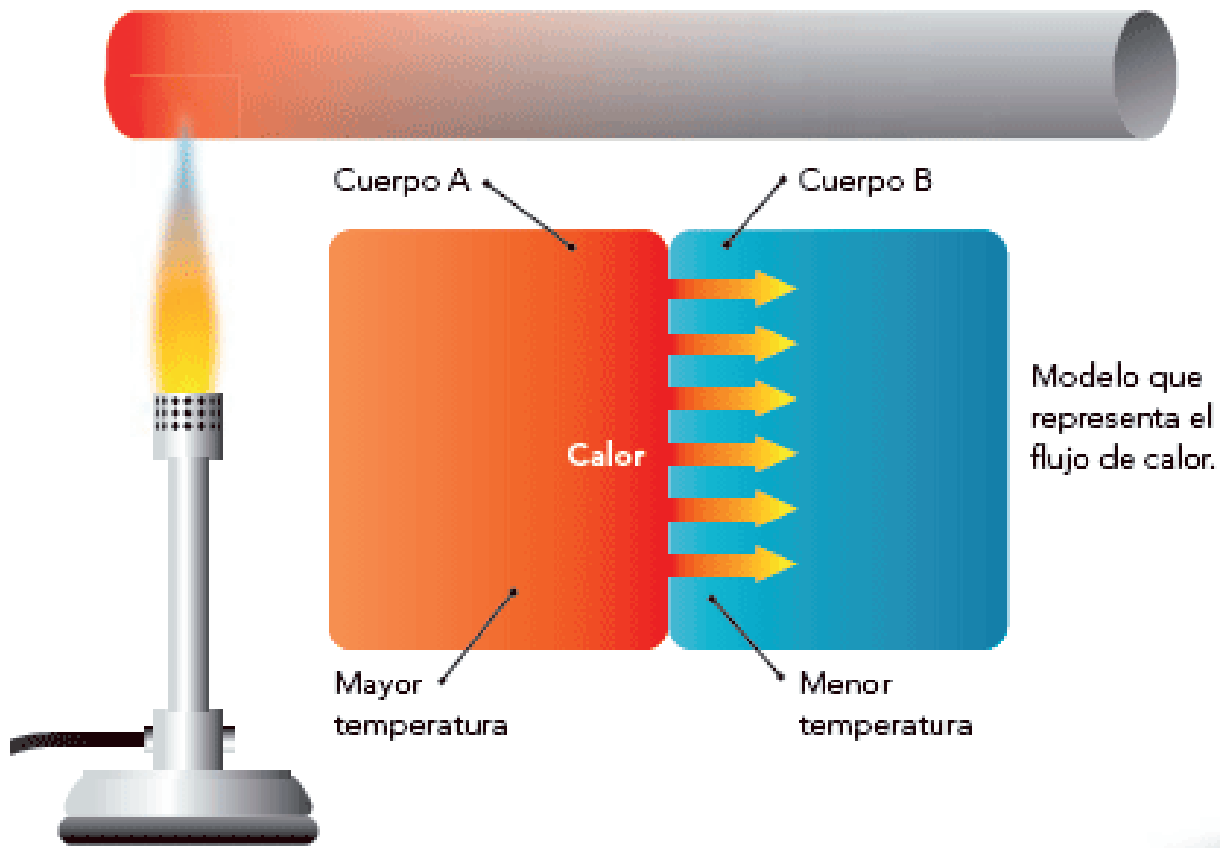
Capítulo 04

## **RADIACIÓN SOLAR Y TEMPERATURA**



## 4.1. ¿QUÉ ES LA TEMPERATURA?

La temperatura es la condición que determina la dirección del flujo resultante de calor entre dos cuerpos, se dice que el cuerpo que libera calor al otro está a una temperatura más elevada.



**FIGURA 22.** CONDUCCIÓN DE CALOR. [HTTPS://CONDUCCIONDELCAOR.WORDPRESS.COM/2013/03/20/CONDUCCION-DEL-CALOR-Y-SU-APROVECHAMIENTO/](https://conducciondelcalor.wordpress.com/2013/03/20/conduccion-del-calor-y-su-aprovechamiento/)

## 4.2. ¿QUÉ ES LA TEMPERATURA DEL AIRE?

### 4.2.1. TEMPERATURA MÁXIMA

Es la mayor temperatura del aire alcanzada en un lugar en un día (máxima diaria), en un mes (máxima mensual) o en un año (máxima anual). En condiciones normales, y sin tener en cuenta otros elementos del clima, las temperaturas máximas diarias se alcanzan en las primeras horas de la tarde; las máximas mensuales suelen alcanzarse durante julio o agosto en la zona templada del hemisferio norte y en enero o febrero en el hemisferio sur. Las máximas absolutas dependen de muchos factores, sobre todo de la insolación, de la continentalidad, de la mayor o menor humedad, de los vientos y de otros (Strahler, 1960).

## 4.2.2. TEMPERATURA MÍNIMA

Se trata de la menor temperatura alcanzada en un lugar en un día, en un mes o en un año.

También en condiciones normales, las temperaturas mínimas diarias se registran en horas del amanecer, las mínimas mensuales se obtienen en enero o febrero en el hemisferio norte y en julio o agosto en el hemisferio sur. Y también las temperaturas mínimas absolutas dependen de numerosos factores (Strahler, 1960).

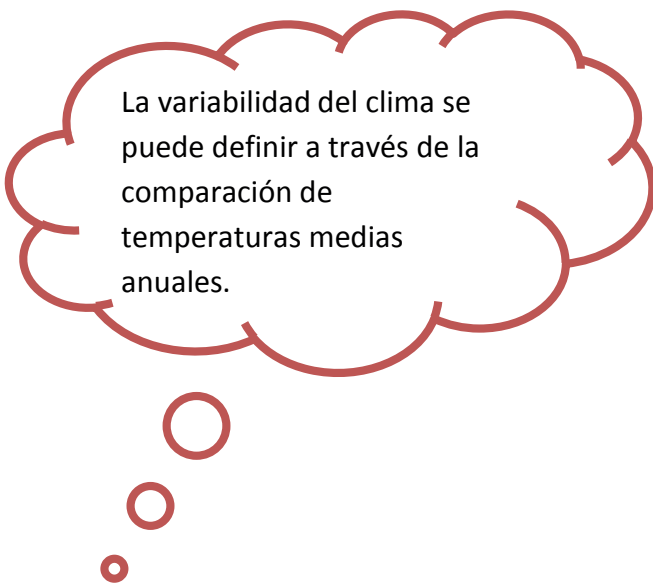
## 4.2.3. TEMPERATURA PROMEDIO O MEDIA:

Se trata de los promedios estadísticos obtenidos entre las temperaturas máximas y mínimas.

Con las temperaturas medias mensuales (promedio de las temperaturas medias diarias a lo largo del mes) se obtiene un gráfico de las temperaturas medias de un lugar para un año determinado. Y con estos mismos datos referidos a una sucesión de muchos años (30 o más) se obtiene un promedio estadístico de la temperatura en dicho lugar (Strahler, 1960).

**a. Temperatura media diaria:** viene a ser el promedio de 24 horas, los datos han sido tomados de hora en hora; o también el promedio de los datos de las horas 07, 13 y 18 (horas de observación climatológicas de acuerdo a la OMM). Si no se contara con datos horarios se puede realizar un promedio de la temperatura máxima y mínima, lo que dará una idea del comportamiento en un día de la temperatura media.

De acuerdo a los autores Brenes y Saborío, el promedio de los datos de las horas de observación climatológicas “...es un método poco confiable, ya que casi siempre da resultados muy diferentes a los obtenidos cuando se promedia los valores de las 24 horas”.



La variabilidad del clima se puede definir a través de la comparación de temperaturas medias anuales.

**b. Temperatura media mensual:** viene a ser el promedio de las temperaturas medias diarias. Se obtiene a partir de la suma de todas las temperaturas medias diarias de un mes y se dividen entre el número de días de dicho mes.

**c. Temperatura media anual:** promedio de las temperaturas medias diarias en un año completo, también se obtiene a partir de las medias mensuales divididas entre 12.

**d. Temperaturas extremas:** viene a ser el valor más alto y más bajo que alcanza la temperatura en un día. El valor más alto hace referencia a la temperatura máxima y el más bajo, a la mínima del día.

**e. Temperaturas extremas absolutas:** corresponden a la temperatura más alta y la más baja registradas durante un intervalo determinado de tiempo. Se le llama temperatura máxima absoluta para ese período a la temperatura más alta; y temperatura mínima absoluta al valor más bajo registrado (Brenes & Saborío)

Es importante determinar la máxima y mínima absoluta para cada mes, para cada año y muchas veces para todo el registro de observaciones. Los valores absolutos pueden ser superados una vez que se registren o se midan valores más altos o más bajos que los ya definidos. Reflejan el rango máximo de variación de las temperaturas y sirven para clasificar aquellos años con situaciones excepcionales (Brenes & Saborío).



## 4.3. ¿CÓMO SE MIDE LA TEMPERATURA DEL AIRE?

### 4.3.1. ¿CUÁL ES EL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN?

Los instrumentos de medición son los termómetros.

#### a. Unidades de medición

$$t = T - 273,16$$

Donde:

T: temperatura en grados Kelvin

t: temperatura en grados Celsius

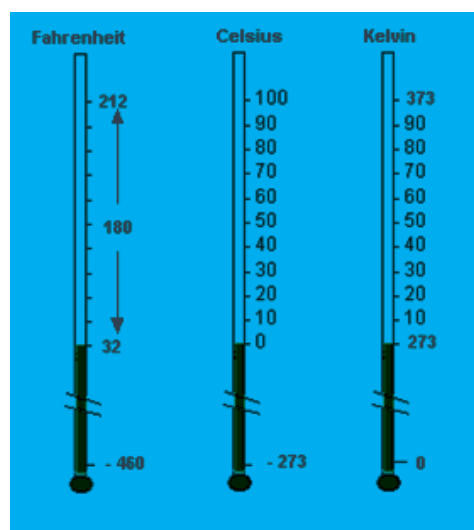


Recordar que:

$$273,16 K = 0^{\circ}C$$

Existen otros tipos de escala, como los Fahrenheit (F), donde la conversión a Celsius (C) es:

$$C = (F - 32) \times \frac{5}{9}$$



Fuente: <http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicalInteractiva/Calor/Temperatura/Temperatura.htm>

## b. Instrumentos de medición

### i) Estaciones convencionales:

En los observatorios meteorológicos se emplean los termómetros de mercurio para medir la temperatura máxima, “que es el valor termométrico más alto alcanzado en un día”; y los de alcohol para medir la temperatura mínima o “valor más bajo de la temperatura en una jornada”.

La escala que llevan incorporada todos nuestros termómetros, es la escala centígrada, que asigna el valor de 0° al punto de congelación del agua y el valor de 100° al punto de ebullición (Silva,s.f.).



**FIGURA 23. TERMÓMETROS DE MÁXIMA Y MÍNIMA. RODRÍGUEZ (2004).**

Los termómetros usados para las mediciones en estas estaciones, necesitan estar protegido de la radiación solar directa y reflejada por el suelo; es por ello que el termómetro es introducido en una garita o abrigo meteorológico (que también puede albergar otros instrumentos).

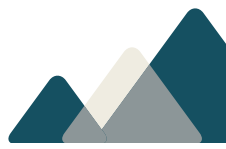
## ii) Estaciones automáticas

El sensor viene a ser un termistor encapsulado y que se encuentra dentro de un protector de radiación (carcasa de color blanco).



<b>Temperatura</b>	<b>Unidad</b>
Básica	Grados
termodinámica	Celsius
Meteorológica	Grados
	Kelvin

**FIGURA24.** SENSOR DE TEMPERATURA DE UNA EMA. FIGUEROA (2011).



### 4.3.2. ¿QUÉ INFLUYE EN LA TEMPERATURA DEL AIRE?

La temperatura del aire no es estable y está muy influenciada por los cambios que se producen entre el día y la noche, ya que el Sol calienta las masas de aire al irradiar energía hacia la Tierra y ésta la devuelve en forma de radiación infrarroja que calienta el aire.

Por la noche, al no recibir la energía solar, el aire se enfría teniendo su punto mínimo de temperatura poco antes del amanecer (Empresa Ambientum.com, 2017).

La temperatura del aire dependen de varios factores, entre los que se tiene:

#### a. Variación diurna:

Esta variación se produce por la rotación de la Tierra y vienen a ser el cambio de temperatura entre el día y la noche.

Es por la variación diurna que la temperatura mínima generalmente ocurre poco antes de la salida del sol; esto se debe a que durante el día la radiación solar es mayor que la terrestre, razón por la cual la superficie de la Tierra se calienta; en la noche (al no haber radiación solar), la Tierra se enfría hasta la salida del Sol.

#### b. Variación estacional:

Las temperaturas van a variar de acuerdo a las estaciones del año (verano, otoño, invierno y primavera), que son producto de la traslación de la Tierra alrededor del Sol durante el año. La variación estacional, se debe a la inclinación del eje terrestre y el movimiento de traslación de la Tierra alrededor del sol.

El ángulo de incidencia de los rayos solares varía, estacionalmente, en forma diferente para los dos 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 torna más cálido (SENAMHI, 2017).

#### c. Distribución latitudinal y longitudinal

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 (SENAMHI, 2017).

En el Ecuador, la radiación solar llega perpendicularmente y esto hace que en las regiones cercanas a esta región se pueda apreciar mayores temperaturas a diferencia de los polos, donde los rayos solares inciden oblicuamente

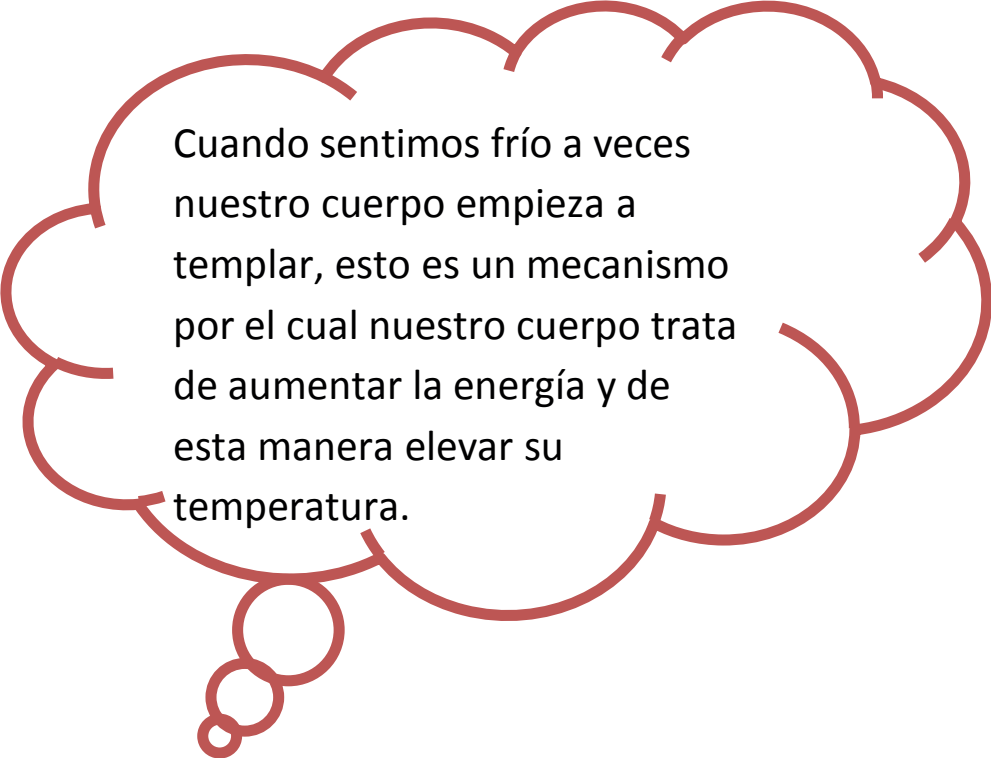
#### **d. Variación con los tipos de superficie terrestre:**

La distribución de continentes y océanos produce un efecto muy importante en la variación de la temperatura, debido a sus diferentes capacidades de absorción y emisión de la radiación. Las grandes masas de agua tienden a minimizar los cambios de temperatura, mientras que los continentes permiten variaciones considerables en la misma (Larocca, 2012).

#### **e. Variación con la altura:**

A través de la primera parte de la atmósfera, llamada troposfera, la temperatura decrece con la altura. Este decrecimiento se define como Gradiente vertical de Temperatura y es en promedio de  $6,5^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$ . Sin embargo ocurre a menudo que se registre un aumento de la temperatura con la altura: Inversión de temperatura. Durante la noche la Tierra irradia (pierde calor) y se enfría mucho más rápido que el aire que la circunda; entonces, el aire en contacto con ella será más frío mientras que por encima la temperatura será mayor. Otras veces se debe al ingreso de aire caliente en algunas capas determinadas debido a la presencia de alguna zona frontal (Larocca, 2012).

Por otro lado, el viento también 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.



Quando sentimos frío a veces nuestro cuerpo empieza a templar, esto es un mecanismo por el cual nuestro cuerpo trata de aumentar la energía y de esta manera elevar su temperatura.

## 4.4. ¿POR QUÉ EN UN CIELO DESPEJADO DURANTE LA NOCHE SE SIENTE MÁS FRÍO?

En una noche despejada, al no existir nubes en el cielo, se siente más frío debido a que la Tierra pierde con mayor rapidez el calor absorbido en el día, esto es debido a que no presenta obstáculos como las nubes. El calor es liberado al espacio.

Caso contrario ocurre cuando se tiene una noche con presencia de nubosidad, la Tierra pierde mucho más lento el calor ganado durante el día.

## 4.5. ¿POR QUÉ EN INVIERNO SE SIENTE MÁS FRÍO?

En invierno sentimos más frío, debido a que nuestro cuerpo se encuentra a una temperatura mayor que la del aire que nos rodea, por lo que tendemos a perder calor y por lo tanto sentimos más frío.

La conocida “piel de gallina” se debe a que los poros de nuestra piel se cierran para evitar perder calor cuando nos encontramos en un lugar de temperatura muy baja.

Mientras que cuando nos encontramos en lugar de temperatura alta (mayor a la del cuerpo), los poros se abrirán con la finalidad de liberar agua que se evaporará dando la sensación de frescura buscando de esta manera autorregular la temperatura corporal. Esta función se le conoce como “sudor”.



## 4.6. ALGUNOS ESTUDIOS QUE SE PUEDEN REALIZAR

- Determinación de temperaturas promedios en Ancash.
- Influencia de la temperatura sobre la producción de pollos
- Temperatura y sus efectos sobre la salud de las personas en Huaraz
- Variación de la temperatura en zonas bajas y altas de Ancash.
- Determinación de las temperaturas máximas y mínimas en Ancash

## 4.7. RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar es de máxima importancia para la vida sobre la Tierra. Los distintos flujos de radiación hacia y desde la superficie de la Tierra son términos del balance de calor de la Tierra en su totalidad, y de cualquier lugar en particular sobre el globo. Las mediciones de radiación son de gran valor para la ciencia, la industria, la agricultura, etc.

La distribución espectral de la intensidad de radiación extraterrestre solar cubre una banda de frecuencias que va desde el ultravioleta hasta el infrarrojo, pasando por la luz visible. Estudios recientes han producido una distribución espectral mejorada, pero los resultados no fueron aún publicados

La radiación de la Tierra hacia el espacio se halla en la gama que va de 4 a 100 nm (micrómetros) (temperatura de alrededor de 200 a 300°K), con un máximo en alrededor de 10 nm. Esta radiación es conocida como radiación terrestre.

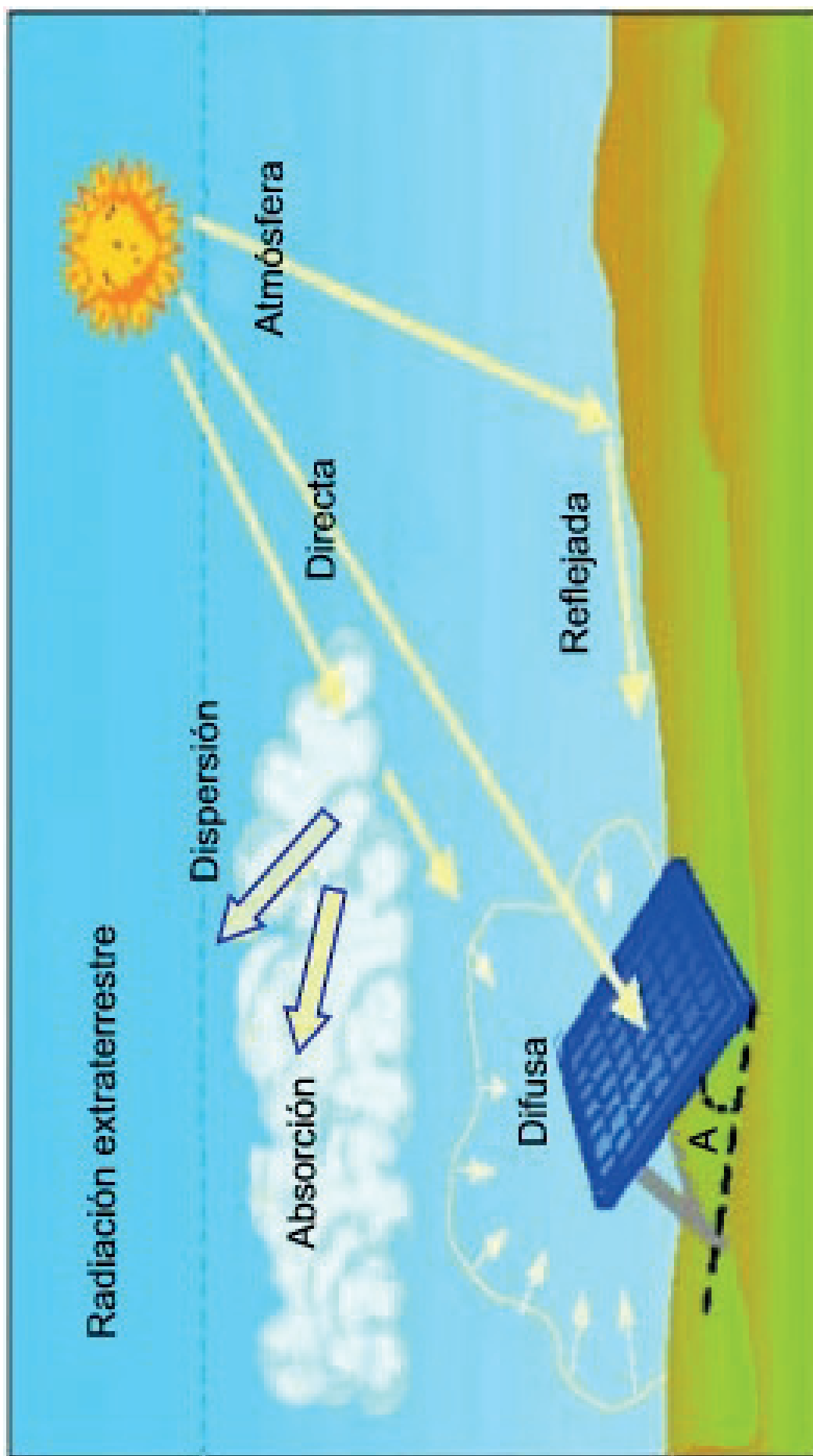
### 4.7.1. TIPOS DE RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar se puede manifestar de tres formas distintas dependiendo de cómo se recibe en los objetos:

- **Radiación Directa:** Es la que procede directamente del sol.
- **Radiación Difusa:** Es la que se recibe de la atmósfera debido a la dispersión de la radiación solar en la misma.
- **Radiación Reflejada:** Es la que se refleja en la superficie terrestre.

Las superficies horizontales recibe más radiación difusa que reflejada y las superficies verticales más reflejada que difusa.

**FIGURA 25.** RADIACIÓN SOLAR. RECUPERADO DE [HTTP://OPEX-ENERGY.COM/EN/FOTOVOLTAICA/FUNCIONAMIENTO\\_FOTOVOLTAICA.HTML](http://OPEX-ENERGY.COM/EN/FOTOVOLTAICA/FUNCIONAMIENTO_FOTOVOLTAICA.HTML)







### ¿Qué es la radiación UV?

radiación ultravioleta (UV) es la energía electromagnética con longitudes de onda comprendidas entre 100 y 400 nanómetros, que en cantidades pequeñas es beneficioso para la salud ya que ayudan en la producción de la vitamina D, sin embargo la sobrexposición puede causar muchos problemas.

Rayos invisibles que forman parte de la energía que viene del sol. La radiación ultravioleta que llega a la superficie de la Tierra se compone de dos tipos de rayos que se llaman UVA y UVB. La radiación ultravioleta también proviene de lámparas solares y camillas de bronceado. Puede producir daños en la piel, envejecimiento prematuro, causar melanoma y otros tipos de cáncer de piel. También puede causar problemas en los ojos y el sistema inmunitario (Instituto Nacional del Cáncer, s.f).

La radiación solar se mide con una serie de instrumentos de acuerdo a lo deseado. El término genérico para todos los instrumentos de medición de radiación es el radiómetro (Kronenberg, 2016).

De acuerdo a las especificaciones ISO y clasificaciones de la OMM, existen tres normas de categorización aceptadas para la calidad de los instrumentos de medida de la radiación (Kronenberg, 2016).

## TABLA 4. OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS

Especificaciones ISO 9060	Clasificación OMM	Aplicación
<b>Estándar secundario</b>	Alta calidad	Instrumento de referencia
<b>Primera clases</b>	Buena calidad	Red operacional
<b>Segunda clase</b>	Moderada calidad	Red de bajo costo

*Nota. Tomada de Kronenberg (2017). Estaciones meteorológicas*

### a. Unidades de medición.

La radiación solar se generalmente mide en  $W/m^2$ .

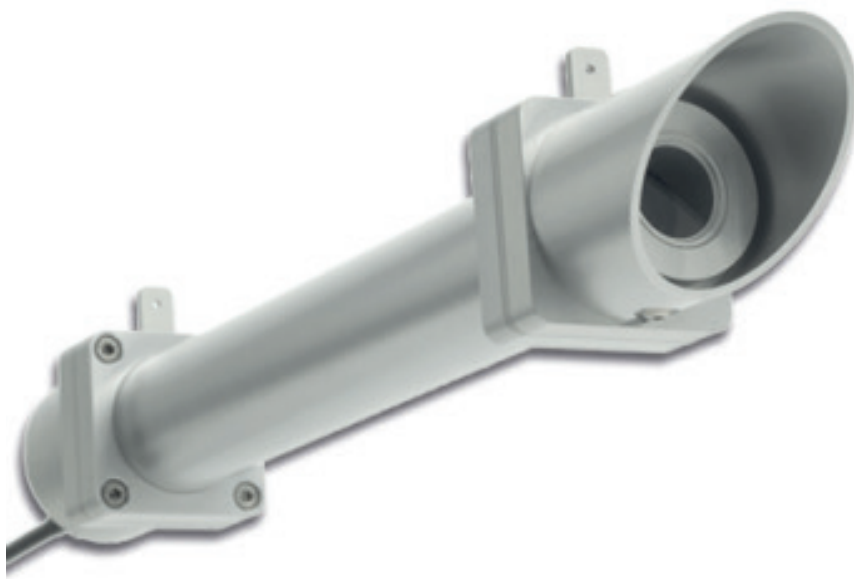
### b. Instrumentos de medición.

#### i. Pirheliómetro:

Mide la radiación solar directa, se encuentra orientado hacia el Sol (las superficies receptoras siempre se encuentran perpendiculares a él), este instrumento va siguiendo al Sol conforme avanza por lo que necesita de un sistema que le permita girar y esconderse durante la noche un conforma van pasando las horas, para ello necesita de un brazo.

Este equipo es instrumentos de primera clase y es casi el único que registra radiación solar directa.

El pirheliómetro tiene ángulos que limitan la vista del disco solar. A mayor ángulo, mayor será la cantidad de radiación solar procedente de la aureola solar.



**FIGURA26.** PIRHELIÓMETRO. RECUPERADO DE [HTTP://SENSOVANT.COM/PRODUCTOS/METEOROLOGIA/RADIACION-SOLAR/ARTICULO/MEDIDOR-DE-RADIACION-SOLAR-PIRHELIOMETRO-DR01.HTML](http://sensovant.com/productos/meteorologia/radiacion-solar/articulo/medidor-de-radiacion-solar-pirheliometro-dr01.html)

## ii. Piranómetro:

Es un instrumento que mide la radiación global.



La radiación global es la suma de la radiación que procede directamente del disco solar (radiación directa) y de la radiación solar dispersada a su paso por la atmósfera (radiación difusa) (Perez, s.f.).

Los piranómetros, también llamados solarímetros o actinómetros, son instrumentos usados para medir la cantidad de radiación solar que llega a la superficie terrestre. Mide la densidad del flujo de radiación solar en un campo de 180 grados por encima del instrumento. Se coloca de forma horizontal.

- ¿Cuáles son los tipos de piranómetros?

### Piranómetro térmico

- Usa una pila termoeléctrica que miden la diferencias de temperatura entre las superficie blanca y negra.
- Posee una o dos cúpulas semiesféricas para evitar el enfriamiento producido por el viento y el efecto de la contaminación atmosférica sobre los sensores.
- La pila termoeléctrica está constituida por una serie de termopares. Un termopar está formado por la unión de dos metales distintos que produce una pequeña diferencia de potencial en función de la diferencia de temperatura entre uno el extremo caliente y el extremo frío. El calor originado por la radiación se transmite a la termopila, de tal manera que se genera una tensión eléctrica proporcional a la diferencia de temperatura entre los metales de los termopares.

### Piranómetro fotovoltaico

- El principio de funcionamiento es el efecto fotoeléctrico. La radiación incide sobre un fotodiodo que diferencia el espectro solar por la frecuencia de la onda electromagnética, permitiendo conocer los datos de radiación mediante la lectura de voltaje. Este tipo de piranómetros fotovoltaicos son más sensibles a pequeños cambios debido a que no tienen la inercia térmica de los piranómetros térmicos la radiación que recibe llega directamente a un fotodiodo que, mediante una lectura de voltaje, expresa el resultado de la medición de la radiación solar (Guías prácticas.com, 2014).

### Piranómetro químico

- Algunos piranómetros se basan en las reacciones de productos químicos frente a la luz o el calor, reacciones que permiten medir la intensidad de las radiaciones solares (Guías prácticas.com, 2014).

## FIGURA 27. TIPOS DE PIRANÓMETROS

Muchas veces se ubica un piranómetro mirando hacia abajo, esto es usado para medir la radiación solar reflejada por debajo del senso



**FIGURA 28.** PIRANÓMETRO. RECUPERADO DE [HTTP://PROFELECTRICO.BLOGSPOT.PE/2008/12/](http://PROFELECTRICO.BLOGSPOT.PE/2008/12/)



**FIGURA 29.** PIRANÓMETRO. LLORENTE (2010). RECUPERADO DE [HTTP://FOTOMETEO.AME-WEB.ORG/DISPLAYIMAGE.PHP?PID=878](http://FOTOMETEO.AME-WEB.ORG/DISPLAYIMAGE.PHP?PID=878)



**FIGURA 30.** PIRANÓMETRO DE EPELY. (2006-2013). RECUPERADO DE [HTTP://WWW.EBAH.COM.BR/CONTENT/ABAAABPK8AK/APOSTILAR-CLIMATOLOGIA-METEREOLOGIA?PART=9](http://www.ebah.com.br/content/ABAAABPK8AK/APOSTILAR-CLIMATOLOGIA-METEREOLOGIA?PART=9)

- ¿Cómo se puede medir la radiación solar difusa?

Una forma de medir la radiación solar difusa es mediante el empleo de:

- Piranómetros que miran hacia arriba equipados con un dispositivo de anillo (banda de ocultación). Con un Piranómetro ocultado y un piranómetro no ocultado se puede estimar la radiación solar directa sin pirheliómetro (Kronenberg, 2016).
- Algunas estaciones meteorológicas usan un disco, vinculado a un seguidor solar para medir la radiación difusa siendo aún más precisos (Kronenberg, 2016).





**FIGURA 31.** MEDIDA DE RADIACIÓN DIFUSA SOBRE PARAMENTO VERTICAL. RECUPERADO DE [HTTPS://WWW.RESEARCHGATE.NET/PUBLICATION/286454240 MEDIDA DE\\_RADIACION\\_DIFUSA SOBRE\\_PARAMENTO\\_VERTICAL](https://www.researchgate.net/publication/286454240_MEDIDA_DE_RADIACION_DIFUSA SOBRE_PARAMENTO_VERTICAL)



**FIGURA 32.** DISCO SOLAR CON SEGUIDOR. RECUPERADO DE [HTTPS://WWW.RESEARCHGATE.NET/PUBLICATION/286454240](https://www.researchgate.net/publication/286454240) MEDIDA\_DE\_RADIACION\_DIFUSA SOBRE PARAMENTO\_VERTICAL



### iii. Albedómetro:

Por lo general consiste en dos piranómetros, donde uno se encuentra mirando al cielo y otro al suelo; sin embargo existen algunos equipos especializados que

Con un juego de piranómetros (uno mirando hacia arriba y uno hacia abajo), se puede obtener un albedómetro, que permitiría determinar el albedo, a partir de:

$$\text{Albedo} = \frac{\text{radiación solar reflejada}}{\text{radiación global}}$$



**FIGURA 33.** PIRANÓMETRO COLOCADOS COMO ALBEDÓMETROS. FIGUEROA (2011).



#### iv. Pirgeómetro:

El pirgeómetro LP PIRG 01 se utiliza para medir la radiación infrarroja lejana (FIR). Se usa principalmente en la meteorología. Las medidas se refieren a radiaciones con una longitud de onda mayor que  $4,5\mu\text{m}$ .

La radiación infrarroja lejana es obtenida midiendo la señal de salida de la termopila y por el conocimiento de la temperatura del instrumento. La medición de temperatura se hace por medio de un NTC de 10k, insertado en el cuerpo de pirgeómetro.

El pirgeómetro también puede ser utilizado para estudios sobre el balance energético, en este caso, además que otro pirgeómetro que mide la radiación infrarroja hacia arriba del suelo, es necesario un albedómetro (LP PYRA 05 o LP PYRA06) para medir la irradiancia en longitudes de onda corta ( $<3\mu\text{m}$ ).



**FIGURA 34.** PIRGEÓMETRO. DELTA OHM. RECUPERADO DE [HTTP://WWW.DELTAOHM.MX/INDEX.PHP/PRODUCTS/ITEM/163-LPPIRG01-PIRGEOMETRO-RADIACION-INFRRARROJA-LEJANA](http://www.deltaohm.mx/index.php/products/item/163-lppirg01-pirgeometro-radiacion-infrarroja-lejana) (DELTA OHM)

#### v. Pirradiómetro o radiómetro neto:

Es aquel radiómetro que mide la diferencia total entrante y saliente, onda corta y onda larga.

#### vi. Heliógrafo

Robinson (1966) define al heliógrafo como un instrumento que mide la cantidad de horas de sol (total en horas y décimos) durante el día en un lugar determinado. Es esencialmente una esfera de vidrio sólido pulido con un eje montado paralelo al de la tierra; es necesario orientar el plano vertical que pasa por el eje, e inclinar un ángulo igual a la latitud del lugar. La esfera actúa como un lente y la imagen focalizada se mueve a lo largo de una banda de papel especialmente preparada que tiene una escala de tiempo (SENAMHI, 2003). La Organización Meteorológica Mundial (1981) manifiesta que la quemadura de la banda ocurre cuando la irradiación solar directa supera un límite variable de 120 a 210 W/m<sup>2</sup>, que depende de la ubicación (turbidez atmosférica, altitud, humedad atmosférica), el clima, el tipo de banda de registro utilizada y los métodos de análisis (SENAMHI 2003)



El heliógrafo mide la insolación solar.



**FIGURA 35.** HELIÓGRAFO. RECUPERADO DE [HTTPS://ES.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/HELI%C3%B3GRAFO\\_\(METEOROLOG%C3%ADA\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Heli%C3%B3grafo_(meteorolog%C3%ada))

## ¿Qué es la insolación?

Es la energía solar por unidad de tiempo que llega a una unidad de superficie situada sobre un lugar concreto de la superficie terrestre (Zúñiga & Crespo, 2010)

## 4.8. CALOR Y TEMPERATURA

El calor equivale a la energía calorífica que contienen los cuerpos mientras que 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 (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2017).

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.

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 reducido. 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 (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2017).

## 4.9. RADIACIÓN SOLAR 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.

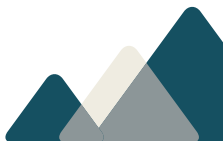
Por otra parte, la tierra irradia energía, en onda larga, conocida como radiación terrestre. Por lo tanto, el calor ganado de la radiación incidente debe ser igual al calor perdido mediante la radiación terrestre; de otra forma la tierra se iría tornando, progresivamente, más caliente o más fría. Sin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

## 4.10. ALGUNOS ESTUDIOS QUE SE PUEDEN REALIZAR

- Determinación de zonas con mayor incidencia de radiación solar en Ancash.
- Radiación solar para la implementación de paneles solares.
- Balance de energía.
- Determinación de las horas de mayor incidencia de radiación solar.
- Determinación de los índices UV en Ancash.

Capítulo 05

## **PRESIÓN ATMOSFÉRICA**




## PRESIÓN ATMOSFÉRICA

La presión en un punto de la atmósfera es simplemente el peso de la columna de aire de base unidad sobre ese punto. La presión atmosférica en superficie, será el peso de toda la columna que se alarga desde el suelo hasta el límite superior de la atmósfera. Para fines prácticos puede suponerse que la atmósfera termina a los 80 Km de altitud. Más arriba, el aire es tan escaso que su contribución al peso total puede considerarse despreciable (Ledesma, 2011).

La presión atmosférica depende de muchas variables, sobre todo de la altitud. Cuanto más arriba en la atmósfera nos encontremos, la cantidad de aire por encima nuestro será menor, lo que hará que también sea menor la presión que éste ejerza sobre un cuerpo ubicado allí. El siguiente gráfico muestra los valores promedio de la presión atmosférica en función de la altitud. En él puede apreciarse cómo la presión atmosférica desciende con la altura, mostrando un decrecimiento aproximadamente exponencial (Rodríguez, Benito, & Portela, 2004).

### 5.1. ¿POR QUÉ DISMINUYE LA PRESIÓN CONFORME AUMENTA LA ALTURA?

Esta disminución es debido a que a medida que se aumenta la altura, los gases que componen la atmósfera pierden densidad; así cuanto más alto esté un punto de la superficie terrestre menos espesor de atmósfera soporta encima, entonces será menor la presión que se ejerce sobre este punto (Brenes & Saborío, 1995).



**¿Cuál es la relación entre la temperatura y la presión atmosférica?**

La relación entre estas variables es que a medida que existan diferencias en las temperaturas, generarán diferencias en las presiones.

### 5.2. ¿QUÉ SON LOS SISTEMAS DE ALTA Y BAJA PRESIÓN? ¿CÓMO SE FORMAN?

El aire siempre está en movimiento, es por ello a nivel de suelo siempre se renueva; por esta razón, la presión atmosférica no permanece constante en ningún sitio por largo tiempo (Brenes & Saborío, 1995).

Las masas de aire frío son transportadas de un lugar a otro, al igual que masas de aire caliente. El aire frío, por ser más denso, pesa más y presiona más contra la superficie, formando áreas de alta presión. Por su parte, el aire caliente se dilata, se hace más ligero y en consecuencia tiende a elevarse con relativa facilidad, por lo que forma áreas de baja presión (Brenes & Saborío, 1995).

### 5.3. ¿QUÉ ES UN GRADIENTE DE PRESIÓN?

Por razones de que la superficie de la tierra no es uniforme, va a presentar diferentes presiones.

Un gradiente de presión, viene a ser la diferencia de presión entre dos puntos dividido por la distancia entre ellos. Brenes y Saborío (1995) manifiestan que se puede diferenciar dos tipos de gradientes de presión:

#### **Gradiente bórico horizontal**

Es la fuerza que ejerce el aire en movimiento. Este se mueve más rápido cuanto mayor sea el gradiente; de manera que la velocidad del viento es proporcional al gradiente horizontal de la presión atmosférica.

#### **Gradiente bórico vertical**

La presión vertical irá disminuyendo con mucha más rapidez a medida que se asciende en la atmósfera, la tendencia de disminución es en progresión geométrica (JAnsa, 1968) (Brenes & Saborío, 1995)

**NOTA:** Algunos profesionales comentan que si sabemos a qué hora disminuye la presión de un lugar en forma diaria, podemos usarlo a nuestro favor. Por ejemplo en la cocina: si mayor es la presión los alimentos se cocerán mucho más rápido, y por ejemplo si es menor puede permitir cocinar mucho más rápido el maíz pelado (este revienta mejor).

## 5.4. ¿QUÉ INSTRUMENTO ES USADO PARA MEDIR LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA?

### A, Unidades de medición

La unidad de medición de la presión ha ido cambiando, actualmente, de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades, la más unidad de medida es el HectoPascal (hPa), sin embargo algunos todavía siguen usando los milímetros de mercurio (mm de Hg) y milibar (mb).

### B. Instrumentos de medición

El instrumento de medición de la presión es el barómetro.

#### i) Estaciones convencionales:

**a. Barómetro de mercurio:** El barómetro de mercurio es aquel instrumento que mide la presión atmosférica a través de la medida de altura de una columna de mercurio. Este instrumento es basado en el experimento que realizó Torricelli. Se diferencian del tubo utilizado por Torricelli en el diámetro.



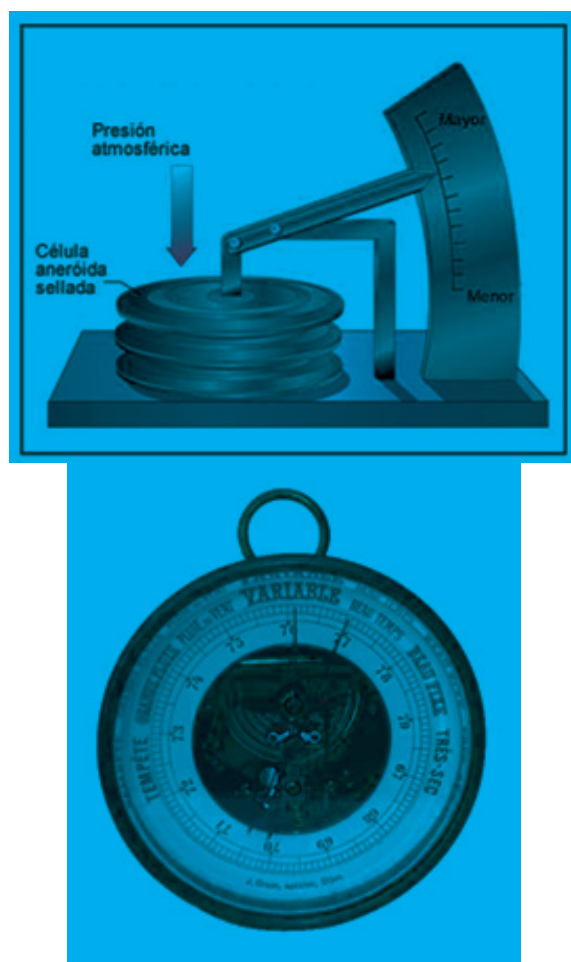
**FIGURA36.** BARÓMETRO DE MERCURIO. SENAMHI (2016)



**Barómetro aneróide:** Está formado por una cápsula metálica flexible que se encuentra herméticamente cerrada, en cuyo interior se ha hecho el vacío absoluto. Esta cápsula tiene paredes elásticas muy delgadas que se contraen o se dilatan de acuerdo a las variaciones de la presión atmosférica.

Una de las membranas de la cápsula está fija, mientras que la otra está unida a una aguja que se desplaza delante de un cuadrante graduado en presión. Las deformaciones de la cápsula se amplifican por un sistema de palancas que une la aguja a la membrana móvil de la cápsula (Meteorología para todos, 2011).

Un barómetro aneróide debe calibrarse comparándolo con un barómetro de mercurio. Aunque el barómetro aneróide sea menos exacto, tiene sobre el barómetro de mercurio la gran ventaja de ser muy portátil y poco voluminoso, lo que lo hace particularmente práctico para la navegación marítima y para su empleo sobre el terreno (Meteorología para todos, 2011).



**FIGURA 37.** BARÓMETRO ARENOIDE. RECUPERADO DE [HTTP://IESDMJAC.EDUCA.ARAGON.ES/DEPARTAMENTOS/FQ/ASIGNATURAS/FQ4ESO/MATERIALDEAULA/FQ4ESO%20TEMA%205%20FLUIDOS/51\\_MEDIDA\\_DE\\_LA\\_PRESIN\\_ATMOSFRICA.HTML](http://IESDMJAC.EDUCA.ARAGON.ES/DEPARTAMENTOS/FQ/ASIGNATURAS/FQ4ESO/MATERIALDEAULA/FQ4ESO%20TEMA%205%20FLUIDOS/51_MEDIDA_DE_LA_PRESIN_ATMOSFRICA.HTML)

## ii) Estaciones automáticas

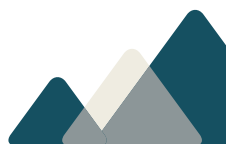
Estas estaciones tienen sensores de presión montados dentro de una carcasa de plástico con una válvula de entrada libre para el equilibrio de presión. Por lo general estos sensores se encuentran dentro de una gaveta de protección junto a los instrumentos de almacenamiento de datos, transmisor, etc.

## 5.5. ALGUNOS ESTUDIOS QUE SE PUEDEN REALIZAR

- Determinación de comportamiento diario, horario y mensual de la presión atmosférica en Ancash.
- Comportamiento de la presión atmosférica para Ancash en las diferentes estaciones del año.
- Influencia de la presión atmosférica de Huaraz sobre la salud de los turistas.
- Presión atmosférica y su influencia en la pesca.
- Efectos de la presión atmosférica sobre los cultivos.

Capítulo 06

## **EVAPORACIÓN**



## EVAPORACIÓN

La evaporación viene a ser el proceso por el cual se transfiere agua (en forma de vapor) a la atmósfera.

La evaporación se puede dar de manera física o fisiológica. Física será cuando el agua de una superficie de agua libre o una superficie mojada en forma de vapor a una temperatura por debajo del punto de ebullición es introducida al aire; la fisiológica se dará cuando el agua de suelo, de depósitos de agua y plantas como vapor será introducida al aire, a ello se le conoce como evapotranspiración.

La transpiración viene a ser a evaporación del agua de la vegetación.



### ¿A qué llamamos punto de ebullición?

Es la temperatura en la que la presión de vapor del líquido iguala a la presión del medio en el que se encuentra, esto lo podemos observar a través de la formación de burbujas (cuando el agua empieza a hervir).

Ejemplo: la temperatura del punto de ebullición del agua en Lima y Huaraz será diferente, en Lima el agua alcanza los 100°C para hervir, mientras que en Huaraz hervirá a un valor menor, esto se debe a que la presión atmosférica es mucho menor que Huaraz que en Lima.

## 6.1. ¿CON QUÉ INSTRUMENTO SE MIDE EVAPORACIÓN?

### a. Unidades de medición

La evaporación es medida en milímetros (mm).

### b. Instrumentos de medición

#### i) Estaciones convencionales:

- **Tanque de evaporación:** Lo más común es un tanque de clase A que tiene un diámetro de 120 cm y una profundidad de 25.4 cm. Se coloca sobre una plataforma de madera a 10 cm del suelo y debe estar rodeado de pasto. Se agrega agua diariamente al estanque de manera tal que siempre haya la misma cantidad de agua (lo que se agrega es lo que se evaporó). Cuenta con un anemómetro ubicado al borde del tanque. Simula la evaporación que existiría en el caso de que hubiera agua disponible

a la altura del suelo.

- **Evaporímetro Piche:** Está formado por un tubo de vidrio cerrado por un extremo y abierto por el otro, que se llena de agua destilada o de lluvia; su extremo abierto se tapa mediante un disco de papel secante sujeto por una arandela de alambre. El aparato se cuelga dentro del abrigo meteorológico con la boca abierta hacia abajo; el disco impide que el agua se derrame, pero se impregna con ella y la deja evaporar sobre toda su superficie con mayor o menor 10 rapidez, según las condiciones de temperatura y humedad del aire. El tubo lleva grabada una graduación creciente de arriba abajo que representa milímetros.

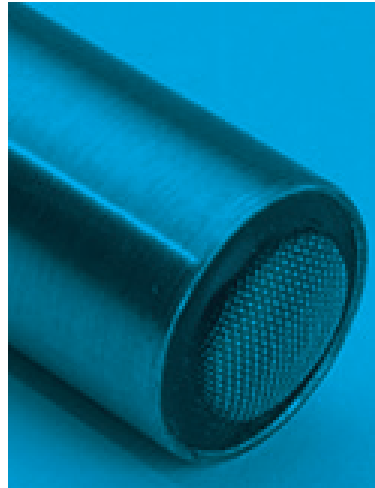
## ii) Estaciones automáticas



**FIGURA38. TANQUE DE EVAPORACIÓN TIPO A**



**FIGURA39. SENSOR DE EVAPORACIÓN. RECUPERADO DE [HTTP://WWW.GLOBALW.COM/PRODUCTS/LEVELSENSOR.HTML](http://www.globalw.com/products/levelsensor.html)**



**FIGURA 40.** MALLA DE SENSOR DE EVAPORACIÓN. RECUPERADO DE [HTTP://WWW.GLOBALW.COM/DOWNLOADS\(WL400/WL400B.PDF](http://www.globalw.com/downloads/WL400/WL400B.PDF)

## **6.2. ALGUNOS ESTUDIOS QUE SE PUEDEN REALIZAR**

- Determinación de balance hídrico.
- Estudios de evapotranspiración.

Capítulo 07

## **HUMEDAD ATMOSFÉRICA**

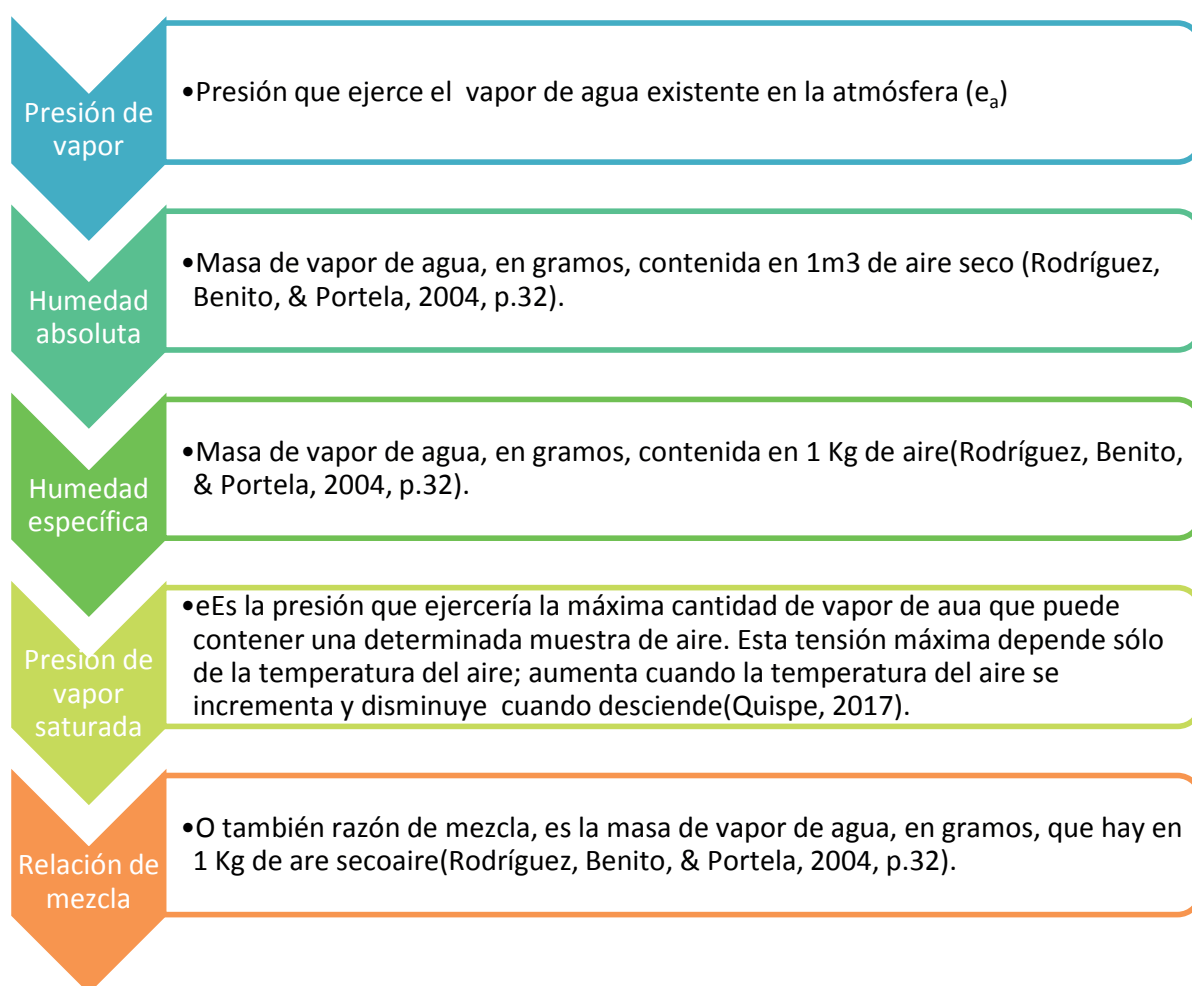


## 7.1. ¿QUÉ ES EL AIRE HÚMEDO?

Se llama aire húmedo cuando el aire está constituido por la mezcla de aire seco y de vapor de agua. Todas las muestras de aire tomadas en la proximidad de la superficie del globo contienen vapor de agua; pero en general, no es suficiente para que el aire esté saturado. En ciertas ocasiones, esta cantidad de agua es tan pequeña que es difícil medirla por procedimientos sencillos.

## 7.2. ¿CÓMO NOS REFERIMOS AL CONTENIDO DE VAPOR DE AGUA EN EL AIRE?

El contenido de vapor de agua en la atmósfera es expresado de diferentes maneras, de acuerdo a la cantidad de agua.



**FIGURA 41.** FORMAS DE REFERIRSE AL CONTENIDO DE AGUA EN LA ATMÓSFERA



### 7.3. ¿CÓMO SE EXPRESA EL GRADO DE SATURACIÓN DEL AIRE?

El grado de saturación del aire se expresa a través del déficit de saturación y la humedad relativa.

#### Humedad relativa

La humedad relativa es la relación entre la masa de vapor de agua contenido en la unidad de volumen del aire y la de vapor de agua, que sería necesario para saturar este volumen a la misma temperatura. Normalmente se expresa en porcentaje. Si el aire no está saturado, la humedad relativa es aproximadamente igual a la relación entre la tensión real del vapor de agua en el aire y la tensión saturante del vapor a la misma temperatura.

#### Déficit de saturación

Es la cantidad de vapor de agua que falta para que el aire se sature (Quispe, 2017). Se calcula como la diferencia de la presión de saturación ( $e_s$ ) menos la presión de vapor ( $e_a$ ).



Cuando no hay déficit de saturación, quiere decir que tenemos una humedad relativa de 100%.

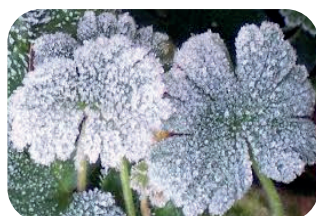
### 7.4. ¿QUÉ ES EL PUNTO DE ROCÍO?

Es la temperatura a la que el vapor de agua que se encuentra contenido en el aire, empieza a condensarse.

Cuando una masa de aire no saturada se enfría (en épocas de invierno y por lo general cerca al mar) al encontrarse sobre una superficie mucho más fresca o de menor temperatura a la que se encuentra el aire, puede formar:



Niebla



Escarcha



Rocío

**FIGURA 42. FORMACIONES AL ENFRIARSE UNA MASA DE AIRE NO SATURADA**

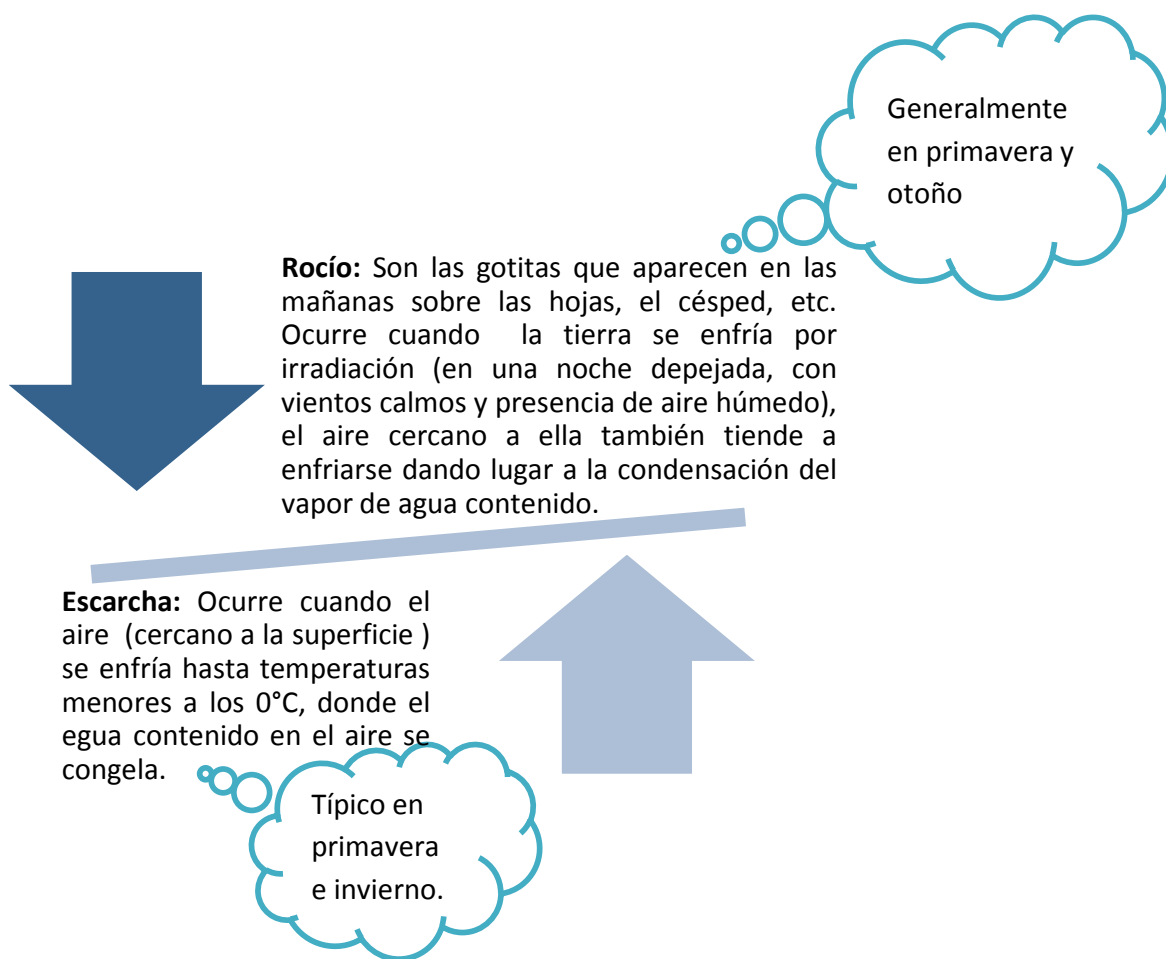


FIGURA 43. ROCÍO Y ESCARCHA

#### Niebla

- Se forma cuando el aire húmedo que está en contacto con la tierra o el mar se enfría y gracias a los núcleos de condensación se forman gotitas de agua (por condensación).
- **Niebla por advección:** se forma cuando una masa de aire se traslada desde una superficie más caliente a otra más fría, con lo que su temperatura disminuye. El aire sufre, entonces, un brusco enfriamiento, alcanzando el punto de rocío, y el vapor de agua que contiene se condensa sobre los núcleos de condensación (SENAMHI, 2017). Generalmente por este procedimiento se forman las nieblas marinas
- **Niebla por radiación:** se forma sobre la tierra firme, al enfriarse esta por la noche, principalmente en las noches despejadas y calmas, al no haber nubes que actúen como capa aislante, la tierra pierde calor rápidamente y por ende el aire que está en contacto con esta superficie se enfría y si la masa de aire contiene vapor de agua suficiente hace que se origine la niebla.

FIGURA 44. CARACTERÍSTICAS DE LA NIEBLA

## ¿Cuál es la diferencia entre niebla y neblina?

Cabe indicar que se considera niebla cuando el rango de visión no sobrepasa el kilómetro, y neblina cuando es posible ver más allá del kilómetro (Conozcan la diferencia entre niebla y neblina, 2011).

## 7.5. ¿POR QUÉ SON IMPORTANTES LOS ROCÍOS, ESCARCHAS Y NIEBLAS?

Los rocíos, escarchas y nieblas son muy interesantes desde el punto de vista agrícola, pues proporcionan aportaciones de humedad a cultivos, prados, montes y bosques (García L.).

## 7.6. ¿CON QUÉ INSTRUMENTOS SE MIDE LA HUMEDAD ATMOSFÉRICA?

### a. Unidades de medida

La humedad de la atmosfera se expresa en porcentaje. La tensión de vapor se mide en milibares (mbar) o hectopascales (hPa).

La cantidad de rocío depositada sobre una superficie dada durante un cierto período de tiempo, es difícil de medir. El rocío suele expresarse en milímetros de altura del agua equivalente depositada (un milímetro de rocío equivale a unos 10 gramos por centímetro cuadrado).

En otras ocasiones se pesa, expresando en kilos por metro cuadrado su medida anual. Otras veces se utilizan placas higroscópicas (yeso, papel secante, etc.) de peso conocido, que se colocan secas a la puesta del sol y se pesan luego, por la mañana temprano. Otro procedimiento muy elemental consiste en acotar un metro cuadrado de césped y, por la mañana temprano pasar sobre él una esponja con objeto de recoger el rocío; escurrida o pesada posteriormente nos daría, en aproximación grosera, la cantidad de rocío depositado (García L.). Existen otros métodos.

### b. Instrumento de medición

La humedad se suele medir con el Psicrómetro,

#### i) Estaciones convencionales

Psicrómetro o Par psicrométrico: Está formado por 2 termómetros. El bulbo de uno de ellos está envuelto en un tejido que se mantiene siempre humedecido. Ambos termómetros se exponen a una corriente de aire (en general se necesita ventilación artificial). El porcentaje de humedad relativa que exista en la atmósfera define qué cantidad de vapor de agua puede seguir entrando a la atmósfera y por lo tanto la evaporación del termómetro de bulbo húmedo. Ésta evaporación hará que la temperatura del mismo disminuya y sea menor que la del seco. La diferencia de temperatura entre ambos termómetros da una medida del agua evaporada y por lo tanto de la humedad relativa.

- Higrómetros mecánicos: Están basados en la propiedad de algunos materiales (cabello, seda, papel, etc.) de cambiar de tamaño dependiendo de la humedad relativa.
- Higrómetros: basados en la componente electrónica Se utiliza la capacidad de ciertos materiales de absorber moléculas de vapor de agua. Esto modifica las propiedades eléctricas de una componente (resistencia o capacitor).

## ii) Estaciones automáticas

Estas estaciones usan sensores fabricados para tal fin; también pueden usar sensores combinados (para humedad y temperatura).

### **NOTA: ¿Qué son las heladas?**

Las heladas vienen a ser la congelación del agua cuando la temperatura está bajo cero. Pueden ser de varios tipos, la principales conocidas como heladas de irradiación son:

**Helada negra:** congelación del agua en ausencia de vapor de agua. Es la más perjudicial.

**Helada blanca:** es otro nombre con que se conoce a la escarcha.

#### **¿Qué factores provocan la helada de irradiación?**

Los factores que provocan la helada son:

Cielos despejados, aire frío y seco.

Viento en calma, marcada inversión térmica.

#### **¿Cuáles son las características de la helada de irradiación?**

Como ya se mencionó, esta helada es la más perjudicial, las temperaturas en la superficie del suelo caen a valores de bajo cero y ocasiona:

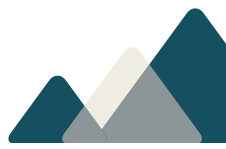
Los charcos se congelan.

Las raíces de los árboles se resquebrajan, debido a que contienen agua y como el agua se congela entonces ocupará un mayor volumen y es lo que ocasiona el resquebrajamiento.

Otras helada quemar muchos sembríos.

## 7.7. ALGUNOS ESTUDIOS QUE SE PUEDEN REALIZAR

- Estudios sobre heladas ocurridas en Ancash.
- Correlación entre la temperatura y la humedad en Huaraz.
- Influencia de la humedad del aire sobre los cultivos.
- Aprovechamiento de la humedad del aire en la costa de Ancash.



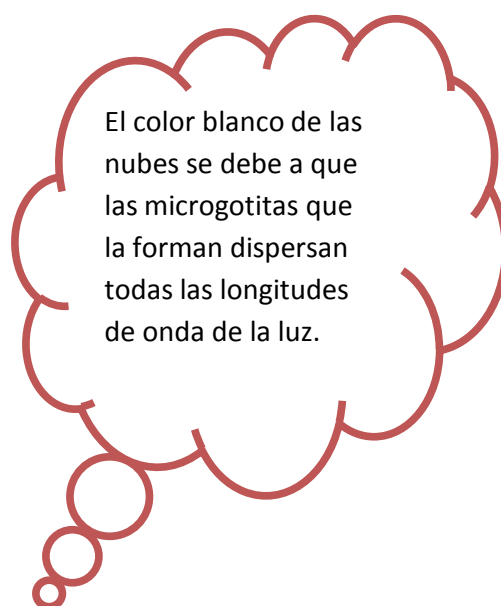
Capítulo 08

## **NUBES Y PRECIPITACIÓN**

## 8.1. NUBES

Las nubes vienen a ser una combinación del vapor de agua condensado con partículas higroscópicas (polvo, polen, sal, etc.)

Una nube es un conjunto o asociación, grande o pequeño, de gotitas de agua, aunque muchas veces también lo es de gotas de agua y de cristales de hielo. La masa que forman se distingue a simple vista, suspendida en el aire, y es producto de un gran proceso de condensación. Estas masas se presentan con los más variados colores, aspectos y dimensiones, según las altitudes en que aparecen y las características particulares de la condensación (Figuroa, 2011)



### ¿Cómo se forman las nubes?

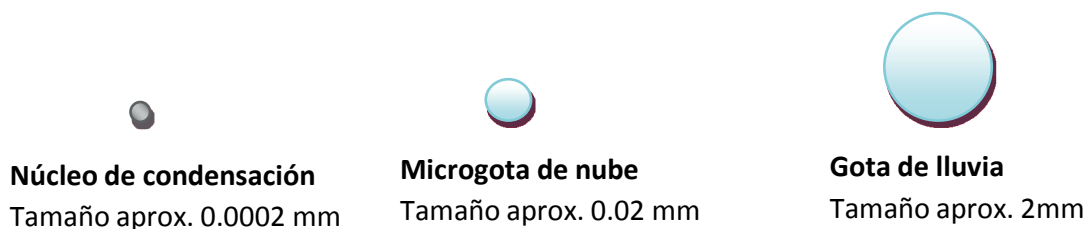
El agua que se evapora de las diferentes superficies de la Tierra, asciende con el aire en la atmósfera y se enfría. Cuando alcanza la temperatura de punto de rocío empieza la condensación y comienza a formarse la nube. Si se mantiene la inyección de vapor de agua, la nube crece y va presentando diferentes formas (Brenes & Saborío).

Para que se forme la nube es necesario los núcleos higroscópicos o también conocidos como núcleos de condensación, el aire frío y de baja presión tiende a condensarse alrededor de estos núcleos, formando así microgotitas.

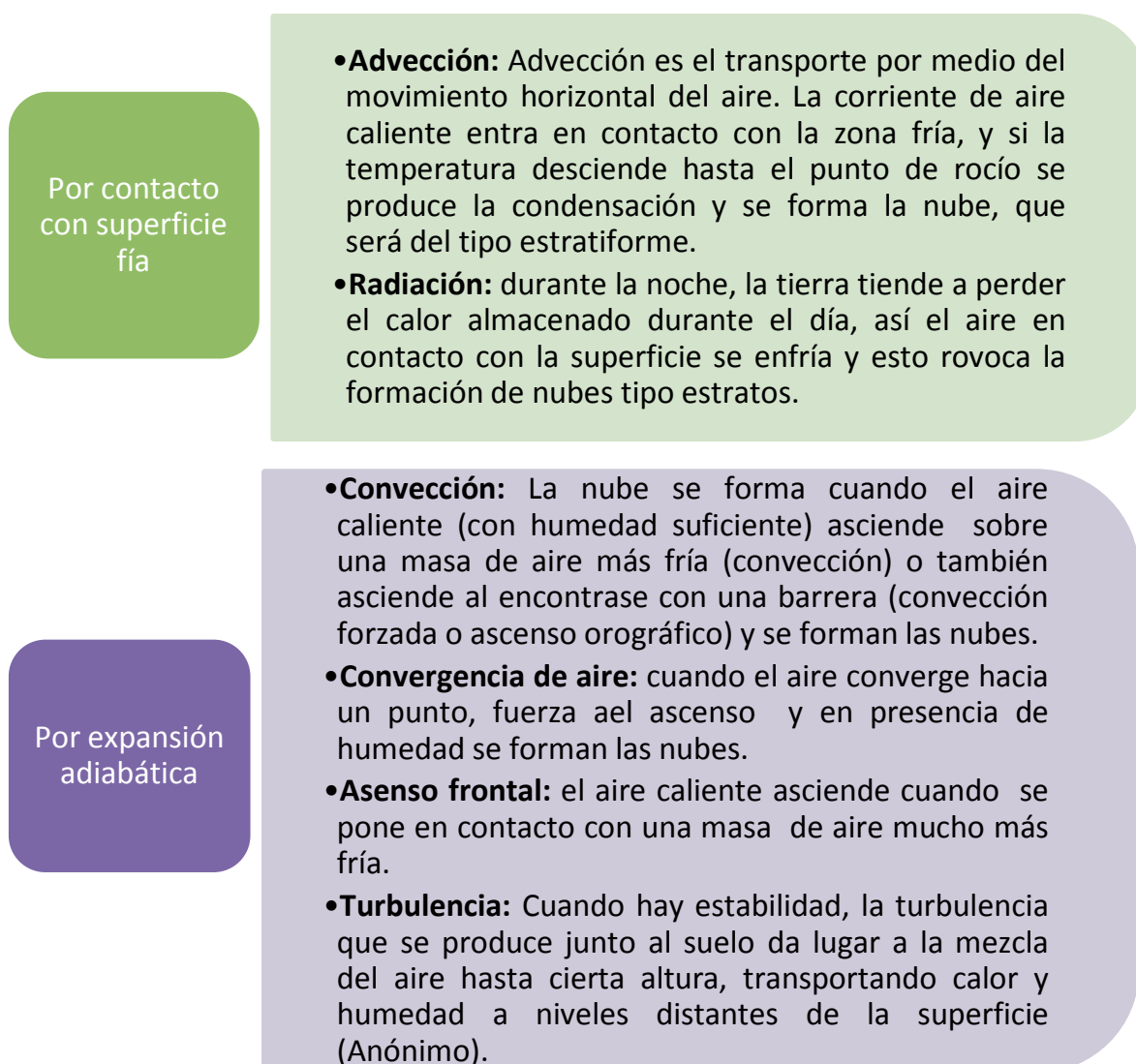
Entonces para que se formen las nubes es necesario:

- Condiciones adecuadas de temperatura y presión.
- Núcleos de condensación (núcleos higroscópicos): viene a ser partículas suspendidas como sales, polvo, hollín polen, otros producidos en la atmósfera por reacciones de gases.

➤ Enfriamiento



**FIGURA45. FORMACIÓN DE LA GOTA DE LLUVIA**



**FIGURA46. FORMACIÓN DE NUBES POR ENFRIAMIENTO**

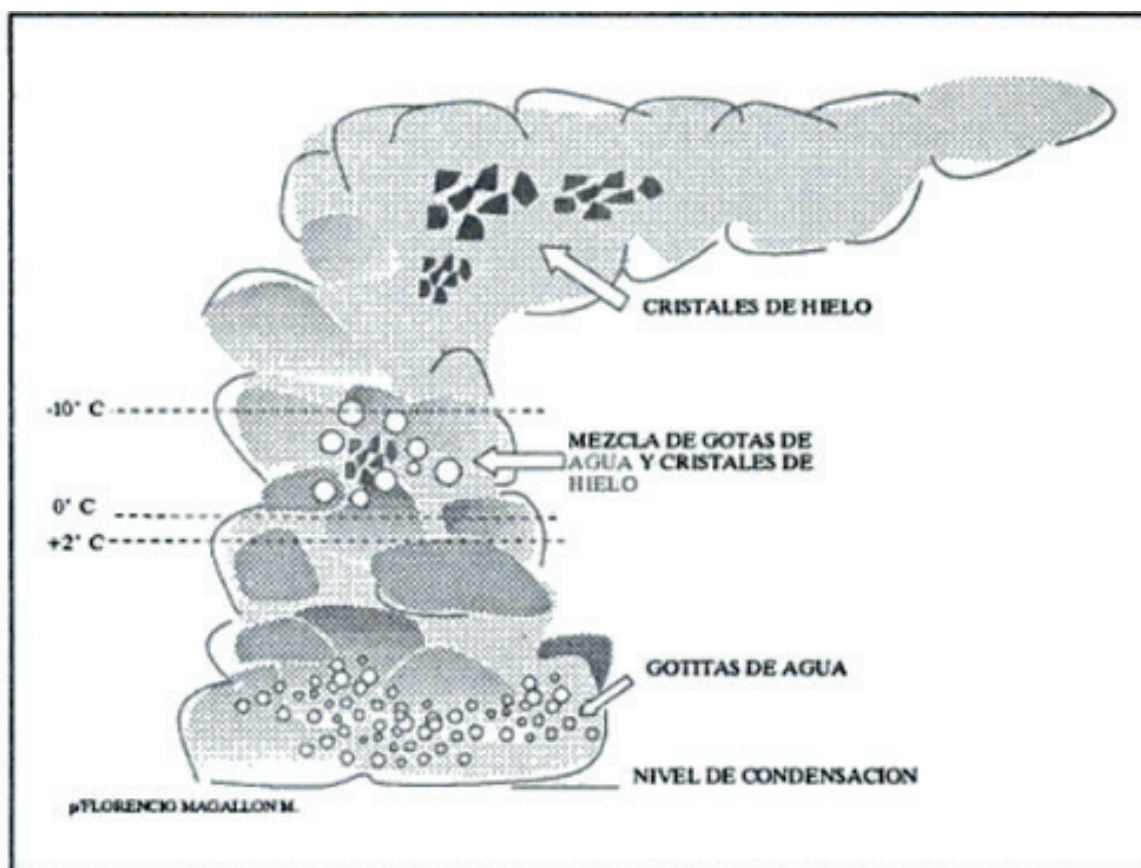




**¿Cuándo se disipan las nubes?** Las nubes se disipan cuando se produce precipitación, por la mezcla con aire más seco, por calentamiento solar o por corrientes verticales ascendentes (Anónimo).

### ¿De qué están compuestas las nubes?

Las nubes están conformadas por gotitas de agua muy finas por debajo de la isoterma de los  $0^{\circ}\text{C}$ . En la región donde las temperaturas oscilan entre los  $+2^{\circ}\text{C}$  y  $-10^{\circ}\text{C}$  pueden encontrarse gotitas de agua suspendidas y también cristales de hielo. En niveles superiores, donde las temperaturas son inferiores a los  $-10^{\circ}\text{C}$  sólo predominan cristales de hielo (Brenes & Saborío).



**FIGURA 47.** COMPOSICIÓN DE LA NUBE. ELEMENTOS DE CLIMATOLOGÍA: SU APLICACIÓN DIDÁCTICA A COSTA RICA

Las finas gotitas de agua y los diminutos cristales de hielo que forman las nubes están a su vez constantemente en proceso de evaporación y presentan también movimientos ascendentes y descendentes. En su lenta caída, las gotitas descienden a capas de aire más bajas que tienen temperaturas mayores; se evaporan de nuevo y ascienden; el vapor de agua vuelve a condensarse y engrosa otra vez la nube (Brenes & Saborío).

¿Podemos encontrar agua líquida a una temperatura menor o igual a 0°C?

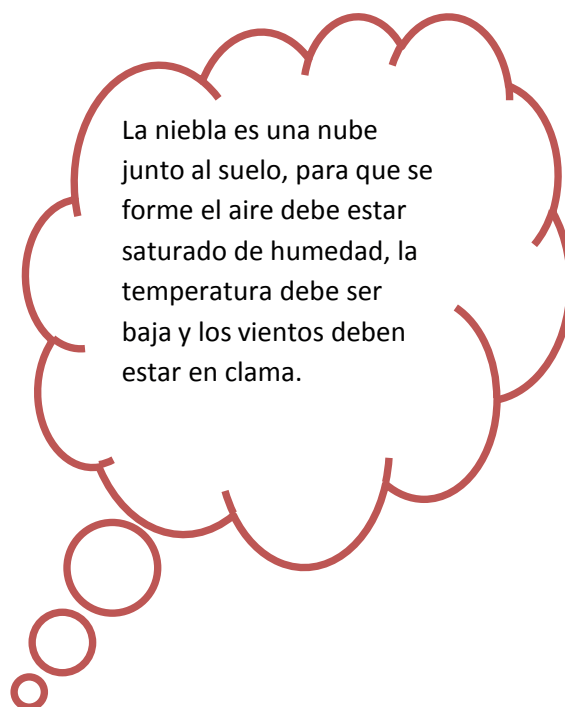
Claro que sí. Sólo si el agua es pura, es decir que no tiene impurezas que actúan como núcleos de cristalización.



### ¿Cómo se clasifican las nubes?

**a. Por su forma:** por su forma se pueden clasificar en tres tipos principales: estratiformes, cumiliformes, cirriformes.

- Estratiformes: desarrolladas horizontalmente, de poco espesor vertical y se extienden como un manto uniforme en el cielo, cubriendo una gran área; la lluvia es de carácter leve o continuo (Alvarado, 2017).
- Cumuliformes: Desarrolladas verticalmente en grandes extensiones; surgen aisladas; por lo general la lluvia es de fuerte intensidad, pero de carácter local. Pueden ser líquidas (constituidas por gotitas de agua), sólidas (constituidas por cristales de hielo) o mixtas (constituidas por gotitas de agua y cristales de hielo). Esta nomenclatura está basada en los nombres latinos stratus (allanado o extendido) y cumulos (cúmulo o montón) (Alvarado, 2017).



**b. Por la altura:** esta altura se refiere a la altura de la atmósfera sobre la cual tienden a formarse, estas son nubes altas (de los 6 a los 18 Km), nubes medias (de 2 a 8 Km), nubes bajas (del suelo a 2 Km) y nubes de desarrollo vertical.

**i) Nubes altas:** son aquellas que se encuentran formados por cristales de hielo, entre este tipo de nubes se tiene:

- **Cirros:** Son nubes blancas, transparentes y sin sombras internas que presentan un aspecto de filamentos largos y delgados. Estos filamentos pueden presentar una distribución regular en forma de líneas paralelas, ya sean rectas o sinuosas. Ocasionalmente los filamentos tienen una forma embrollada. La apariencia general es como si el cielo hubiera sido cubierto a brochazos. Cuando los cirros invaden el cielo puede estimarse que en las próximas 24 h. habrá un cambio brusco del tiempo; con descenso de la temperatura (Astromía, 2017).
- **Cirrocúmulos:** Forman una capa casi continua que presenta el aspecto de una superficie con arrugas finas y formas redondeadas como pequeños copos de algodón. Estas nubes son totalmente blancas y no presentan sombras. Cuando el cielo está cubierto de Cirrocúmulos suele decirse que está aborregado. Los Cirrocúmulos frecuentemente aparecen junto a los Cirros y suelen indicar un cambio en el estado del tiempo en las próximas 12 h. Este tipo de nubes suele preceder a las tormentas (Astromía, 2017).
- **Cirrostratos:** Tienen la apariencia de un velo, siendo difícil distinguir detalles de estructura, presentando ocasionalmente un estriado largo y ancho. Sus bordes tienen límites definidos y regulares. Este tipo de nubes suele producir un halo en el cielo alrededor del Sol o de la Luna. Los Cirrostratos suelen suceder a los Cirros y preludian la llegada de mal tiempo por tormentas o frentes cálidos (Astromía, 2017).



**ii) Nubes medias:** son aquellas que se encuentran formados por cristales de hielo y gotas de agua, entre este tipo de nubes se tiene:

- **Alto cúmulos:** Parecen copos de tamaño mediano y estructura irregular, con sombras entre los copos. Presentan ondulaciones o estrías anchas en su parte inferior. Los Alto cúmulos suelen preceder al mal tiempo producido por lluvias o tormentas.
- **Altostratos:** Capas delgadas de nubes con algunas zonas densas. En la mayoría de los casos es posible visualizar el Sol a través de la capa de nubes. El aspecto que presentan los Altostratos es el de una capa uniforme de nubes con manchones irregulares. Los Altostratos generalmente presagian lluvia fina y pertinaz con descenso de la temperatura.

**iii) Nubes bajas:** son aquellas que se encuentran formados por gotas de agua, entre este tipo de nubes se tiene:

- **Nimbostratos:** Tienen el aspecto de una capa regular de color gris oscuro con diversos grados de opacidad. Con cierta frecuencia es posible observar un aspecto ligeramente estriado que corresponde a diversos grados de opacidad y variaciones del color gris. Son nubes típicas de lluvia de primavera y verano y de nieve durante el invierno
- **Estratocúmulos:** Presentan ondulaciones amplias parecidas a cilindros alargados, pudiendo presentarse como bancos de gran extensión. Estas nubes presentan zonas con diferentes intensidades de gris. Los Estratocúmulos rara vez aportan lluvia, salvo cuando se transforman en Nimbostratos.
- **Estratos:** Tienen la apariencia de un banco de neblina grisáceo sin que se pueda observar una estructura definida o regular. Presentan manchones de diferente grado de opacidad y variaciones de la coloración gris. Durante el otoño e invierno los Estratos pueden permanecer en el cielo durante todo el día dando un aspecto triste al cielo. Durante la primavera y principios del verano aparecen durante la madrugada dispersándose durante el día, lo que indica buen tiempo. Pueden originar lloviznas.

**iv) Nubes de desarrollo vertical**

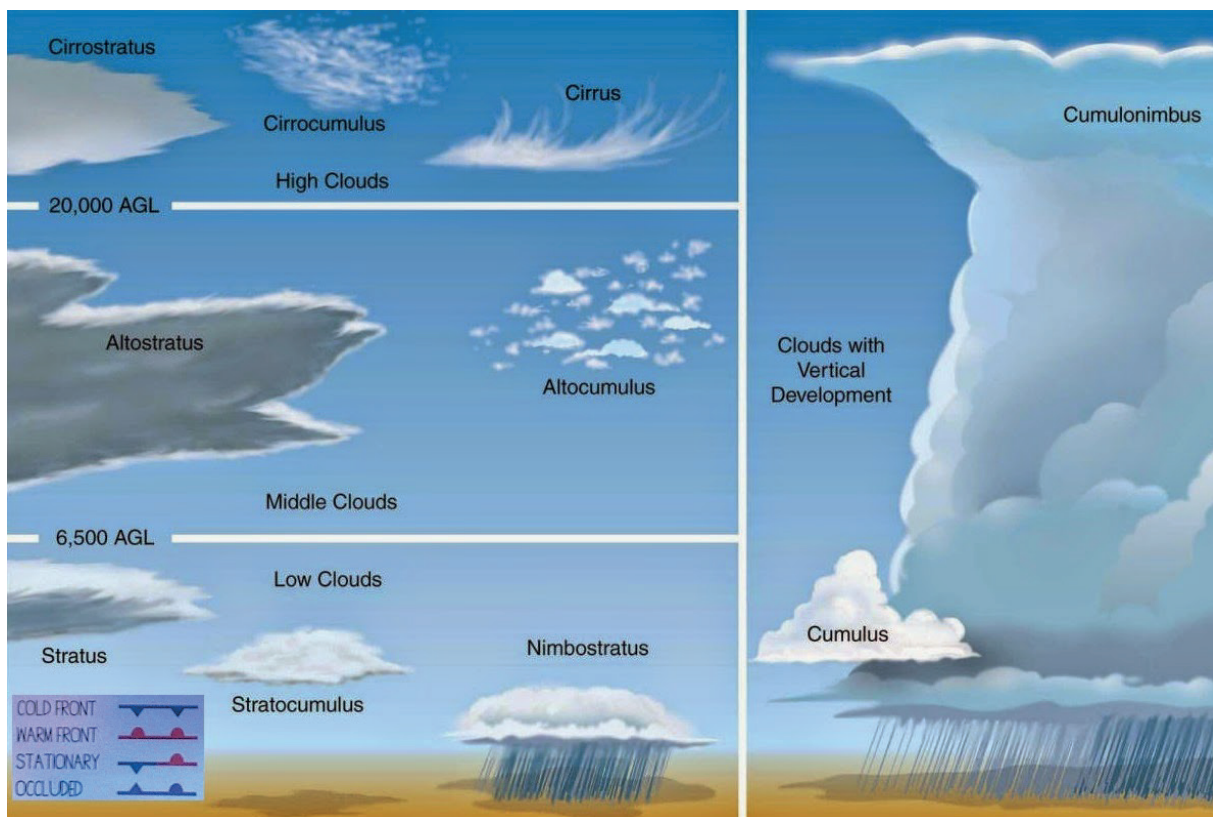
- **Cúmulos:** Presentan un gran tamaño con un aspecto masivo y de sombras muy marcadas cuando se encuentran entre el Sol y el observador, es decir, son nubes grises. Presentan una base horizontal y en la parte superior protuberancias verticales de gran tamaño que se deforman continuamente, presentando un aspecto semejante a una coliflor de gran tamaño. Los Cúmulos corresponden al buen tiempo cuando hay poca humedad ambiental y poco movimiento vertical del aire. En el caso de existir una alta humedad y fuertes corrientes ascendentes, los Cúmulos pueden adquirir un gran tamaño llegando a originar tormentas y aguaceros intensos (Astromía, 2017).
- **Cumulonimbos:** son nubes densas y grandes con fuerte desarrollo vertical que tienen formas de montañas o de grandes torres (Educaplus.org, 2016).



- La parte superior de este tipo de nubes pueden tener forma de yunque u hongo de grandes dimensiones, generalmente la base es oscura; en la parte superior pueden tener cristales de hielo de gran tamaño. Estan constituidas por microgotas de agua, gotas de lluvia, cristales de hielo, copos de nieve y granizo.
- Estas nubes pueden producir precipitaciones y tormentas intensas.

### ¿Por qué las nubes de lluvia tienen una tonalidad oscura?

La luz del sol al atravesar la nube es retenida en su interior. Esta retención es mayor si el tamaño de las gotas es grande, si el contenido de hielo y agua es alto y si la nube tiene mucho espesor. Debido a esto, desde el suelo, la luz solar resulta ensombrecida por este proceso dando lugar a tonos grisáceos, incluso negros (Santos, 2017).

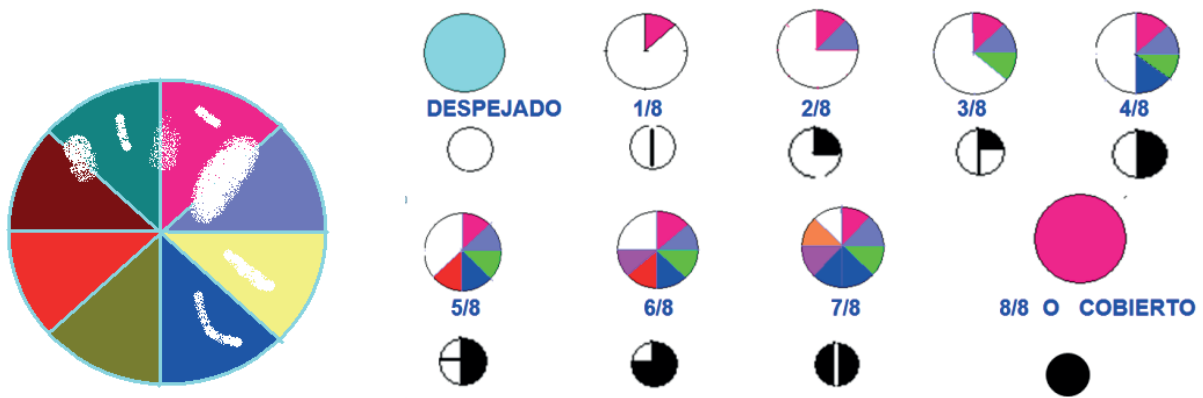


**FIGURA 48.** TIPOS DE NUBE. RECUPERADO DE [HTTP://BIOLOGIACAMPMORVEDRE.BLOGSPOT.PE/2014/10/TEMA-10-1-ESO-ATMOSFERA.HTML](http://biologiacampmorvedre.blogspot.pe/2014/10/tema-10-1-eso-atmosfera.html)

v) ¿Cómo se mide la nubosidad?

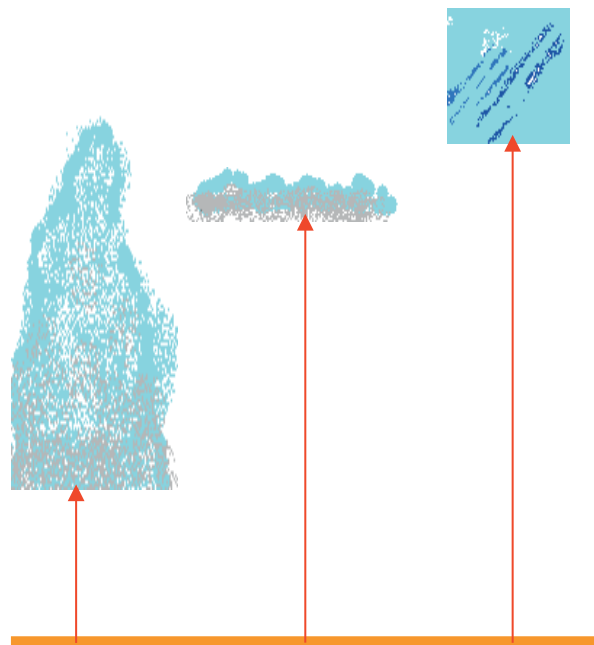
Las nubes pueden ser observadas y cuantificadas, para ello:

1. Determinar la clase de nubes: esto a través de la observación. Se debe definir la clase, familia y variedad.
2. Determinar la cantidad de nubes: para ello se debe dividir el cielo imaginariamente en 8 partes, a cada parte se le denominará octavas.



**FIGURA 49. NUBES Y PRECIPITACIÓN. FIGUEROA (2011)**

3. Aproximar la altura en la que se encuentran (tener en cuenta la más abundante).



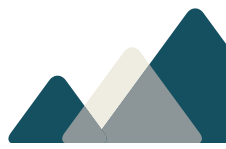
**FIGURA 50. NUBES Y PRECIPITACIÓN. FIGUEROA (2011)**

Otra forma de determinar las nubes es mediante el empleo de un nefobasímetro o también conocido como ceilómetro.

El ceilómetro es un aparato que usa un láser u otra fuente lumínica para determinar la altura de la base de nubes. Con los aerosoles también se pueden determinar la presencia de aerosoles en la atmósfera.



**FIGURA 51. CEILÓMETRO. VAISALA (2017)**



## 8.2. PRECIPITACIÓN

Se denomina precipitación al agua de la atmosfera que cae en forma líquida, sólida, o líquida y sólida desde las nubes hasta la superficie de la tierra.

Las gotas de agua son de diámetro muy pequeño del orden de las 5 micras, el tamaño de las gotas de lluvia apenas tiene 0.1 mm de diámetro por lo que las gotas iniciales deben aumentar de volumen y uno de los procesos de crecimiento es por colisión. La precipitación se puede presentar en las formas siguientes: Lluvia, nieve, granizo.

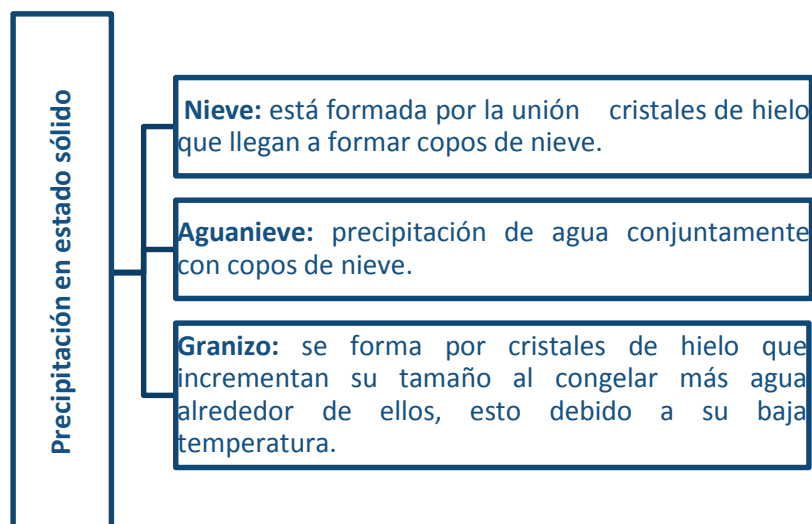
Para que las gotas de agua que forman las nubes lleguen a precipitarse, se requiere que éstas aumenten de tamaño y que el aire situado debajo de las nubes no sea demasiado cálido, ni muy seco, ya que de ser así, las gotas de agua que inician la caída pueden volver a evaporarse.

**Llovizna (garúa):** gotas pequeñas (menor a 5mm de diámetro) que caen uniformemente.

**Chubasco:** gotas de mayor tamaño que las anteriores y que caen con mayor intensidad.

**Virga:** gotas totalmente evaporadas antes de llegar al suelo, se observa como si estuviesen colgadas en el aire (Ministerio de Educación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2011).

La precipitación se puede dar también en forma sólida. El origen de la misma está en la formación de cristales de hielo en las nubes que tienen su tope a grandes alturas y bajísimas temperaturas (-40°C) (Rodríguez, Benito, & Portela, 2004)



**FIGURA 52. TIPOS DE PRECIPITACIÓN EN ESTADO SÓLIDO**



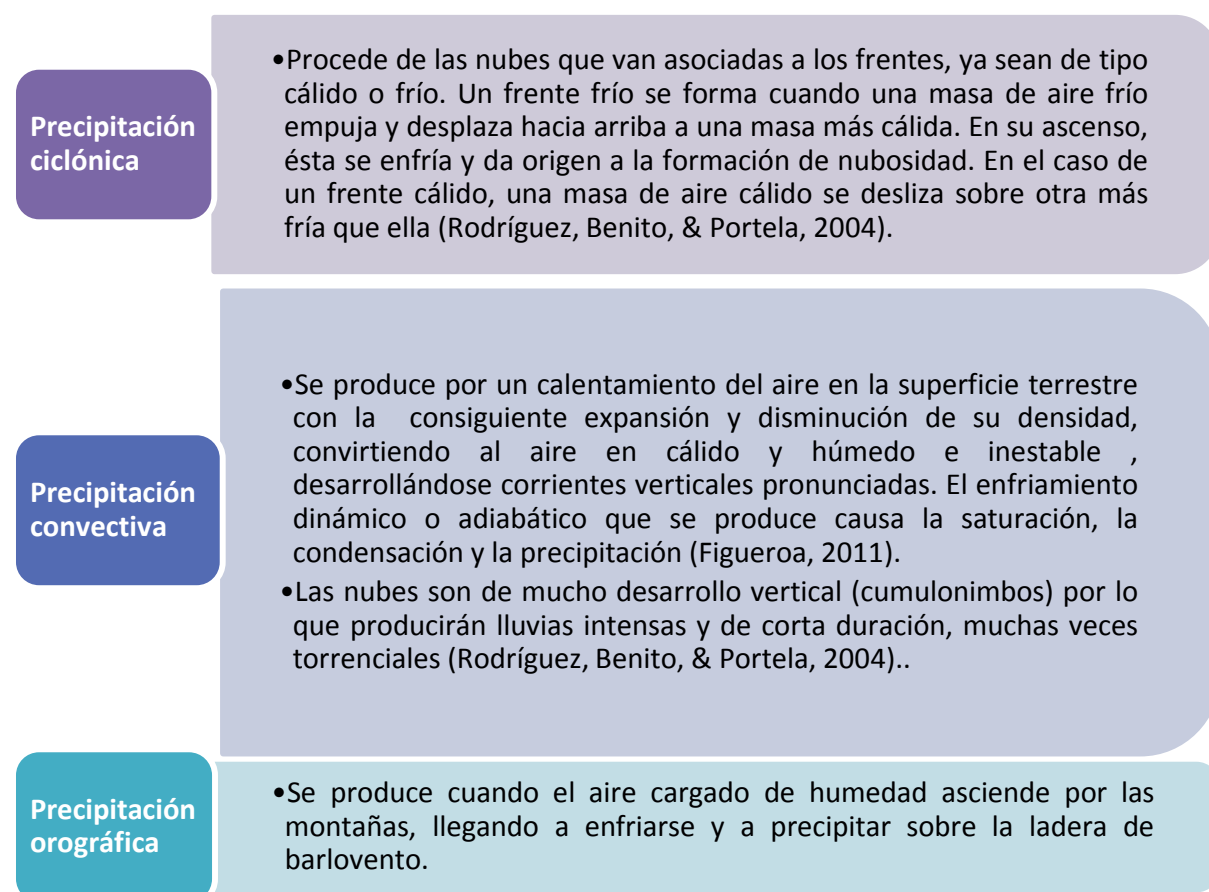
Existe también la posibilidad de precipitación en estado sólido: nieve, aguanieve y granizo. El granizo son trozos de hielo. Pueden ser redondos o de formas irregulares. La nieve está compuesta por cristales de hielo y presenta una estructura esponjosa (Ministerio de Educación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2011).

### ¿Qué representa 1 mm de lluvia caída?

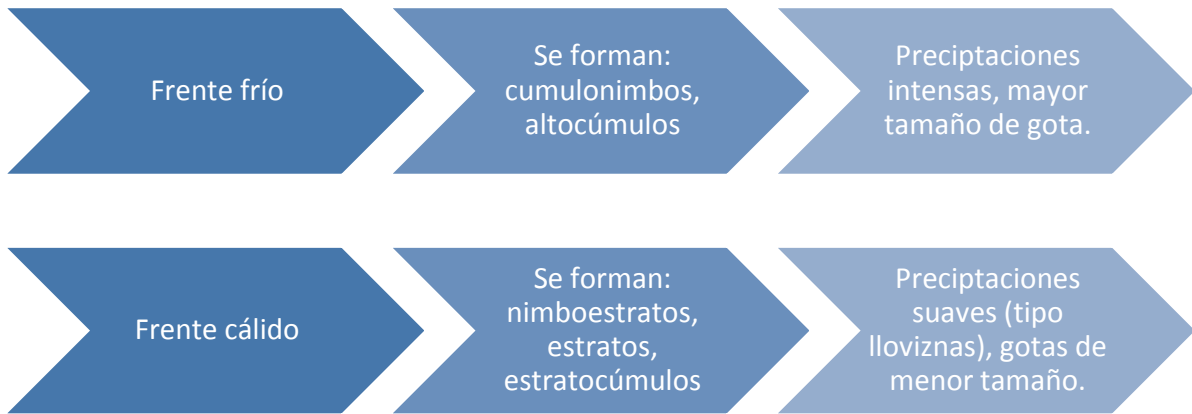
Ese milímetro equivale al agua caída colectada en un recipiente que tiene como superficie 1 m cuadrado, y como altura 1mm o lo que es lo mismo a 1 litro de agua. Los meteorólogos informamos la altura de la precipitación registrada pero, en realidad, esa altura es la altura de un volumen de agua cuya base es un cuadrado de 1 m de lado (Ministerio de Educación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2011).

## 8.2.1. ¿CUÁLES SON LAS FORMAS MÁS HABITUALES DE PRECIPITACIÓN?

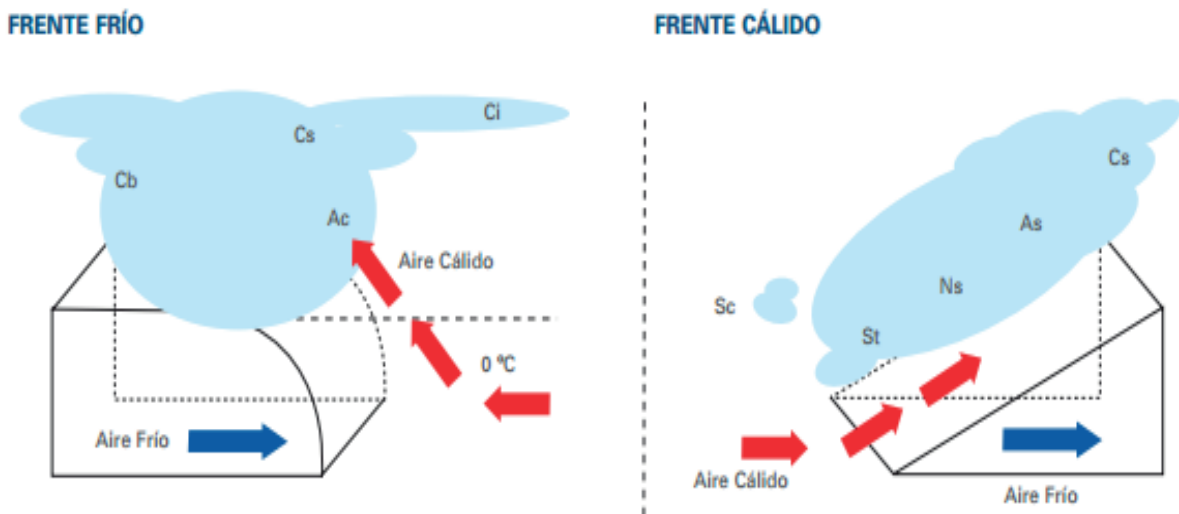
Existen varios tipos de precipitación como lo son: convectivo, orográfico y ciclónico.



**FIGURA 53. FORMAS DE PRECIPITACIÓN**



**FIGURA 54.** FORMACIÓN DE FRENTE FRÍO Y FRENTE CÁLIDO



**FIGURA 55.** NUBOSIDAD TÍPICAMENTE ASOCIADA A LOS FRENTE FRÍOS Y CÁLIDOS. RODRIGUEZ ET AL (2004)

## 8.2.2. ¿CON QUÉ INSTRUMENTO SE MIDE LA PRECIPITACIÓN?

### a. Unidades de medición

El volumen de lluvia recogida se mide en litros por metro cuadrado (l/m<sup>2</sup>) o lo que es lo mismo, en milímetros (mm.). Esta medida representa la altura, en milímetros, que alcanzaría una capa de agua que cubriese una superficie horizontal de un metro cuadrado (Rodríguez, Benito, & Portela, 2004).

Así, tendríamos:

$$V = h \times S$$

Dónde:

V= volumen de precipitación en 1 m<sup>2</sup>

h= 1mm =10<sup>-3</sup> m, S=1m<sup>2</sup>

### b. Instrumentos de medición

#### i) Estaciones convencionales:

- **Pluviómetros:** Los pluviómetros tradicionales (mecánicos) están compuestos por una sección receptora de 200 cm<sup>3</sup>, un embudo debajo de ella y finalmente un tanque de almacenamiento. A la hora de tomar la medida se observa en una escala ubicada en el pluviómetro la altura hasta la cual llega la precipitación acumulada.
- **Pluviógrafos:** tienen debajo del contenedor de precipitación una balanza que pesa la precipitación acumulada.

#### ii) Estaciones automáticas

Emplean pluviómetros tipo balancín. El balancín consiste en dos pequeños recipientes, donde uno de ellos siempre va a estar debajo del embudo y cuando este alcanza su capacidad de almacenaje, se vuelque dejando el otro recipiente debajo del embudo y así sucesivamente; un procesador irá contando la cantidad de veces que cada recipiente se volcó, lo cual dará una medida de la cantidad de precipitación.



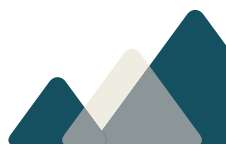
La medida de precipitación nos da a entender cuántos litros de agua ha llovido en un metro cuadrado de área.

### **8.3. ALGUNOS ESTUDIOS QUE SE PUEDEN REALIZAR**

- Variación de las precipitaciones en Ancash.
- Elaboración de mapas de riesgo por precipitaciones en Ancash.
- Tipos de precipitaciones sobre Huaraz.
- Estudios hidrológicos.

Capítulo 09

## **VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTO**



## VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE VIENTO

El viento es una cantidad vectorial con componentes en las direcciones horizontal ( $u, v$ ) y vertical ( $w$ ) (Reyes, 2001).

El viento consiste en el movimiento de aire desde una zona hasta otra. Existen diversas causas que pueden provocar la existencia del viento, pero normalmente se origina cuando entre dos puntos se establece una cierta diferencia de presión o de temperatura (Rodríguez, Benito, & Portela, 2004). Así el viento tiende a moverse de zonas de alta presión a zonas de baja presión, en el caso de una diferencia de temperatura, el viento se formará cuando una masa de aire adopta una temperatura mayor a la de su entorno y por ende incrementa su volumen, al incrementarse el volumen la densidad del aire disminuye, haciendo así que este tienda a moverse hacia capas superiores y esa acción hará que nuevas masas de aire de menor temperatura tiendan a ocupar ese espacio originado sí el viento.

El gradiente de presión es el que determina la velocidad del viento, por lo tanto, a mayor gradiente mayor velocidad (Brenes & Saborío, 1995).

En la atmósfera, existe una relación directa entre presión y viento, lo que hace que los mapas de isobaras, que representan los valores de la presión atmosférica, contengan amplia información sobre la velocidad y dirección del viento. ¡Sólo hace falta saber interpretarlos! (Rodríguez, Benito, & Portela, 2004).



Se denomina viento a todo movimiento horizontal del aire, mientras, que a los movimientos verticales se les considera como movimientos convectivos (Brenes & Saborío, 1995).

## 9.1 ¿CUÁLES SON LOS TIPOS DE VIENTO?

Entre los principales se tiene:

### Brisas de mar

- es producido por el calentamiento de la tierra durante el día y el enfriamiento durante la noche. En el día la tierra se calienta mucho más rápido que el mar, por lo que el aire tiende a ascender y es ocupado por aire más fresco; durante la noche ocurre lo contrario (circulación de tierra a mar).

### Brisas de montaña y valles

- Ocurre ya que durante el día el valle se calienta más rápidamente por lo que el aire caliente asciende hacia las montañas, mientras que en las noches desciende debido a que el aire se vuelve mucho más denso.

### Vientos generados por huracanes y tornados

- Un huracán (o tifón si se produce en la costa oeste del Pacífico Norte) es un fenómeno meteorológico violento que se origina sobre los océanos tropicales, normalmente al finalizar el verano o al principio del otoño, y que se traslada miles de kilómetros sobre el océano, capturando la energía calorífica de las aguas templadas. Su origen se encuentra en una masa uniforme de aire caliente y húmedo que asciende rápidamente (Brenes & Saborío, 1995).
- El tornado es un remolino de vientos intensos asociado con la formación de nubes tormentosas de tipo cumulonimbo. Los tornados pueden originarse sobre tierra firme o en el mar a partir de un ascenso rápido de aire muy cálido. El movimiento del aire en forma de espiral, le da el típico aspecto de embudo o manga (Brenes & Saborío, 1995).

## FIGURA 56. TIPOS DE VIENTO

### 9.2. ¿QUÉ VIENEN A SER LOS VIENTOS LOCALES?

Viene a ser aquellos vientos que se producen en determinadas zonas de acuerdo a las condiciones que presenta.

### 9.3. ¿QUÉ ES LA INTENSIDAD DE VIENTO?

La intensidad de viento viene a ser una cantidad vectorial, entonces tiene dirección y magnitud. La magnitud es conocida como velocidad de viento.

La intensidad del viento está sujeta a variaciones, tanto en periodo como en amplitud. Esto se debe a que el flujo de aire conocido como viento no es laminar. El viento sobre la superficie de la Tierra es un flujo turbulento, que comprende remolinos de diversos tamaños y parámetros físicos que se desplazan con el flujo. La orografía de la Tierra es el principal factor que determina la estructura turbulenta del viento. Esta estructura del flujo de aire se manifiesta a través de la llamada “rafagosidad” del viento, o sea fluctuaciones de los parámetros del viento de superficie.

### 9.3.1. ¿QUÉ ES LA VELOCIDAD DE VIENTO?

La velocidad de viento viene a ser una magnitud escalar que da una idea de se mueve el viento.

La velocidad del viento también puede expresarse utilizando la antigua escala de Beaufort; en este caso no se necesita ningún instrumento, está dada por números que van desde 0 a 12, de acuerdo a los objetos que son movidos por el viento y que por comparación nos da una idea aproximada de su velocidad (Brenes & Saborío, 1995).

### 9.3.2. ¿QUÉ ES LA DIRECCIÓN DE VIENTO?

La dirección del viento se indica en grados, a partir del norte verdadero en sentido horario. Se toma como dirección del viento, la dirección desde la cual proviene.

**TABLA 5. PUNTOS CARDINALES Y AZIMUT**

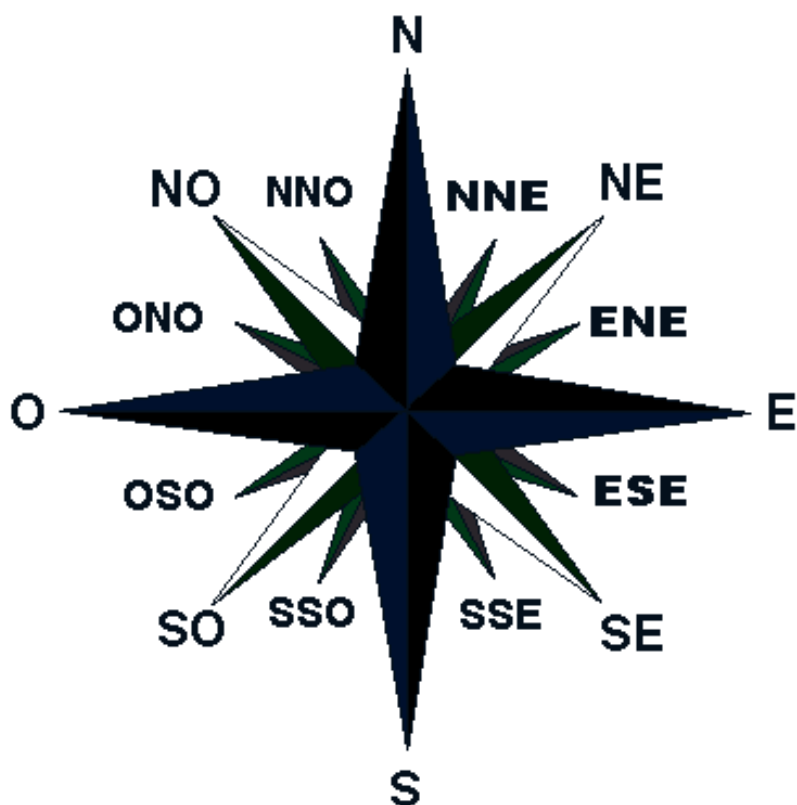
Puntos cardinales	Azimut
<b>N (Norte)</b>	0°
<b>E (Este)</b>	90°
<b>S (Sur)</b>	180°
<b>W (Oeste)</b>	270°



#### **¿Qué es la rosa de vientos?**

Es una herramienta de navegación donde se puede apreciar los rumbos en que se divide el horizonte. Esta herramienta se creó mucho antes que la brújula.





**FIGURA 57.** RUMBOS. EN CLASE (2010)

## 9.4. ¿CON QUÉ INSTRUMENTO SE MIDE LA VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS?

### a. Unidades de medición

La velocidad de viento se mide en metro por segundo (m/s), sin embargo muchos suelen expresarlo en Km/h o nudos.

La dirección de viento suele expresar en grados sexagesimales (°) o su equivalente en los rumbos.

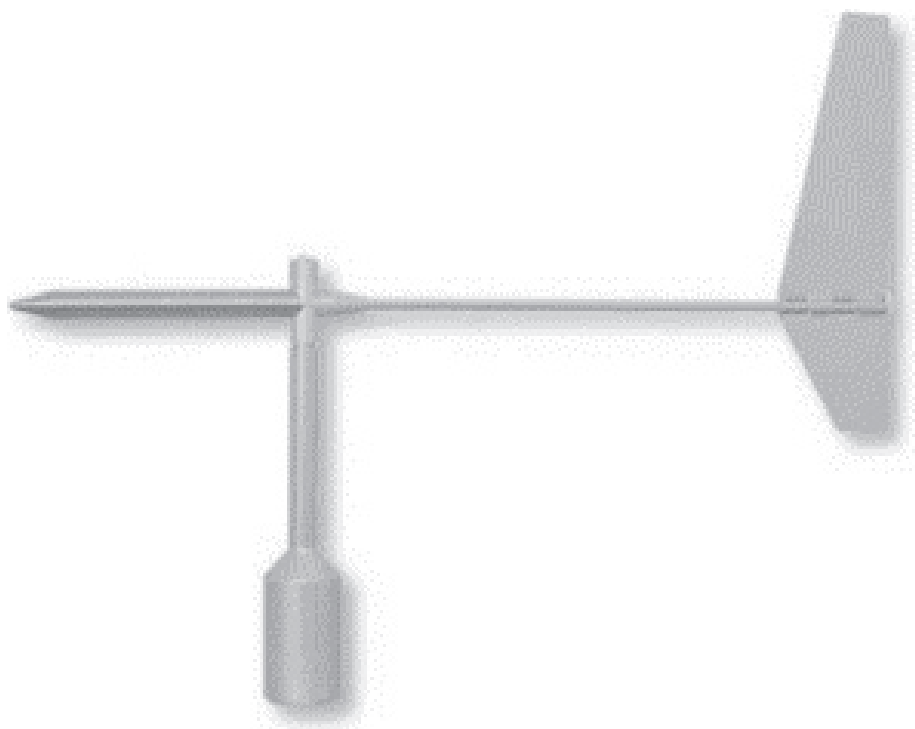
### b. Instrumentos de medición

- **Anemómetro de cazoletas:** mide la velocidad de viento. El giro de las cazoletas es proporcional a la velocidad de viento.



**FIGURA 58. ANEMÓMETRO DE CAZOLETAS. CORONADO**

- **Veletas:** son usadas para determinar la procedencia geográfica del viento.



**FIGURA 59. VELETA. CORONADO**



**FIGURA 60. ANEMÓMETRO DE HÉLICE. (AGROMATIC S.A)**

- Otros:
- Las estaciones automáticas pueden utilizar el anemómetro de cazoleta y veleta o también los anemómetros sónicos. Principalmente usan los sónicos ya que la precisión es mayor y los sensores son mucho más robustos.
- La función de un anemómetro (algunas veces con veleta) es la de medir algunas o todas las componentes del vector velocidad del viento. Lo más común es expresar el viento como un vector de 2 dimensiones, considerando solo la dimensión horizontal, ya que la componente vertical es muy pequeña cerca de la superficie. Sin embargo en algunos casos la componente vertical es importante y existen hoy en día anemómetros diseñados para medir las 3 componentes (Renom, Principios básicos de las mediciones atmosféricas, 2011).
- Los anemómetros sónicos miden la velocidad del viento mediante el empleo de las propiedades de las ondas sonoras.



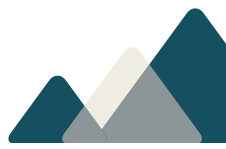
**FIGURA 61.** ANEMÓMETRO SÓNICO 3D (CAMPBELL SCIENTIFIC, 2017)



**FIGURA 62.** ANEMÓMETRO SÓNICO 2D (WINSON-ANEMÓMETRO SÓNICO, 2015)

## 9.5. ALGUNOS ESTUDIOS QUE SE PUEDEN REALIZAR

- Elaboración de mapa eólico de la región Ancash.
- Estudios para realización de parques eólicos.
- Determinación de mayor predominancia de la dirección de viento en el Callejón de Huaylas.



Capítulo 10

## **FUENTES DE DATOS E INFORMACIÓN METEOROLÓGICA Y CLIMÁTICA.**

## 10.1 ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROMÉTRICAS EN ANCASH.

En nuestro país el ente rector de la observación hidrometeorológica es el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), adscrito al Ministerio del Ambiente, quien en 1999 reportó que tienen a su cargo 2063 estaciones entre hidrométricas y meteorológicas distribuidas en todo el Perú. A partir del año 2000 hasta el 2007 se instalaron 84 estaciones hidrometeorológicas y oceanográficas automáticas, que vienen generando un registro de variables como temperatura, velocidad y dirección del viento, horas de sol, radiación solar, humedad, evaporación, precipitación, temperatura del suelo, niveles de agua, aforos líquidos, así como la implementación de programas de monitoreo de calidad del agua. Fuente especificada no válida..

En el 2009 de acuerdo a la base de datos proporcionada por el SENAMHI, se contaban con 145 estaciones hidrométricas y 558 estaciones meteorológicas operativas, sumando un total de 703 estaciones. En Ancash, el SENAMHI cuenta con 23 estaciones meteorológicas y 01 hidrométrica en funcionamiento ubicada en el distrito de Acas, provincia de Ocros. En la actualidad nuestra región existen varios operadores de estaciones meteorológicas e hidrométricas, cuya historia se remonta a los años 50 con la creación de la Corporación Peruana del Santa, que inició el desarrollo de múltiples proyectos en la región, uno de ellos la construcción de la Central Hidroeléctrica del Cañón del Pato, para su funcionamiento, se instalaron estaciones meteorológicas e hidrométricas a lo largo de la cuenca del Santa. Fuente especificada no válida..

Años más tarde pasaron a ser administradas por ELECTROPERÚ, que luego pasaría a la empresa DUKE Energy, la cual cedió la gestión de las estaciones al SENAMHI y a la Administración Local del Agua (ALA) – Huaraz, quien tiene instalado estaciones hidrométricas y ha establecido puntos de aforo a nivel la cuenca del Santa, asimismo instaló y viene operando en conjunto con municipalidades estaciones pluviométricas, en zonas de riesgo por activación de quebradas debido a precipitaciones intensas.

Asimismo la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos (UGRH) de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) lleva a cabo el monitoreo hidrométrico de las cuencas glaciares y tienen para ello instaladas en zonas estratégicas de las cordilleras nevadas del Perú, estaciones hidrométricas y meteorológicas de su propiedad como a través de convenios con universidades e institutos extranjeros. Por otro lado la Corporación Peruana de Aviación Comercial CORPAC, también posee una estación en Anta, distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, que registra datos meteorológicos para su actividad aeronáutica, estos datos son almacenados por un periodo de 40 años aproximadamente.

Actualmente, existen estaciones con fines agrometeorológicos administradas por la Dirección Regional de Agricultura, que las utilizan para implementar proyectos productivos, debido a ello siempre son trasladadas a diferentes lugares donde se inician sus actividades. También la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo posee 16 estaciones meteorológicas automáticas instaladas en 14 provincias del departamento de Ancash, que fueron implementadas mediante el proyecto Centro de Información e Investigación Ambiental para el Desarrollo Regional Sostenible (CIADERS), con un registro de mediciones desde el 2012.

Las grandes empresas mineras, ANTAMINA y BARRICK tienen instaladas estaciones meteorológicas dentro de sus operaciones. Asimismo otros proyectos productivos en la zona costera poseen estaciones para uso propio de su actividad, como son CHAVIMOCHIC Y CHINECAS.

A continuación se muestra tablas con las ubicaciones de las estaciones hidrométricas y meteorológicas ubicadas en nuestra región que son de uso público y se encuentran operativos.

**TABLA 6. ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROMÉTRICAS UBICADAS EN LA REGIÓN ANCASH ADMINISTRADAS POR EL SENAMHI**

N°	PROVINCIA	DISTRITO	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)	TIPO DE ESTACIÓN	ESTADO	PERIODO DE REGISTRO	PARAMETROS REGISTRADOS
				Latitud (S)	Longitud (O)					
1	Aija	Aija	Aija	9°46'53.97"	77°36'25"	3360	Estación meteorológica convencional	Operativa	2011 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
2	Bolognesi	Antonio Raimondi	Chamana	10°12'26.6"	77°33'31.4"	3010	Estación meteorológica convencional	Operativa	2012 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
3	Bolognesi	Chiquian	Chiquian	10°9'0"	77°9'00"	3350	Estación meteorológica convencional	Operativa	2011 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
4	Bolognesi	Cajacay	Mayorarca	10°9'27.9"	77°25'56"	3351	Estación meteorológica convencional	Operativa	1980, 1990 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
5	Casma	Buena Vista Alta	Buena vista	9°26'1.51"	78°12'29.54"	419	Estación meteorológica convencional	Operativa	1964 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
6	Huaraz	Pariacoto	Pariacoto	9°33'34.8"	77°53'24.4"	1260	Estación meteorológica convencional	Operativa	2012 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
7	Huaraz	Pariacoto	Chachán	9°32'7.7"	77°46'32.1"	2285	Estación meteorológica convencional	Operativa	1963 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
8	Huaraz	Pira	Pira	9°35'7"	77°42'25.9"	3625	Estación meteorológica convencional	Operativa	1963 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
9	Huaraz	La Libertad	Cajamarquilla	9°37'58.4"	77°44'27.9"	3028	Estación meteorológica convencional	Operativa	2011 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
10	Huaraz	Independencia	Santiago A. de Mayo	9°30'59.5"	77°31'29.5"	3079	Estación meteorológica convencional	Operativa	2011 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
11	Huaraz	Huaraz	San Pedro	9°36'28"	77°30'35.2"	3120	Estación hidrométrica convencional	Operativa	2011 - actualidad	Nivel de agua
12	Huari	Chavin de Huantar	Chavin	9°35'9.54"	77°10'30.95"	3151	Estación meteorológica convencional	Operativa	2012 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
13	Huarmey	Malvas	Malvas	9°56'1"	77°39'1"	3500	Estación meteorológica convencional	Operativa	2012 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
14	Huarmey	Huarmey	Huarmey	10°5'0"	78°10'0"	20	Estación meteorológica automática	Operativa	2012 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
15	Ocros	Acas	Cahua	10°36'21.6"	77°20'38"	812	Estación hidrométrica convencional	Operativa	2011 - actualidad	Nivel de agua
16	Pallasca	Cabana	Cabana	8°23'1"	78°0'16.59"	3354	Estación meteorológica convencional	Operativa	2012 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
17	Pomabamba	Pomabamba	Pomabamba	8°47'0"	77°28'0"	3000	Estación meteorológica convencional	Operativa	2011 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
18	Recuay	Recuay	Recuay	9°43'45.1"	77°27'13.15"	3131	Estación meteorológica convencional	Operativa	1964 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
19	Recuay	Huayllapampa	Shaquek	10°3'18.92"	77°32'6.84"	2907	Estación meteorológica automática	Operativa	2016 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
20	Recuay	Cátac	Milpo	9°53'1"	77°14'1"	4400	Estación meteorológica convencional	Operativa	1980 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
21	Santa	Nepeña	Huacatambo	9°14'1"	78°25'1"	35	Estación meteorológica convencional	Operativa	2003 - 2008	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
22	Sihuas	Cashapampa	Sihuas	8°34'0"	77°39'0"	2716	Estación meteorológica convencional	Operativa	1963 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
23	Yungay	Yungay	Yungay	9°8'30.8"	77°44'59.9"	2496	Estación meteorológica convencional	Operativa	2012 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
24	Santa	Chimbote	Condorcero PSI	8°29'28.55"	78°15'32.19"	477	Estación hidrométrica automática	Operativa	1974 - actualidad	Nivel de agua
25	Recuay	Recuay	Recuay	9°43'45.1"	77°27'13.15"	3431	Estación meteorológica automática	Operativa	2010 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
26	Huari	Chavin de Huantar	Chavin	9°35'9.54"	77°10'30.95"	3151	Estación meteorológica automática	Operativa	2015 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
27	Recuay	Cátac	Pachacoto	10°24'1.01"	77°24'1.01"	3179	Estación meteorológica automática	Operativa	2015 - actualidad	T°, HR, Vv, Dv, Precip.
28	Huaylas	Caraz	Saucepamap	9°2'45.08"	77°45'6.22"	2980	Estación meteorológica automática	Operativa	2014 - 2017	T°, HR, Vv, Dv, Precip.



**TABLA 7. ESTACIONES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS PERTENECIENTES AL PROYECTO CIADERS – FCAM - UNASAM.**

N°	PROVINCIA	DISTRITO	NOMBRE DE LA ESTACION	COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)	TIPO DE ESTACION	ESTADO	PERIODO DE REGISTRO	PARAMETROS REGISTRADOS
				Latitud (S)	Longitud (O)					
1	Ocros	Ocros	EM01 - OCROS	10° 24' 18.1"	77° 23' 52.5"	3266	Estación meteorológica automática	Operativo	2012 - actual	T°, HR, Precip, Rad, Rad ref, Vv, Dv, Tdc, Pátm, Evap, TSt.
2	Asunción	Chacas	EM02 - CHACAS	09° 09' 44.98"	77° 21' 56.67"	3560	Estación meteorológica automática	Operativo	2012 - actual	T°, HR, Precip, Rad, Rad ref, Vv, Dv, Tdc, Pátm, Evap, TSt.
3	Bolognesi	Chiquian	EM03 - CHIQUIAN	10° 09' 09.9"	77° 09' 10.3"	3413	Estación meteorológica automática	Operativo	2012 - actual	T°, HR, Precip, Rad, Rad ref, Vv, Dv, Tdc, Pátm, Evap, TSt.
4	Casma	Casma	EM04 - CASMA	09° 28' 35.52"	78° 14' 7.38"	139	Estación meteorológica automática	Operativo	2012 - actual	T°, HR, Precip, Rad, Rad ref, Vv, Dv, Tdc, Pátm, Evap, TSt.
5	Carhuaz	Shilla	EM05 - SHILLA	09° 14' 03.1"	77° 37' 29.3"	3133	Estación meteorológica automática	Operativo	2012 - actual	T°, HR, Precip, Rad, Rad ref, Vv, Dv, Tdc, Pátm, Evap, TSt.
6	Corongo	Corongo	EM06 - CORONGO	08° 33' 57.2"	77° 54' 12"	3297	Estación meteorológica automática	Operativo	2012 - actual	T°, HR, Precip, Rad, Rad ref, Vv, Dv, Tdc, Pátm, Evap, TSt.
7	Carlos F. Fitzcarrald	San Nicolás	EM07 - SAN NICOLAS	08° 58' 49.4"	77° 11' 5.1"	3050	Estación meteorológica automática	Operativo	2012 - actual	T°, HR, Precip, Rad, Rad ref, Vv, Dv, Tdc, Pátm, Evap, TSt.
8	Yungay	Yungay	EM08 - CANASBAMBA	09° 05' 50.76"	77° 46' 13.14"	2324	Estación meteorológica automática	Operativo	2012 - actual	T°, HR, Precip, Rad, Rad ref, Vv, Dv, Tdc, Pátm, Evap, TSt.
9	Huari	Huari	EM09 - PURHULAY	09° 18' 53.5"	77° 12' 22.1"	3526	Estación meteorológica automática	Operativo	2012 - actual	T°, HR, Precip, Rad, Rad ref, Vv, Dv, Tdc, Pátm, Evap, TSt.
10	Huaraz	Independencia	EM10 - SHANCAVAYAN	09° 31' 05"	77° 31' 30.87"	3078	Estación meteorológica automática	Operativo	2012 - actual	T°, HR, Precip, Rad, Rad ref, Vv, Dv, Tdc, Pátm, Evap, TSt.
11	Huarmey	Huarmey	EM11 - HUARMEY	10° 03' 53.58"	78° 08' 8.76"	58	Estación meteorológica automática	Operativo	2012 - actual	T°, HR, Precip, Rad, Rad ref, Vv, Dv, Tdc, Pátm, Evap, TSt.
12	Pomabamba	Pomabamba	EM12 - POMABAMBA	08° 48' 48"	77° 28' 7.3"	3496	Estación meteorológica automática	Operativo	2012 - actual	T°, HR, Precip, Rad, Rad ref, Vv, Dv, Tdc, Pátm, Evap, TSt.
13	Recuay	Pastoruri	EM13 - PASTORURI	09° 53' 21.1"	77° 18' 15.6"	4157	Estación meteorológica automática	Operativo	2012 - actual	T°, HR, Precip, Rad, Rad ref, Vv, Dv, Tdc, Pátm, Evap, TSt.
14	Santa	Nepeña	EM14 - NEPEÑA	09° 10' 46.2"	78° 22' 15.3"	215	Estación meteorológica automática	Operativo	2012 - actual	T°, HR, Precip, Rad, Rad ref, Vv, Dv, Tdc, Pátm, Evap, TSt.
15	Yungay	Mancos	EM15 - TINGUA	09° 13' 20.82"	77° 41' 18"	2492	Estación meteorológica automática	Operativo	2012 - actual	T°, HR, Precip, Rad, Rad ref, Vv, Dv, Tdc, Pátm, Evap, TSt.
16	Huaraz	Huaraz	EM16 - QUILLCAVHUANCA	09° 29' 53.5"	77° 24' 59.8"	3867	Estación meteorológica automática	Operativo	2012 - actual	T°, HR, Precip, Rad, Rad ref, Vv, Dv, Tdc, Pátm, Evap, TSt.

**TABLA 8. ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROMÉTRICAS ADMINISTRADAS POR LA UGRH – AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA.**

N°	PROVINCIA	DISTRITO	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)	TIPO DE ESTACIÓN	ESTADO	PARAMETROS REGISTRADOS
				Latitud (S)	Longitud (O)				
1	Huaylas	Caraz	Artesonraju	8°58'11.7"	77°38'13.6"	4811	Estación meteorológica automática	Operativa	T°, HR
2	Huaylas	Caraz	Artesoncocha	8°58'36.8"	77°38'40.3"	4254	Estación meteorológica convencional	Operativa	T°, HR
3	Huaylas	Caraz	Parón	9°00'02.6"	77°41'08.7"	4130	Estación hidrométrica automática	Operativa	Nivel de agua
4	Yungay	Yungay	Llanganuco	9°04'41.6"	77°39'04.7"	3838	Estación hidrométrica automática	Operativa	Nivel de agua
5	Huaraz	Huaraz	Huaraz	9°31'21.2"	77°32'00.7"	3040	Estación meteorológica automática	Operativa	T°, HR, Precip.
6	Huaraz	Huaraz	G. Shallap	9°29'42.6"	77°20'39.2"	4259	Estación hidrométrica automática	Operativa	Nivel de agua
7	Huaraz	Olleros	G. Uruashraju	9°35'36.3"	77°19'15.3"	4693	Estación meteorológica automática	Operativa	T°, HR, Precip.
8	Huaraz	Olleros	G. Uruashraju	9°35'36.3"	77°19'15.3"	4693	Estación hidrométrica convencional	Operativa	Nivel de agua
9	Recuay	Cátac	G. Yanamarey	9°39'19.6"	77°16'09.9"	4698	Estación meteorológica automática	Operativa	T°, HR, Precip
10	Recuay	Cátac	G. Yanamarey	9°39'19.6"	77°16'09.9"	4699	Estación hidrométrica convencional	Operativa	Nivel de agua
11	Recuay	Cátac	Querococho	9°43'42.9"	77°19'49.3"	4012	Estación meteorológica automática	Operativa	T°, HR, Precip.
12	Recuay	Cátac	G. Huarapasca	9°52'26.8"	77°12'58.4"	5150	Estación meteorológica automática	Operativa	T°, HR

## 10.2 FUENTES VIRTUALES DE DATOS E INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

Muchas de las mediciones realizadas mediante estaciones meteorológicas, hidrométricas o imágenes satelitales son procesadas y registradas en páginas web que hacen más accesible su utilización para múltiples objetivos como proyectos e investigación. Asimismo permiten ajustar los diferentes modelos meteorológicos que existen para poder predecir el tiempo meteorológico y el clima a nivel local, regional y mundial.

La mayoría de estas herramientas y bases de datos han sido generadas por el SENAMHI y ANA, a nivel internacional se tiene visores y programas gratuitos para el análisis de datos meteorológicos que ofrece la NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos), asimismo universidades e institutos de investigación ofrecen estos servicios. También se disponen de imágenes satelitales de la superficie y de la atmósfera y modelos globales generados para predecir el clima. A continuación se presenta una lista de páginas web en los que se puede encontrar diferentes tipos de datos e información meteorológica y ambiental, organizadas de acuerdo a los siguientes niveles.

### 10.2.1. LOCAL Y REGIONAL

- La base de datos del **Proyecto CIADERS – UNASAM**, en el cual se reporta datos de 17 variables meteorológicas en tiempo real de las 16 estaciones meteorológicas con las que cuenta en la región Ancash. Para acceder al portal podemos ingresar a la página web (ciaders.com) o mediante el siguiente **link**. [http://www.ciaders.com/goes/select\\_reporte.php](http://www.ciaders.com/goes/select_reporte.php).
- **La Dirección Regional de Agricultura (DRA)** pone a disposición en su portal de estadísticas agrícolas una base de datos meteorológica con estimaciones de modelos globales para las 20 provincias de la región Ancash, los datos mostrados son horarios y son producto del modelo LAFDM (Latin American Flood and Drought Monitor), realizado por la universidad de Princeton. Mediante el siguiente link se puede acceder a ésta base de datos desde 1980. <https://agroancash.gob.pe/agro/datos-hidrologicos/>

### 10.2.2. NACIONAL

El **Servicio Nacional de Meteorología e hidrología (SENAMHI)** cuenta con base de datos, ubicación de estaciones meteorológicas y otros productos de predicción meteorológica en los siguientes links.

- <http://www.peruclima.pe/?p=estaciones-automaticas>, a través de éste link se accede a los datos diarios de las estaciones automáticas del SENAMHI, con un periodo de almacenamiento de 30 días, reportando temperaturas máximas, mínimas y precipitación.
- <http://www.peruclima.pe/?p=estaciones-convencionales>, mediante ésta página se accede a los datos diarios de las estaciones convencionales del SENAMHI, con un periodo de almacenamiento de 30 días, reportando temperaturas máximas, mínimas

y precipitación a nivel nacional.

- <http://www.peruclima.pe/?p=lluvia-acumulada>, en éste link se encuentra gráficos de precipitación mensual acumulada desde 1980, en la cual se estima el Índice de Precipitación Estandarizada (PSI) para diferentes estaciones, mostrando la dispersión de los datos mensuales a lo largo del periodo de medición y el promedio mensual de la precipitación estimado.
- <http://www.peruclima.pe/?p=data-historica>, [http://www.senamhi.gob.pe/main\\_mapa.php?t=dHi](http://www.senamhi.gob.pe/main_mapa.php?t=dHi), en ambos links, se puede encontrar datos históricos desde 1960 aproximadamente, reportando datos de temperatura máxima, mínima y promedio, a los cuales se puede acceder a través de un usuario gratuito proporcionado por el SENAMHI.
- <http://www.senamhi.gob.pe/satelite.php>, éste link permite acceder a imágenes satelitales GOES, MODIS y TRMM, de toda Sudamérica con vistas a detalle de Perú, Brasil, Bolivia, Uruguay, Colombia y Venezuela, se actualizan cada media hora y de forma diaria.
- <http://www.senamhi.gob.pe/satelite.php?p=010&s=Per>, éste link permite acceder a productos satelitales de GOES, elaborados por el SENAMHI, mediante los canales, infrarrojo, vapor de agua y visible se observa la altura y temperatura de nubes, vapor de agua presente y temperatura de vapor, probabilidad de tormentas y visualización de nubes bajas, ésta información se actualiza cada media hora.
- <http://www.senamhi.gob.pe/?p=0260>, a través de éste link se accede al modelo numérico ETA, regionalizado por el SENAMHI para nuestro país, cada día se reporta el pronóstico del tiempo a escala nacional, las variables mostradas son temperatura, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, permitiendo hacer un análisis más técnico de tiempo.

**La Autoridad Nacional del Agua (ANA)** cuenta con los siguientes portales web para acceder a ubicación de estaciones, datos pluviométricos, datos hidrométricos, meteorológicos e información para estimar sequías, alarmas por activación de quebradas, entre otros.

- <http://geosnirh.ana.gob.pe/geohidrov2/>, muestra datos espaciales de cuencas, límites de jurisdicciones de las Autoridades Administrativas del Agua, Administraciones Locales del Agua, inventario de lagunas, manantiales, puntos de aforo, lugares autorizados de vertimiento y licencias de uso de agua.
- <http://snirh.ana.gob.pe/visorSADHO/>, es una plataforma que incluye diferentes informaciones como, ubicación de estaciones meteorológicas, hidrométricas y pluviométricas, datos hidrométricos, alarmas por activación de quebradas a nivel nacional que es actualizada de forma diaria o mensual según corresponda.
- <http://snirh.ana.gob.pe/visorpluiofen/>, este link permite acceder a las ubicaciones de estaciones pluviométricas, instaladas en zonas de riesgo debido a la activación de quebradas por lluvias intensas, por efecto del Fenómeno El Niño.

- <http://www.climatedatalibrary.cl/Peru/maproom/>, mediante éste link se accede a 2 portales de la ANA, el primero es una biblioteca de datos climáticos y el segundo un Observatorio de sequías. En éste último encontramos 4 portales, los cuales son, alertas agroclimáticas, frecuencia de sequías históricas, pronósticos estacionales y monitoreo de sequía. Ésta plataforma fue elaborada en colaboración con el SENAMHI, la UNMSM y el Instituto Geofísico del Perú (IGP).

**El Instituto del Mar del Perú (IMARPE)**, posee datos e imágenes satelitales de forma horaria y diaria de la temperatura del mar, que permite hacer un seguimiento a las condiciones físicas del océano principalmente. A través del siguiente link se puede acceder a ésta información: [http://satelite.imarpe.gob.pe/uprsig/sst\\_prov.html](http://satelite.imarpe.gob.pe/uprsig/sst_prov.html)

- <http://www.geogpsperu.com/2014/06/geo-servidores-sig-peru-lista-completa.html>, mediante éste link accedemos al portal de GeoGPS Perú, un blog en el cual se presenta una lista de servidores con información geográfica del Perú, realizada por diversas instituciones públicas de nuestro país.

### 10.2.3. INTERNACIONAL

Entre algunas de las instituciones que realiza mediciones a nivel mundial y tiene sus datos e información de forma gratuita tenemos:

**La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA)**, posee programas y datos gratuitos de mediciones que realiza a nivel mundial, permitiendo procesar datos de variables meteorológicas, oceanográficas, biológicas, concentración de contaminantes atmosféricos, entre otros. Asimismo cuenta con modelos numéricos de predicción global. A continuación se muestra los links con los cuales acceder a las diferentes informaciones.

- <https://www.pmel.noaa.gov/gtmba/pmel-theme/pacific-ocean-tao>, mediante éste link se accede a una web de la NOAA que presenta datos de temperatura del mar (océano pacífico), vientos en superficie, presión a diferentes profundidades del mar, entre otras variables oceánicas.
- <http://www.ncep.noaa.gov/> y <http://www.ncar.noaa.gov/>, éstos links permiten acceder a modelos globales meteorológicos (Modelos Globales de circulación - GCM). Ofrecen datos de Reanálisis que son el resultado de un proyecto implementado por el National Center for Environmental Prediction (NCEP) y el National Center for Atmospheric Research (NCAR) de los Estados Unidos
- <http://ready.arl.noaa.gov/index.php>, a través de éste link se presenta modelos globales de condiciones atmosféricas, fue realizado por el Laboratorio de Recursos del Aire, a través de éstos programas se puede estimar la trayectoria de los vientos a diferentes altitudes (modelo HYSPLIT), dispersión de contaminantes atmosféricos, entre otros.

- <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/global-forecast-system-gf>, mediante ésta link accedemos al portal del Global Forecasting System (GFS), modelo global de predicción numérica del tiempo meteorológico, que reporta datos gratuitos de variables como temperatura, velocidad del viento, presión atmosférica, precipitación, humedad relativa, etc.

**El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS)**, permite acceder a imágenes satelitales de diferentes plataformas, entre las que destacan las imágenes Landsat 7 y 8, Áster, Modis, Sentinel, entre otras, para acceder a ellas es necesario contar con un usuario otorgado gratuitamente por ésta institución. El siguiente link le permitirá acceder al portal web. <https://earthexplorer.usgs.gov/>

- **El Instituto Nacional de Meteorología de Brasil (INMET)**, ha generado un visor de predicciones numéricas para América del Sur, a través de sus modelos COSMO a resoluciones de 7 y 2.8 Km. Para acceder al portal lo podemos hacer mediante el siguiente link, <http://www.inmet.gov.br/vime/?P=P2>.
- Visores interactivos de predicciones meteorológicas a nivel mundial a través de modelos de circulación global.
- <https://www.ventusky.com>, visor de datos meteorológicos y predicciones, elaborado en República Checa, permite observar predicciones de hasta 9 días de todo el mundo. Los modelos utilizados en este visor son el - GFS Global Forecasting System, GEM e ICON desarrollados en Europa, éste último permite estimar las precipitaciones de hasta 6 días con un bajo nivel de error.
- <http://stream.princeton.edu/LAFDM/WEBPAGE/interface.php?locale=sp>, a través de éste link podemos acceder a un monitor en tiempo real de inundaciones y sequías en América Latina, fue elaborado por la Universidad de Princeton, muestra datos de meteorológicos y sobre características físicas del suelo.
- <https://www.windy.com>, es un visor interactivo de predicciones meteorológicas, que permite observar las condiciones meteorológicas con modelos numéricos globales, producto del Global Forecasting System (GFS) a 22 Km de resolución y del Centro Europeo de Predicción a Medio Plazo (ECMWF) a través del Sistema de Pronóstico Integrado (IFS).

Capítulo 11

## **DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA Y CLIMÁTICA**



Debemos empezar diciendo que, los datos meteorológicos son imprescindibles, pero no son un producto meteorológico y tampoco información. La información meteorológica pasa un sistema de generación – transferencia y utilización. Todos necesitamos de la información meteorológica y climática para el desarrollo de nuestras actividades. (Basualdo, 2015)

Es importante que el usuario de la información climática pueda hacer uso de ellas a través de la toma de decisiones y de este modo reducir el riesgo que éste le implica para su actividad.

Muchas veces los usuarios muestran una postura contradictoria y manifiestan una gran avidez por la obtención constante de información climática, pero luego no la utilizan, ya sea porque no se comprende bien, no se ajusta a sus requerimientos, no se dispone de ella en el momento adecuado o simplemente porque se impone una idea de fondo relacionada con la “fatalidad”: de todas formas la ocurrencia del fenómeno climático (sequía, helada, granizo, ola de calor, entre otras) tendrá lugar y no podremos afrontarlo adecuadamente.

Para la toma de decisiones, es necesario contar con avisos, predicciones e información sobre fenómenos relacionados con el tiempo y el clima en forma oportuna, fiable y completa, por formar parte de su responsabilidad la seguridad de la vida humana, la protección de los bienes y el bienestar de los ciudadanos de sus países.

(OMM, 1999) La información generada deberá cumplir como mínimo con estos requisitos:

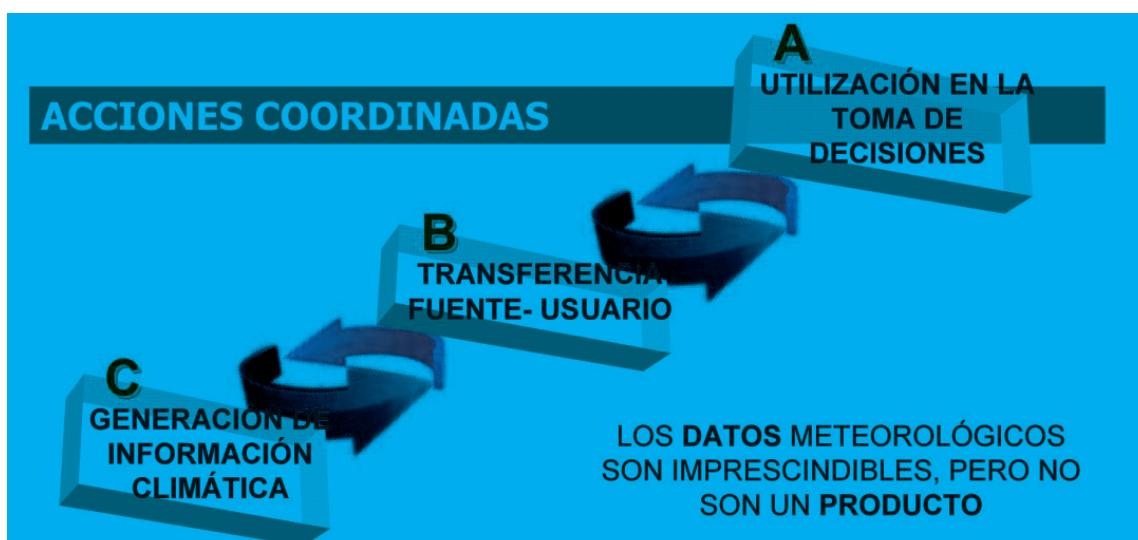
- Deberá hallarse disponible con la regularidad adecuada.
- Deberá ser comprensible para el tomador de decisiones.
- Deberá lograr reducir el nivel de incertidumbre previo al análisis.

## **11.1 ACTORES EN EL PROCESO DE GENERACIÓN Y DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA**

Un sistema ideal para hacer efectiva la utilización de información climática se compone de la generación, transferencia y utilización de ésta información. Sin embargo en nuestra región se presenta múltiples dificultades. Es importante analizar las fortalezas y debilidades en éste proceso.

En este sistema existen tres actores con identidad y diferentes funciones (Basualdo, 2015).





**FIGURA 63.** ESQUEMA DE ACCIONES COORDINADAS PARA LA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA Y METEOROLÓGICA APLICADA. FUENTE: (BASUALDO, 2015).

El actor que genera la información es “C”, en éste sector se encuentra los grupos de investigación vinculados con universidades u otras instituciones que promueven la investigación científica aplicada. Al otro extremo se encuentra el actor “A”, quien tiene un requerimiento específico de información climática o meteorológica, ésta representado por toda la comunidad, en relación con el pronóstico del tiempo de corto plazo, por ejemplo, investigadores locales, nacionales e internacionales. También pueden tratarse de empresas privadas (energía, transporte, agropecuaria, etc.). Por otra parte el sector público como turismo, salud, construcción, ambiente, defensa civil, municipalidades, entre otros. (Basualdo, 2015)

En medio de éstos dos sectores se halla el actor “B”, que es capaz de comprender los resultados científicos por un lado y por otro conoce también las necesidades prácticas del grupo “A”, se trata de instituciones tecnológicas que utilizan los conocimientos científicos y desarrollan modelos de presentación de información que transfieren a un usuario específico al que conocen bien. Un ejemplo de éstos son las oficinas especializadas en difusión de los centros de investigación (SENAMHI), de universidades, ONGs (En nuestra región tenemos al Instituto de Montaña, CARE, CEDEP, URPICHAYAY, entre otras.), las direcciones regionales, las municipalidades, etc.

En general se piensa que el sistema inicia en “C” con la generación de información, a través del registro de datos meteorológicos y desarrollo del marco conceptual, pasa por el intermediario que adapta la información y la transmite, y finalmente pasa algún sector que haya requerido la información. Sin embargo sólo funcionará eficientemente si hay una retroalimentación continua, es decir, el proceso anterior debe acoplarse al siguiente, el actor “A” tiene un requerimiento específico que lo transmite al intermediario, que es el que tiene mayor conocimiento de su actividad y sus necesidades y a la vez posee la información técnica necesaria, finalmente hace llegar al actor “C” la sugerencia de desarrollo sobre un tema específico para que pueda ser aplicado (Basualdo, 2015).

## 11.2 EL RIESGO CLIMÁTICO Y CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN ÚTIL PARA LA TOMA DE DECISIONES.

En las diferentes actividades que realizamos siempre existe un riesgo debido a la variabilidad del clima y el tiempo, al que denominamos riesgo climático, éste fenómeno atmosférico puede causar daños al ambiente, la población o sus bienes. Los usuarios de la información climática siempre esperan que ésta le permita tomar una decisión y disminuir el riesgo en su actividad, ya sea un productor agrícola que planifica sus tareas semanales, un gobierno provincial que plantea acciones frente a lluvias extremas o una empresa hidroeléctrica que necesita evaluar la demanda futura en función a las variaciones del volumen de agua que ingresa a sus operaciones.



**FIGURA 64.** ESQUEMA DE LOS FACTORES QUE COMPONEN EL RIESGO CLIMÁTICO. FUENTE: (BASUALDO, 2015).

La información climática cumple un rol fundamental en la reducción de la vulnerabilidad y por consiguiente en la disminución del riesgo. La amenaza está representada por la existencia de un fenómeno climático adverso y debe medirse cuantitativamente, en este aspecto el actor “C” posee y puede desarrollar el conocimiento necesario para registrar, describir, analizar, cuantificar y a veces predecir el impacto de la amenaza. Por su parte el actor “B”, es el que puede sugerir a los actores en riesgo representado por el actor “A” las medidas tendiente a reducir su vulnerabilidad y a la vez transmitir a “C” el conocimiento de la actividad o requerimiento del usuario y que fenómenos o eventos son los que más le perjudican. (Basualdo, 2015)

## 11.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN CLIMÁTICA

La información o producto climático deberá tener un objetivo específico y que el conocimiento generado a través de éste pueda satisfacer una necesidad real, los requisitos mínimos que debe tener son:

a) Estar disponible con la regularidad adecuada:

La regularidad en el tiempo es importante para el usuario, ya que se acostumbra a buscar información metódicamente, considerará así que se puede contar con ella y se habitúa a utilizarla en la toma de decisiones. Debiendo ser compatible con la escala temporal y los momentos críticos de su actividad.

b) Ser comprensible para los tomadores de decisiones:

El formato de la información no debe pasar desapercibido, se conoce que una información en un formato o lenguaje puede resultar incomprensible y en otro muy accesible. Los generadores de información deben lograr un formato amigable, lo cual se obtiene mediante la interacción con el usuario. Una vez diseñado es importante que se mantenga el formato y evitar confusiones en el usuario.

c) Lograr reducir el nivel de incertidumbre previo al análisis:

Se espera que el tomador de decisión pueda percibir que gracias al conocimiento adquirido a logrado disminuir su nivel de vulnerabilidad, para ello es importante que el usuario haya sido capacitado para comprender y valorar la información. Se sabe también que por más que la información sea la mejor siempre habrá aspectos que no se puedan conocer o prever (Basualdo, 2015).

## 11.3 LAS PROBABILIDADES E INCERTIDUMBRE EN LA INFORMACIÓN CLIMÁTICA.

Las probabilidades son también información climática válida, probable es “algo que puede suceder”, es decir cualquier evento meteorológico posible es probable, aunque su nivel de probabilidad sea muy bajo.

Desde el punto de vista de la probabilidad de ocurrencia, se pueden presentar tres circunstancias diferentes:

- 1) Lo que puede suceder
- 2) Lo que es más probable que suceda
- 3) Lo que finalmente sucede

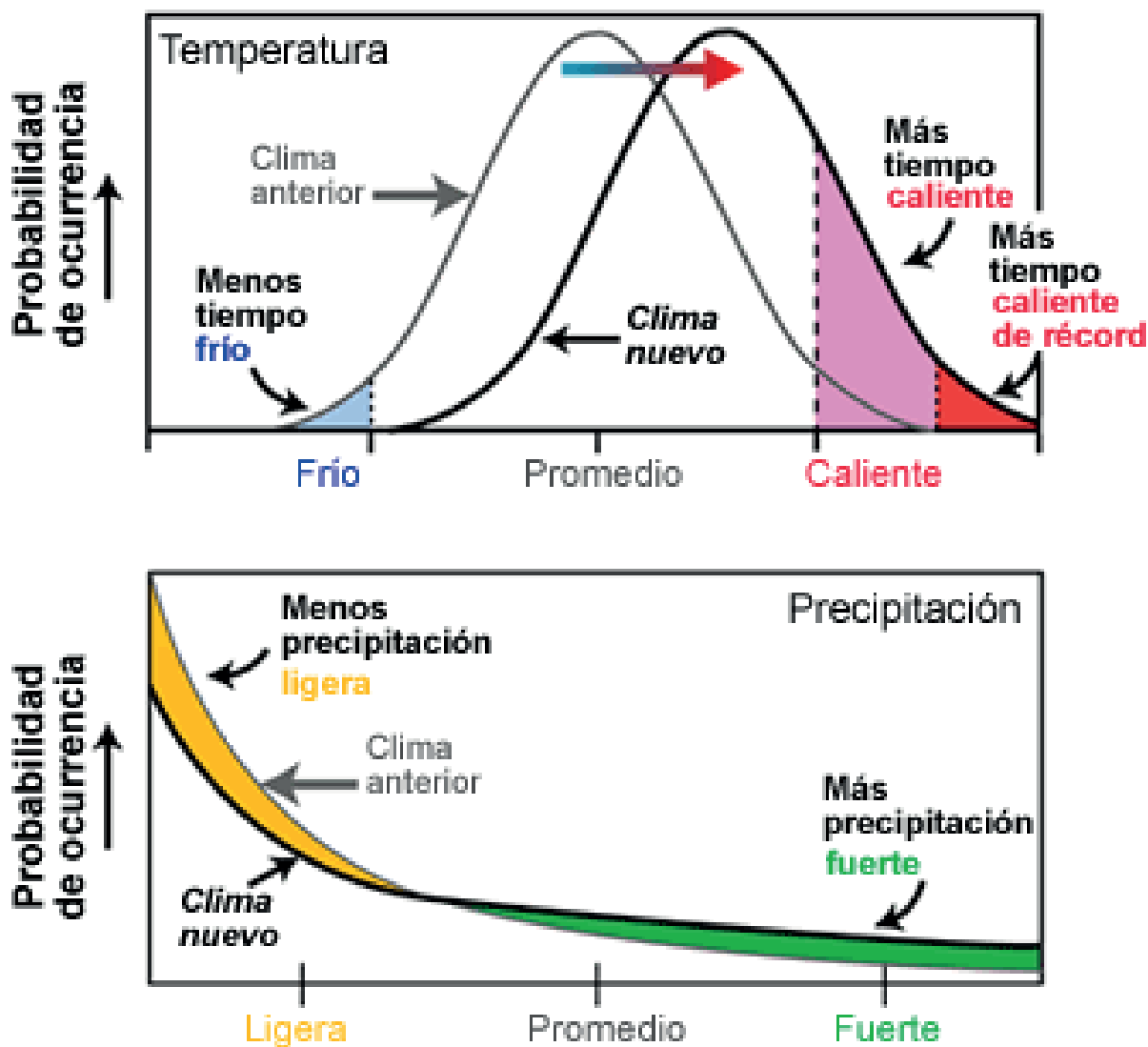
Dentro de los que puede suceder se encuentra todo el rango de eventos posibles. Por ejemplo puede suceder que el próximo enero no llueva, o que las lluvias acumuladas en ese mes tripliquen el valor normal. Sin embargo.

De ese intervalo de posibilidades no todos los valores tienen la misma probabilidad de ocurrencia, al asignarle un valor de probabilidad a cada precipitación ocurrida es dar información, ya que conocer el valor más probable, aunque sea aproximado, puede ser utilizado en la toma de decisiones.

En relación con los fenómenos meteorológicos, la incerteza es inevitable. Gracias a ella y a partir de la información obtenida, se toman nuevas decisiones. Por ello habrá que tomar decisiones que impliquen necesariamente cierto grado de incertidumbre: habrá que correr un riesgo.

Independientemente de su grado de acierto, la predicción probabilística de ocurrencia de eventos meteorológicos es necesaria, ya que las decisiones deben tomarse y es mejor hacerlo con la mayor información posible (Basualdo, 2015).

### Aumento de la probabilidad de extremos en un clima más cálido



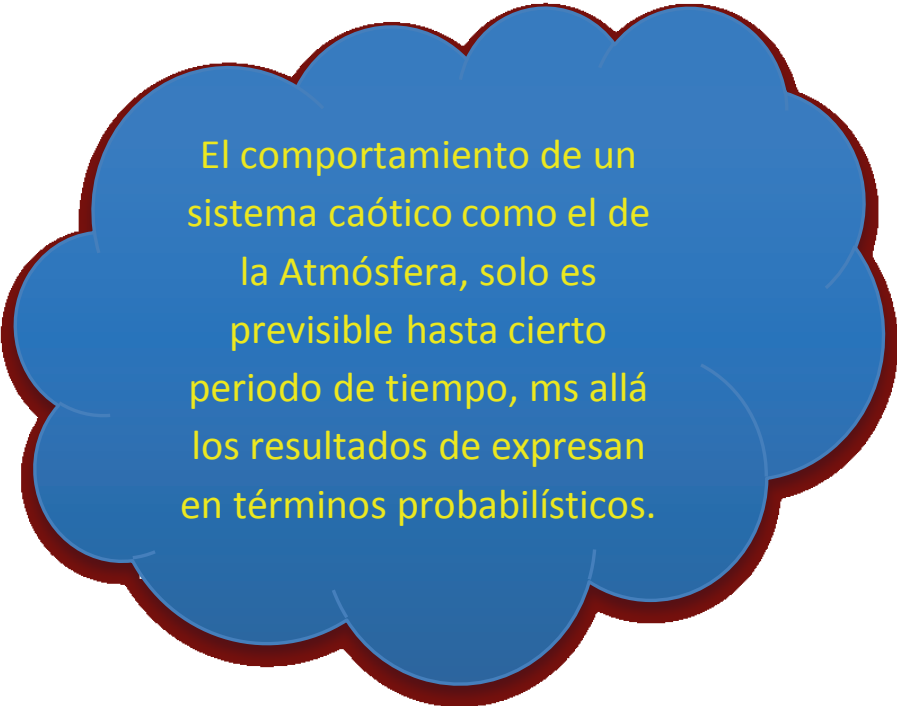
**FIGURA 65.** GRÁFICO DE PROBABILIDADES DE OCURRENCIA DE INCREMENTOS EN LA TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN FRENTE A UN CLIMA MÁS CÁLIDO. RECUPERADO DE [HTTP://WWW.METED.UCAR.EDU/BROADCASTMET/CLIMATE\\_ES/PRINT.HTM#PAGE\\_6.1.0](http://www.meted.ucar.edu/broadcastmet/climate_es/print.htm#page_6.1.0)



### 11.3.1 LA INCERTIDUMBRE EN LA INFORMACIÓN CLIMÁTICA.

La incerteza es inevitable; por lo tanto, tomar decisiones implicará correr riesgos, sobre todo cuando tratamos de entender los procesos en la atmósfera, es por ello que no hay pronóstico o predicción con el 100% de acierto.

Si los mecanismos que gobiernan el comportamiento de la atmósfera son procesos físicos conocidos, aún no es posible pronosticar las variables meteorológicas a más largo plazo y con la misma certeza que otros fenómenos como determinar la hora exacta en que saldrá el sol por ejemplo.

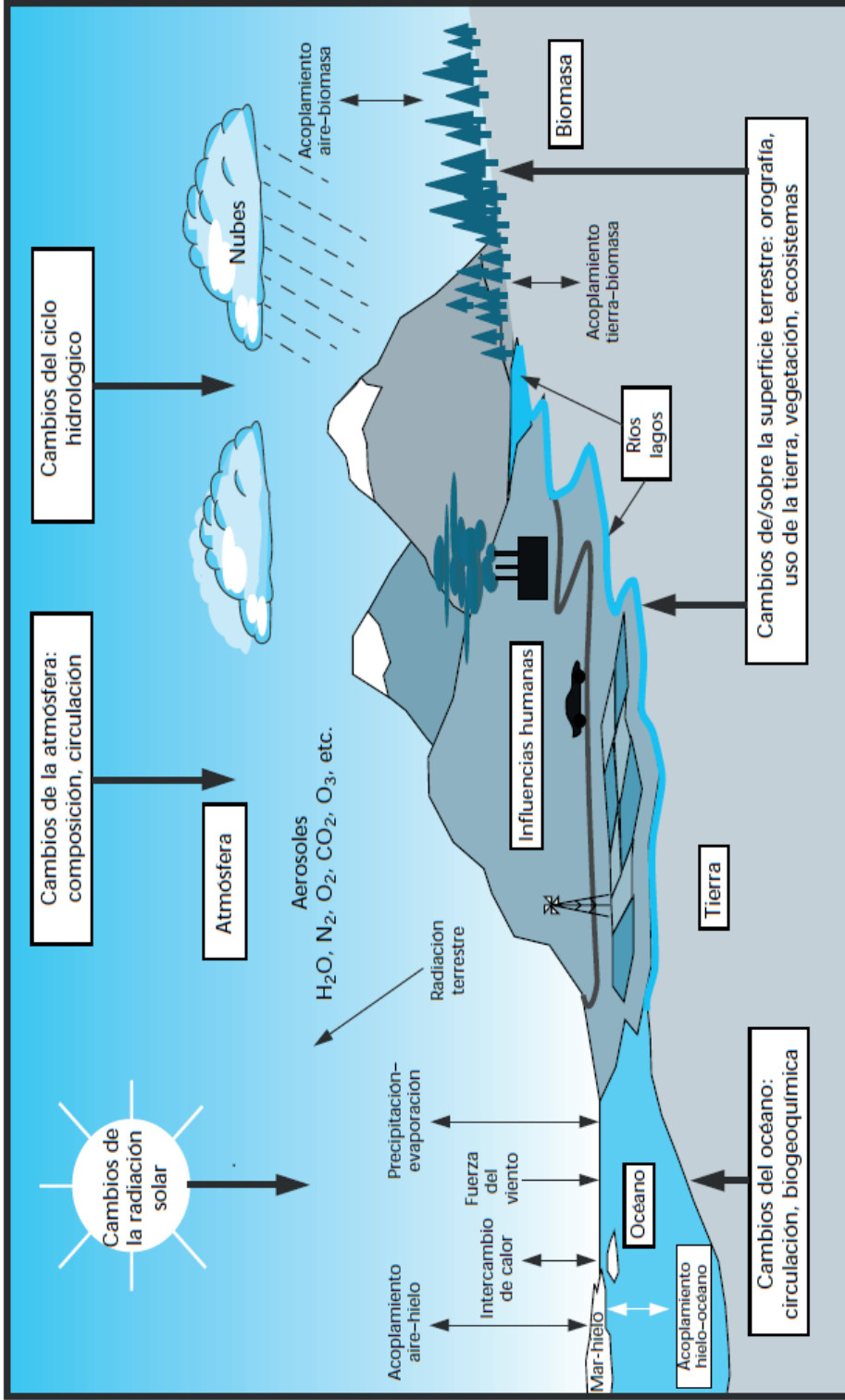


El comportamiento de un sistema caótico como el de la Atmósfera, solo es previsible hasta cierto periodo de tiempo, más allá los resultados se expresan en términos probabilísticos.

Para ello es importante reconocer que los fenómenos en la atmósfera obedecen a algunas leyes deterministas y otras a leyes al azar o estocásticas.

La primera puede tratarse de fenómenos con un resultado cierto o seguro. Por ejemplo en el caso de un proyectil lanzado desde un cañón con un ángulo y velocidad inicial conocida, podremos determinar el lugar del impacto y la velocidad en ese momento. Mientras el segundo incluye fenómenos cuyo resultado no es previsible, más que en intervención del azar, como un juego de lotería.

**FIGURA 66.** VISIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA CLIMÁTICO QUE REVISTEN IMPORTANCIA PARA LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS A ESCALA TEMPORAL, SIENDO LOS PROCESOS QUE OCURREN EN LA ATMÓSFERA, INTERACCIONES COMPLEJAS ENTRE EL SUELO, EL MAR, EL HIELO, EL AIRE, QUE DEFINEN SU ESTADO CAÓTICO.



RECUPERADO DE [HTTPS://PERSPECTIVACLIMATICATERRITORIAL.WORDPRESS.COM/NOTICIAS-SOBRE-ADAPTACION/](https://perspectivaclimaticaterritorial.wordpress.com/noticias-sobre-adaptacion/)

Los procesos que se dan en la atmósfera ocupan un lugar que podría considerarse intermedio entre el determinismo y el azar: “el caos”. El caos es la rama de las matemáticas, la física y otras ciencias, que trata ciertos tipos de sistemas dinámicos muy sensibles a las variaciones en las condiciones iniciales. En rigor se trata de sistemas deterministas, pero en ellos pequeñas variaciones en las condiciones iniciales pueden implicar grandes diferencias en el comportamiento futuro, lo cual complica la predicción a largo plazo. No es posible en la práctica conocer (medir) con exactitud el valor de todas las variables climáticas en todo el mundo y en cualquier altura y nunca se podrá contar con esta información para iniciar los modelos de pronóstico (Basualdo, 2015).

### **11.3.2. LAS TOMAS DE DECISIONES EN FUNCIÓN A LAS PROBABILIDADES.**

En realidad, lo que hacemos constantemente en la vida cotidiana es decidir en función a probabilidades, cuando consideramos qué es lo más probable y actuamos en consecuencia, con grandes diferencias entre un individuo y otro. Lo importante es conocer el valor de esa probabilidad y comprender qué significa. Por ejemplo, si el pronóstico dice que para mañana se prevé una probabilidad de lluvias del 80 %, podemos considerar que es muy factible que llueva. En cambio,

si se prevé un 30 % de probabilidad de lloviznas aisladas, debemos entender que lo más probable es que no llueva, aunque no se descarta la posibilidad de algunas precipitaciones débiles en algunos lugares.

Existe una sensación subjetiva de nivel de acierto del pronóstico que se relaciona con las experiencias personales. Supongamos que durante una sequía, luego de 20 días sin lluvia bien pronosticados, el pronóstico había sido de “no lluvia” en todo ese período, se anuncian probables precipitaciones para el día 21, pero estas no ocurren: la falsa alarma de ese único día pesará más que los 20 pronósticos anteriores de “no lluvia” que habían sido acertados. Esto se debe a la expectativa que nos generó el pronóstico.

Conocer la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno será evidentemente una herramienta importante a la hora de tomar una decisión relacionada. Sin embargo, siempre puede ocurrir otra cosa, distinta de la que se consideró como más probable. Es importante recordar que es correcta la decisión que se toma en función de lo que se considera como más probable, ya que es la más lógica, aun si lo previsto finalmente no ocurre (Basualdo, 2015).



## 11.4 SECTORES QUE REQUIEREN INFORMACIÓN METEOROLÓGICA Y CLIMÁTICA.

En nuestra región existen muchas actividades extractivas, industriales y de servicios, que requieren información climática para realizar sus actividades y no verse vulnerables frente a los riesgos climáticos a los que están expuestos, entre algunas de las principales tenemos.

### **La agricultura:**

La estrecha relación entre el clima y la agricultura hace de ésta actividad una de las más vulnerables a los cambios del tiempo, por ello es muy importante generar información para la planificación. En la agricultura existen diferentes actividades operativas, que hay que planificarse, como el arado, el regadío, la cosecha o la siembra, estas muchas veces enfocados a la variación estacional, sobre todo en nuestra región, la lluvia hace que estas condiciones puedan modificarse, es allí cuando hablamos de adaptación.

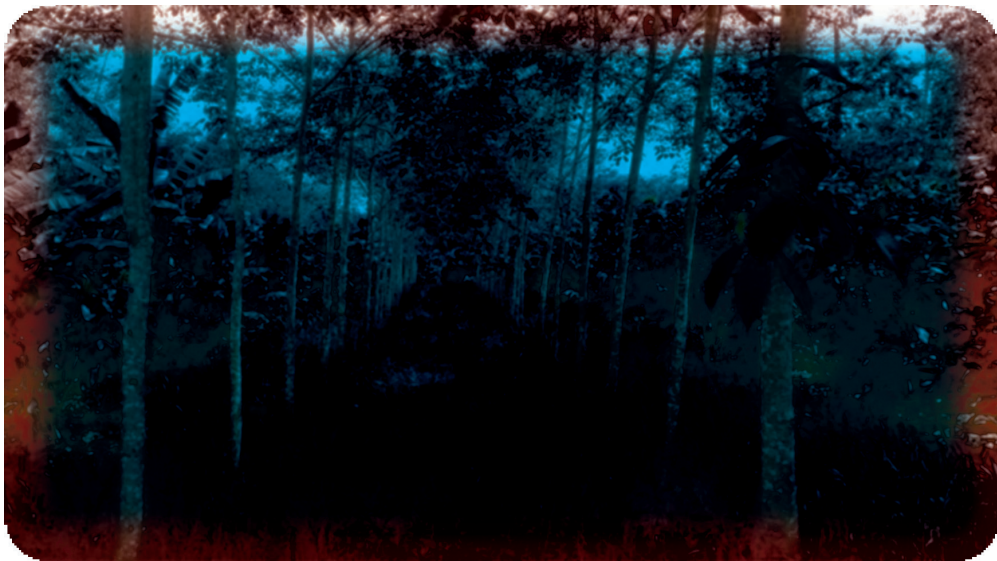
Ancash es una región dedicada a la actividad agrícola, por eso que la información agroclimática es importante, sobre todo para prever fenómenos extremos como sequias y heladas. La entidad competente a nivel regional es la Dirección Regional de Agricultura, quien a través de su instrumental y convenio con el SENAMHI, puede generar previsiones y actividades para prevenir los impactos negativos.



## La Silvicultura:

La producción forestal en nuestra zona es menor, sin embargo éstas siempre se ven asociadas a otros cultivos, o con fines de protección. Sobre todo en época de sequías o cuando se retrasa el inicio de las lluvias en nuestras zonas, y por desconocimiento la población empieza a quemar áreas de cultivo, pastos nativos entre otros, haciendo un análisis de éstos en nuestro país debido a las condiciones meteorológicas estas tienden a propagarse y haciendo dificultoso su manejo.

En nuestra zona existen bosques nativos con fines de conservación, como los bosques de quenuales, quishuares, molle, colle, aliso, con ubicaciones específicas debido a las condiciones climáticas. Por otro lado existen plantaciones forestales de pino y eucalipto con fines productivos.



## La Salud:

La información meteorológica en la Salud es muy relevantes, porque afecta directamente al ser humano desde distintos puntos, ésta información debe ser utilizada, para entender la estrecha relación entre la contaminación atmosférica y los para otro que hacen por ejemplo que en ciertos lugares la contaminación se acentúe, otro por ejemplo es la previsión de periodo muy fríos o muy cálidos que afectan al aparato respiratorio, y otro caso es la medición de radicación UV, que llega a la tierra y que sin protección puede ser letal para la población.

En nuestra región principalmente se acentúan las enfermedades respiratorias asociadas al invierno cuando se presentan heladas y por otro lado la alta insolación que recibimos por nuestra ubicación. La entidad encargada de evaluar estas emergencias es la Dirección Regional de Salud a través de su oficina de epidemiología y redes de salud.



### La Gestión de riesgos:

La meteorología nos ayuda a prevenir desastres, puesto que se hacen previsiones para el clima a corto, mediano y largo plazo, por ejemplo en nuestra zona el fenómeno del niño costero que es bastante local, trae consigo lluvias que producen embalses en cabeceras de cuenca de material poco consolidadas y finalmente originan huaycos. Por otro lado las sequias prolongadas en la Sierra, son previsibles y permiten tomar decisiones para la prevención sobre todo en la agricultura, otro son los riesgos de heladas.

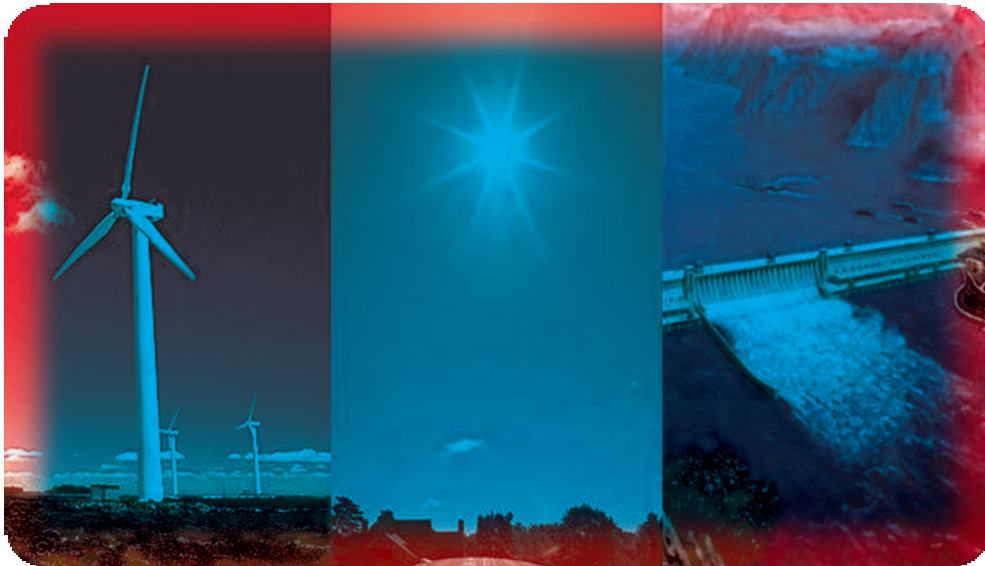
A nivel del gobierno regional y municipalidades se cuentan con oficinas de Defensa Civil, quienes requieren de información meteorológica para la elaboración de planes de contingencia frente a eventos extremos, así también para el diseño de políticas que reduzcan la vulnerabilidad frente a estos eventos. Por otro lado hacer el seguimiento continuo de peligros naturales como grandes lagunas, aludes por glaciares colgantes, heladas, regímenes de precipitación, etc.



## Las energías renovables:

Todas las energías renovables requieren de información climática para estimar las demandas y eficiencias de sus sistemas de energía. Por ejemplo, para establecer un parque eólico es necesario hacer un análisis de las persistencias de los vientos, también sus intensidades y direcciones, que permitirá definir el área de emplazamiento de éste sistema. En el caso de la energía solar, es necesario evaluar las cantidades de radiación y horas de insolación para evaluar el sistema por el cual optar para captar la energía, el uso de paneles fotovoltaicos se ha extendido a nivel mundial.

En nuestro departamento la energía hidráulica permite generar energía, la hidroeléctrica del Cañón del Pato aprovecha la caída de agua del río Santa, que está relacionada directamente con los incrementos de los caudales por efecto de las lluvias, esto permitirá hacer un mejor control del volumen de agua que ingresa a sus operaciones.



## La industria pesquera:

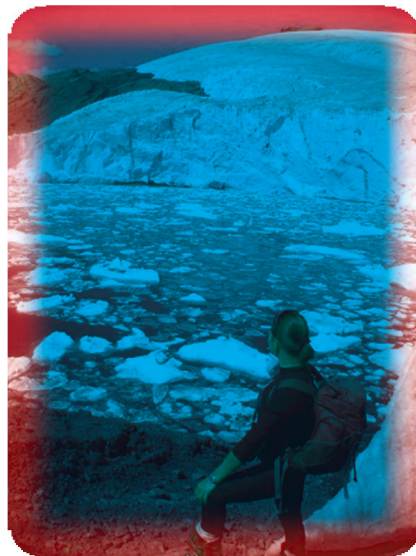
Está relacionada a los fenómenos que ocurren en el océano y que son producto de la interacción con las variables meteorológicas. Uno de los principales puertos pesqueros es el de Chimbote, ubicado en la costa norte de nuestro departamento, en el cual existe una estación meteorológica marítima del Instituto del mar del Perú (IMARPE), que permite hacer mediciones a diferentes profundidades de la temperatura del mar y presión. Con éste seguimiento oceanográfico, se pueden establecer si las condiciones son favorables o no respecto a la presencia de peces de consumo.

Por ejemplo durante los fenómenos de El Niño 1982-1983, 1997-1998 y el reciente fenómeno El niño Costero, las especies marinas que normalmente se encuentran en nuestras costas se trasladaron hacia el sur y se profundizaron, en búsqueda de agua más frías, dejando las costas centro y norte, con un déficit de especies para el consumo.



### **El turismo:**

El clima representa un factor de localización turística (factor ambiental natural) en el momento en el que interviene en el proceso de funcionalización del territorio cualquiera que sea su escala. En Ancash la variabilidad climática ofrece oportunidad de turismo, su importancia radica en que las condiciones climáticas pueden modificar los recursos turísticos con los que contamos, paisajes, restos arqueológicos, por eso es necesario plantear el caso de estos últimos las medidas de conservación.



### **La industria minera:**

Las principales razones por las cuales la actividad minera requiere de información climática son las siguientes. La primera para estar alertas frente a eventos meteorológicos extremos, como tormentas, tormentas eléctricas, nevadas, etc. En nuestra región 2 de las principales empresas mineras son Antamina y Barrick, quienes tienen sus operaciones sobre los 4000 m.s.n.m., altitud en la que los fenómenos mencionados ocurren con frecuencia. La segunda razón, es realizar un control más efectivo de los contaminantes atmosféricos que emite durante sus operaciones, como partículas y gases, los cuales tienen un comportamiento particular frente a las variables meteorológicas.

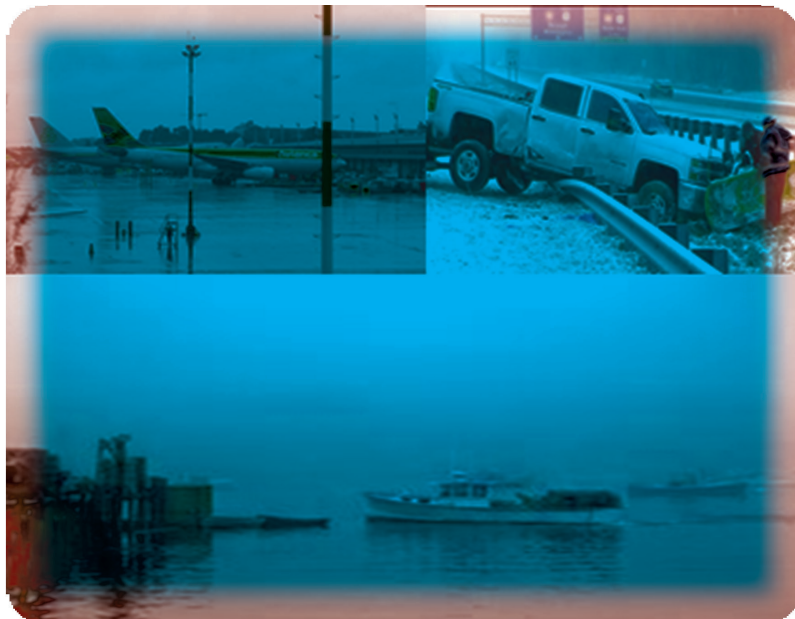


### El transporte aéreo, marítimo y terrestre:

La información meteorológica para los medios de transporte y comunicación es importante, con la finalidad de prevenir accidente principalmente. En el caso de la aviación, existe la meteorología aeronáutica que permite determinar las condiciones atmosféricas durante el recorrido del avión u otro transporte aéreo. Por otra parte la meteorología y oceanografía se juntan para determinar las condiciones atmosféricas durante los viajes marítimos.

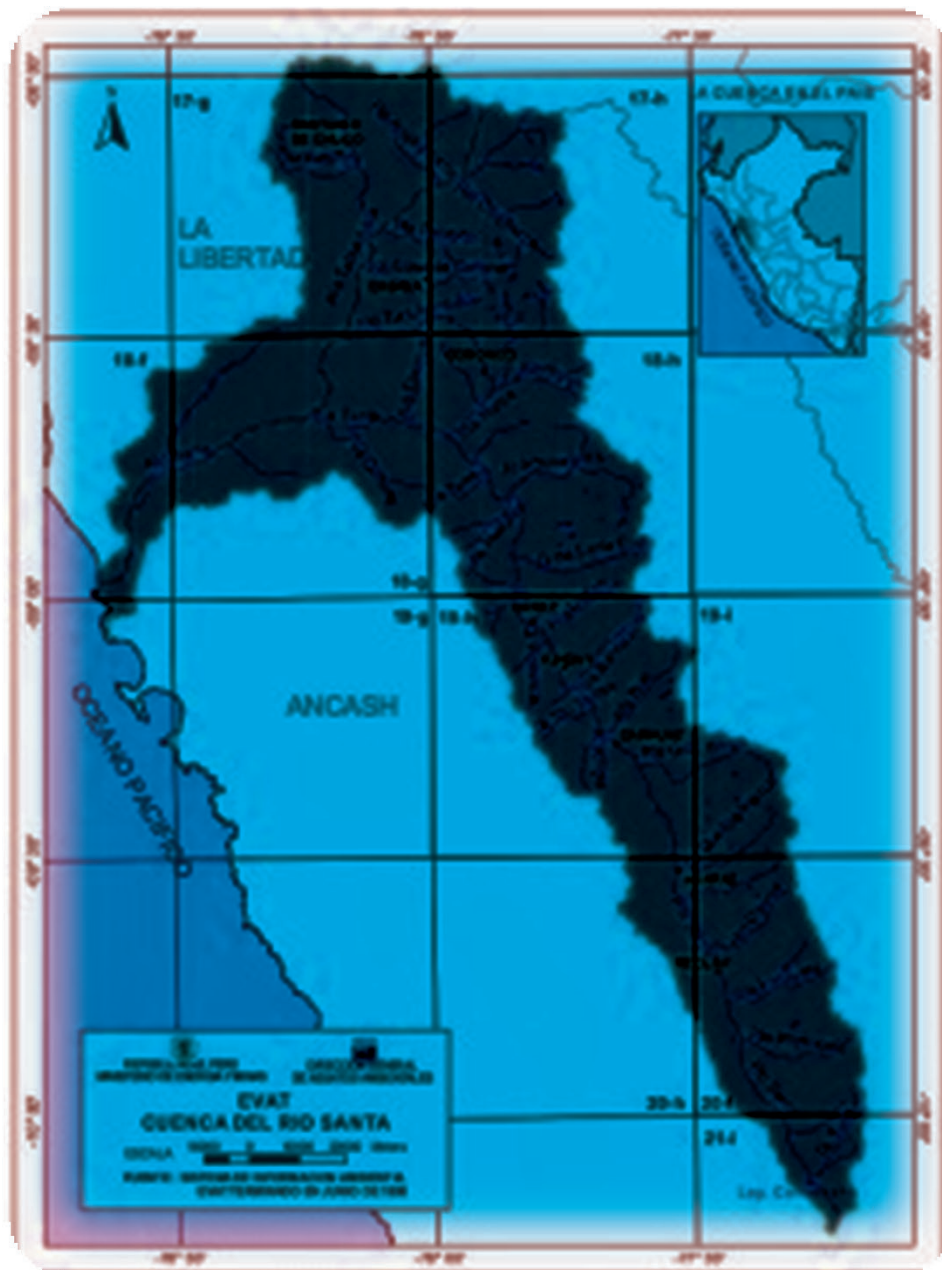
En el caso del transporte terrestre, principalmente es utilizado para prever los mantenimientos y refacciones de carreteras.

En nuestra región la institución encargada del mantenimiento y construcción de carreteras es PROVIAS Descentralizado, quien requiere ésta información para establecer si las precipitaciones principalmente dañan vías o las interrumpen debido a deslizamientos o activación de quebradas.



## El ordenamiento territorial:

Es un proceso de planificación sobre el uso y ocupación del territorio en función a las características físicas, biológicas y sociales de la zona. El conocimiento del clima, permitirá identificar zonas vulnerables a eventos meteorológicos extremos u otros riesgos físicos que puedan causar. Por ejemplo identificar zonas donde se presentan heladas más frecuentes, de tal forma evitar realizar siembras en la zona o cambiar los cultivos que resistan a estas condiciones.



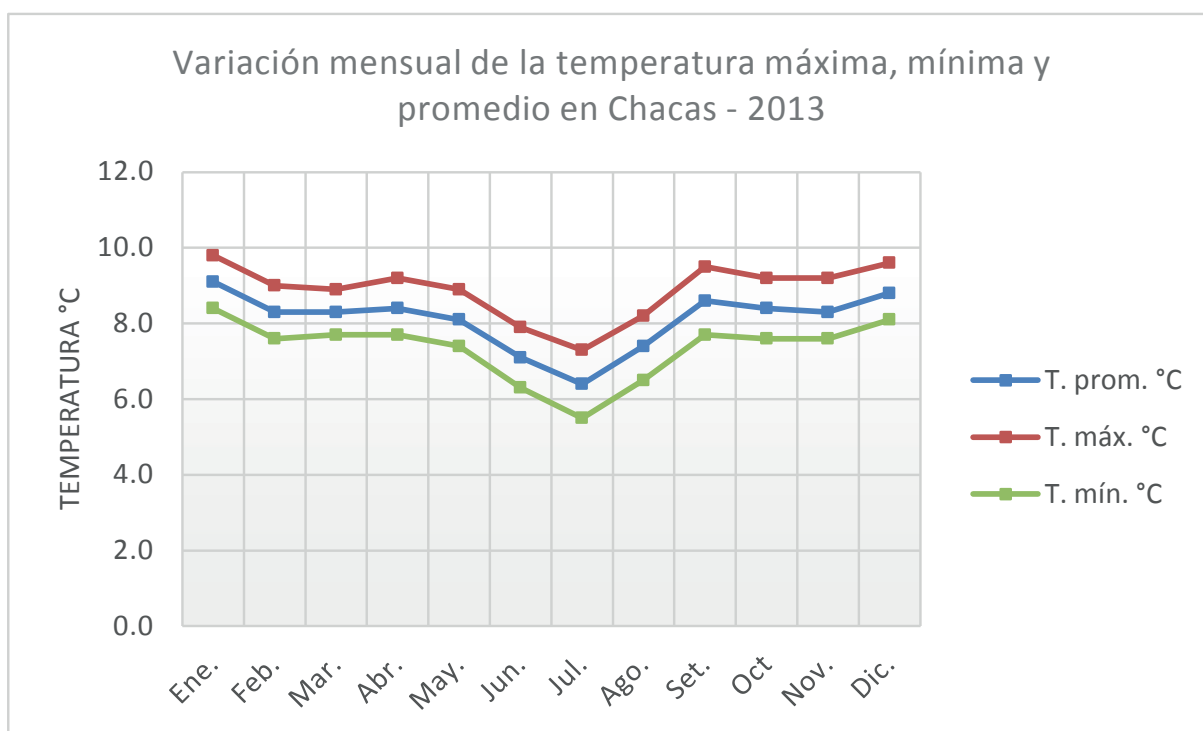
## 11.5 PRODUCTOS CLIMÁTICOS Y MECANISMOS DE DIFUSIÓN METEOROLÓGICA.

Los productos climáticos pueden ser avisos, pronósticos y predicciones, para lo cual se debe conocer al público objetivo para diseño y lenguaje adecuado. Los talleres, herramientas audiovisuales y aplicaciones móviles también son una herramienta fundamental para todo el proceso de difusión.

## 11.6 PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE GRÁFICOS DE VARIABLES METEOROLÓGICAS.

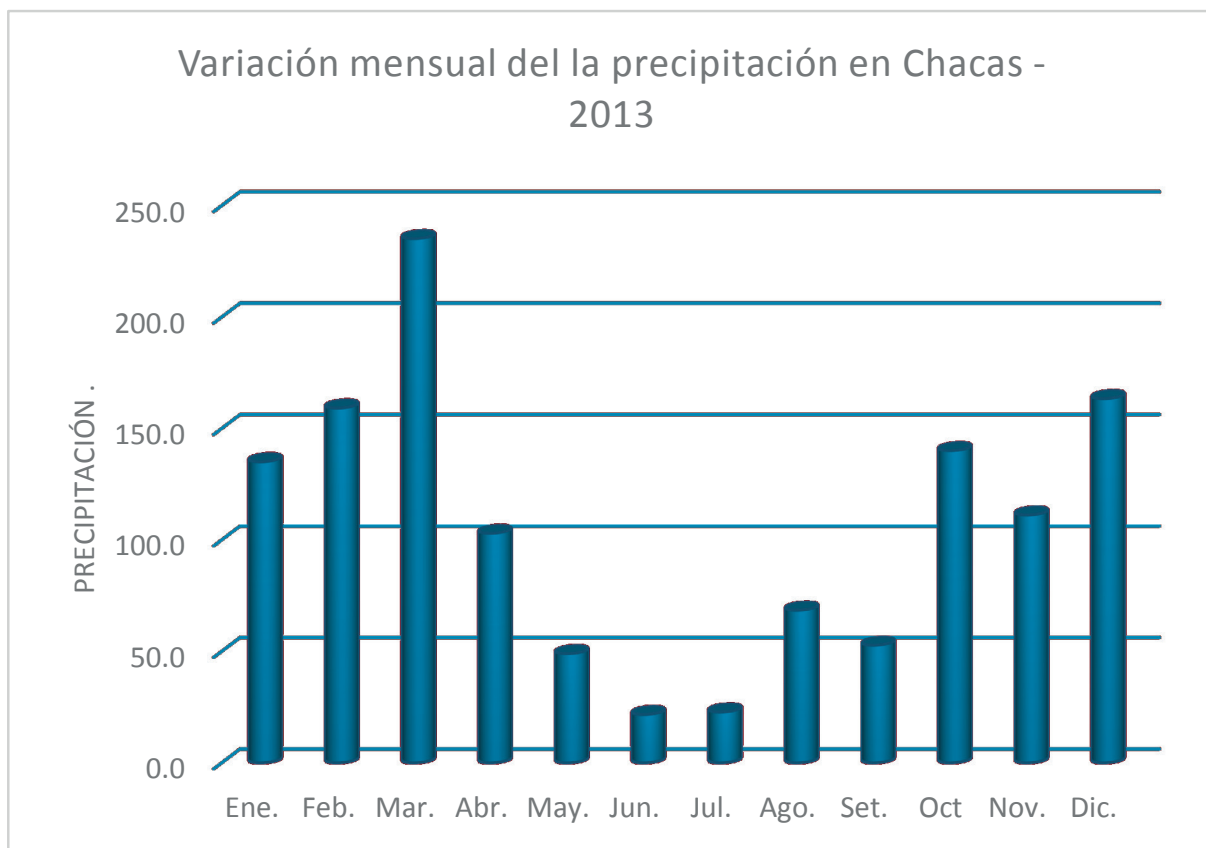
Convencionalmente cada variable tiene un gráfico diferente dependiendo del análisis que se va a realizar. A continuación se muestran los diferentes tipos de gráficos según la variable a analizar.

- **Temperatura (°C):** Utilizamos gráficos lineales, ya sean para evaluar periodos horarios, diarios, mensuales o anuales.

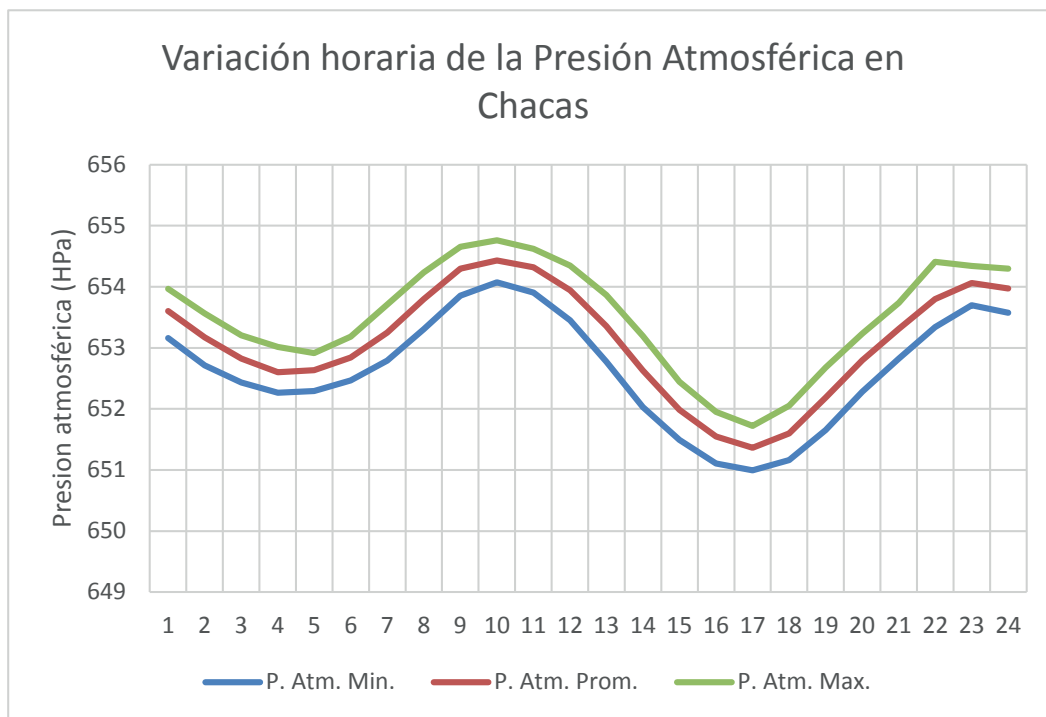


- **Precipitación (mm.):** Se puede graficar en columnas en 3 dimensiones, representando la característica volumétrica de esta variable, cuando es el caso de un análisis, horario, diario, mensual o anual. Para un análisis de varios años, se recomienda realizar gráficos lineales.

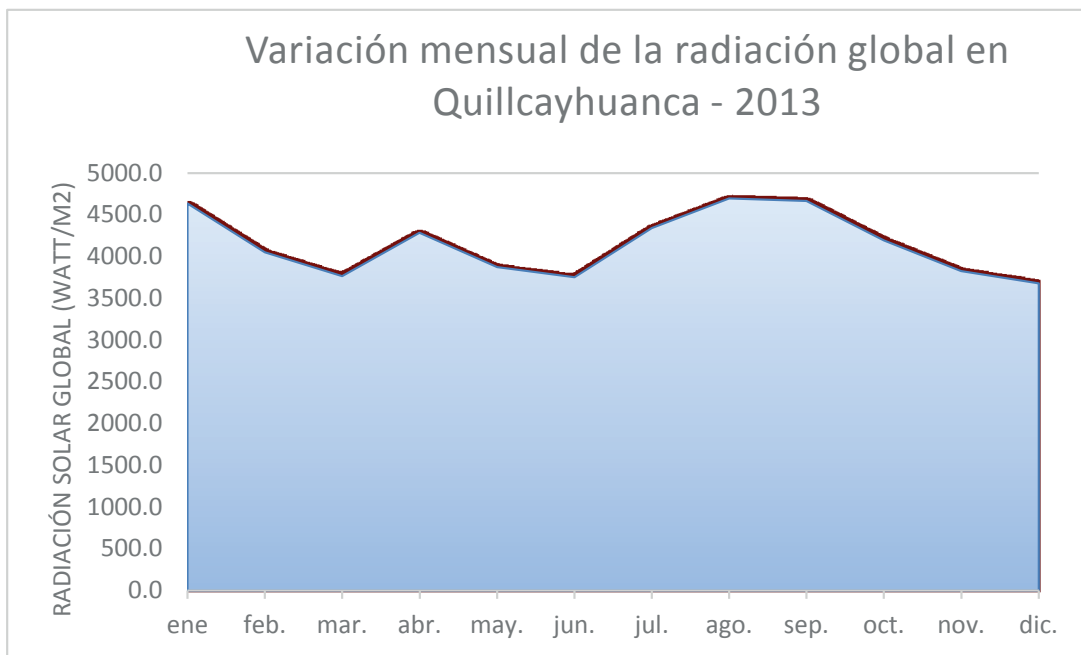




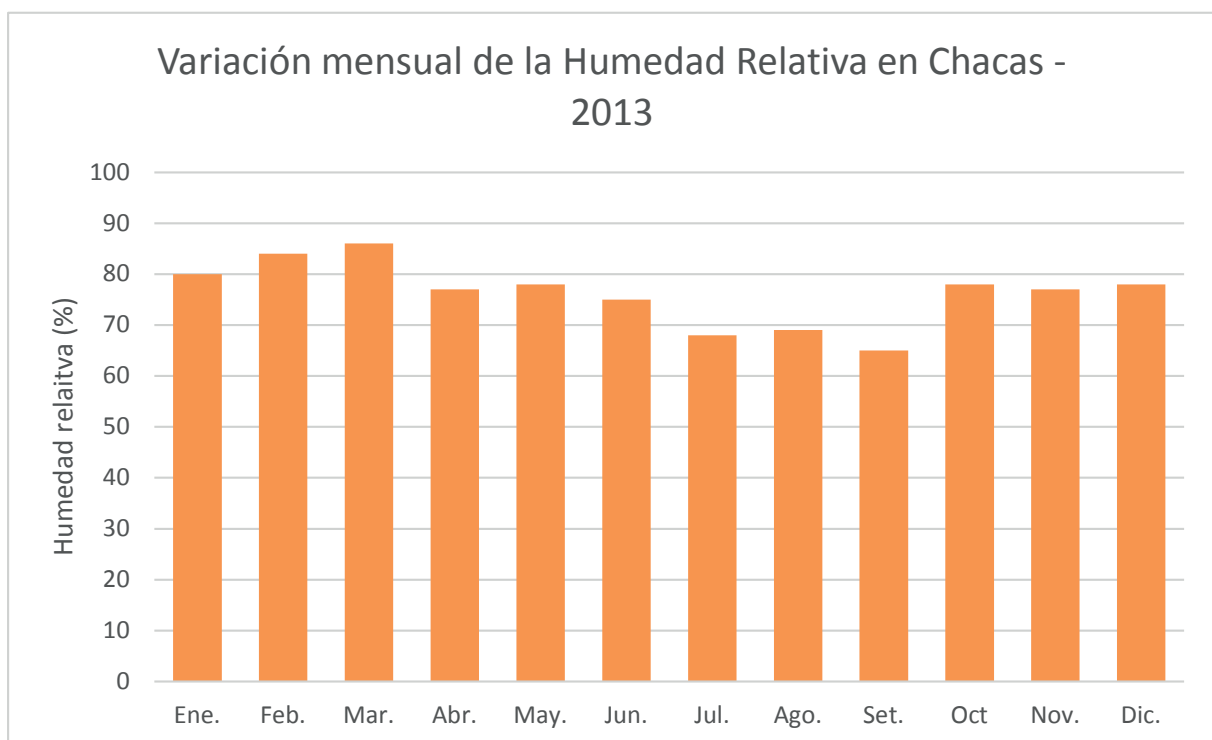
- **Presión atmosférica (HPa):** Se utilizan gráficos lineales para un análisis de cualquier periodo.



- **Radiación solar (Watt/m<sup>2</sup>):** las gráficas que le corresponden a ésta variable con del tipo área.

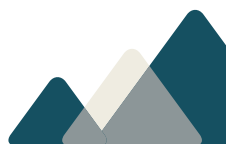


- **Humedad relativa (%):** Ésta variable no expresa de forma absoluta la humedad ambiental, solo el grado de saturación de la atmosfera, sin embargo es la que más se utiliza para expresar la humedad. Convencionalmente para graficar ésta variable se utilizan barras verticales.



Capítulo 12

## **CLIMA EN ANCASH**



## CLIMA EN ANCASH

El clima en el departamento de Ancash es muy variable debido principalmente a su accidentado relieve, Se caracteriza por tener una época seca entre Mayo a Setiembre; con clima templado semi tropical andino, temperaturas hasta 25° C durante el día y a 12° C durante la noche. Por otro lado la época húmeda de lluvias de Octubre a Abril, con días seguidos de precipitación.

De tal modo, el departamento de Ancash presenta el siguiente clima:

- **Templado-cálido:** En el litoral costero, hasta los 2 900 msnm con variaciones de 12° C a 24° C. La humedad relativa en la costa es casi 100 %, en cambio en la sierra es variable (de 30% a 70% según los lugares). Por otro lado Al este de la Cordillera Blanca y en el fondo del valle formado por el Marañón hay un clima cálido-húmedo, con temperaturas altas durante el día y la noche.
- **Templado-frío:** Desde los 3 000 hasta los 3 900 msnm. Temperaturas medias que oscilan entre 6°C y 12° C. Desciende a 0° en época de invierno.

Boreal (frío-seco): En la puna (más de 4 000 msnm) con temperaturas inferiores a los 6° C. Las lluvias son marcadamente estacionales de Octubre a Abril. (BCRP, 2012)

### 12.1. ¿QUÉ CONTROLA EL CLIMA EN LA SIERRA DE ANCASH?

El clima en la sierra Ancash está controlado por su ubicación en los trópicos y también por las altas montañas que se encuentran en la zona. En nuestra región las lluvias presentan una gran variabilidad estacional (Chisolm, 2015), por ello que se puede observar grandes diferencias entre la época de lluvia y la época de estiaje. Sin embargo a causa del Cambio climático acelerado que vivimos, los patrones climáticos vienen modificándose y generando incertidumbre en la población, en especial en la agricultura.

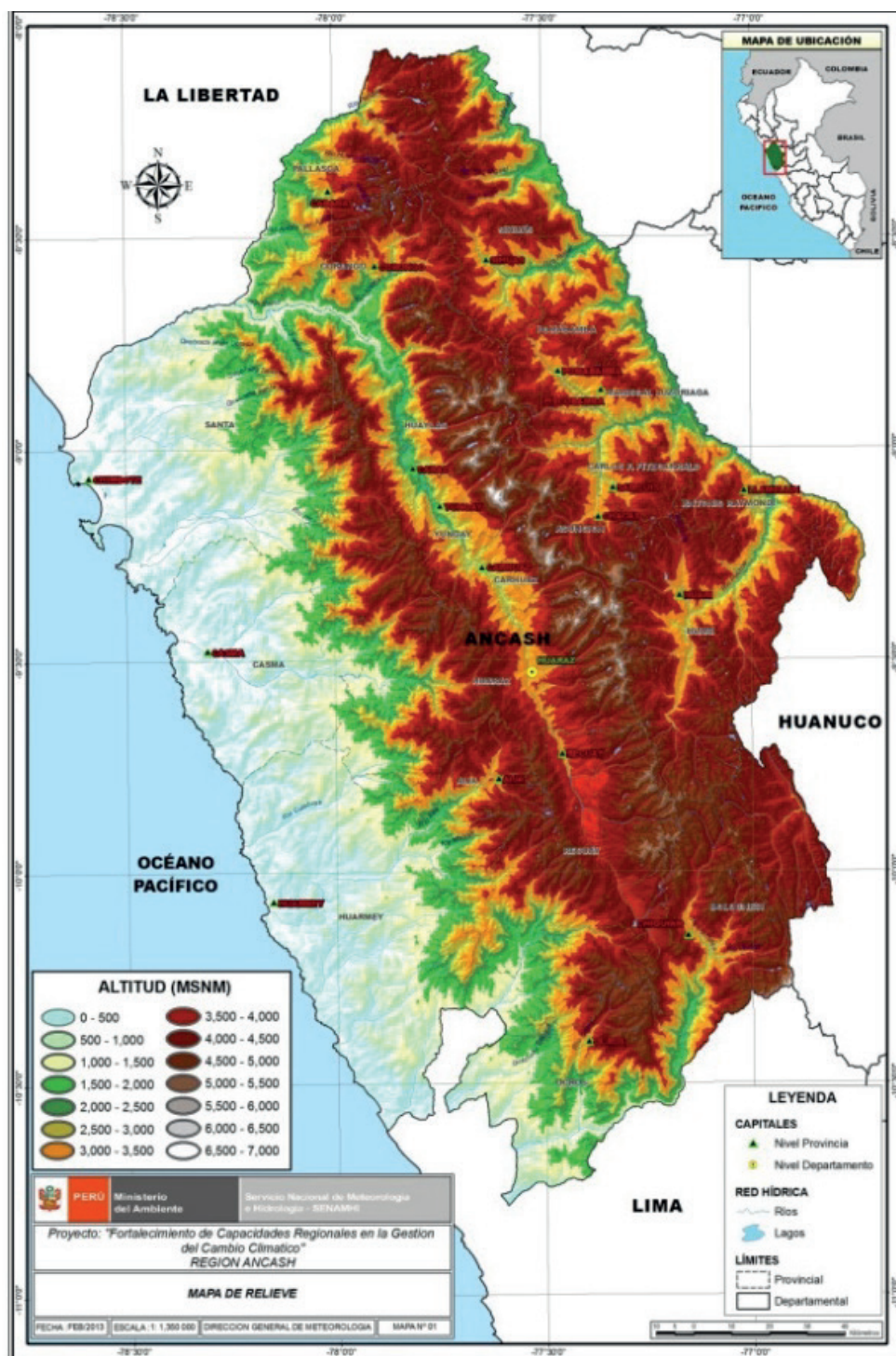
### 12.2. ¿QUÉ FACTORES INFLUYEN EN EL CLIMA DE ANCASH?

Los principales factores que influyen en el clima de Ancash, incluyen componentes de la geografía y algunos procesos físicos, como:

- El relieve
- La circulación atmosférica
- Las montañas
- La ubicación en la zona tropical.

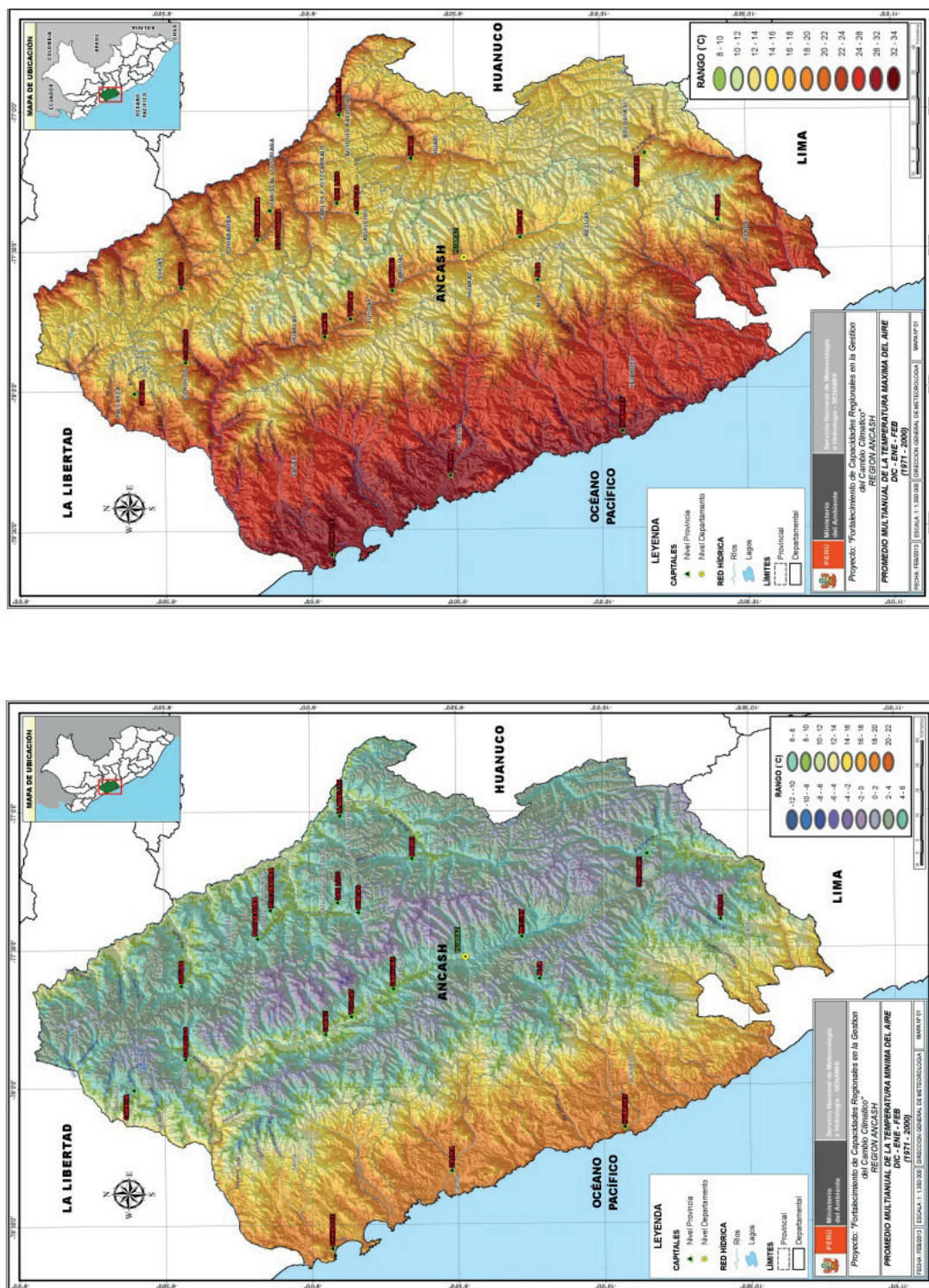
## 12.2.1. EL RELIEVE:

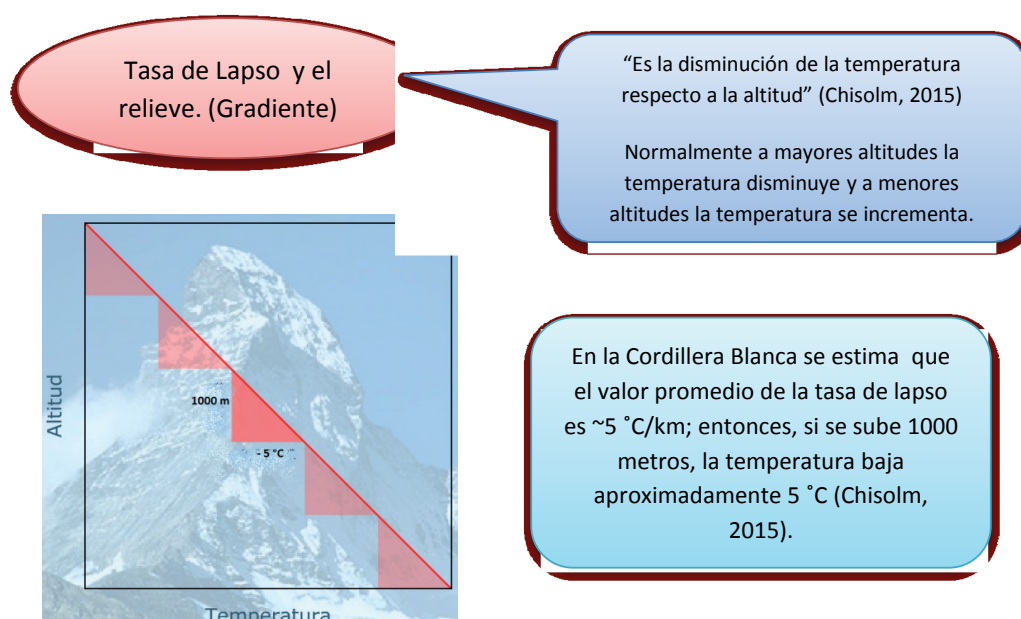
El relieve y la variación altitudinal causan un efecto directo en las variaciones de la temperatura como se muestran en los siguientes mapas. Es importante conocer que el departamento de Ancash posee el relieve más accidentado de todo el Perú, lo que hace posible la existencia de gran variedad de microclimas.



**FIGURA 67. MAPA DE RELIEVE DE LA REGIÓN ANCASH (FUENTE: SENAMHI-PERÚ, 2013)**

**FIGURA 68. EFECTO DEL RELIEVE SOBRE LA VARIACIÓN SOBRE LA TEMPERATURA. TEMPERATURA MÍNIMA (IZQUIERDA), TEMPERATURA MÁXIMA (DERECHA). SENAMHI-PERÚ, 2013.**

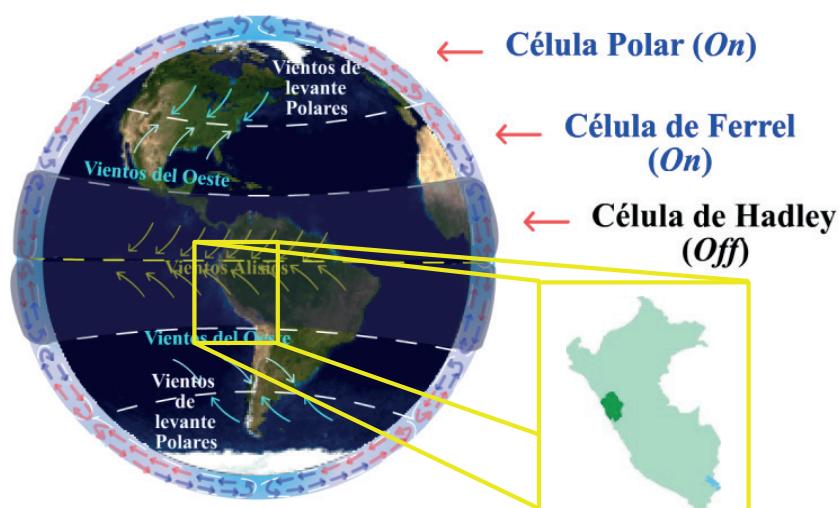




**FIGURA 69.** ILUSTRACIÓN CONCEPTUAL DE LA TASA DE LAPSO. RECUPERADO DE [HTTPS://WWW.ALPANDINO.ORG/ES/COURSE/02/02E.HTM](https://www.alpandino.org/es/course/02/02e.htm)

## 12.2.2. CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA: VIENTOS ALISIOS

Otro factor importante que influye el clima en Ancash es el concepto de circulación atmosférica y en cada hemisferio del mundo tenemos tres células de circulación que se ven en la siguiente figura.



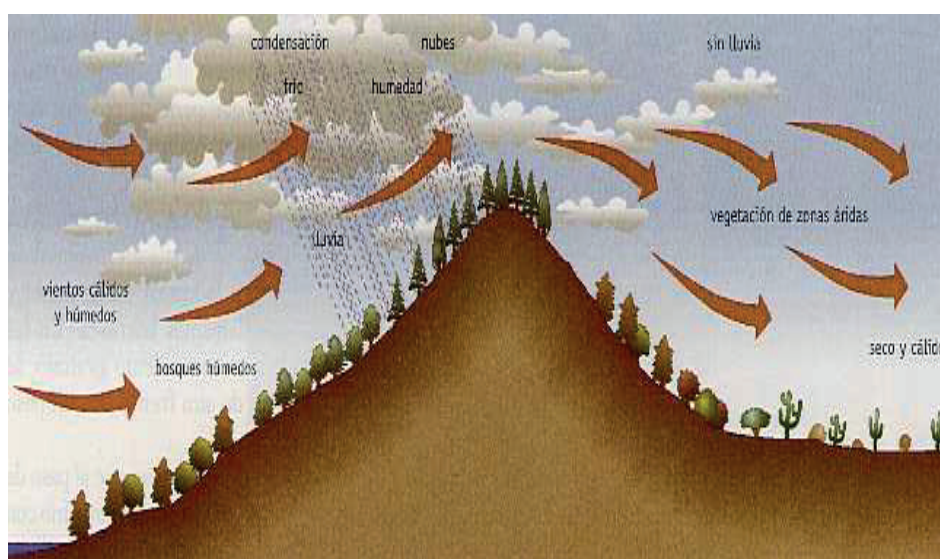
**FIGURA 70.** CÉLULAS DE CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA Y UBICACIÓN DEL PERÚ Y ANCASH. RECUPERADO DE [HTTPS://CIENCIASNATURALES.ES/CIRCULACIONATMOSFERICA.SWF](https://cienciasnaturales.es/circulacionatmosferica.swf)

Estas células se originan porque el sol calienta de forma diferente la superficie de la tierra. A nosotros nos interesa más la célula de los trópicos, llamada Célula de Hadley, y en esta zona la dirección predominante de los vientos es del oriente hacia el occidente. Estos vientos se llaman Vientos Alisios y son importantes en la sierra de Ancash porque transportan la mayoría de la humedad y precipitación del Océano Atlántico debido a que provienen del este. (Chisolm, 2015).

### 12.2.3. LAS MONTAÑAS: LA SOMBRA DE LLUVIA

El efecto de las montañas o efecto orográfico ocasiona la diferencia de la cantidad de lluvia entre las zona del oriente y occidente de la sierra de Ancash, es también conocido como el efecto de “la sombra de lluvia”.

En los trópicos, el viento viene del oriente, trayendo humedad de los océanos. Cuando los vientos vienen cruzando las montañas, estas hacen que suban las nubes, y estas al no poder almacenar más agua y humedad por la baja presión atmosférica; van perdiendo la humedad en forma de lluvia y nieve. Llegando al otro lado de las montañas las nubes pueden bajar de nuevo pero teniendo poca humedad, lloviendo mucho menos que al otro lado. (Chisolm, 2015)

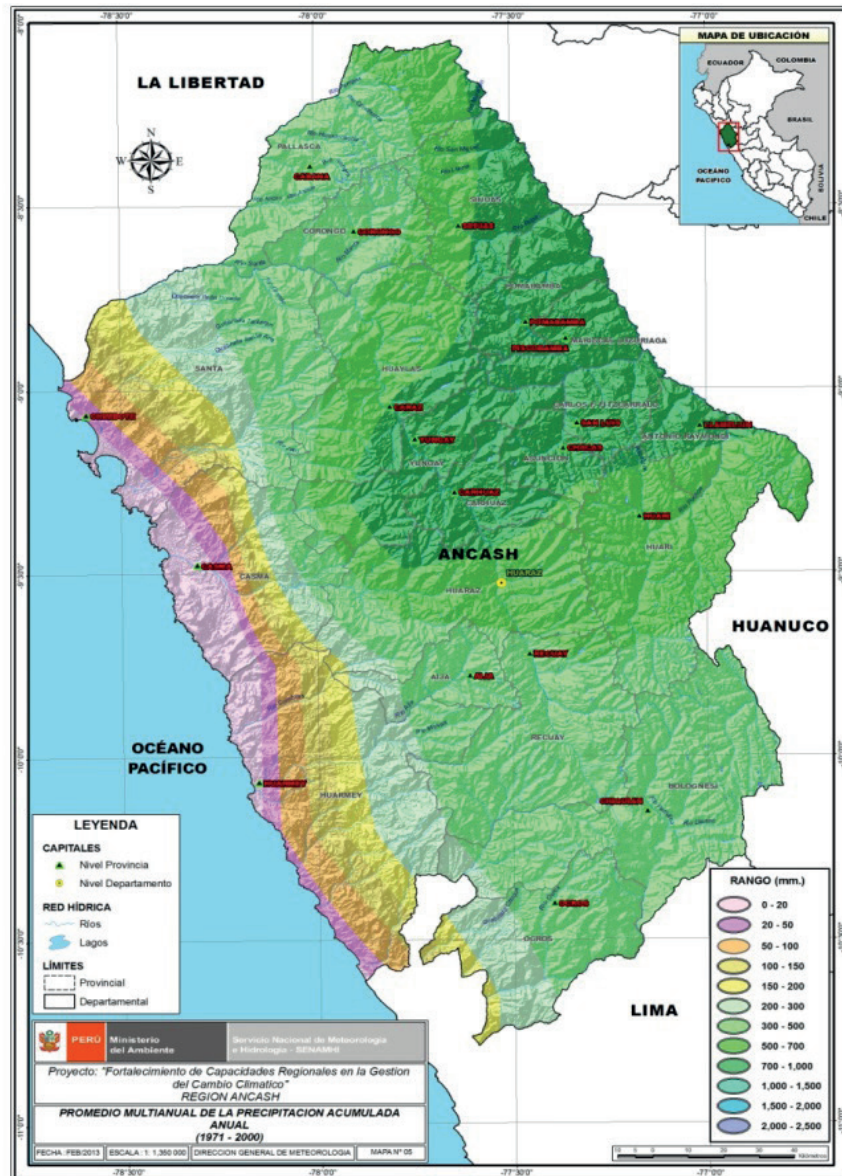


Este efecto podría explicar que debido a la presencia de la Cordillera Blanca en nuestra región, en la zona de Callejón de los Conchucos llueve más que en el Callejón de Huaylas.

**FIGURA 71. ILUSTRACIÓN CONCEPTUAL DEL EFECTO OROGRÁFICO.**



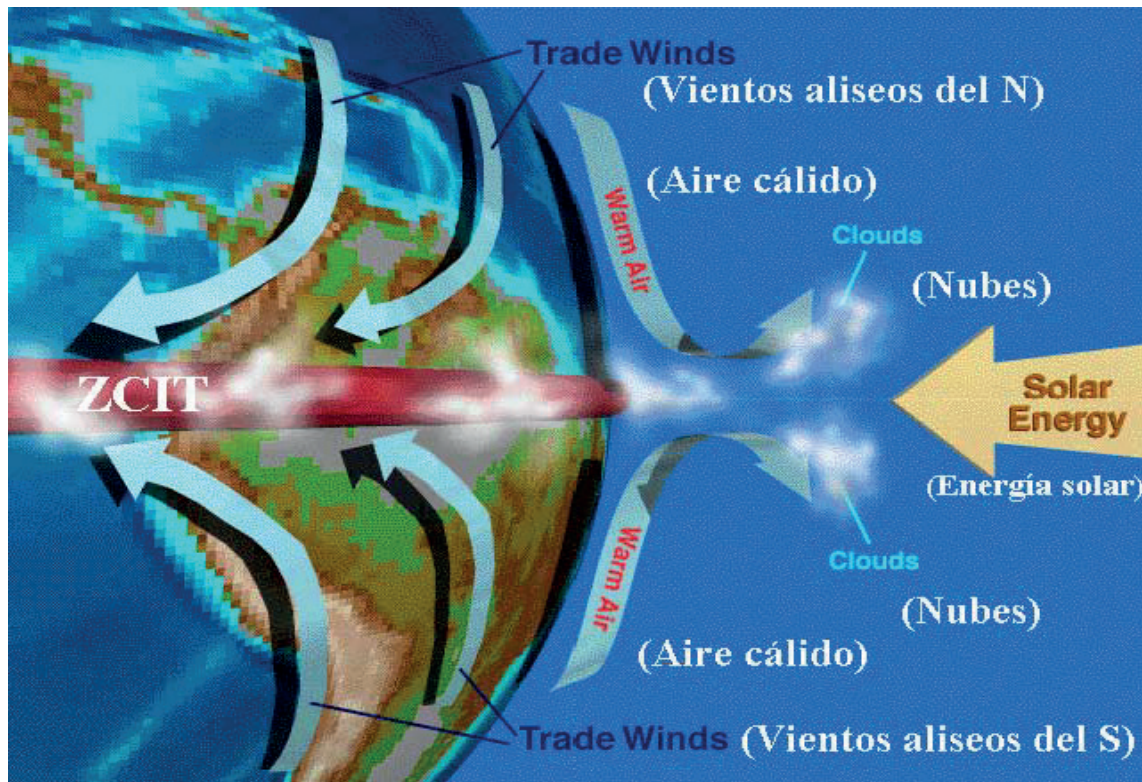
En la siguiente figura se puede observar la variabilidad espacial de precipitación en Ancash, y vemos que por el efecto orográfico llueve más en el oriente que en el occidente. Es por el efecto orográfico que hay tanta nieve al oriente de los nevados de la Cordillera Blanca, pero en el occidente existe menor acumulación de nieve. Por esto también la costa de nuestro departamento es desértica. (Chisolm, 2015)



**FIGURA 72.** PRECIPITACIÓN ANUAL EN EL DEPARTAMENTO DE ANCASH. RECUPERADO DE SENAMHI-PERÚ, 2013. RECUPERADO DE [WWW.MADRIMASD.ORG/BLOGS/UNIVERSO/2007/12/07/80472](http://WWW.MADRIMASD.ORG/BLOGS/UNIVERSO/2007/12/07/80472)

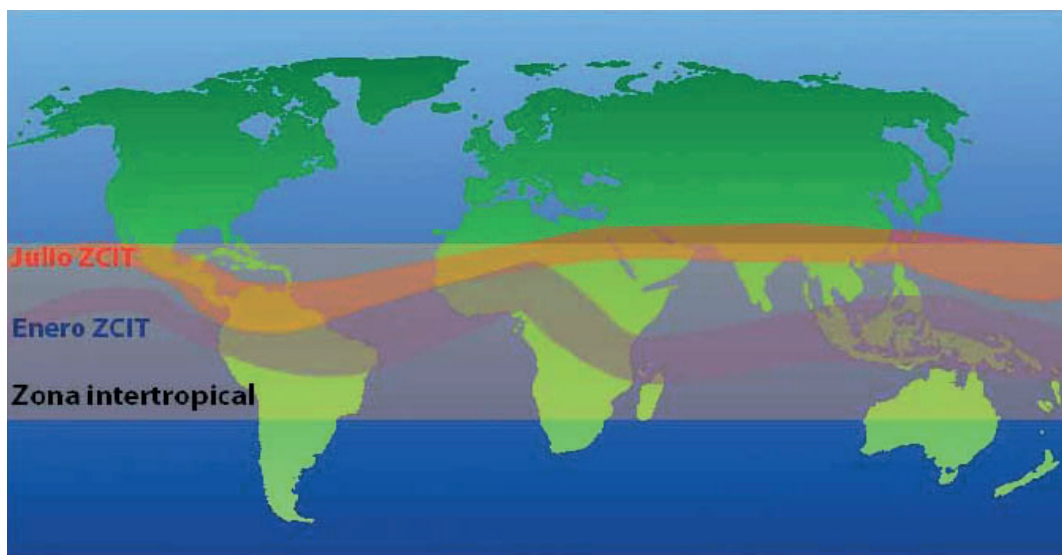
## 12.2.4. LA UBICACIÓN EN LA ZONA TROPICAL.

Nuestra región está ubicada en la zona tropical, caracterizándose porque en verano presenta lluvias, estos eventos se poder explicar debido a la presencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Ésta representa más o menos la zona ecuatorial donde la radiación solar es más directa, siendo una zona con mucha energía y formación de tormentas. La figura muestra el concepto de la ZCIT y como está vinculado a la circulación atmosférica



**FIGURA 73.** LA ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL (ZCIT) Y LA CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA. RECUPERADO DE [RAM.TIEMPO.COM/NUMERO6/PDF/ITCZDOUBLE.PDF](http://RAM.TIEMPO.COM/NUMERO6/PDF/ITCZDOUBLE.PDF)

La ZCIT siempre está cerca del ecuador pero puede trasladarse un poco hacia el sur o norte según las estaciones como se ve en la figura. En ésta zona hay mucha precipitación porque la energía promueve la evaporación y la alta humedad del aire, por eso que la época de lluvia coincide con el verano en los trópicos.



La zona de convergencia intertropical (ZCIT) es un cinturón de baja presión formado por la convergencia de aire cálido y húmedo de latitudes por encima y por debajo del Ecuador. Cambia de posición acorde a la estación temporal, en línea con la posición del Sol.

**FIGURA 74.** EL MOVIMIENTO DE LA BANDA DE LA ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL (ZCIT) ENTRE JULIO Y ENERO. RECUPERADO DE [WWW.DOMINICANAONLINE.ORG/DICCIONARIOMEDIOAMBIENTE/ES/VERINFORMACION.ASPX?ID=1110](http://WWW.DOMINICANAONLINE.ORG/DICCIONARIOMEDIOAMBIENTE/ES/VERINFORMACION.ASPX?ID=1110)



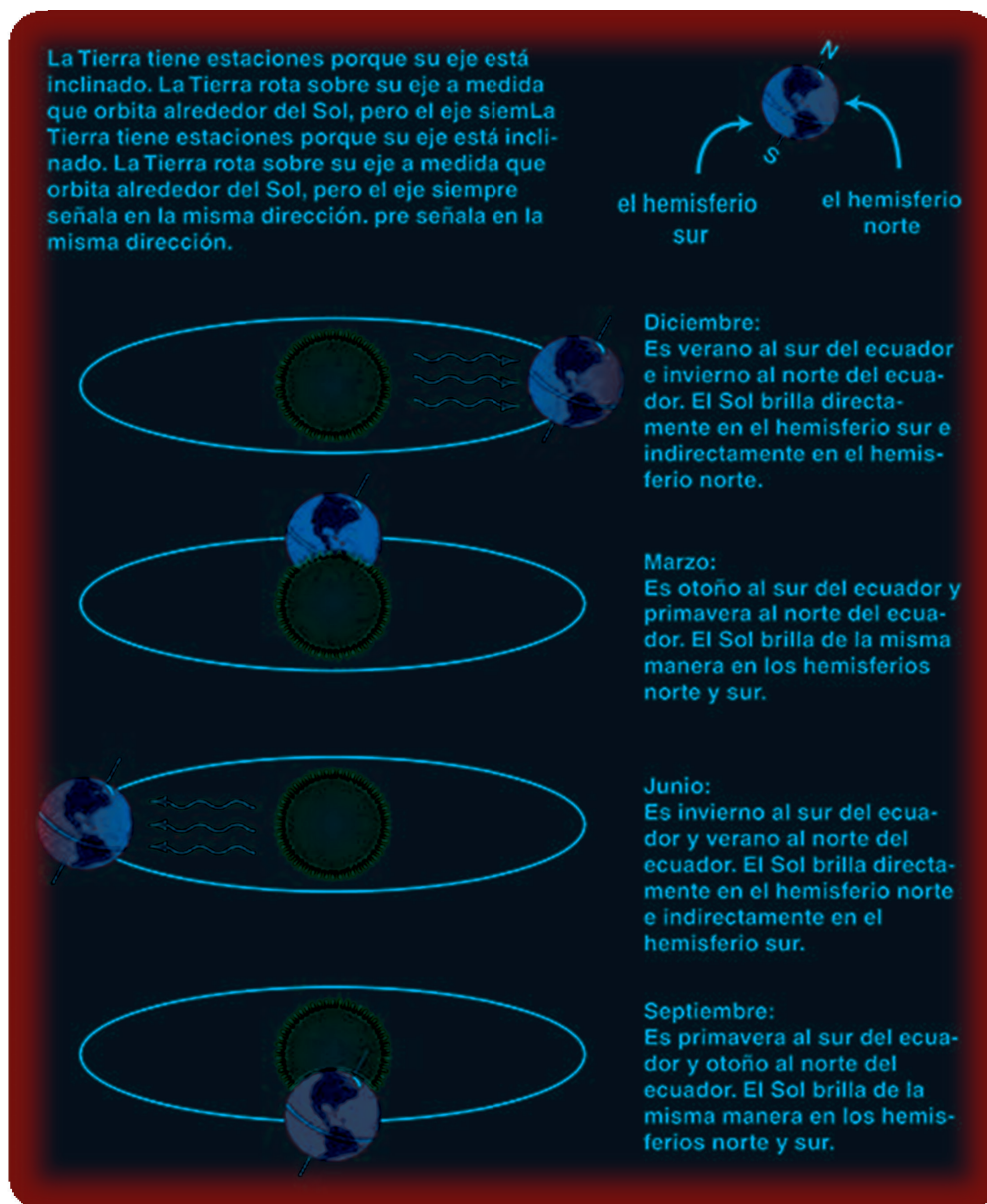
Es debido a las condiciones climáticas y el relieve de nuestra región, que poseemos los glaciares tropicales más altos del mundo, la Cordillera Blanca.

**FIGURA 75.** GLACIARES. RECUPERADO DE [HTTP://WWW.THOUSANDWONDERS.NET/CORDILLERA+BLANCA/PICTURES](http://WWW.THOUSANDWONDERS.NET/CORDILLERA+BLANCA/PICTURES)

Por lo general la gran variedad de microclimas de Ancash van a depender de su ubicación relativa a las montañas, procesos físicos y patrones de estacionalidad. (Chisolm, 2015).

### 12.3. ¿QUÉ ESTACIONES SE PUEDE A PRECIAR EN LA REGIÓN ANCASH?

Las estaciones son controladas por el ángulo en la que la radiación solar llega a la tierra y no por la distancia del sol a la tierra. La figura explica que el ángulo de la radiación solar cambia durante el año debido al ángulo de inclinación de la tierra.



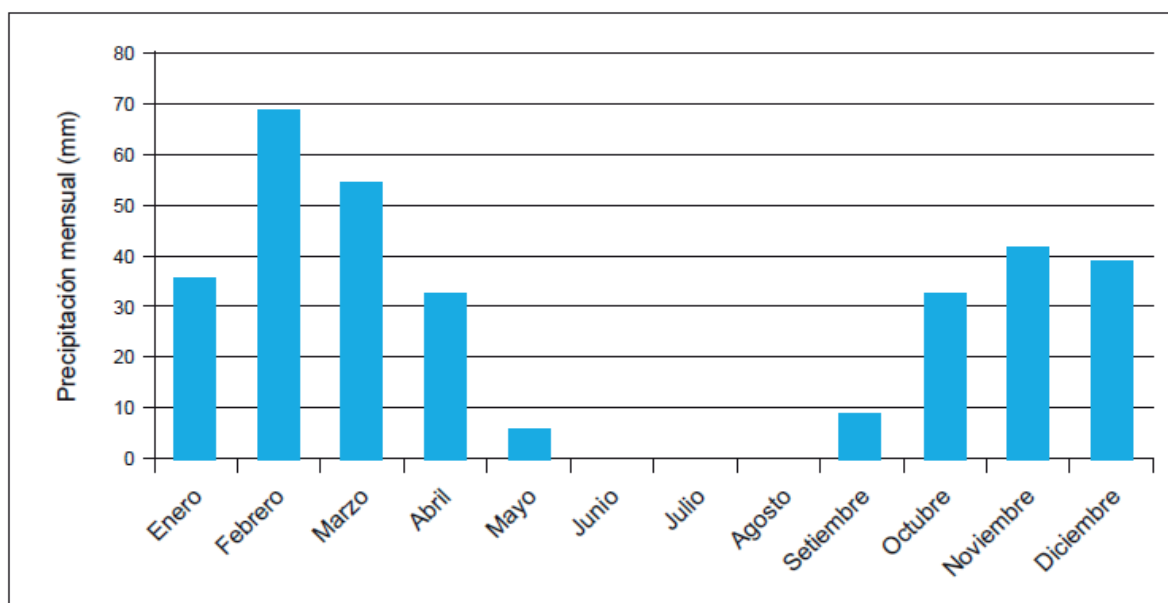
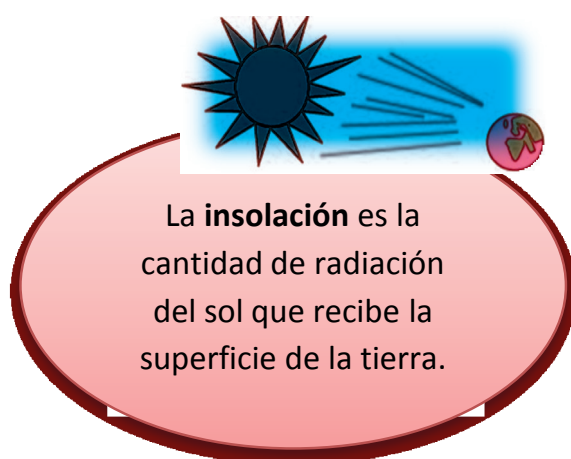
**FIGURA 76.** LA RELACIÓN ENTRE EL ÁNGULO DE INCIDENCIA DE LA RADIACIÓN SOLAR Y LAS ESTACIONES. RECUPERADO DE [SPACEPLACE.NASA.GOV/SEASONS/SP/](https://spaceplace.nasa.gov/seasons/sp/)

En las latitudes entre los 30° a 60° existen cuatro estaciones: otoño, verano, primavera e invierno porque la insolación varía más durante el año.

En los trópicos, la insolación no cambia tanto durante el año, y la estacionalidad se manifiesta más en la precipitación que en la temperatura del aire. Por ejemplo a partir de junio el hemisferio norte presenta mayor insolación, por ello es verano, mientras que en el hemisferio sur es invierno.

Existen dos estaciones en los trópicos, la época de lluvia y la época de estiaje. A partir de diciembre el hemisferio sur está más inclinado en la dirección del sol, y la radiación solar es más directa; de este modo es verano en nuestra zona.

Debido a la ubicación de la Sierra de Ancash y en referencia a lo explicado anteriormente, se puede apreciar dos estaciones bien marcadas:



**FIGURA 77.** PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL EN HUARAZ (2008 - 2013) (ELABORADO POR: RACHEL CHISOLM, FUENTE DE DATOS: WORLD WEATHER ONLINE)

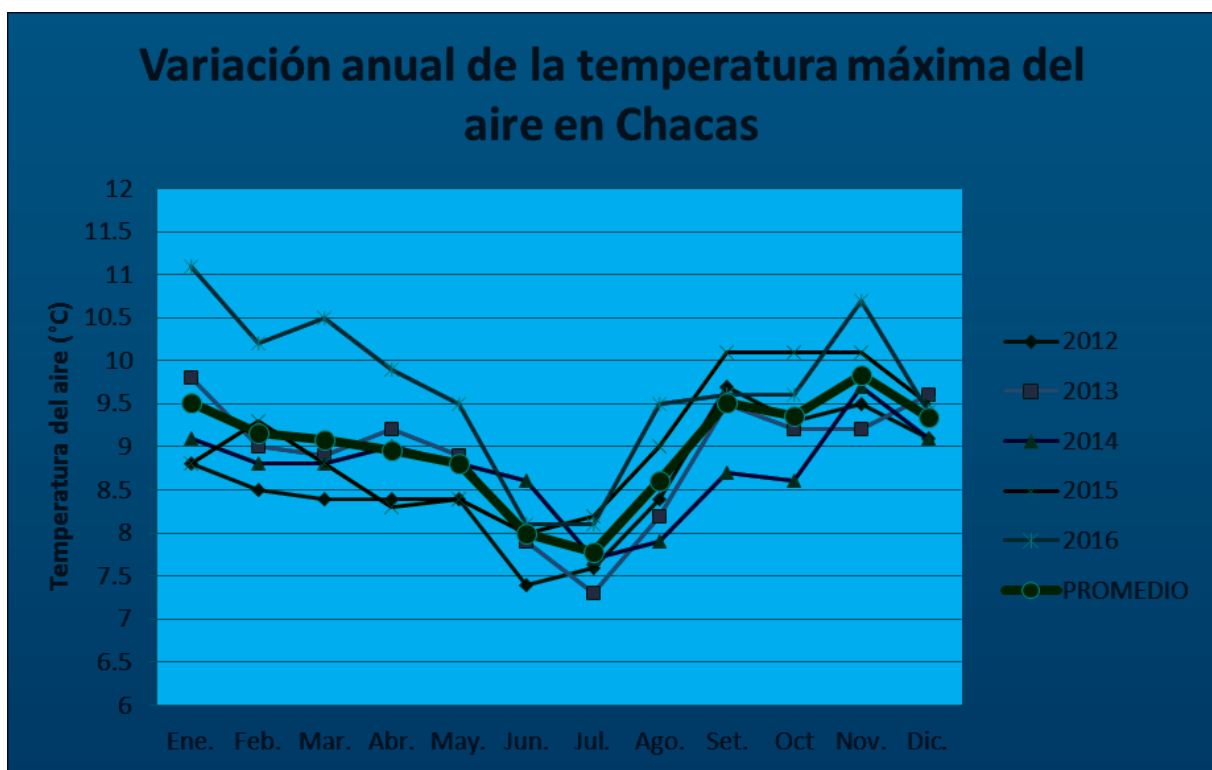
**Época de lluvia:** La época de lluvia inicia en octubre y termina en abril, y la máxima precipitación ocurre en febrero y marzo.

**Época seca o de estiaje:** Inicia en mayo y termina en septiembre y casi nunca llueve en los meses de junio, julio y agosto (aunque con el Cambio climático, las lluvias en estos meses son más frecuentes que antes).

Los meses comprendidos entre el paso de una época a otra se conocen como meses de transición, y para Ancash van de abril y octubre, en los que se puede presentar una lluvia esporádica.

## 12.4. ¿CÓMO VARÍA LA TEMPERATURA?

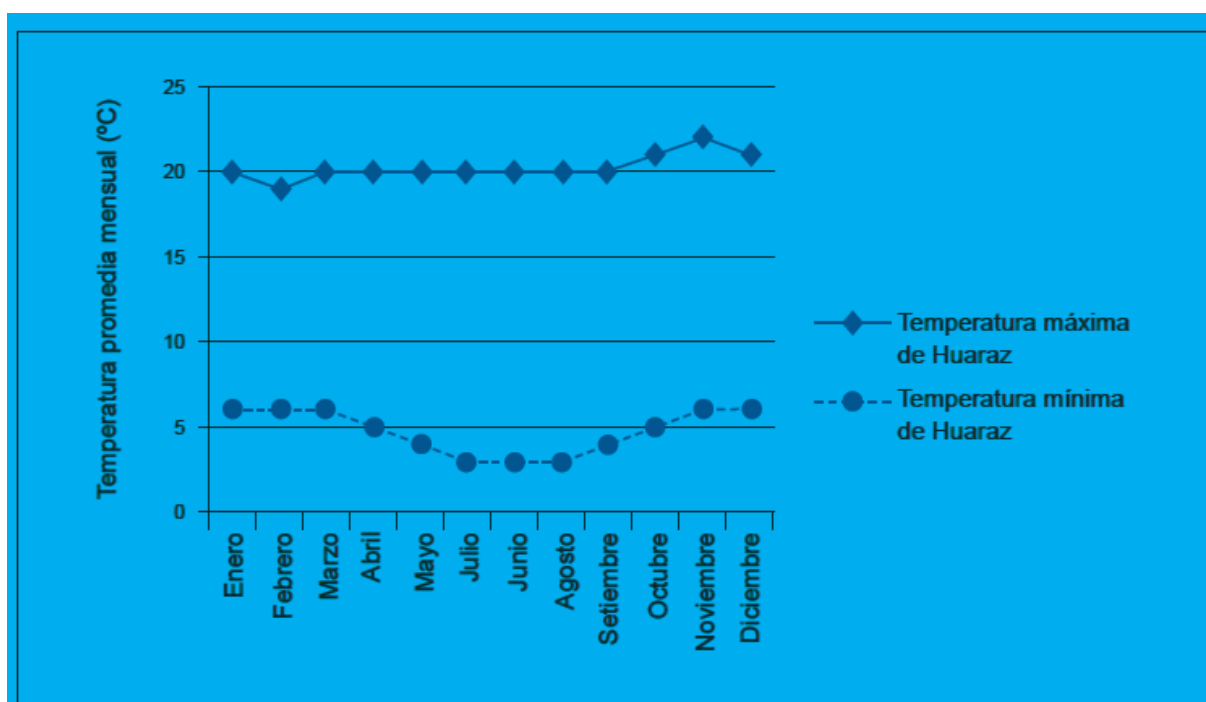
En las sierras tropicales, la temperatura del aire varía mucho durante el día y puedes ser más variable que la temperatura promedio durante todo el año.



**FIGURA 78:** VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA (FUENTE DE DATOS: CIAD – UNASAM, ESTACIÓN EM02-CHACAS- 3560 M.S.N.M).

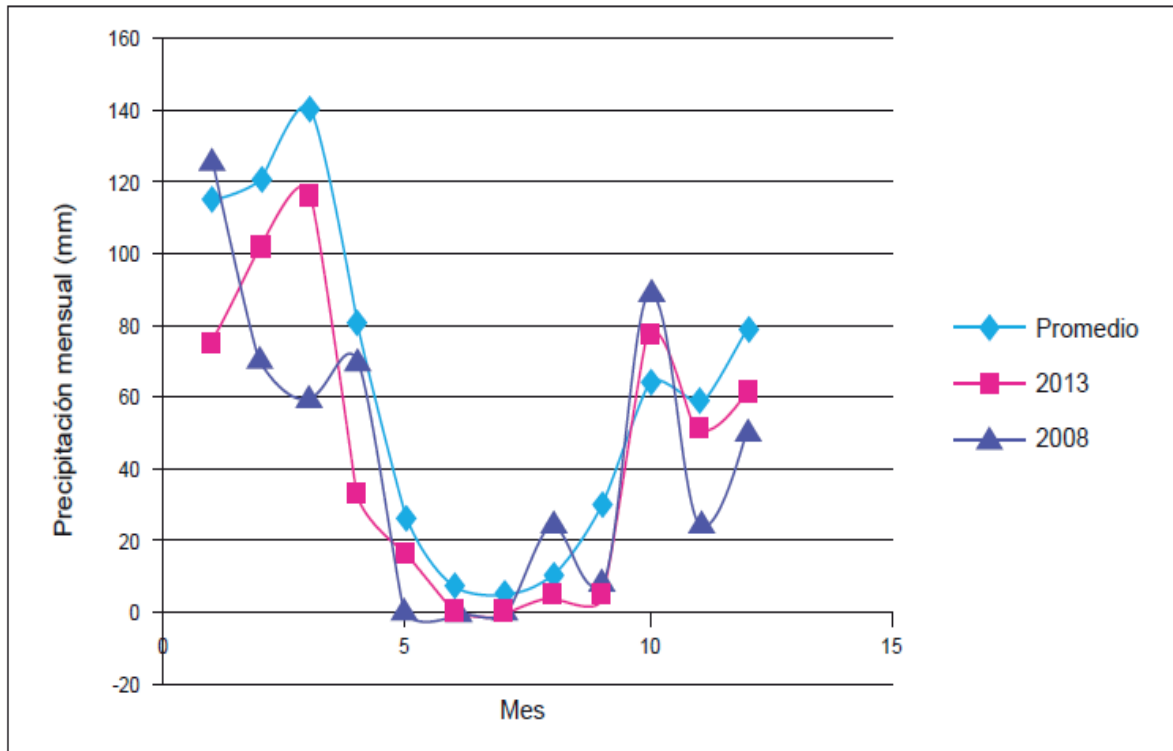
En la figura se puede ver que la temperatura máxima no presenta una gran variabilidad a lo largo del año: sube un poco en los meses de octubre, noviembre y diciembre y baja un poco en los meses de enero y febrero porque en esos meses hay más lluvia y nubes que bloquean los rayos del sol.

La temperatura mínima baja en los meses de junio, julio y agosto; eso es porque las nubes funcionan como una forma de aislamiento termal y en las noches de la época seca el cielo está despejado, dejando que escape el calor del superficie de la tierra (Chisolm, 2015).

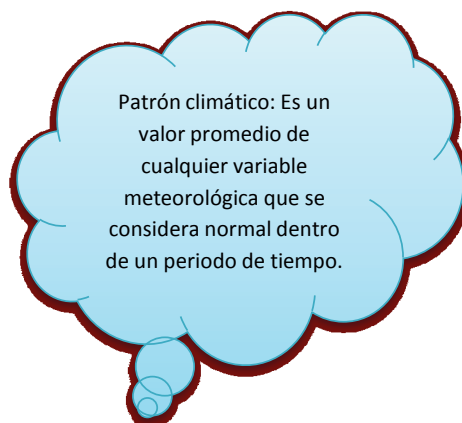


**FIGURA 79:** VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA PROMEDIA MENSUAL EN HUARAZ (2008 - 2013) (FUENTE DE DATOS: WORLD WEATHER ONLINE)

## 12.5. ¿CÓMO VARÍAN LAS LLUVIAS DURANTE TODO EL AÑO?

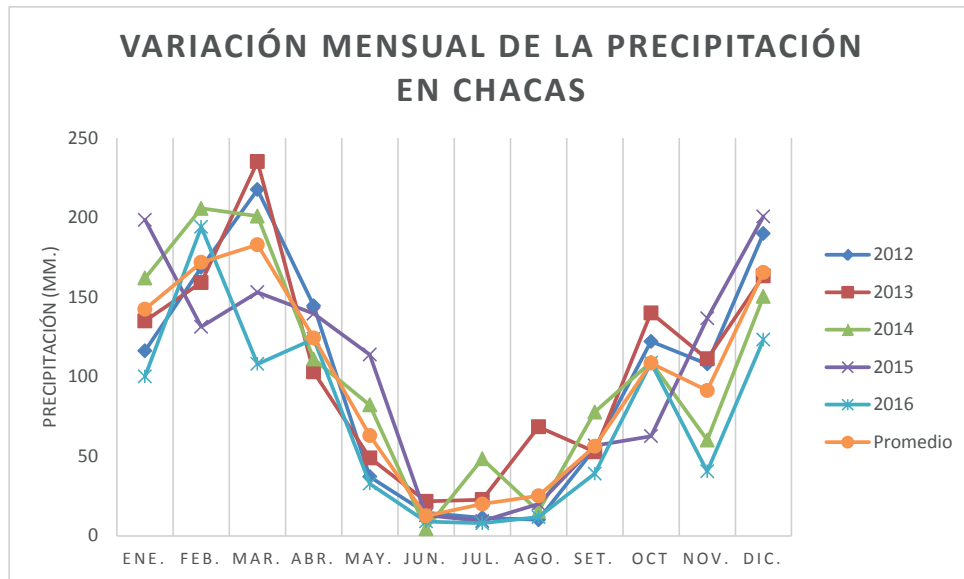


**FIGURA 80: VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MENSUAL EN HUARAZ DE LOS AÑOS 2008, 2013 Y EL PROMEDIO (FUENTE DE DATOS: MINISTERIO DE AGRICULTURA – ELABORADO POR RACHEL CHISOLM)**

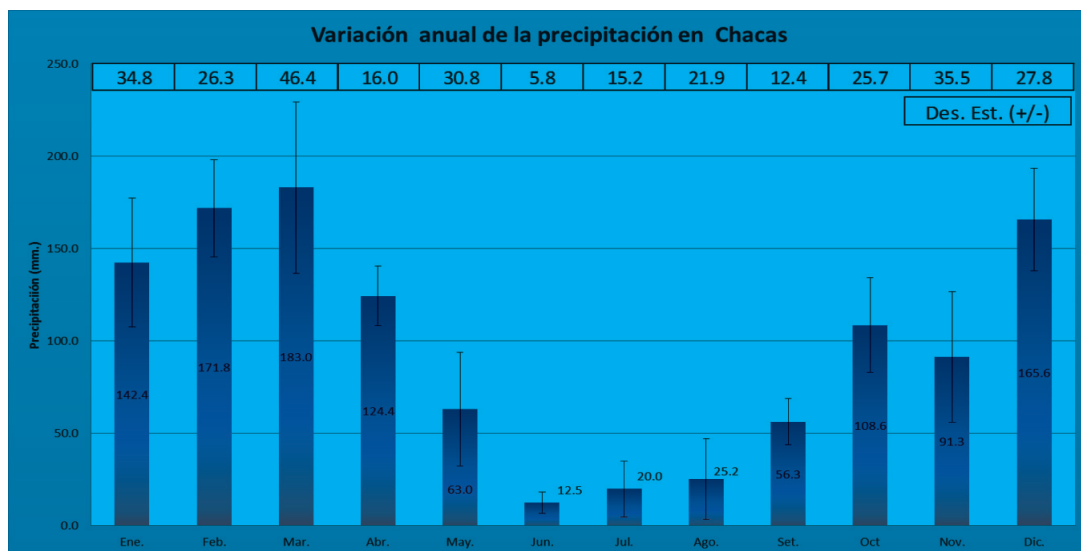


En la línea roja que representa la precipitación en el año 2013, se puede ver que sigue el patrón pero que no es exactamente igual al promedio. Por ejemplo, en marzo el promedio fue de 140 milímetros de precipitación y el año 2013 llovió un poco menos de 120 milímetros, pero todavía está dentro del patrón climático. Sin embargo, viendo las medidas de 2008 se puede notar que en marzo llovió mucho menos de lo normal (menos de la mitad del promedio); lo que indica que se ha salido mucho de ese patrón; eso es lo que llamamos una anomalía (Chisolm, 2015)





**FIGURA 81:** VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MENSUAL EN CHACAS (2012 - 2013 PROMEDIO) (FUENTE DE DATOS: CIAD – FCAM - UNASAM). EN PROMEDIO SE PUEDE DESTACAR QUE EN AÑO 2013 LLOVIÓ MÁS QUE OTROS AÑOS APROXIMADAMENTE 1262.0 MM. EN TODO EL AÑO, MIENTRAS QUE EN EL 2016 LLUVIA MENOS ALCANZANDO SOLO 899 MM. APROXIMADAMENTE.



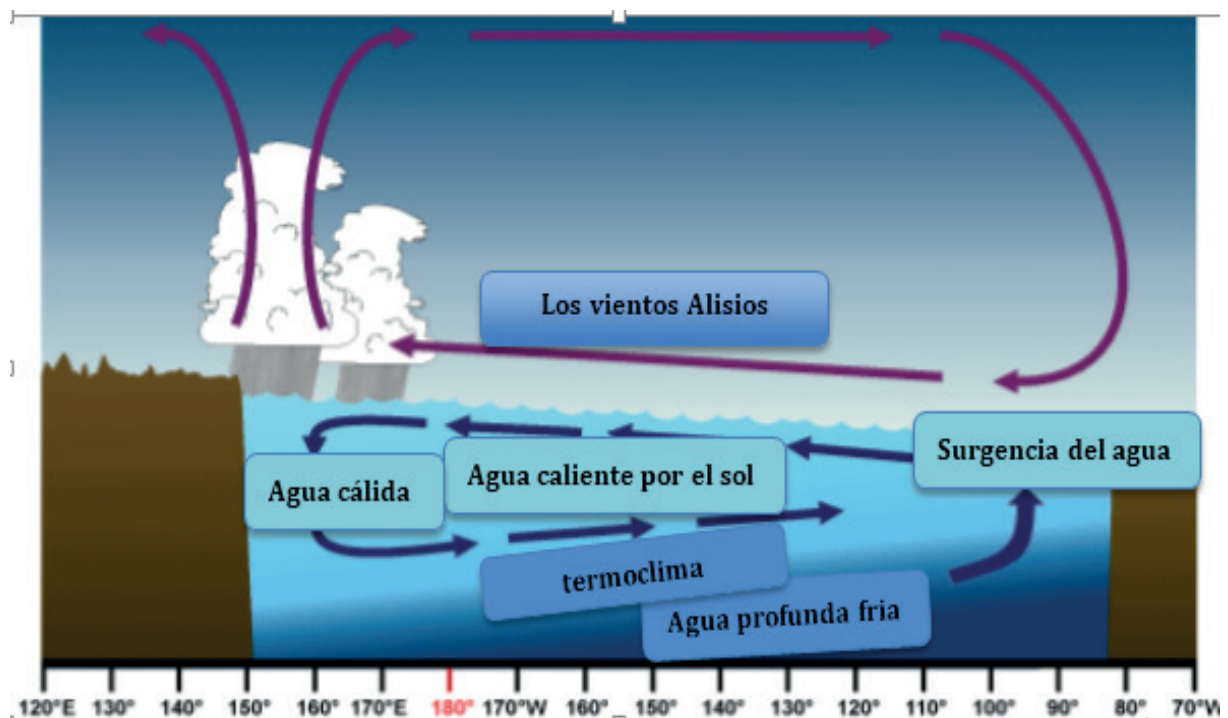
**FIGURA 82:** VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL EN CHACAS (2012- 2016), EN ÉSTA FIGURA TAMBIÉN SE MUESTRA LAS BARRAS DE ERROR REPRESENTADAS POR LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR, DONDE SE OBSERVA QUE EXISTE MAYOR INCERTIDUMBRE DE ALCANZAR LOS VALORES PROMEDIO ENTRE OCTUBRE Y MARZO, ASÍ TAMBIÉN EN MAYO, QUE MUESTRAN LOS MÁS ALTOS VALORES DE VARIACIÓN. (FUENTE DE DATOS: CIAD – FCAM - UNASAM).

## 12.6. EFECTOS DEL FENÓMENO DE EL NIÑO Y LA NIÑA EN ANCASH.

### ENOS: El Niño Oscilación del Sur

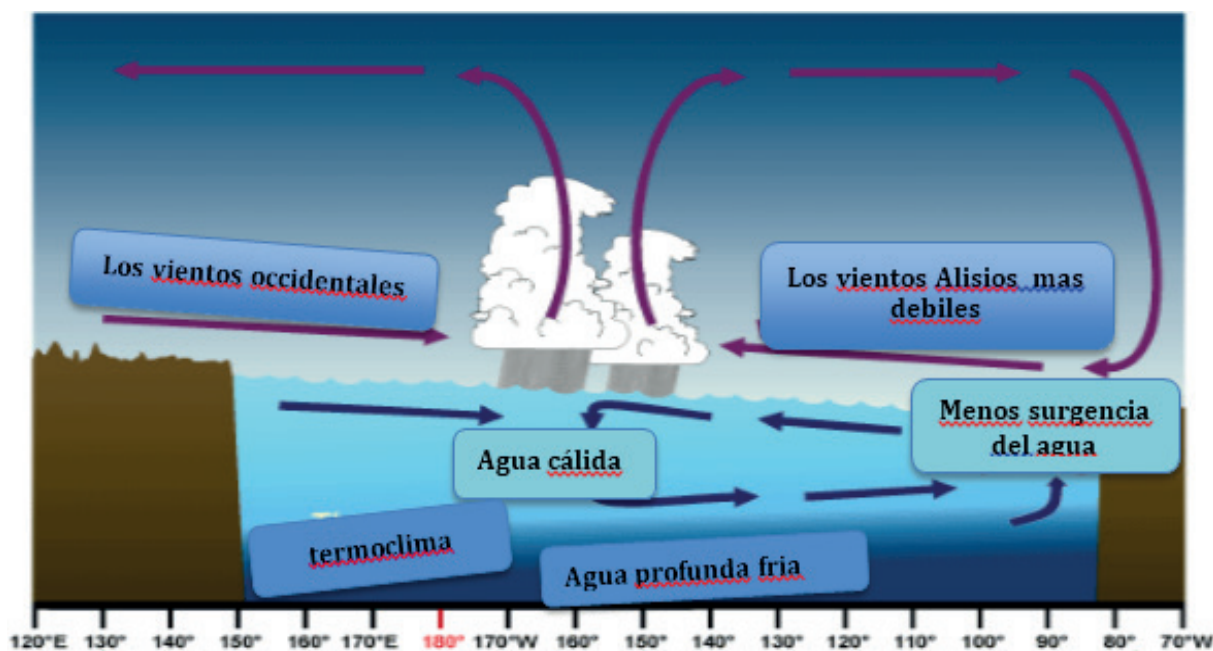
El fenómeno de El Niño es un fenómeno atmosférico que ocurre en el Océano Pacífico tropical (pero afecta a casi todo el mundo) y es parte del ciclo de El Niño Oscilación del Sur (ENOS) que tiene sus fases cálidas y frías. Las circulaciones oceánica y atmosférica están vinculadas y la circulación oceánica refleja como un espejo el proceso de circulación atmosférica. Las fases de ENOS son caracterizados por cambios en la circulación oceánica-atmosférica. Con el cambio climático mundial, la frecuencia de eventos de El Niño está cambiando, y en los últimos años la frecuencia de eventos de El Niño se ha incrementado mientras la frecuencia de eventos de La Niña ha bajado.

Para entender ENOS, hay que entender primero como son las condiciones normales en el Océano Pacífico. Con condiciones normales (figura a.), los vientos alisios empujan el agua superficial del Pacífico y la llevan hacia la costa de Australia y Asia; eso crea un vacío en el lado oriental del Pacífico que genera una surgencia de agua fría desde las profundidades del mar cerca de la costa occidental de Sudamérica. El agua caliente de la superficie del mar está dividida del agua fría de las profundidades del mar por una línea que se llama 'termoclina'. En condiciones normales, la termoclina está inclinada un poco y es más profunda en el lado occidental del Pacífico que en el lado oriental. (Chisolm, 2015)



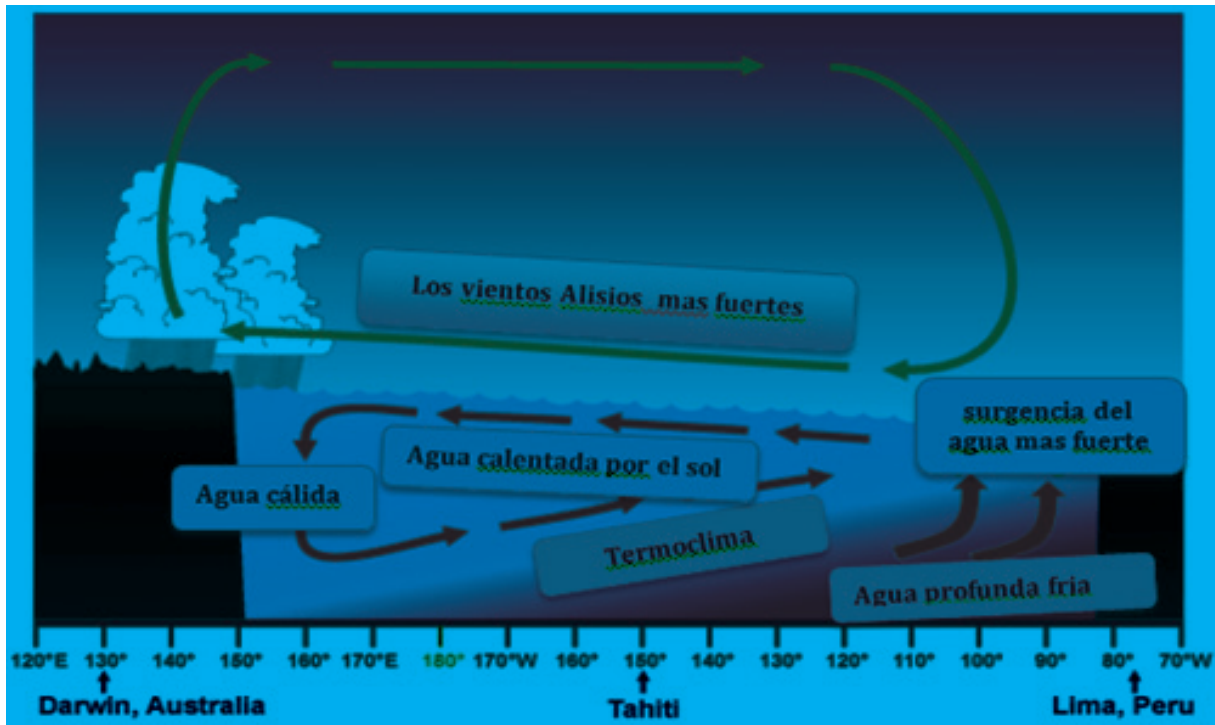
**FIGURA 83:** CONDICIONES NORMALES DE CIRCULACIÓN OCEÁNICA-ATMOSFÉRICA DEL OCEANO PACIFICO. RECUPERADO DE [HTTP://WWW.SRH.NOAA.GOV/JETSTREAM/TROPICS/ENSO\\_PATTERNS.HTM](http://www.srh.noaa.gov/jetstream/tropics/ENSO_patterns.htm)

La fase cálida de ENOS se llama El Niño. Durante el fenómeno de El Niño, la temperatura de la superficie del Pacífico sube un poco, la fuerza de los vientos alisios baja, y la termoclina es menos inclinada. Todo eso causa temperaturas elevadas y más precipitación en la costa occidental de Sudamérica. Durante eventos de El Niño, puede haber inundaciones en la costa donde normalmente no llueve.



**FIGURA 84.** LA CIRCULACIÓN OCEÁNICA-ATMOSFÉRICA DEL OCEANO PACIFICO EN LA FASE CÁLIDA DE ENOS, EL NIÑO RECUPERADO DE [HTTP://WWW.SRH.NOAA.GOV/JETSTREAM/TROPICS/ENSO\\_PATTERNS.HTM](http://www.srh.noaa.gov/jetstream/tropics/ENSO_PATTERNS.HTM)

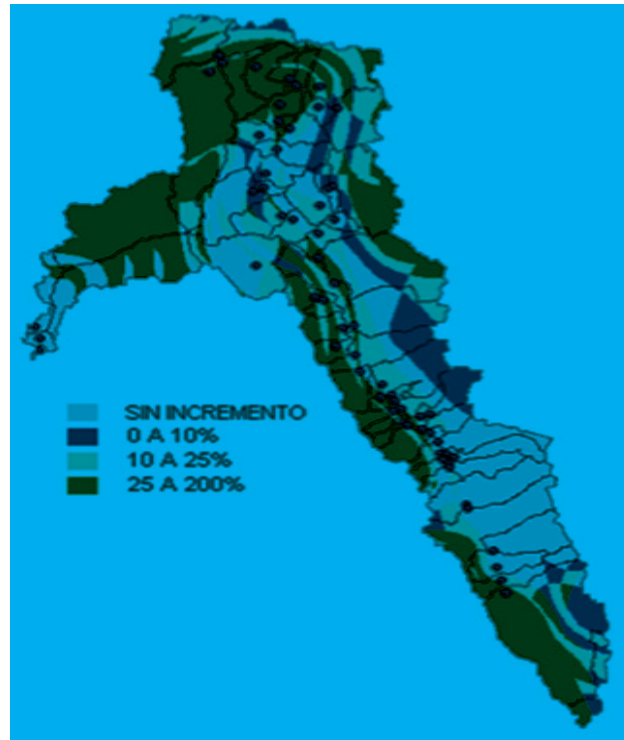
La fase fría de ENSO se llama La Niña. En los fenómenos de La Niña, el efecto en la circulación oceánica-atmosférica es el opuesto del Niño. Como vemos ilustrado en la Figura c., los vientos alisios son más fuertes y la termoclina es más inclinada, permitiendo que surja más agua de las profundidades del Mar Pacífico en la costa occidental de Perú. En eventos de La Niña, la temperatura en la costa normalmente baja y hay menos humedad en la costa. Como en los eventos del Niño, los impactos de La Niña en la Sierra Ancash son más complejos, pero podemos ver los impactos en la precipitación por un evento de La Niña en la figura.



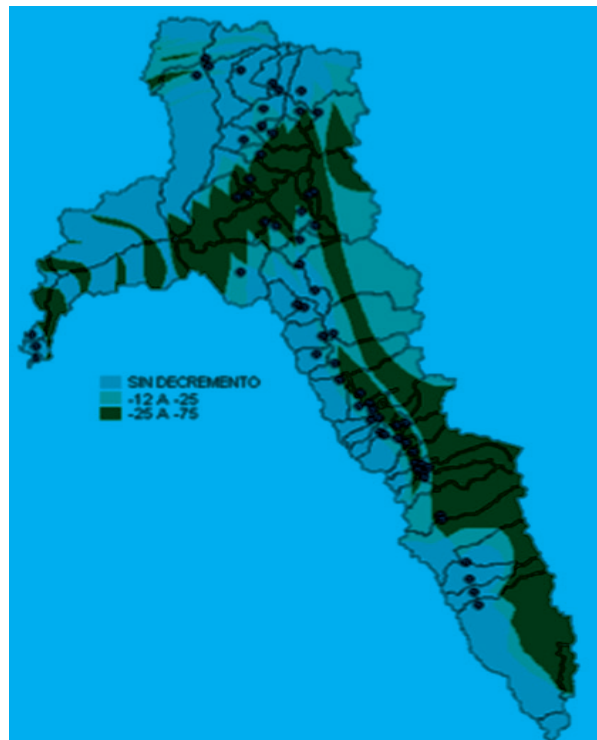
**FIGURA 85.** LA CIRCULACIÓN OCEÁNICA-ATMOSFÉRICA DEL OCEANO PACIFICO EN LA FASE FRÍA DE ENOS, LA NIÑA. RECUPERADO DE [HTTP://WWW.SRH.NOAA.GOV/JETSTREAM/TROPICS/ENSO\\_PATTERNS.HTM](http://www.srh.noaa.gov/jetstream/tropics/ENSO_PATTERNS.HTM)

Los impactos del Niño en los Andes son un poco más complejos que en la costa porque tenemos varias influencias de la circulación atmosférica. Las Figuras d. y e. vienen de un documento ELI Santa que ha analizado los impactos de ENSO en la cuenca Santa para unos eventos particulares del Niño; en estas figuras se puede ver el impacto del fenómeno del Niño en la temperatura y precipitación en la cuenca Santa.

En la costa y el norte de la cuenca ha aumentado la precipitación en los eventos del Niño, pero en otros lugares de la cuenca ha bajado la precipitación, entonces los impactos del Niño a escala local con los microclimas son muy complejos. Y para los cambios en la temperatura, en la costa ha aumentado la temperatura máxima pero la temperatura máxima en la sierra no ha aumentado tanto; en cambio, las temperaturas mínimas han bajado en casi toda la sierra. (Chisolm, 2015)



**FIGURA 86.** INCREMENTO DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL DURANTE FENÓMENOS DEL NIÑO. VARIACIÓN PORCENTUAL. (FUENTE: DOCUMENTO ELI SANTA)



**FIGURA 87.** DECREMENTO PORCENTUAL DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL DURANTE FENÓMENOS DE LA NIÑA. (FUENTE: DOCUMENTO ELI SANTA)

## 12.7. EL CAMBIO CLIMÁTICO

Ya sabiendo algo de los patrones y procesos climáticos, podemos considerar el cambio climático y sus impactos en la Sierra Ancash. Es muy bueno entender cómo funcionan los modelos climáticos y como entender la ciencia a través del cambio climático, para que se establezcan mecanismos de adaptación en la Sierra Ancash. (Chisolm, 2015).

La mejor fuente de información sobre el cambio climático al nivel mundial viene del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (el IPCC por sus siglas en inglés). El IPCC es un conjunto de políticos y científicos de todo el mundo que produce reportes cada 5 a 7 años resumiendo el estado del cambio climático, la ciencia climática, modelos e impactos del cambio climático para todo el mundo; el último, el Quinto Informe de Evaluación, fue publicado en 2014 y se puede encontrar los documentos en su sitio de web: [http://www.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_spanish.shtml](http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml).

Según el IPCC El Cambio climático es una importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras.

Por otro lado se debe tener en cuenta que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), en su Artículo 1, define ‘cambio climático’ como: ‘un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos 176 Cambio climático 2001 Informe de síntesis IPCC Tercer Informe de Evaluación de tiempo comparables’. La CMCC distingue entre ‘cambio climático’ atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y ‘variabilidad climática’ atribuida a causas naturales. (Fuente: <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>)

Como sabemos el departamento de Ancash posee en toda su extensión la Cordillera Blanca, motivo por el cual han surgido diversas investigaciones referentes a las variaciones climáticas en ésta zona. Desde 1939 se ha observado un aumento de la temperatura en los Andes de 0.1°C por década, tasa que ha aumentado desde 1975 llegando alrededor de 0.33°C por década (Vuille, Bradley, & Keimig, 2000). La mayoría de los modelos de circulación global predice un aumento de la temperatura en los andes pero la magnitud varía con cada modelo siendo el incremento más pronunciado durante el invierno (Chisolm, 2016).

El Modelo Climático Regional (RCM) realizado por Vuille y Urrutia en 2009, proyecta que el mayor aumento de la temperatura en la región Andina será en la Cordillera Blanca y que las tasas de incremento serán mayor que otras proyecciones analizadas. Por otro lado los Modelos de Circulación Global (GCM) también indican que la variabilidad estacional de la precipitación aumentará y se dará un incremento de la misma en la estación húmeda y una disminución en la estación seca, proyección confirmada por el modelo RCM en los andes tropicales.

Los escenarios climáticos de temperatura para los andes peruanos según el IPCC, se muestran en la siguiente tabla.

Años	RCP 4.5: Incrementa para Junio, Julio y Agosto (Invierno austral)	RCP 4.5: Incrementa para Diciembre, Enero y Febrero (Verano austral)	RCP 8.5: Incrementa para Junio, Julio y Agosto (Invierno austral)	RCP 8.5: Incrementa para Diciembre, Enero y Febrero (Verano austral)
2016 – 2035	0.5 - 1 °C	0.5 - 1 °C	0.5 – 1.5 °C	0.5 - 1 °C
2046 - 2065	1.5 – 2°C	1 – 1.5°C	2 - 3°C	1.5 – 3°C
2081 - 2100	2 – 3°C	1.5 – 2°C	3 - 5°C	3 - 4°C

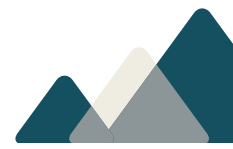
**TABLA 09. PREDICCIONES DEL INCREMENTO DE LA TEMPERATURA CON RESPECTO A 1986 A 2005 PARA LOS ANDES PERUANOS, BASÁNDOSE EN LOS RESULTADOS DEL PERCENTIL 50 DE LOS ESCENARIOS DE EMISIONES BAJAS - MEDIAS DEL RCP 4.5 Y ALTAS DEL RCP8.5**

Fuente: (IPCC, 2013): Escenario RCP4.5: Escenario de estabilización, el forzamiento radiativo (\*) probablemente se estabilice después del 2100, la temperatura probablemente exceda los 2°C. RCP8.5: Incremento de las emisiones de GEI a lo largo del tiempo, la temperatura probablemente no exceda los 4°C.

\*Forzamiento radiativo: Variaciones de la radicación entrante o saliente en el sistema climático.

Bajo estos escenarios las predicciones de la predicción son muy inciertas pero varían entre un incremento de 0 – 10% en los Andes de acuerdo a un escenario de media – baja emisión, mientras que en el escenario de más altas emisiones se proyecta un aumento de la precipitación entre un 0 – 20% (IPCC, 2013).

Frente a estos escenarios Ancash ya cuenta con una Estrategia regional de Cambio Climático, en el cual se muestran cómo ha cambiado el clima y sus efectos en la región, presenta las actividades económicas y productivas que contribuyen en la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), el impacto del cambio climático en Ancash y los sectores más vulnerables y finalmente los mecanismos de mitigación y adaptación al Cambio Climático. Para mayor información puedes entrar al siguiente [link: http://sinia.minam.gob.pe/documentos/estrategia-regional-cambio-climatico-ancash](http://sinia.minam.gob.pe/documentos/estrategia-regional-cambio-climatico-ancash)



## BIBLIOGRAFÍA



- AGROMATIC S.A. (s.f.). Anemometro de helices con datalogger. Recuperado el 19 de Junio de 2017, de Anemometro de helices con datalogger: <http://www.agromatic.com.pe/producto/38-anemometro-de-helices-con-datalogger>.
- Alvarado, L. (22 de Marzo de 2017). Atlas de nubes. (I. M. Nacional, Editor) Recuperado el 2017, de Atlas de nubes: <https://www.imn.ac.cr/atlas-de-nubes>.
- Anónimo. (s.f.). Nubes y nieblas. Obtenido de Nubes y nieblas: <http://www.esi2.us.es/DFA/Meteo/Tema%208%20MET%20v250315.pdf>.
- Astromía. (2017). Las nubes. Recuperado el 23 de Marzo de 2017, de Las nubes: <http://www.astromia.com/tierraluna/nubes.htm#>.
- Basualdo, A. (2015). Manual de buenas prácticas para la generación, el almacenamiento y la difusión de información climática en instituciones y organismos del MERCOSUR. San José, Costa Rica.
- BCRP, B. C. (2012). Caracterización del departamento de Ancash. Trujillo: Editorial Nacional.
- Brenes, A., & Saborío, V. F. (1995). Elementos de climatología: Su aplicación didáctica a Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia.
- Campbell Scientific. (2017). 3-D Anemómetro sónico. Recuperado el 19 de Junio de 2017, de 3-D Anemómetro sónico: <https://www.campbellsci.cc/csat3>.
- Campbell Scientific Sapin S.L. (2017). Estaciones meteorológicas. Recuperado el 25 de Marzo de 2017, de Estaciones meteorológicas: [https://s.campbellsci.com/documents/es/product-brochures/b\\_weatherstation.pdf](https://s.campbellsci.com/documents/es/product-brochures/b_weatherstation.pdf).
- Chisolm. (2016). Índices climáticos en la sierra de Ancash como herramienta para la adaptación al Cambio Climático. The University of Texas at Austin.
- Chisolm, R. (Mayo de 2015). Modulo de Capacitación. Clima y cambio climático en Ancash: Introducción a los conceptos y técnicas de análisis.
- Conozcan la diferencia entre niebla y neblina. (02 de Marzo de 2011). RPP Noticias.
- Coronado, F. (s.f.). Componentes de una turbina eólica de eje horizontal. Recuperado el 18 de Junio de 2017, de Componentes de una turbina eólica de eje horizontal: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia36/HTML/articulo03.htm>.
- Delta OHM. (s.f.). LPPIRG01 PIRGEOMETRO RADIACION INFRARROJA LEJANA. Obtenido de LPPIRG01 PIRGEOMETRO RADIACION INFRARROJA LEJANA: <http://www.deltaohm.mx/index.php/products/item/163-lppirg01-pirgeometro-radiacion-infrarroja-lejana>.

Educaplus.org. (2016). ClimaTIC. Recuperado el 15 de Febrero de 2017, de climaTIC: [www.educaplus.org](http://www.educaplus.org).

Empresa Ambientum.com. (2017). Línea Verde. Recuperado el 05 de Marzo de 2017, de Aire: <http://www.lineaverdeceutatrace.com/lv/avisolegal.asp>.

En clase. (08 de Mayo de 2010). ¿Qué es la rosa de los vientos? Recuperado el 24 de Junio de 2017, de ¿Qué es la rosa de los vientos?: <http://oculimundienclase.blogspot.pe/2010/05/que-es-la-rosa-de-los-vientos.html>.

Farreras, H., Duran, D., Robles, V., Carleidys, P., Pulido, C., Pimentel, F., & Contasti, C. (1 de Marzo de 2008). Estación meteorológica. Recuperado el 24 de Marzo de 2017, de Estación meteorológica: <http://estacionmeteorologica.blogspot.pe/>.

Figuerola, R. (2011). Meteorología y climatología. Factores climáticos. Huaraz, Huaraz, Perú.

Figuerola, R. (2011). Meteorología y climatología. [diapositivas Power Point]. Clases curso de meteorología y climatología, Facultad de Ciencias del Ambiente-Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

García, L. (s.f.). Hojas divulgadoras del Miniterio de Agricultuta: Rocío y escarcha. Recuperado el 16 de Junio de 2017, de Hojas divulgadoras del Miniterio de Agricultuta: Rocío y escarcha: <http://www.divulgameteo.es/uploads/Roc%C3%ADo-y-escarcha.pdf>.

García, R. P. (1982). Aspectos meteorológicos en la conservación y uso de los Parques Nacionales. *Geographicalia*(13), 125-134.

Guías prácticas.com. (Febrero de 28 de 2014). Piranómetro. Recuperado el 3 de Junio de 2017, de Piranómetro: <http://www.guiaspracticas.com/estaciones-meteorologicas/piranometro>.

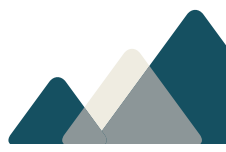
Historias y biografías. (s.f.). Las estaciones del año ¿por qué se producen? Obtenido de Las estaciones del año ¿por qué se producen?: [http://historiaybiografias.com/estaciones\\_ano/](http://historiaybiografias.com/estaciones_ano/).

Instituto Nacional del Cáncer. (s.f.). Radiación ultravioleta. Recuperado el 19 de Junio de 2017, de Radiación ultravioleta: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario?cdrid=45934>.

IPCC. (2013). Annex I: Atlas of Global and Regional Climate Projections.

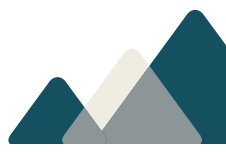
Kronenberg, M. (2016). Estaciones en alta montaña. [diapositivas Power Point].

- Ledesma, M. (2000). Climatología y meteorología agrícola (Primera ed.). Madrid, España: International Thomsom Editores Spain Paraninfo S.A.
- Ledesma, M. (2011). Principios de meteorología y climatología (Primera ed.). (M. López, Ed.) Madrid, España: Paraninfo.
- Ledesma, M. (2011). Principios de meteorología y climatología (Primera ed.). Madrid, España: Ediciones Paraninfo.
- Llorente, F. (17 de Enero de 2010). FOTOMETEO. Obtenido de Radiómetros: <http://fotometeo.ame-web.org/displayimage.php?pid=878>.
- Medida de la presión atmosférica. (s.f.). Recuperado el 15 de Mayo de 2017, de Medida de la presión atmosférica: [http://iesdmjac.educa.aragon.es/departamentos/fq/asignaturas/fq4eso/materialdeaula/FQ4ESO%20Tema%205%20Fluidos/51\\_medida\\_de\\_la\\_presin\\_atmosfrica.html](http://iesdmjac.educa.aragon.es/departamentos/fq/asignaturas/fq4eso/materialdeaula/FQ4ESO%20Tema%205%20Fluidos/51_medida_de_la_presin_atmosfrica.html).
- MeteoGroup. (29 de Abril de 2008). Estudio Climático TORROX (Málaga). Recuperado el 25 de Julio de 2014, de Estudio Climático TORROX (Málaga): [http://www.calaceiteresidencial.com/informacion\\_es/ESTUDIO\\_CLIMATICO.pdf](http://www.calaceiteresidencial.com/informacion_es/ESTUDIO_CLIMATICO.pdf).
- Meteorología para todos. (26 de Junio de 2011). Barómetros arenoides. Recuperado el 28 de Mayo de 2017, de Barómetros arenoides: <http://www.meteoros.net/2011/06/barometros-aneroides.html>.
- Ministerio de Educación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica. (2011). Entornos invisibles (de la ciencia y la tecnología). En C. Campetella, & B. S. Cerne, Entornos invisibles (de la ciencia y la tecnología). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República de Argentina.
- OMM. (1999). Servicio meteorológicos y climáticos. Australia: OMM editorial.
- Orellana, R. (s.f.). ¿Qué es el clima? Recuperado el 27 de Febrero de 2017, de ¿Qué es el clima?: <http://www.ccpy.gob.mx/clima-yucatan/>.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2011). Guía de prácticas climatológicas. Recuperado el 02 de Junio de 2017, de Guía de prácticas climatológicas: [http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/guide/documents/wmo\\_100\\_es.pdf](http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/guide/documents/wmo_100_es.pdf).
- Organización Meteorológica Mundial. (2008). Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos. Recuperado el 28 de Enero de 2017, de [https://library.wmo.int/pmb\\_ged/wmo\\_8-2014\\_es.pdf](https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_8-2014_es.pdf).
- Organización Meteorológica Mundial. (1 de Febrero de 2017). Clima. Obtenido de Sitio web de la OMM: <http://www.wmo.int/youth/es/clima>.



- PCE Inst. (2017). ¿Qué es una estación meteorológica? Recuperado el 11 de Junio de 2017, de ¿Qué es una estación meteorológica?: <http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/que-estacion-meteorologica.htm>.
- Pérez, D. (s.f.). Medida de la radiación solar. Recuperado el 02 de Junio de 2017, de Procedimientos de mantenimiento y calibración de estación radiométrica: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4443/fichero/Memoria+PFC%252F3.pdf>.
- Piranómetro de Eppley. (2006-2013). Obtenido de Piranómetro de Eppley: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABPk8AK/apostilar-climatologia-metereologia?part=9>.
- Piranómetros para medir la radiación global solar. (12 de Diciembre de 2008). Obtenido de Piranómetros para medir la radiación global solar: <http://profelectrico.blogspot.pe/2008/12/>.
- Quispe, N. (Abril de 2017). Humedad atmosférica. Pronósticos del tiempo meteorológico. Huaraz, Huaraz, Perú.
- Renom, M. (2011). Anemometría. Recuperado el 19 de Junio de 2017, de Anemometría: [http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/PBMA/PBMA\\_teotico/Bolilla5-Anemometria.pdf](http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/PBMA/PBMA_teotico/Bolilla5-Anemometria.pdf)
- Renom, M. (2011). Principios básicos de las mediciones atmosféricas. Recuperado el 5 de Febrero de 2017, de Principios básicos de las mediciones atmosféricas: [http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/PBMA/PBMA\\_teotico/Bolilla1.pdf](http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/PBMA/PBMA_teotico/Bolilla1.pdf).
- Reyes, S. (2001). Introducción a la meteorología. (T. Di Bella, Ed.) Baja California, México: Universidad de Baja California.
- Rodríguez, R., Benito, Á., & Portela, A. (2004). Meteorología y climatología. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología-FECYT.
- Santos, D. (23 de Marzo de 2017). Las nubes no son blancas y otras curiosidades meteorológicas. Recuperado el 23 de Marzo de 2017, de Las nubes no son blancas y otras curiosidades meteorológicas: [http://politica.elpais.com/politica/2017/03/23/tiempo\\_al\\_tiempo/1490260561\\_711986.html](http://politica.elpais.com/politica/2017/03/23/tiempo_al_tiempo/1490260561_711986.html).
- SENAMHI. (Junio de 2003). Atlas de energía solar del Perú. Obtenido de Atlas de energía solar del Perú: [http://www.senamhi.gob.pe/pdf/atlas\\_solar.pdf](http://www.senamhi.gob.pe/pdf/atlas_solar.pdf).
- SENAMHI. (2017). Aprendiendo. Obtenido de <http://www.senamhi.gob.pe/?p=1003>.
- SENSOVANT. (2014). Medidor de radiación solar DR01. Obtenido de Medidor de radiación solar DR01: <http://sensovant.com/productos/meteorologia/radiacion-solar/articulo/medidor-de-radiacion-solar-pirheliometro-DR01.html>.

- Servicio Meteorológico Nacional Argentino. (s.f.). La observación meteorológica. Recuperado el 24 de Marzo de 2017, de La observación meteorológica: <http://ecaths1.s3.amazonaws.com/clima/observacion%20meteorologica.pdf>.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). (2017). Guía básica de meteorología general. Recuperado el 22 de Febrero de 2017, de Guía básica de meteorología general: <http://www.senamhi.gob.pe/?p=1003>.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-SENAMHI. (Enero de 2016). Boletín hidrometeorológico de San Martín. Recuperado el 22 de Mayo de 2017, de <http://www.senamhi.gob.pe/load/file/04301SENA-39.pdf>.
- Silva, Y. (s.f.). Meteorología y climatología. Recuperado el 02 de Marzo de 2017, de Temperatura: variación estacional y diaria: <http://www.met.igp.gob.pe/users/yamina/meteorologia/temperatura%20del%20aire.pdf>.
- Strahler, A. N. (1960). *Physical Geography*. New York: John Wiley & Sons.
- The COMET Program. (2017). Goes-R: beneficios de la observación ambiental de próxima generación. Recuperado el 24 de Marzo de 2017, de Goes-R: beneficios de la observación ambiental de próxima generación: [http://www.goes-r.gov/users/comet/goes\\_r/envmon\\_es/print.htm](http://www.goes-r.gov/users/comet/goes_r/envmon_es/print.htm).
- Tiempo y clima. (2017). Recuperado el 15 de Diciembre de 2016, de Tiempo y clima: <https://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0151-01/capitulos/cap2.htm>.
- Vaisala. (2017). Ceilometers. Obtenido de Ceilometers: <http://www.vaisala.com/en/products/ceilometers/Pages/default.aspx>.
- Vaisala. (2017). Pronóstico de tiempo. Recuperado el 23 de Mayo de 2017, de Pronóstico de tiempo: <http://es.vaisala.com/sp/meteorology/applications/weatherforecasting/Pages/default.aspx>.
- Vuille, M., Bradley, R., & Keimig, F. (2000). Interannual climate variability in the Central Andes and its relation to tropical Pacific And Atlantic Forcing. *Journal of Geophysical Research - Atmospheres*.
- WINSON-Anemómetro sónico. (6 de Julio de 2015). Recuperado el 19 de Junio de 2017, de WINSON-Anemómetro sónico: <http://www.siapmicros.com/es/news/global/winson-neuvo-anemometro-sonico-siapmicros/>



## LINKOGRAFÍA

- <https://www-istp.gsfc.nasa.gov/stargaze/Mlatlong.htm>
- [http://www.sensorvital.com/productos.aspx?men\\_id=3&h=3.3](http://www.sensorvital.com/productos.aspx?men_id=3&h=3.3)
- <http://scah.igp.gob.pe/laboratorios/lamar>
- <http://www.revistabarcosavela.es/ataque-frontal-de-la-generalitat-valenciana-la-actividad-deportiva-nautica/>
- <http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101870460#.WT30E2iGPIU>
- <http://cursos.encuentra.com/mod/forum/discuss.php?d=263> (imagen de no olvidar)
- <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/28035/Cat%C3%A1logo+B%C3%A1sico+de+Instrumentos+Meteorol%C3%B3gicos/3701f150-452d-44d3-9c58-19d94a01f28d> (piranómetros)
- Organización Mundial Meteorológica. (2008). Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos.
- Cultura colectiva (imagen niebla). Antonio Silva 19 de mayo, 2015. Recuperado de <http://culturacolectiva.com/cc-recomienda-niebla-de-miguel-de-unamuno/>
- Fernando Llorente Martínez (imagen escarcha). Recuperado de <http://www.rumtor.com/escarcha6.html>
- El agua de mar y el rocío. Arturo Allen Sisniega, 2015. Recuperado de <http://autosanacionyespiritualidad.com/el-agua-de-mar-y-el-rocio/>

## LISTA DE ACRÓNIMOS

**OMM:** Organización Meteorológica Mundial.

**SENAMHI:** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

**EMA:** Estación Meteorológica Automática

**EMAs:** Estaciones Meteorológicas Automáticas