

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
E.P. INGENIERÍA AMBIENTAL**




**PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
LAMBAYEQUE**

**CURSO:
Meteorología y Climatología**

**DOCENTE:
Stive Flores**

ALUMNOS – GRUPO 1:

**Meza Yauri Helen
Obispo Ursula Brigit
Jhair Rojas
Giancarlo Mayhuire**



UNIVERSIDAD PERUANA UNION

**PLAN DE APAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMATICO
LAMBAYEQUE**

ELABORADO POR

**Meza Yauri Helen Celeste
Mayhuire Zuñiga Giancarlo Edu
Brigit Obispo
Jhair Rojas**

INDICE

CAPITULO 1: ASPECTOS GENERALES	5
1.1. METEOROLOGÍA Y CAMBIO CLIMATICO :	5
1.1.1. METEOROLOGÍA:	5
1.1.2. CAMBIO CLIMÁTICO:	6
1.1.3. MARCO NORMATIVO:.....	9
1.2. ÁMBITO DE ESTUDIO	13
1.2.1. DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE:.....	13
1.2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR DE ESTUDIO:	14
1.2.3. ANTECEDENTES:	15
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE DATOS METEOROLÓGICOS	16
1.3. METODOLOGÍA:.....	16
1.3.1. MATERIALES:	16
1.3.2. MÉTODOS:.....	18
1.4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	20
1.4.1. RESULTADOS HISTÓRICOS:	20
1.5. DISCUSIÓN CON LA SERIE DE TIEMPO:	24
1.5.1. Temperatura máxima y mínima:.....	24
1.5.2. PRECIPITACIONES	27
CAPÍTULO 3: MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	33
1.6. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	33
1.6.1. EN EL SECTOR AGRÍCOLA:	33
1.6.2. EN EL SECTOR PESQUERO	35
1.6.3. EN EL SECTOR PECUARIO	36
1.6.4. EN EL SECTOR VIVIENDA.....	37
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
1.7. Conclusión:.....	39
1.8. Recomendaciones para adaptarse a los efectos del cambio climático en Lambayeque	40
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS.....	45

FIGURAS DEL PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO LAMBAYEQUE

Figura 1 calentamiento global, temperatura 2023	6
Figura 2 clima en Peru - 2024	7
Figura 3 incrementode temperatura en la costa norte 36°C - lambayeque	8
Figura 4 departamento Lambayeque	13
Figura 5 El departamento de Lambayeque, provincia Lambayeque, distrito ambayeque	14
Figura 6 Olas de calor – Tmax.....	25
Figura 7 Friajes Tmin	26
Figura 8 Probables ocurrencias del Fenomeno del Niño en Perú, de los siglos XVI - XX.....	28
Figura 9 Fenómeno del Niño- Precipitación	28
Figura 10 El Niño” 82-83, fue de una magnitud extraordinaria dado que en Piura las precipitaciones superaron el 15,000 % en abril de 1983 y en Lambayeque el 1,080 % en el mes de marzo	29
Figura 11 El 14 de febrero de 1998 en Lambayeque, al norte del Perú, se registró una lluvia que alcanzó mediciones máximas de 114 mililitros por metro cuadrado. Fueron 14 horas de lluvia debido a que en aquella época el fenómeno El Niño castigaba la costa peruana.....	30
Figura 12 Fenómeno del Niño de 1972-1973	30
Figura 13 Estadística de Daños realizada por INEI	31
Figura 14 Captación y Almacenamiento de Agua	34
Figura 15 Riego por Goteo.....	37
Figura 16 ejemplo de elevación de viviendas	38

CAPITULO 1: ASPECTOS GENERALES

1.1. METEOROLOGÍA Y CAMBIO CLIMATICO :

1.1.1. METEOROLOGÍA:

El plan de adaptación al cambio climático es una estrategia integral que describe cómo una nación se adaptará a los impactos actuales y futuros del cambio climático. Este plan incluye medidas para reducir la vulnerabilidad a fenómenos meteorológicos extremos, como friajes, inundaciones y olas de calor, así como para proteger la biodiversidad y garantizar la seguridad (Oxfam, 2010).

La meteorología, tal como la definen (Brito, 2011) y (hernandez, 2012), se encarga de examinar el estado del tiempo, la atmósfera y los fenómenos atmosféricos, así como sus mecanismos subyacentes. En un contexto global marcado por una creciente preocupación por el cambio climático, los eventos climáticos extremos se han vuelto más frecuentes e intensos debido a las actividades humanas o antropogénicas que alteran la composición de la atmósfera. Desde principios de milenio, como señala (Chávez, 2024), hemos sido testigos del derretimiento de los glaciares y de notables fluctuaciones de temperatura, lo que refleja la compleja interacción entre la actividad humana y el clima.

En esto participan las variables meteorológicas, son parámetros que describen el estado del tiempo y la condición climática de una zona. Estas variables son medibles y se utilizan para caracterizar y predecir el clima. Algunas de las variables meteorológicas más importantes son la temperatura, la humedad, la presión atmosférica, el viento (velocidad y dirección), la radiación solar, precipitación, la evapotranspiración, la cobertura nubosa, el oleaje, el índice UV y la calidad del aire. Estas variables se miden en diferentes unidades de medida y se utilizan para describir la condición del tiempo en una zona. En este plan de adaptación se utilizará dos de ellas, la cual es T°C y mm.

Por ello, los estudios meteorológicos desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de un plan de adaptación al cambio climático, ya que proporciona datos cruciales sobre los patrones climáticos actuales y futuros, permitiendo anticipar y prevenir los impactos negativos del cambio climático (Peñuelas, 2020). Uno de los aspectos más importantes de la meteorología en este contexto es su capacidad para predecir eventos climáticos extremos, por medio de los modelos meteorológicos avanzados, uno de los aspectos de los planes de adaptación, es recibir alertas tempranas sobre la llegada de estos fenómenos. Esto les permite tomar medidas preventivas para proteger a la población vulnerable, salvaguardar la infraestructura crítica y minimizar los daños al medio ambiente. Por ejemplo, en el caso de un friaje pronosticado, se pueden activar protocolos para brindar refugio y asistencia a las comunidades en riesgo, así como para proteger los cultivos y el ganado, se puede inferir que estos planes proporcionan seguridad a la población y a la biodiversidad en el área de estudio (Baig, 2021).

1.1.2. CAMBIO CLIMÁTICO:

1.1.2.1. GLOBAL:

El cambio climático ya es una realidad innegable (PNACC, 2024). La temperatura media global de la superficie terrestre ha aumentado casi 1°C desde mitades del siglo pasado debido al exceso de gases de efecto invernadero (Greenpeace, 2024). Esto está perjudicando gravemente a nuestros ecosistemas y modos de vida, con señales irrefutables como la pérdida de masas de hielo en los polos, la subida del nivel del mar y el calentamiento generalizado de la atmósfera y los océanos (ONU, 2024). Las emisiones de CO₂ han vuelto a registrar niveles récord y siguen aumentando, mostrando que el cambio climático no se detendrá ante crisis mundiales (Villaseñor, 2011).

El ritmo de subida del nivel medio del mar a escala mundial de 2006 a 2015 es ya de 3,6 milímetros anuales, un valor sin precedentes (MMA, 2023). Los glaciares se derriten a un ritmo nunca visto anteriormente, las selvas se secan y la fauna y flora luchan por sobrevivir en un escenario de cambios vertiginosos (CEPAL, 2020). La evidencia científica declara que la actividad industrial humana ha causado la mayor parte del calentamiento global del siglo pasado (PNUD, 2022). En definitiva, el cambio climático es ya una realidad que impacta a nivel mundial, requiriendo una acción urgente y coordinada a nivel internacional para mitigar sus efectos (Bhatti, 2024).

CFSV2 Avg 2m Temperature (°C)
Wed, Jul 12, 2023

ClimateReanalyzer.org
Climate Change Institute | University of Maine

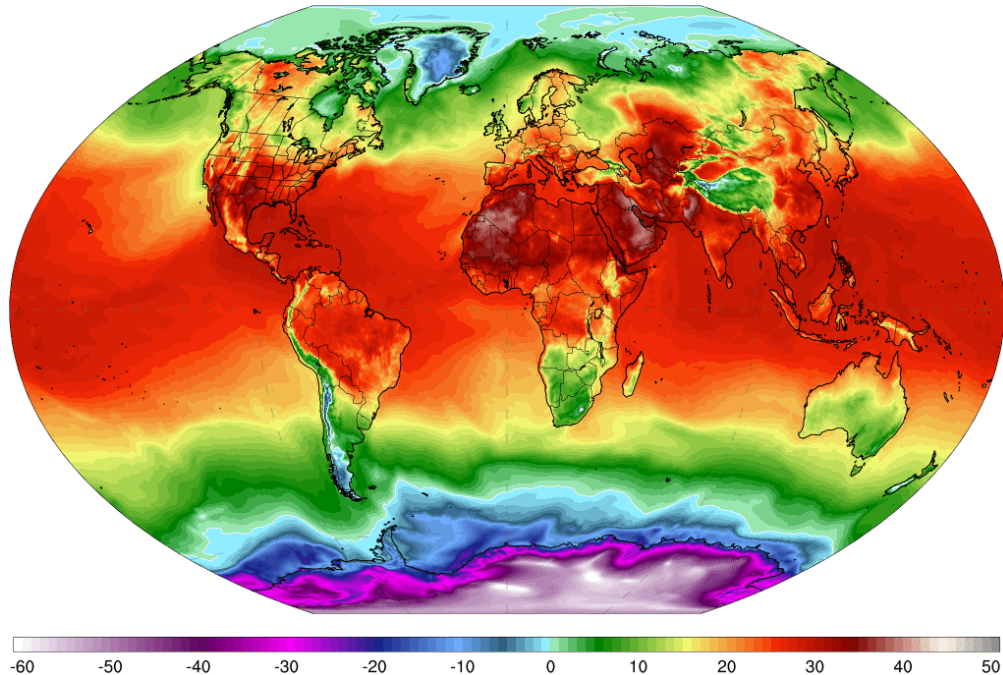


Figura 1 calentamiento global, temperatura 2023

1.1.2.2. NACIONAL – PERÚ:

El Perú enfrenta una serie de desafíos significativos a nivel nacional debido a los impactos del cambio climático (MINAM, 2024). La diversidad climática del país, que alberga una amplia gama de climas y zonas de vida, amplifica la variedad de impactos climáticos que enfrenta, afectando sectores clave como la agricultura y la pesca (Villafuerte & Hartinger, 2023). La alta dependencia en sectores vulnerables, donde una gran parte de la población se dedica a actividades sensibles al clima, aumenta la vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos (Vargas, 2009).

Además, la situación de pobreza y extrema pobreza, que afecta al 51% y 21% de la población respectivamente, acentúa la fragilidad de la sociedad frente a los impactos climáticos al limitar la capacidad de adaptación (Gonzales, 2014). La pérdida de glaciares andinos, con una reducción del 22% de la superficie glaciar en los últimos 25 años, refleja los efectos del cambio climático y la urgencia de fortalecer las capacidades de adaptación y resiliencia del país para proteger a sus poblaciones vulnerables (Gómez Silvera & Beraun Macedo, 2017). Cabe resaltar que en Perú se han aprobado 91 medidas de adaptación en áreas prioritarias como agua, agricultura y salud, alineadas con la Ley Marco sobre Cambio Climático. Estas medidas forman parte de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas al 2030 y del Plan Nacional de Adaptación en desarrollo (MINAM, 2024).

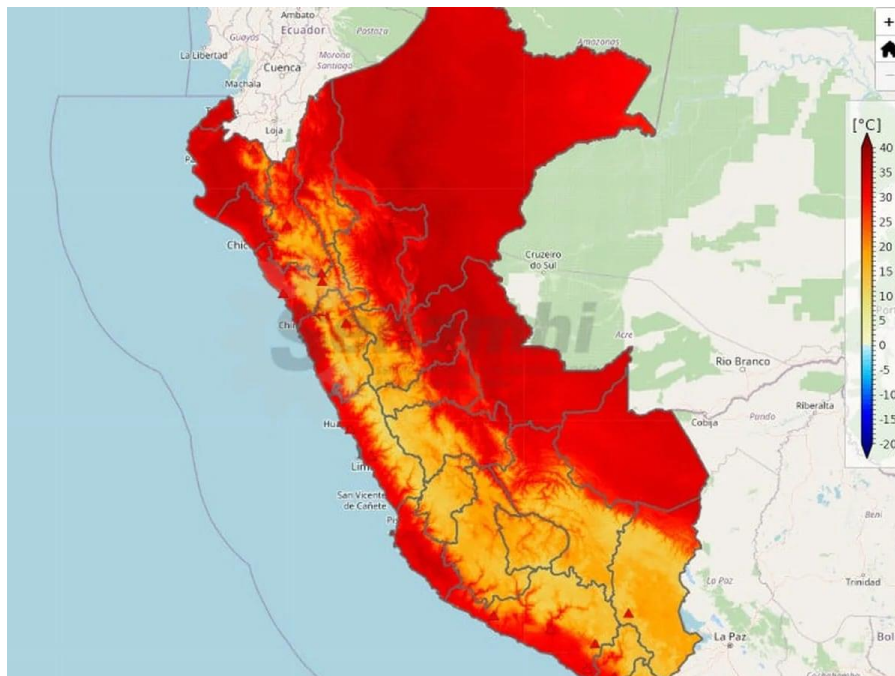


Figura 2 clima en Peru - 2024

1.1.2.3. REGIONAL – LAMBAYEQUE:

El cambio climático está generando diversos impactos en la región de Lambayeque, Perú (Lambayeque, 2018). La desertificación, causada por factores como la sequía, afecta aproximadamente el 17.5% del territorio peruano, lo que puede perjudicar a 3.2 millones de personas al disminuir la productividad de la tierra y generar consecuencias económicas y de salud pública (Ihobe, 2019). Las inundaciones, vinculadas a variaciones en los patrones de lluvia y El Niño, representan un riesgo creciente, con estudios que muestran posibles afectaciones a la agricultura, ganadería y economía local, además de propagar enfermedades (Carrasco, 2022). El sector forestal también sufre, con la pérdida del 53% de la cobertura forestal en Lambayeque entre 2001 y 2021, provocando migraciones de especies, cambios en el ciclo hidrológico y emisiones de CO2 (Rubiños, 2021). El fenómeno de El Niño ha causado pérdidas millonarias en infraestructura y sectores como energía, agricultura e industria, afectando a millones de personas y generando impactos económicos negativos en el país (Samamé & Savedra, 2023).



Figura 3 *incremento de temperatura en la costa norte 36°C - lambayeque*

1.1.3. MARCO NORMATIVO:

1.1.3.1. INTERNACIONAL:

1.1.3.1.1. Resolución Legislativa N° 26185 - Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (1992):

La Resolución Legislativa N° 26185 aprueba la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y suscrita por el Perú en Río de Janeiro el 12 de junio de 1992. Esta norma tiene como objetivo reducir la vulnerabilidad del país al cambio climático y mejorar la capacidad de respuesta a emergencias climáticas.

1.1.3.1.2. Hoja de Ruta de Bali:

La Hoja de Ruta de Bali es un acuerdo alcanzado en la 13ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) celebrada en Bali, Indonesia, en diciembre de 2007. Este acuerdo establece un plan de acción para abordar el cambio climático global, involucra a todos los países, establece un marco de acción internacional para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

1.1.3.1.3. Resolución Legislativa N° 27092- Acuerdo de Copenhague:

es un acuerdo internacional alcanzado en la 15ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 15) en Copenhague, Dinamarca, del 7 al 18 de diciembre de 2009. Establece el objetivo de mantener el aumento de la temperatura global por debajo de los 2°C en relación con los niveles preindustriales, y de realizar esfuerzos para limitar el aumento a 1,5°C si es posible.

1.1.3.1.4. Decreto Supremo N° 058-2016-RE- Acuerdo de París:

Adoptado durante la COP21 en 2015, establece un plan de acción mundial para reducir las emisiones de GEI y limitar el aumento de la temperatura global a 1,5°C.

D.S. N° 058-2016-RE, se ratifica el Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, adoptado en París el 12 de diciembre de 2015, que tiene como objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, y para ello mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de temperatura a 1,5°C, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático

1.1.3.1.5. Decreto Supremo N° 012-2016-MINAM - Plan de Acción de Género y Cambio Climático (PAGCC):

Aprobado durante la COP23 en 2017, integra la perspectiva de género en las

políticas y acciones para hacer frente al cambio climático, asegurando que mujeres y hombres tengan las mismas oportunidades para afrontar este fenómeno.

1.1.3.2. NACIONAL:

1.1.3.2.1. *Decreto Supremo N° 086 – 2003 - PCM - Estrategia Nacional de Cambio Climático:*

Este decreto aprueba la Estrategia Nacional de Cambio Climático, que guía las acciones del país en la mitigación y adaptación al cambio climático, según el Art. 2 se establece que su cumplimiento es de obligatorio cumplimiento y debe ser incluida en las políticas, planes y programas sectoriales y regionales en concordancia con lo establecido por el artículo 53, literal c) de la Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, así como con los compromisos institucionales contenidos en ella.

1.1.3.2.2. *Ley Orgánica de Gobiernos Regionales (N° 27867):*

Establece la función de los gobiernos regionales en la formulación e implementación de sus Estrategias Regionales de Cambio Climático (ERCC), también cabe recalcar que según el Art. 6 se establece que el desarrollo regional comprende la aplicación coherente y eficaz de las políticas e instrumentos de desarrollo económico social, poblacional, cultural y ambiental, a través de planes, programas y proyectos orientados a generar condiciones que permitan el crecimiento económico armonizado con la dinámica demográfica, el desarrollo social equitativo y la conservación de los recursos naturales y el ambiente en el territorio regional, orientado hacia el ejercicio pleno de los derechos de hombres y mujeres e igualdad de oportunidades y también según el Art. 53 se establece que la gestión regional debe buscar el equilibrio intergeneracional en el uso racional de los recursos naturales para lograr los objetivos de desarrollo, la defensa del medio ambiente y la protección de la biodiversidad. La dimensión ambiental del desarrollo territorial es fundamental para entender que el desarrollo económico local y territorial debe ser sustentable y no depender de inversiones exógenas que generen empleos en la región sin arraigo local.

1.1.3.2.3. *Ley General del Ambiente (N° 28611):*

Establece los principios y normas básicas para asegurar un ambiente saludable y lograr el desarrollo sostenible del país, incluyendo la implementación de medidas de adaptación y mitigación de GEI, según el Art.17 establece que los instrumentos de gestión ambiental pueden ser de planificación, promoción, prevención, control, corrección, información, financiamiento, participación, fiscalización, entre otros.

1.1.3.2.4. *Resolución Legislativa N°30754-Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático:*

Esta ley tiene como objetivo reducir la vulnerabilidad del país al cambio climático, aprovechar las oportunidades del crecimiento bajo en carbono y cumplir con los compromisos internacionales asumidos por el Estado ante la Convención Marco de

las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, con enfoque intergeneracional.

1.1.3.2.5. Decreto Supremo N° 095-2022-PCM -Plan Estratégico de Desarrollo Nacional

Este plan tiene como objetivo establecer un marco de referencia para el desarrollo del país hasta el año 2050, considerando los desafíos y oportunidades que se presentan en este período, según la Tercera disposición complementaria de la presente ley establece los objetivos y estrategias para el desarrollo en diferentes áreas, incluyendo la economía, la educación, la salud, la infraestructura, y la protección del medio ambiente.

1.1.3.2.6. Resolución Ministerial N° 0265-2012-AG - Plan de Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agrario (PLANGRACC):

Elaborado por el Ministerio de Agricultura (MIDAGRI) en 2012, tiene como objetivo reducir la vulnerabilidad de la producción agropecuaria ante los efectos del cambio climático y mejorar la capacidad de respuesta a emergencias climáticas., según el Art. 2 de la presente resolución se enfoca en la identificación de los principales peligros que afectan la producción agropecuaria, como heladas y friaje, inundaciones y sequías, y en la implementación de estrategias para reducir estos riesgos, y según el Art. 5 se establece la necesidad de mejorar las capacidades de los actores involucrados en la gestión de riesgos y adaptación al cambio climático, incluyendo la capacitación y el fortalecimiento de las instituciones.

1.1.3.2.7. Decreto Supremo N° 021-2013-MIMAGRI - Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria:

El Decreto Supremo N° 021-2013-MINAGRI aprueba la Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (ENSAN) para el período 2013-2021, según el “Enfoque de Gestión de Riesgo”, de la presente resolución establece garantizar medidas de adaptación a manifestaciones del cambio climático y prevención y contingencias frente a eventos como plagas y enfermedades, factores de mercado, situaciones de conflicto y otros que pudieran generar crisis de inseguridad alimentaria.

1.1.3.2.8. Ley de Áreas Naturales Protegidas (N° 26834):

Aprobada en 1997, la Ley de Áreas Naturales Protegidas (N° 26834) establece los principios y normas básicas para la gestión y conservación de las áreas naturales protegidas en el Perú, según el Art. 1 de la presente ley establece la definición de Áreas Naturales Protegidas como espacios continentales y/o marinos del territorio nacional, reconocidos y declarados como tales, para conservar la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país.

1.1.3.2.9. Ley Forestal y de Fauna Silvestre (N° 29763):

La Ley Forestal y de Fauna Silvestre (N° 29763) establece los principios y normas básicas para la gestión sostenible de los recursos forestales y de fauna silvestre en el Perú, según el Art. 3 de la presente ley se establece que Las actividades forestales y de fauna silvestre deben ser realizadas de manera sostenible y con el fin de proteger y conservar la biodiversidad.

1.1.3.2.10. Decreto Supremo N° 009-2014-MINAM- Estrategia Nacional de Diversidad Biológica:

Decreto Supremo N° 009-2014-MINAM aprueba la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica al 2021 y su Plan de Acción 2014-2018. Este plan tiene como objetivo proteger y conservar la biodiversidad en el Perú, y establece estrategias para mitigar los impactos del cambio climático en la biodiversidad.

1.2. ÁMBITO DE ESTUDIO

1.2.1. DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE:

El lugar de estudio pertenece al departamento de Lambayeque se encuentra ubicado en la parte septentrional y occidental del territorio peruano. Sus coordenadas geográficas se sitúan entre los paralelos 5° 28 y 7° 10 de latitud sur y los meridianos 79° 53 y 80° 37 de longitud oeste. La altitud varía desde 4 m.s.n.m. en el distrito de Pimentel hasta 4,000 m.s.n.m. en el distrito de Inkawasi. Limita al norte con el departamento de Piura, al este con el departamento de Cajamarca, al sur con el departamento de La Libertad y al oeste con el Océano Pacífico. La superficie total del departamento es de 14,479.5 km², representando el 1.1% de la superficie total del país (Urteaga Peña, 2022).

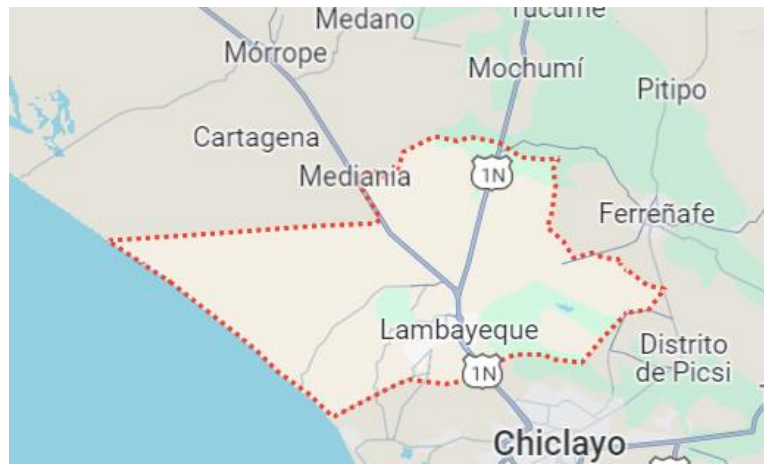


Figura 4 departamento Lambayeque

El tanto como distrito y provincia, Lambayeque es conocida por su rica biodiversidad y sus atractivos turísticos, como el Museo Bruning, que alberga valiosas colecciones de huacos, tejidos y piezas de oro, y el Museo Tumbas Reales del Señor de Sipán, considerado uno de los más importantes del Perú (INEI, 2017). Por otro lado, se destaca por su producción agrícola, especialmente de algodón, arroz y caña de azúcar, que representan una importante fuente de ingresos para la región. Además, se produce café, mango, maracuyá, limón y pimiento morrón, que se procesan en establecimientos agroindustriales en Jayanca, Motupe y Olmos (SENAMHI, 2024).

1.2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR DE ESTUDIO:

La provincia Lambayeque se encuentra ubicada en el departamento de Lambayeque, en la costa norte del Perú. Limita al norte con Piura, al oeste con el Océano Pacífico, al este con Ferreñafe y al sur con Chiclayo. Tiene una superficie de 9,364.63 km² y se divide en 12 distritos. El distrito de Lambayeque es uno de ellos, con una superficie de 325.1 km² y una altitud media de 17 m.s.n.m.



Figura 5 El departamento de Lambayeque, provincia Lambayeque, distrito Lambayeque

Sus coordenadas geográficas se sitúan entre los paralelos 5° 28 y 7° 10 de latitud sur y los meridianos 79° 53 y 80° 37 de longitud oeste. La altitud varía desde 4 m.s.n.m. en el distrito de Pimentel hasta 4,000 m.s.n.m. en el distrito de Inkawasi. Limita al norte con el departamento de Piura, al este con el departamento de Cajamarca, al sur con el departamento de La Libertad y al oeste con el Océano Pacífico (SINEACE, 2020).

1.2.3. ANTECEDENTES:

El departamento de Lambayeque, ubicado en la costa norte del Perú, tiene una rica historia y diversidad de fenómenos naturales y climáticos que han influido en su desarrollo. El departamento fue creado el 1 de diciembre de 1874 por el gobierno de Manuel Pardo, desmembrándolo de Trujillo, del cual era provincia (Martín & Fernández, 2017). Actualmente cuenta con 3 provincias (Chiclayo, Lambayeque y Ferreñafe) y 38 distritos. La población ha aumentado significativamente, pasando de 199,660 habitantes en 1940 a 1,093,051 en 2000, representando el 4.3% de la población total del país (IGN, 2014). Su cultura esta dominada por la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, las cuales son actividades económicas importantes, ocupando al 31.6% de la PEA (población económicamente activa) (Martín & Fernández, 2017).

La provincia de Lambayeque, situada en la costa norte del departamento, se distingue por su clima cálido y seco. Las precipitaciones pluviales son escasas, generalmente manifestándose en forma de garúa, con un promedio anual de solo 18 mm. La temperatura varía significativamente entre los 28°C en verano y los 14°C en invierno. En cuanto al sistema hidrográfico, está compuesto por ríos de curso corto y regular, destacando el Chancay-Lambayeque, La Leche, Motupe, Cascajal y Olmos (SENAMHI, 2024).

La humedad relativa varía entre 60% y 80%. Estas condiciones, combinadas con la topografía costera, hacen que Lambayeque sea propenso a eventos climáticos extremos como El fenómeno del Niño, que es un evento climático que afecta a todo el departamento de Lambayeque, pero especialmente a la provincia de Lambayeque y el distrito de Lambayeque. La región es conocida por ser una de las más vulnerables a los efectos del Niño, ya que su clima es cálido y seco, lo que la hace propensa a inundaciones y sequías (LAMBAYEQUE, 2014).

La provincia de Lambayeque es una de las más afectadas por el fenómeno del Niño, ya que su ubicación en la costa norte del Perú la hace vulnerable a las inundaciones y sequías. La región ha experimentado varios eventos climáticos y naturales importantes, como el Fenómeno del Niño y terremotos. En 1983 y 1998, el Fenómeno del Niño causó inundaciones y daños significativos. En 2007, un terremoto de magnitud 8.0 sacudió la región, causando daños y muertes (LAMBAYEQUE, 2014).

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE DATOS METEOROLÓGICOS

1.3. METODOLOGÍA:

Tener una metodología en un plan de adaptación del cambio climático es crucial para comprender los datos meteorológicos de Lambayeque. Esta metodología permite predecir con precisión los efectos del cambio climático en la región, también se puede analizar tendencias en los datos meteorológicos, lo que ayuda a identificar patrones y cambios en el clima. Esto es crucial para entender cómo el cambio climático afecta la región y cómo se pueden implementar medidas para mitigar sus efectos negativos.

1.3.1. MATERIALES:

Los siguientes materiales, ayudaran a comprenderlos datos meteorológicos del lugar de estudio:

1.3.1.1. *SENAMHI:*

Para este informe se fundamenta en los datos proporcionados por el SENAMHI, una fuente confiable que ha brindado información desde 1949 hasta 2014 sobre el distrito de Lambayeque. Estos datos permiten analizar el clima y el comportamiento del periodo proporcionado, facilitando su interpretación mediante gráficos. De esta manera, podemos comprender las características más relevantes del clima por medio de las variables meteorológicas como la temperatura y la precipitación. Por lo tanto, la importancia de sacar los datos meteorológicos del SENAMHI radica en su relevancia para comprender el clima que esta presenciando el lugar de estudio (SENAMHI, 2024).

1.3.1.2. *INFORMACIÓN GEOGRÁFICA:*

La información geográfica se obtiene a través de la herramienta virtual de Google, que nos permite ubicar con precisión el lugar de estudio. Esta herramienta nos proporciona datos como coordenadas geográficas, extensión, latitud, relieve, clima, hidrología, población y administración. Además, nos ofrece la visualización del lugar a través de un mapa. Estos datos son fundamentales para comprender mejor el área de estudio y constituyen una base invaluable para nuestros análisis.

1.3.1.3. *HERRAMIENTA EXCEL:*

Para el procesamiento y análisis de los datos meteorológicos, se empleó la herramienta Excel, proporcionada por el SENAMHI a través de un correo electrónico oficial. Inicialmente, los datos se descargaron en formato de txt y consecutivamente se importaron a Excel, donde fueron organizados de manera sistemática. Con los datos obtenidos, se pudieron realizar tablas y gráficos medio de las de tablas dinámicas sacando el promedio de cada variable meteorológicas pudiendo así obtener los patrones y anomalías.

Esta herramienta nos ayuda de manera eficiente para el estudio de datos meteorológicos por las siguientes razones:

1.3.1.3.1. Importación de datos:

Excel permite importar datos meteorológicos de diversas fuentes, como el SENAMHI y otras páginas que ofrecen información meteorológica.

1.3.1.3.2. Presentación de resultados personalizados:

Excel permite presentar los resultados de forma personalizada, lo que facilita la interpretación y el análisis de los datos meteorológicos.

1.3.1.3.3. Integración con otras herramientas:

Excel se puede integrar con otras herramientas de análisis y visualización de datos, como R y Python, lo que permite realizar análisis más avanzados y automatizados.

1.3.1.3.4. Análisis de tendencias:

Excel permite analizar tendencias de diferentes parámetros meteorológicos, como la temperatura y las precipitaciones, lo que es útil para comprender los patrones climáticos y predecir el comportamiento futuro del clima.

Por lo tanto, la herramienta Excel es una herramienta muy útil en un estudio meteorológico, especialmente en la generación de gráficos de anomalía y el análisis de patrones de diferentes parámetros meteorológicos, debido a su flexibilidad, facilidad de uso, capacidad de importar y analizar datos, y opciones de presentación de resultados personalizados.

1.3.1.4. PROGRAMA RSTUDIO:

El software RStudio es una poderosa herramienta para el análisis de datos de series de tiempo, permitiendo la creación de series, predicciones, tendencias, estacionalidad y aleatoriedad. Para crear una serie de tiempo, se obtuvieron datos de 1949 a 2014 del Senamhi y se importaron a RStudio después de separar los en diferentes hojas de Excel para precipitación y temperatura (máxima y mínima).

1.3.1.4.1. Realiza serie de tiempo:

Para comenzar, los datos se importaron a RStudio usando la función `read.csv()` y luego se transformaron en una serie de tiempo usando la función `ts()`. Esto permitió el análisis de tendencias y estacionalidad en los datos. Para predecir valores futuros, se utilizó la función `auto.arima()` para determinar el mejor modelo ARIMA para los datos. Este modelo tiene en cuenta los componentes autorregresivos, diferenciadores y de media móvil de los datos para realizar predicciones precisas. Para analizar la estacionalidad, se utilizó la función `plot()` para crear un gráfico lineal de los datos a lo largo del tiempo, lo que permite identificar cualquier patrón recurrente. Además, se utilizó la función `decompose()` para descomponer la serie temporal en sus componentes de tendencia, estacionalidad y aleatoriedad (Rstudio, 2020).

1.3.1.4.2. *Realiza gráficos:*

Finalmente, se utilizó el paquete ggplot2 para crear un gráfico más atractivo visualmente de los datos de la serie temporal, lo que permitió una fácil interpretación y presentación de los resultados. En resumen, RStudio proporciona un poderoso conjunto de herramientas para el análisis de datos de series de tiempo, permitiendo la creación de series, predicciones, tendencias, estacionalidad y aleatoriedad (Rstudio, 2020). Al importar datos de fuentes externas, transformarlos en una serie temporal y utilizar diversas funciones y paquetes, los investigadores pueden obtener información valiosa sobre el comportamiento de sus datos a lo largo del tiempo.

1.3.2. MÉTODOS:

1.3.2.1. *Patrón de las variables meteorológicas:*

Se realizó por medio de Excel, la cual se tuvo que eliminar datos incompatibles (99.99) con respecto a las variables meteorológicas. Al tener datos completos del periodo 1949 hasta el 2014 (datos completos para un buen estudio), en una tabla dinámica se obtuvo los promedios de temperatura y precipitación con respecto a los meses del año. Por lo que se pudo obtener los datos de patrón de las variables meteorológicas.

Además, obtener un patrón de las variables meteorológicas puede ser útil para comprender y predecir el comportamiento del clima en una región determinada. Los patrones meteorológicos pueden ayudar a clasificar y agrupar condiciones meteorológicas similares, lo que resulta útil para el conocimiento y comprensión del tiempo y el clima. Además, los patrones meteorológicos pueden utilizarse como herramienta analítica, predictiva, didáctica y de comunicación (Cuadrat, 2015).

1.3.2.2. *Promedio mensual de las variables meteorológicas:*

Con la ayuda de la herramienta Excel, se pudo obtener los datos mensuales del periodo de 1949 hasta el periodo 2014, por medio de una tabla dinámica sacando el promedio tanto de temperatura máxima, mínima y precipitación. De cada mes de un año, salía su promedio y así consecutivamente. Para algunos datos que tenían celdas vacías, se sacaba el valor promedio de esta forma: valor superior + el valor inferior, dividiéndolo entre 2. Lo cual así se logró obtener datos completos. Así se logró tener el gráfico entre la relación de el patrón como el promedio mensual para ver la desviación de datos que no se adaptaban al patrón (IDEAM, 2018).

1.3.2.3. *Anomalías de las variables meteorológicas:*

Al obtener los datos patrón con el promedio mensual, en un cuadro de celdas se realizó la diferencia (promedio mensual – patrón) para así tener las anomalías de todos los meses por años. Estos datos se graficaron para así detectar patrones inusuales y desviación.

Las anomalías en las variables meteorológicas pueden ser útiles para detectar y comprender desviaciones de las condiciones normales o esperadas. Estas desviaciones pueden indicar la presencia de fenómenos meteorológicos o climáticos, como El Niño o La Niña, que pueden tener impactos significativos a escala local y global (García, 2014). También pueden usarse para evaluar los impactos del cambio climático. Al comparar las anomalías actuales con los registros históricos, los investigadores pueden identificar tendencias y cambios en el tiempo y el clima a lo largo del tiempo, y pueden evaluar los impactos potenciales de estos cambios en los ecosistemas, la agricultura y las comunidades humanas (Aemetblog, 2021).

En general, el análisis de anomalías en las variables meteorológicas es una herramienta importante para comprender y predecir los patrones meteorológicos y climáticos, detectar y monitorear los fenómenos meteorológicos y climáticos y evaluar los impactos del cambio climático.

1.3.2.4. Serie de tiempo:

Se utilizan dos herramientas, tanto Excel para obtener los datos de manera ordenada y Rstudio para graficarlo ya que permite analizar datos de series temporales, como datos meteorológicos (Vega-Araya & Alvarado-Barrantes, 2019). Esto se puede realizar por medio de códigos como paquetes de pronóstico, que proporciona funciones para el pronóstico de series de tiempo, y ggplot2, que se puede usar para crear gráficos de series de tiempo (Ayala, 2018).

Es una técnica estadística que estudia y modela patrones y tendencias en datos temporales. Ayuda a:

- Identificar patrones y tendencias.
- Predecir futuros valores.
- Detectar anomalías.
- Modelar relaciones causales.
- Entender la variabilidad natural.

En RStudio, paquetes como "forecast" y "auto.arima()" facilitan el análisis, permitiendo identificar patrones, predecir valores y detectar anomalías. Otras funciones como "decompose()" y "ggplot2()" ayudan en la visualización y análisis de datos. Por lo tanto, la serie de tiempo tiene una función vital para analizar y modelar datos temporales (Rstudio, 2020).

1.4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

1.4.1. RESULTADOS HISTÓRICOS:

Como resultados de los datos recopilados por el SENAMHI del distrito de Lambayeque desde el año 1949 hasta el 2014, revelan información crucial sobre las variables meteorológicas principales: temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación. A través de estos datos, se generaron los siguientes gráficos:

1.4.1.1. PATRÓN DE VARIABLES METEOROLÓGICAS:

El patrón de variables tiene la capacidad de identificar y analizar tendencias junto con anomalías las cuales se presenciara más adelante. Estos patrones fueron derivados a partir de un promedio mensual recopilado entre los años 1949 y 2014, lo que representa un conjunto de datos completo abarcando aproximadamente 65 años, y se visualiza en los siguientes gráficos:

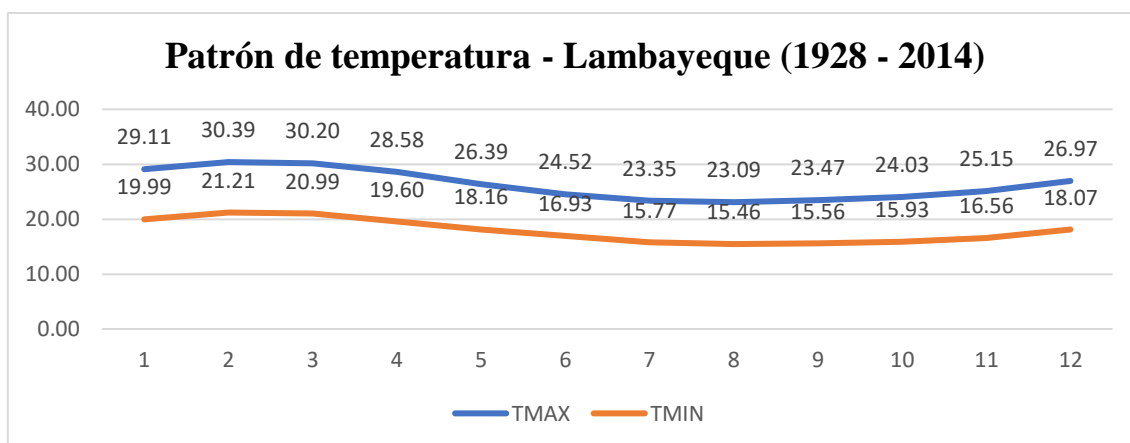


Gráfico 1 Patrón de temperatura

El gráfico “Patrón de temperatura “muestra los promedios mensuales de temperatura máxima (en azul) y temperatura mínima (en naranja) en Lambayeque durante el período de 1929 a 2014. El mes más cálido, con el promedio más alto de TMAX, es febrero (30,39°C). Agosto tiene el promedio más bajo de TMAX (23,09°C). Febrero también tiene el promedio más alto de TMIN (21,21°C), mientras que agosto tiene el promedio más bajo de TMIN (15,46°C). Esta información revela un patrón estacional claro, con temperaturas más altas en el período de febrero a abril y temperaturas más bajas en el período de julio a septiembre.

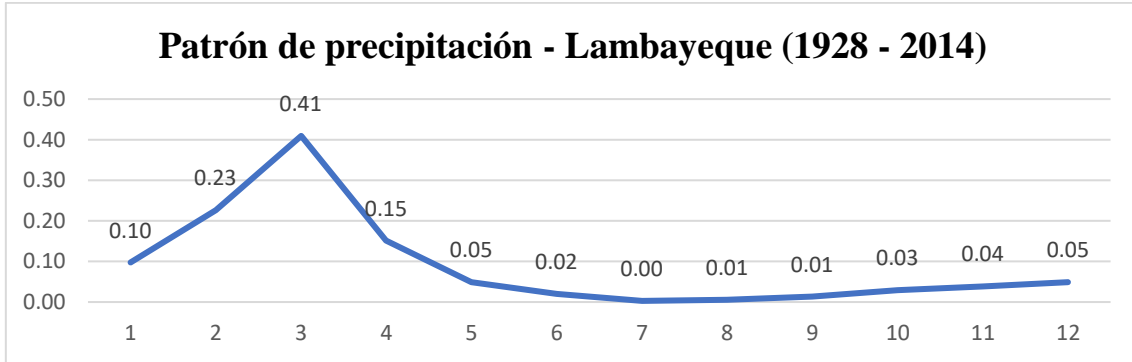


Gráfico 2 Patrón de precipitación

El gráfico del “Patrón de precipitación” muestra los promedios mensuales de precipitación en Lambayeque durante el período de 1929 a 2014. El mes más húmedo (precipitación más alta) es Marzo (0.4 mm), por otro lado, el mes más seco (precipitación más baja) es Julio (0 mm). Este gráfico ofrece una representación visual de cómo varía la cantidad de lluvia a lo largo del año en Lambayeque durante este período de tiempo.

1.4.1.2. EL PATRÓN CON EL PROMEDIO MENSUAL Y ANOMALÍAS DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS:

Al obtener el dato de patrón, se realiza una comparación junto al promedio mensual lo cual permitirá detectar tendencias inusuales y desviaciones significativa. Estas diferencias son claves para poder obtener las anomalías que se visualizaran en los siguientes gráficos:

1.4.1.2.1. Temperatura máxima:

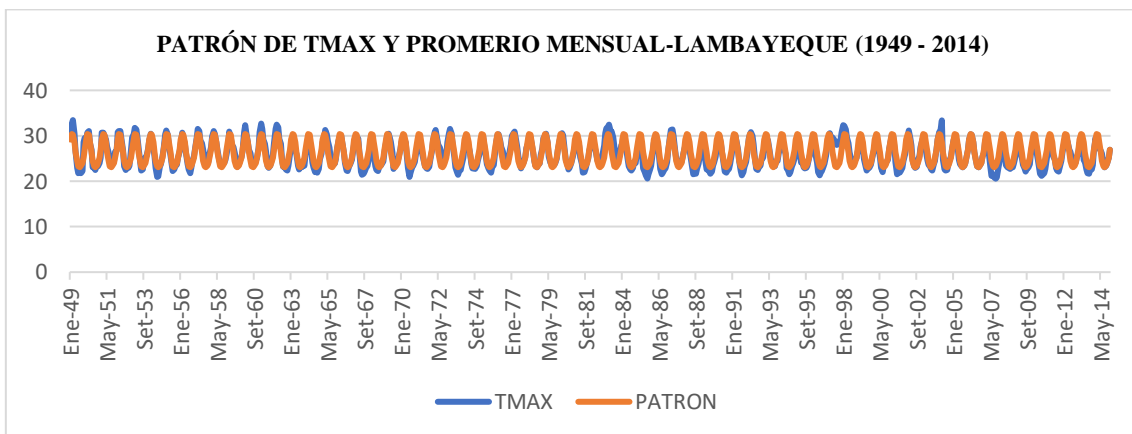


Gráfico 3 Diferencia del patrón con el promedio mensual de la Temperatura máxima

En este gráfico, se refleja la diferencia entre los valores promedio mensuales (azul) y el patrón de TMAX (anaranjado). Se destaca la presencia de valores que se apartan significativamente del patrón establecido. Es notable que los meses que más frecuentemente no coinciden con el patrón son: febrero, julio y agosto. Además, se identifican ciertos años que muestran falta de compatibilidad con el patrón; entre los

cuales se destacan: febrero 1949 (32,7°C), abril 2004 (33,4°C) con temperaturas más cálidas, agosto 1985 (20,58°C) y septiembre del 2007 (20,57°C) con las temperaturas más frías.

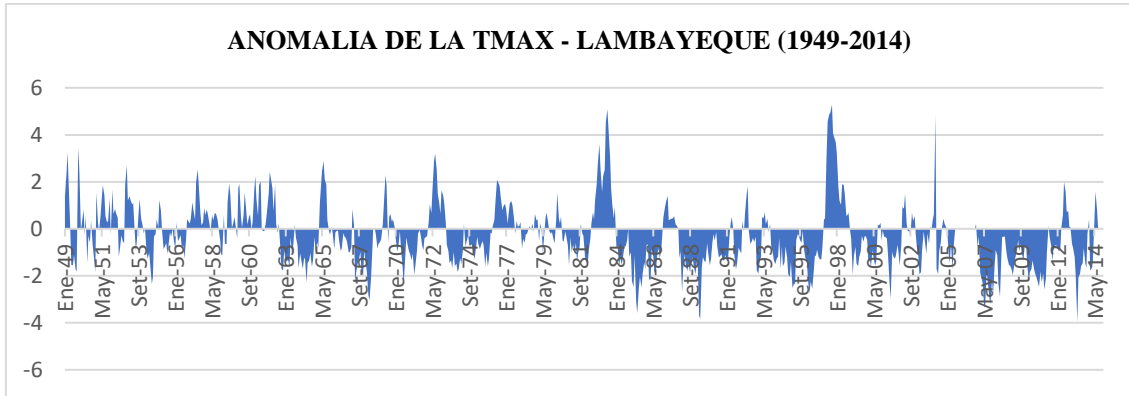


Gráfico 4 Anomalía de la temperatura máxima

El gráfico anterior, se observa claramente la presencia de valores que se apartan significativamente del patrón establecido, lo que se conoce como Anomalía. Esta anomalía representa la diferencia entre el promedio de temperatura mensual con el patrón establecido, manifestándose como disrupción (interrupción brusca) en el gráfico. En el análisis de este gráfico, se identifican periodos de temperaturas más cálidas, como diciembre de 1982, junio de 1983, septiembre de 1997 y marzo de 2004. Por otro lado, se destacan periodos con temperaturas más frías, como mayo de 1968, 1985, 1989 y marzo de 2013. Estos datos revelan variaciones significativas en la temperatura máxima a lo largo del tiempo, proporcionando información valiosa sobre las variaciones climáticas observadas en el periodo analizado. La cual destaca la alteración de más temperatura cálida que fría.

1.4.1.2.2. Temperatura mínima:

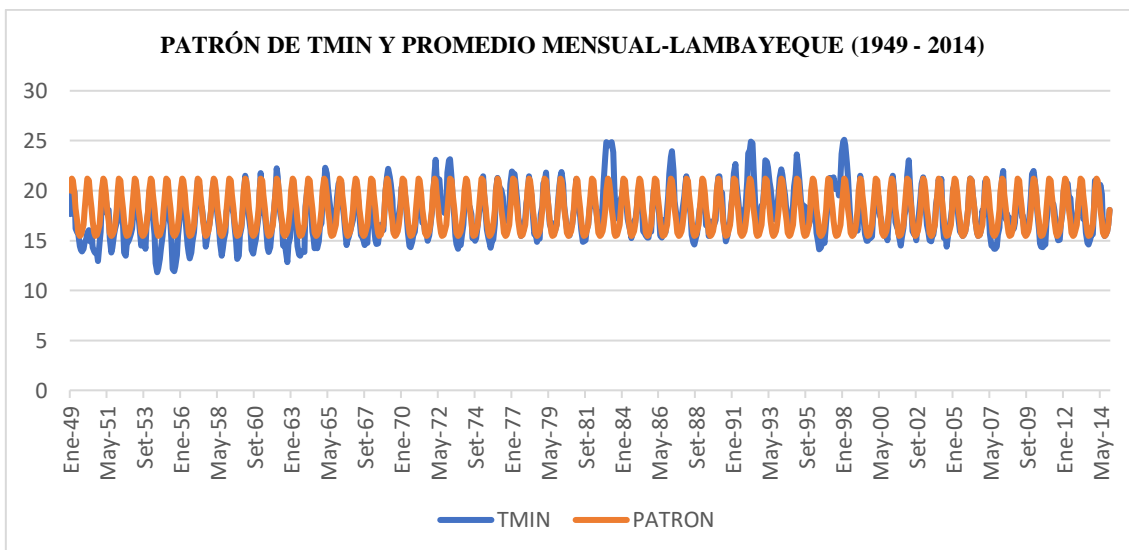


Gráfico 5 Diferencia del patrón con el promedio mensual de la Temperatura mínima

En este gráfico, se refleja la diferencia entre los valores promedio mensuales (azul) y el patrón de TMIN (anaranjado). Se destaca la presencia de valores que se apartan significativamente del patrón establecido. Es notable que los meses que más frecuentemente no coinciden con el patrón son: febrero, marzo, agosto y setiembre. Además, se identifican ciertos años que muestran falta de compatibilidad con el patrón; entre los cuales se destacan: enero 1998 (24,89°C), marzo (24,5°C), abril 2004 (33,4°C) con las temperaturas más cálidas, julio 1954 (11,82°C) y agosto 1955 (11,9°C) con las temperaturas más frías.

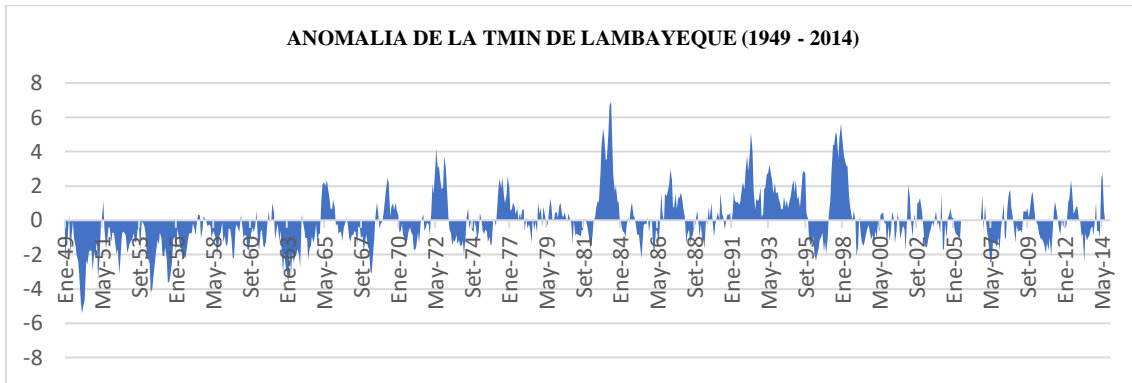


Gráfico 6 Anomalía de la temperatura mínima

El gráfico de “Anomalía de la TMIN” representa la diferencia entre el promedio de temperatura mensual con el patrón establecido, manifestándose como interrupción brusca en el gráfico. En el análisis de este gráfico, se identifican periodos de temperaturas más frías, como enero de 1950, junio de 1954 y julio de 1951. Por otro lado, se destacan periodos con temperaturas más cálidas, como diciembre de 1982, junio de 1983, agosto de 1987, abril de 1992 y noviembre de 1997. Estos datos revelan fluctuaciones significativas en la temperatura mínima a lo largo del tiempo, proporcionando información valiosa sobre las variaciones climáticas observadas en el periodo analizado, la cual destaca la alteración de más temperatura fría que cálida.

1.4.1.2.3. Precipitación:

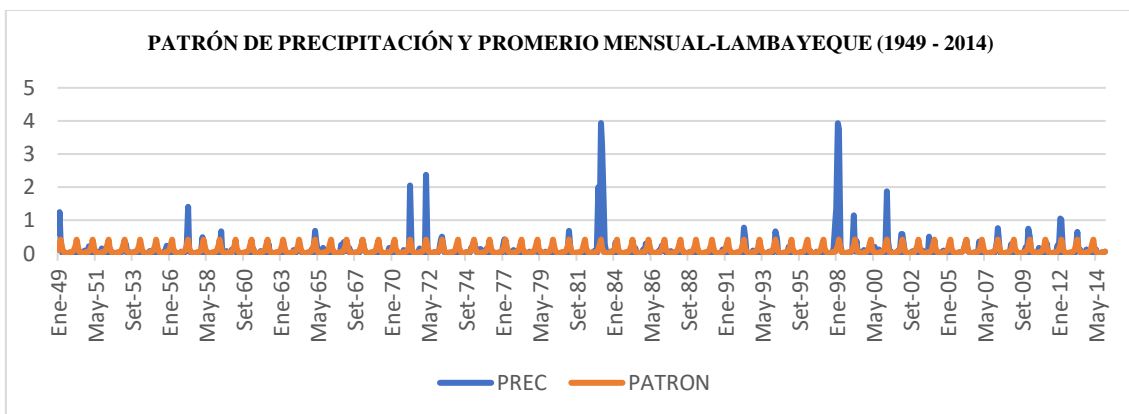


Gráfico 7 Diferencia del patrón con el promedio mensual de la Precipitación

En este gráfico, se refleja la diferencia entre el valor del patrón mensual (anaranjado) y el promedio mensual de PREC (azul). Se destaca la presencia de valores que se apartan significativamente del patrón establecido. Es notable que los meses que más frecuentemente no coinciden con el patrón son: enero, febrero, **marzo** y abril. Además, se identifican ciertos años que muestran falta de compatibilidad con el patrón; entre los cuales se destaca el mes de **marzo** con los años de mayor precipitación, las cuales son: 1983 (3,92mm), 1998 (3,74mm).

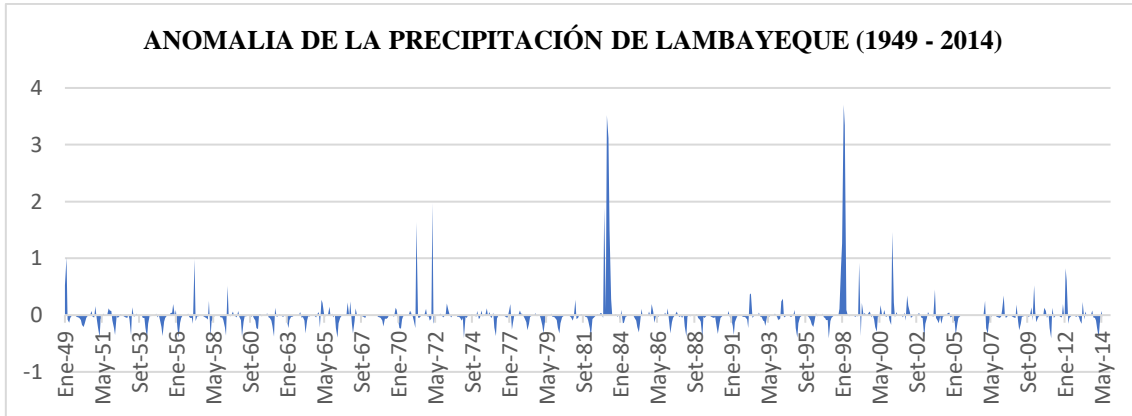


Gráfico 8 Anomalía de la precipitación

El gráfico de “Anomalía de PREC” representa la diferencia entre el promedio de precipitación mensual con el patrón establecido, manifestándose como interrupción brusca en el gráfico. En el análisis de este gráfico, se identifican periodos de precipitaciones elevadas con un rango de diferencia alta respecto a los otros periodos. Estas anomalías se perciben en los siguientes periodos como en febrero de 1983 y marzo de 1998 las cuales son las que tiene mayor precipitación elevada que las demás, y la diferencia de tiempo que se presenta es alrededor de 15 años.

1.5. DISCUSIÓN CON LA SERIE DE TIEMPO:

La serie de tiempo meteorológica consiste en una secuencia ordenada de datos recopilados y registrados en el distrito de Lambayeque, con el propósito de analizar y modelar fenómenos que varían con el tiempo, como la temperatura y la precipitación. Este conjunto de datos se utiliza para llevar a cabo un análisis total que abarca la identificación de tendencias, patrones estacionales, ciclos y componentes aleatorios o irregulares. Con este gráfico se analizara estos eventos climatológicos que se presento durante este periodos e tiempo:

1.5.1. Temperatura máxima y mínima:

1.5.1.1. Olas de calor:

Las olas de calor son periodos prolongados de temperaturas extremadamente altas que pueden durar en un lapso de tiempo (horas, días, semanas) . Según la serie de tiempo, existen temperaturas que superan significativamente los promedios históricos. Debido al cambio climático, alrededor de los años ah aumentado en frecuencia e

intensidad este fenómeno natural (Valenciana, 2012).

Las principales causas de los factores naturales para que forme las olas de calor es por los patrones de *circulación atmosférica* (movimientos de aire que ocurre a gran escala en la atmosfera, modifica la distribución de temperatura y el transporte de calor), *variaciones en la actividad solar* (ciclo solar, en la que el campo magnético del sol cambia completamente, eso hace que haya un máximo solar o mínimo) y *los fenómenos de interacción atmosfera-oceano* (intercambio de calor). Los factores antropogénicos, empieza por el cambio climático (aumento en la frecuencia y duración de olas de calor), y las emisiones de gases de efecto invernadero (acontribuye a un aumento de temperatura).

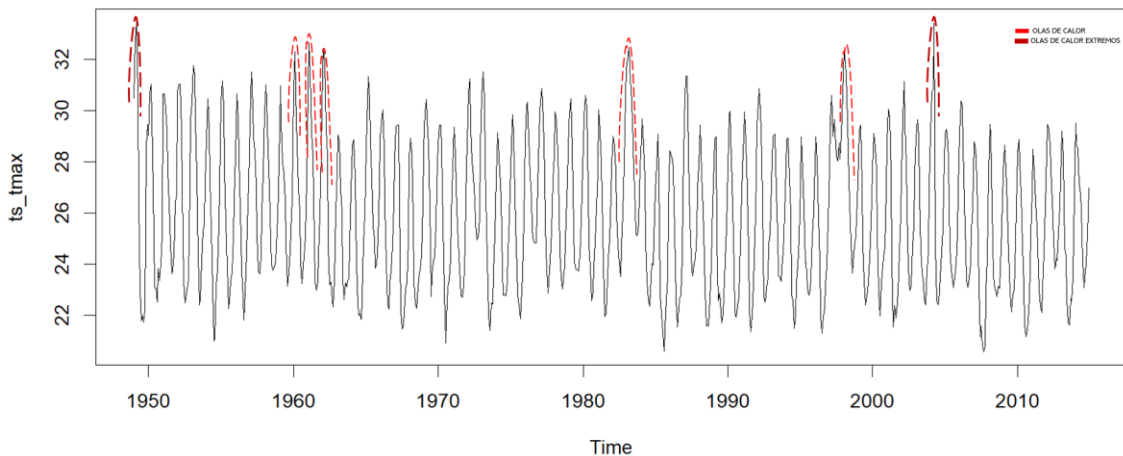


Figura 6 *Olas de calor – Tmax*

Las olas de calor se considera cuando la temperatura supera los 33°C a 36 o 39°C, ya que se forman por invasión de masas de aire muy cálido. Los años que figuran con olas de calor de 35°C y 36°C son 1949 con 35°C y 2004 con 36°C. Los años de 1960, 65, 69, 83, 98 tienen a tener unas olas de calor mínimas con una temperatura de 33°C a 34°C. Tanto como región y distrito, Lambayeque suele ser una zona con temperaturas promedio a 22°C, este fenómeno de “Olas de Calor” suele ser preocupante porque se presenta de manera impredecible y la población no está acostumbrada a este suceso.

Actualmente, este año 2024, 18 de febrero, Lambayeque está atravesando fuertes olas de calor a causa del calentamiento global, y se vuelve una amenaza hacia la humanidad, superando los 33°C hasta 39°C y se espera que incremente más calor (APNA, 2024).

1.5.1.1.1. *Efectos que tiene en la agricultura:*

En el periodo estudiado, no se encuentran datos proporcionados sobre cómo las olas de calor afectaron al sector de agricultura. Pero sí se puede relacionar con lo que está aconteciendo actualmente, ya que en este año se está registrando olas de calor similares a años pasados. Por ello se puede decir que las altas temperaturas y las olas de calor en Lambayeque han tenido un impacto significativo en la producción agrícola de la región (SENAMHI, 2024).

Las temperaturas extremas han provocado la pérdida del 20% de los cultivos de exportación como mango, arándano, uva y palta, lo que ha generado importantes pérdidas económicas para los agricultores, especialmente los medianos y pequeños. Además de los cultivos de exportación, los cultivos de caña de azúcar, arroz y maíz también se han visto afectados por plagas y enfermedades fungosas debido al calor excesivo (Barrantes, 2024).

1.5.1.2. *Friajes:*

Es un fenómeno natural que se caracteriza por la llegada de aire frío a la región y distrito de Lambayeque (SENAMHI, 2024). Se presenta por la interacción de varios factores incluyendo el Anticiclón (masa de aire frío que se desplaza desde Patagonia Argentina hacia la costa del norte Lambayeque), este aire frío proviene desde Antártida y se desplaza hacia el norte ingresando por la selva sur del país (ANDINA, 2014).

El cambio climático altera los patrones de circulación atmosférica a nivel global, en este caso puede tener una relación con la frecuencia e intensidad que se presenta este fenómeno, y el tiempo en el cual tiende a durar.

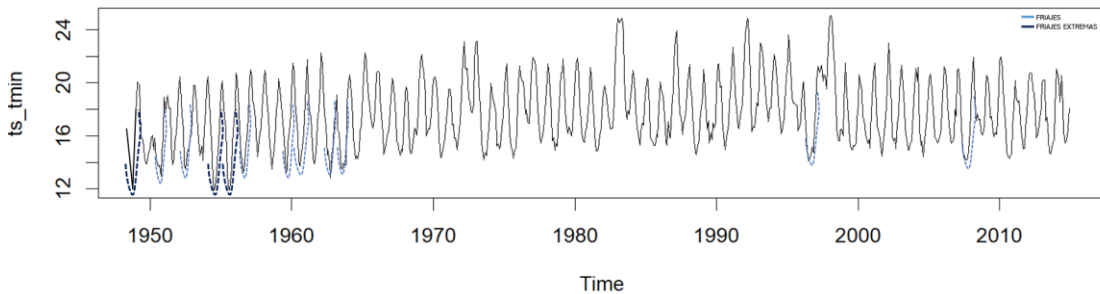


Figura 7 Friajes Tmin

Los friajes se considera cuando la temperatura disminuye bruscamente de 12.9°C a 14°C (olas de frío), ya que se forman debido al ingreso de aire frío y su desplazamiento. Los años que figuran con olas de frío extremos de 10°C a 12°C son 1949 con 10°C, 1954 con 11°C y 1955 con 12°C. En el periodo de 1950 a 1965, junto con los años de 1996 y 2007 tienden a tener friajes con una temperatura 12°C a 14°C.

Como la región y distrito Lambayeque suele ser una zona con temperaturas promedio a 22 °C, este fenómeno de “Friaje y olas de Frío” suelen presentarse continuamente porque es propenso a que disminuya esta temperatura a 10°C, por ende la población ya se adapta a ello y toma sus medidas preventivas. Pero si es preocupante de una a otra manera ya que el entorno tiene a tener cambios bruscos con las olas de calor y eso lleva a que la población salga afectada y ambiente.

Actualmente, este año 2024 en el mes de mayo, Lambayeque está atravesando fuertes olas de frío con una temperatura de 12.9°C, la más baja de toda la costa peruana. La población que se ubica en este lugar, tuvo que implementar más medidas preventivas para poder abrigarse, por otro lado tiene a estar en peligro la flora y fauna las cuales no están afectados al 100% (Senamhi, 2024).

1.5.1.2.1. Enfermedades respiratorias:

Dentro del periodo de 1949 hasta el 2014, no se obtiene datos específicos de la cantidad de personas afectadas por enfermedad respiratorias a causa de friaje (MINSA, 2023). De manera general en este periodo de años, Lambayeque ha experimentado aumento de infecciones respiratorias agudas. Esta infección respiratoria en 1990 y 2010 a causado la muertes prematura con un 20.8% en 1990 u 1.8% en 2010 (IHME, 2013 & Radio Nacional, 2023).

La OMS detalla que en el año 2013 se presentaron 29 994 casos de neumonía en mayores 65 años y 103,4 por mil menores de 1 a años, incluso recién nacidos (EsSalud Advierte, 2023). En estos años reciente como 2023, se ah reportado que mas de 22 000 casos de infecciones de respiratorias agudas (IRA), lo cual es un incremento significativo en comparación con años anteriores.

1.5.1.2.2. Efecto Agricultura y ganadería:

Como efecto de este fenómeno en los trancusos de los años, ha tenido un impacto significativo en la agricultura de Lambayeque. Las bajas temperaturas han afectado negativamente la producción agrícola, especialmente en cultivos como quinua, cañihua, tarwi, haba y papa, que pierden entre el 82% y el 84% de su producción (RPP, 2022).

Además, la ganadería también ha sido afectada, ya que el friaje han causado la muerte de ganado por frío, hambre y enfermedades, lo que ha afectado negativamente la producción de carne y leche. La producción de ganado vacuno y camélidos ha disminuido significativamente, con pérdidas en la crianza de hasta el 96% en algunos casos (SENASA, 2021).

1.5.2. PRECIPITACIONES

1.5.2.1. INUNDACIONES - FENOMENO DE NIÑO:

El fenomeno de niño es responsable de las inundaciones que puede presentarse en Lambayeque, datoque nuestro país Perú, tiene 80 eventos tipo El Niño en los ultimos cuatro siglos, considerando tres grados de intensidad: muy fuerte, fuerte y moderado. Aunque la *Fifura 5* se ha elaborado tomando como base el articulo (Seiner, 2024). Esta información le falta afinar el analisis para tener imagenes confiables sobre los eventos del Niño del pasado. Aun cuando uno de los meritos de QNA radica en la asignacion de indices de confiabilidad para identificar eventos, ello resulta insuficiente.

Cuadro 1
Probable ocurrencia anual del fenómeno El Niño
(siglos XVI-XX)

Siglo	Intensidad		
	Muy fuerte	Fuerte	Moderada
XVI	1567, 1578,	1525, 1539, 1552, 1574, 1591	s/d
XVII	1624, 1652, 1687	1607, 1614, 1618, 1634, 1660, 1671, 1681, 1696,	s/d
XVIII	1701, 1720, 1728, 1791	1707, 1714, 1747, 1761, 1775, 1785,	s/d
XIX	1803, 1828, 1844, 1864, 1871, 1877, 1884, 1891	1899	1806, 1812, 1814(?), 1817, 1819, 1821, 1824, 1832, 1837, 1850, 1854, 1857, 1860, 1866, 1867, 1874, 1880, 1887, 1896
XX	1925, 1983, 1998	1911, 1917, 1932, 1940, 1957, 1972	1902, 1905, 1907, 1914, 1918, 1923, 1930, 1939, 1943, 1951, 1953, 1965, 1976, 1987
	Muy fuerte	Fuerte	Moderada
XVI	2	5	0
XVII	3	8	0
XVIII	4	7	0
XIX	8	1	19
XX	3	6	14
Total	20	27	33

Fuente: Eguiguren, *op. cit.*, 1894; Labarthe, *op. cit.*, 1914; y Quinn, Neal y Antúnez de Mayolo, *op. cit.*, 1987.

Figura 8 Probables ocurrencias del Fenómeno del Niño en Perú, de los siglos XVI - XX

En la Figura 5 se observa todos los eventos del Fenómeno del niño en Perú, con una gran variedad de intensidades y impactos en la región. A continuación, se presentan los eventos más importantes del Fenómeno El Niño en Lambayeque clasificados según una escala ascendente del 2 al 5, que indica el nivel de confiabilidad de cada evento.

1.5.2.2. HERRAMIENTA:

Esta herramienta nos ayuda a relacionar este fenómeno del niño con la serie de tiempo en precipitación, la cual se mostrara en la **Figura 6**.

Tabla 1 Umbrales de precipitación - Estación Lambayeque

Umbrales de precipitación	Caracterización de lluvias extremas	Umbrales calculados para la estación Lambayeque
RR/día > 97p	Extremadamente lluvioso	RR > 63.6 mm
93p < RR/día ≤ 97p	Muy lluvioso	41.4 mm < RR ≤ 63.6
88p < RR/día ≤ 93 p	Lluvioso	35.6 mm < RR ≤ 41.4
73p < RR/día ≤ 88p	Moderadamente lluvioso	14.52 mm < RR ≤ 35.6

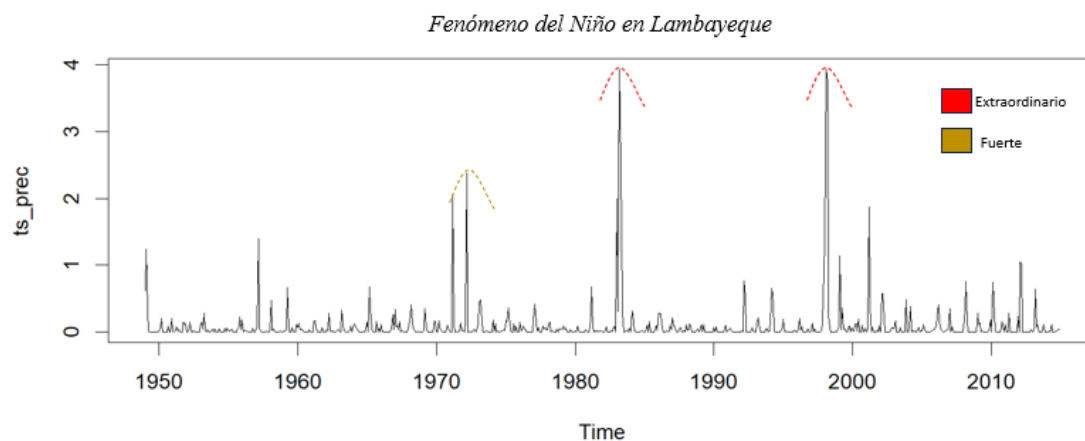


Figura 9 Fenómeno del Niño- Precipitación

1.5.2.2.1. Fenómeno del niño 1983 –Niño Extraordinario:

La precipitación pluvial en Lambayeque, en el año 1983, se caracterizó por una intensidad extremadamente elevada debido al fenómeno del Niño. Según los datos de la serie de tiempo, enero de ese año registró una precipitación de 47.3 mm, lo que representa aproximadamente el 95% del porcentaje acumulado hasta ese momento (Andina, 2023).

En marzo, la precipitación alcanzó 63.6 mm, equivalente a un 97% del porcentaje acumulado. Estos datos están relacionados con el impacto del fenómeno del Niño en la región de Lambayeque, que se vio afectada por precipitaciones pluviales excepcionales en ese año.



Figura 10 El Niño” 82-83, fue de una magnitud extraordinaria dado que en Piura las precipitaciones superaron el 15,000 % en abril de 1983 y en Lambayeque el 1,080 % en el mes de marzo

Las lluvias en la región de Lambayeque comenzaron a fines de noviembre de 1982, caracterizadas por una precipitación acumulada que superó significativamente el promedio histórico anual, alcanzando niveles de 30 a 40 veces superiores al valor normal. Esta anomalía en la precipitación desencadenó inundaciones catastróficas y graves impactos en la infraestructura y la población local, lo que la hace destacar como un evento extremo que no se ajusta al patrón climático establecido (El Peruano, 2016).

1.5.2.2.2. Fenómeno del niño en 1998 – Niño Extraordinario:

Se presentaron precipitaciones pluviales intensas y persistentes en la costa norte del Perú entre diciembre de 1997 y abril de 1998, caracterizadas por valores significativamente superiores a los normales para la época. Esta anomalía climática se tradujo en condiciones meteorológicas extremas, con caudales hídricos extraordinarios en los ríos costeros que desbordaron sus cauces y generaron inundaciones severas en ciudades y asentamientos de la región (Tapia, 2004).

La gráfica de serie de tiempo muestra una precipitación extremadamente elevada en febrero con 71.3 mm, equivalente al 100% del porcentaje acumulado, y en marzo con 40.5 mm, aproximadamente el 90% del porcentaje acumulado. Estos datos están relacionados con el evento que ocurrió en Lambayeque durante ese período



Figura 11 El 14 de febrero de 1998 en Lambayeque, al norte del Perú, se registró una lluvia que alcanzó mediciones máximas de 114 mililitros por metro cuadrado. Fueron 14 horas de lluvia debido a que en aquella época el fenómeno El Niño castigaba la costa peruana

1.5.2.2.3. Fenómeno del niño en 1972 – Niño Fuerte:

La gráfica de serie de tiempo muestra una precipitación extremadamente elevada en febrero con 71.3 mm, equivalente al 100% del porcentaje acumulado, y en marzo con 40.5 mm, aproximadamente el 90% del porcentaje acumulado.

Estos datos están relacionados con el evento que ocurrió en Lambayeque durante ese período. Para el día 19 de marzo de 1972, se registra una precipitación de 35.6 mm, equivalente al 88.2359296% del porcentaje acumulado. Este evento se puede considerar dentro del contexto del fenómeno del Niño, ya que Lambayeque es una región que sufre impactos significativos durante estos eventos climáticos (Tapia, 2004).

En cuanto a los umbrales de precipitación, es importante considerar que los eventos del Niño pueden generar precipitaciones extremas en la costa norte del Perú. En este sentido, el registro de 35.6 mm en el día 19 de marzo de 1972 puede ser considerado dentro de los umbrales de precipitación significativos para la región.

Entonces se puede inferir que, la precipitación de 35.6 mm en el día 19 de marzo de 1972, equivalente al 88.2359296% del porcentaje acumulado, puede ser interpretado como un evento de precipitación intensa dentro del contexto del fenómeno del Niño, que afectó significativamente a la región de Lambayeque.



Figura 12 Fenómeno del Niño de 1972-1973

1.5.2.2.3.1. Sector Vivienda:

El departamento de Lambayeque sufrió daños devastadores durante el fenómeno de El Niño 1983,97, 98 y 72. Afectó gravemente al sector vivienda, ya que se registraron 23,534 viviendas dañadas esto representa aproximadamente el 20% de las viviendas dañadas en la región, con una población de 124,579 habitantes afectados. Las intensas lluvias y inundaciones causaron daños devastadores a las viviendas, cuyo proceso de recuperación fue lento. Este evento, catalogado como uno de los más fuertes del siglo XX, presentó anomalías de hasta 7.5°C en la temperatura superficial del mar. Fue uno de los fenómenos de El Niño más catastróficos en la historia del Perú (Bezoolo Sokol, 2023).

Se presentaron importantes pérdidas en la infraestructura de riego, incluyendo daños en canales, bocatomas y obras de arte en los valles de Zaña, Chancay, La Leche y Motupe-Olmos. Además, hubo daños en centrales térmicas, redes de distribución, sistemas de agua potable y alcantarillado, pistas y veredas, así como en diversos tramos de la carretera Panamericana, puentes y defensas ribereñas (Luis Cabezas, 2023).

GRADO DE AFECTACIÓN	TOTAL				AREA URBANA				AREA RURAL			
	Viv	%	Hab	%	Viv	%	Hab	%	Viv	%	Hab	%
VIVIENDAS DESTRUIDAS												
VIVIENDAS PARCIALMENTE DESTRUIDAS	2612	11.1	13360	10.7	1685	7.2	8697	7.0	927	3.9	4663	3.7
VIVIENDAS LEVEMENTE AFECTADAS	6570	27.9	36263	29.1	5242	22.3	29064	23.3	1328	5.6	7199	5.8
VIVIENDAS DESTRUIDAS	7263	30.9	38452	30.9	5395	22.9	28338	22.7	1868	8.0	10114	8.2

Figura 13 Estadística de Daños realizada por INEI

1.5.2.2.3.2. Agricultura:

en los años que se presentó el fenómeno del niño, se perdieron alrededor de 19,000 hectáreas de producción agrícola, lo que representa aproximadamente el 17% de las 113,000 hectáreas de tierras agrícolas afectadas en los tres departamentos más impactados: Tumbes, Piura y Lambayeque (Arturo Rocha, 2007).

1.5.2.2.3.3. Pesca:

1.5.2.2.3.3.1. El niño en 1983:

El daño a la industria pesquera en el Perú fue tan grande que durante 1983 el PBI pesquero tuvo una caída del 40%, y las exportaciones pesqueras tuvieron una reducción del 56%, afectando severamente a la economía de Lambayeque, una región con una importante actividad pesquera (Bezoolo Sokol, 2023).

1.5.2.2.3.3.2. El niño en 1997 y 98:

Se presenció el aumento de la temperatura superficial del mar (TSM) que fue de ($>8^{\circ}\text{C}$) y la columna de aguas cálidas subsuperficiales generaron cambios en la distribución y abundancia de los recursos pesqueros (Ocaña, 2003). Esto afectó las actividades pesqueras y acuícolas en la región, además se redujo la disponibilidad de nutrientes en el mar, lo que afectó negativamente la producción de fitoplancton y la cadena alimenticia. Esto obligó a los peces a profundizarse y migrar hacia el sur en busca de aguas más frías y nutrientes, lo que afectó negativamente las actividades pesqueras (Pantoja, 2004).

1.5.2.2.3.3.3. El Niño de 1972:

Afecto profundamente el recurso de la anchoveta, especie pequeña que es esencial en la cadena alimenticia del mar y es la materia prima de la gran pesquería del Perú y del mundo. La anchoveta se repliega a la costa, se profundiza o migra hacia el sur en busca del medio apropiado para subsistir, lo que puede llevar a la muerte en esta búsqueda. Las alteraciones en la renovación del recurso de la anchoveta y la alta disponibilidad del mismo en los comienzos del El Niño parecen ser los principales factores en la reducción tremenda de la población total de esta especie pelágica (Rubio, 2015).

La caída de la población de anchoveta arrastra consigo la paralización de la actividad pesquera, dedicada en un 99% a la explotación de la anchoveta. Esto conduce a la desocupación de aproximadamente 20,000 pescadores anchoveteros, la suspensión de las fábricas procesadoras de harina y aceite de pescado, y la pérdida de divisas para el Estado (Rubio, 2015).

CAPÍTULO 3: MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

1.6. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Las medidas de adaptación al cambio climático son acciones que se implementan para reducir los impactos negativos del cambio climático y aprovechar las oportunidades que este fenómeno puede generar. Estas medidas pueden ser políticas, económicas, sociales y tecnológicas y se enfocan en mitigar y adaptarse al cambio climático (ODS, 2023). Las medidas se deben ser diseñadas ptando para la provincia como distrito Lambayeque, para abordar los impactos específicos que ha sufrido como fenómenos del Niño, inundaciones, olas de calor y friajes:

Antes que nada, debemos tener en cuenta que Lambayeque destaca económicamente por el sector agroindustria. Dado a ello tiene un crecimiento significativo en economía y eso ha logrado que esta población tenga estabilidad para la calidad de vida en cada miembro, pero también otros sectores que permiten que tenga una desarrollo sostenible. Lamentablemente esta atravesando por el cambio climático y esto hace que perjudique su estabilidad económica, social y ambiental. Dado esta situación se propone medidas de adaptación ante estos acontecimientos:

1.6.1. EN EL SECTOR AGRÍCOLA:

El sector agrícola, ha sido severamente afectado en los últimos años debido a fenómenos climáticos extremos como el Niño, inundaciones, olas de calor y friajes, que han dañado los cultivos y la infraestructura agrícola. Además, problemas como la salinización y erosión de los suelos, la limitada gestión del uso del agua y la falta de capacitación y asistencia técnica a los agricultores han reducido la productividad agrícola. Por esta razón se recomienda los siguientes planes de adaptación:

1.6.1.1. *Gestion de recursos hídricos*

1.6.1.1.1. *Captación y Almacenamiento de Agua:*

Consiste en la construcción de de reservorios y sistemas de captación de las aguas que provienen de la lluvia para asegurar el suministro durante periodos de la sequía o incremento de la precipitación pluvial.

El proyecto “SISTEMA DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA PLUVIAL EN RESERVORIO TIPO EMBALSE PARA USO AGRÍCOLA”

Se planteó en Pomacocha un lugar de friaje, este proyecto tuvo como método el balance hídrico utilizando el historial de datos hidrológicos obtenidos de ANA recolectados durante 22 años (1989 – 2011) y considerando un periodo de diseño de 25 años. Consiste en captar el agua pluvial en una superficie de 0.5km² y conducirlo mediante un canal hacia un reservorio tipo embalse de 60 000 m³ de capacidad, el cual abastecerá la demanda de agua para riego en los meses sin precipitación (Mavel, auqui, & arpasí, 2021). Tuvo como resultado en base a las precipitaciones que puede satisfacer 10 hectáreas al 100% .

Captación de agua pluvial

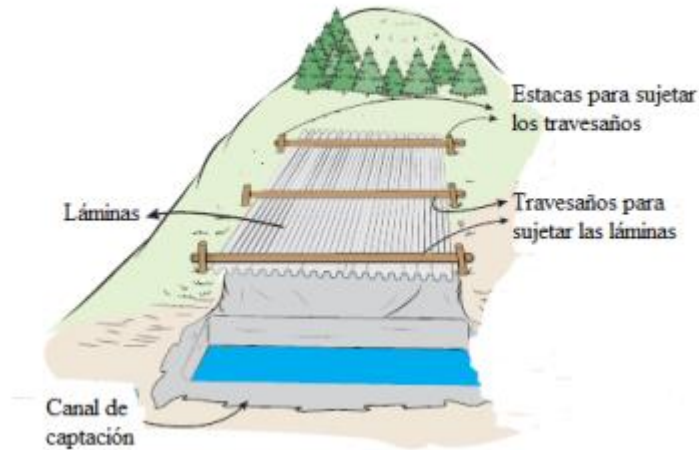


Figura 14 Captación y Almacenamiento de Agua

1.6.1.2. Infraestructura para control de inundaciones

1.6.1.2.1. Canales de drenaje y diques.

Conocido mayormente como red de saneamiento, es una infraestructura diseñada para la eliminación de aguas pluviales evitando de esa manera las inundaciones, pérdidas de cosecha y los estancamientos que puede generar enfermedades (Ferrovial). En una zona de altas precipitaciones como Lambayeque es necesario poder tener una medida de drenaje que sea esencial, el sistema de drenaje tiene una función específica lo cual es poder evacuar el agua de la zona de cultivos para no ocasionar una pérdida de cultivos.

Este está formado por conjunto de canales enterrados que permiten la evacuación del agua, dependiendo del contexto del sistema podemos encontrar, Drenes laterales, el cual tienen la función de extraer los excesos hídricos, Drenes terciarios, tienen como función la recolección del agua que proviene de la descarga de los drenes laterales y es transportada a los drenes principales (Gavilánez, 2021). Es importante destacar que los drenes terciarios, secundarios y hasta primarios, además de realizar sus funciones de transporte, también se encargan de supervisar el nivel freático.

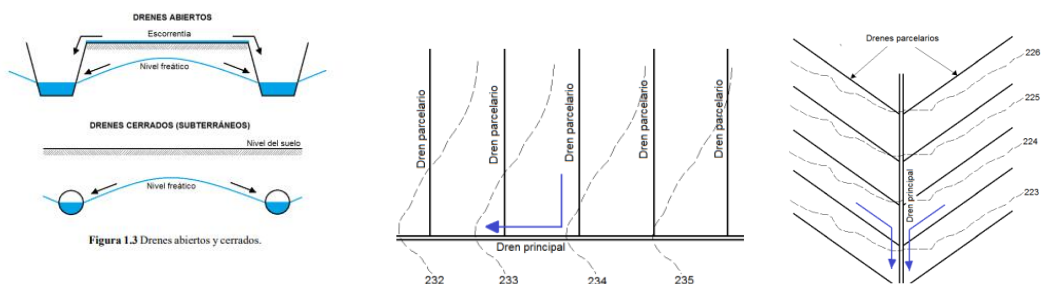


Figura 1.3 Drenes abiertos y cerrados.

1.6.2. EN EL SECTOR PESQUERO

El sector pesquero artesanal es una actividad económica importante en Lambayeque teniendo como principal ingreso económico la pesquería, siendo la pesca artesanal la principal actividad en la región. Los principales centros de desembarque son la Caleta de San José y Santa Rosa (Perú, 2020).

1.6.2.1. Pesca artesanal - Diseño de sistema alerta temprana:

El objetivo de este sistema en el Perú es poder anticipar a los pescadores. Para lograr este objetivo, la experiencia de servicio Ministerio Estatal de Meteorología, Hidrología y Medio Ambiente (MARN) y Ministerio de Medio Ambiente Ganadería (MAG) para el desarrollo de propuestas del SAT y Mejorar el trabajo del Comité de ministros sobre el Fenómeno de El Niño (COMIFEN) para ello este sistema tiene como implementación (Meteorología, 2021)

- Una red de estaciones seleccionadas en el país, preferentemente estaciones automáticas y/o Telemetría indicada por condiciones hidrometeorológicas.
- Conocer los valores críticos de las condiciones climáticas, atmosféricas y oceánicas, ellos contarán con los elementos necesarios para emitir pronósticos, avisos o anuncios.
- Las previsiones deben incluir en función del desarrollo o evolución del fenómeno y Día del año, posibles fechas de precipitación, comportamiento en época de lluvias, Canículas en verano (sequía), llegada de frentes fríos y desarrollo de vientos del norte (heladas) o lluvia.

1.6.2.2. Estudio de adaptación al cambio climático en la infraestructura pesquera:

La infraestructura pesquera en Lambayeque está siendo adaptada para enfrentar los desafíos del cambio climático, que afectan tanto la extracción como la transformación de los recursos hídricos. A continuación, se presentan las principales estrategias de adaptación:

1.6.2.2.1. Evaluación de la Infraestructura Existente

Se están realizando evaluaciones detalladas de las instalaciones pesqueras existentes para identificar vulnerabilidades específicas al cambio climático, como la subida del nivel del mar y el aumento de la frecuencia e intensidad de las tormentas. Estas evaluaciones incluyen la inspección de muelles, embarcaderos y plantas de procesamiento, asegurando que sean capaces de resistir condiciones climáticas extremas (Pérez & Smith, 2022).

1.6.2.2.2. Fortalecimiento de los pescadores artesanales

- Capacitación y Formación

Se han implementado programas de capacitación para los pescadores artesanales, con el objetivo de mejorar sus habilidades y conocimientos sobre prácticas sostenibles y resilientes al cambio climático. Estos programas incluyen talleres sobre técnicas de pesca sostenibles, manejo de recursos marinos y adaptación a las condiciones climáticas variables. Según el Instituto de Defensa Civil (INDECI), estos programas son cruciales para equipar a los pescadores con herramientas y estrategias que les permitan adaptarse a los desafíos del cambio climático (INDECI, 2021).

- Acceso a Tecnología y Equipamiento Moderno

Se están promoviendo iniciativas para proporcionar a los pescadores artesanales acceso a tecnologías avanzadas y equipamiento moderno, como sistemas de navegación y comunicación, para mejorar la seguridad en el mar y la eficiencia en la pesca. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) destaca que la incorporación de nuevas tecnologías es esencial para aumentar la resiliencia de las comunidades pesqueras frente a los impactos del cambio climático (FAO, 2020).

1.6.3. EN EL SECTOR PECUARIO

Es conocido como sector ganadero, en Lambayeque es una parte importante de la economía regional. Según un estudio, el distrito de Olmos representa el 70% de la ganadería en Lambayeque y cuenta con 3 mil 458 productores de ganado de carne que crían 16 mil 945 cabezas de ganado vacuno, 5 mil 082 de ovinos y 46 mil 869 caprinos.. sn embargo, enfrenta desafíos como la falta de infraestructura, la limitada gestión del uso del agua y el inadecuado uso de los suelos debido al cambio climático (Perú, 2020).

Ya que el mayor impacto en la producción, es la disponibilidad de agua y la alteración del clima que afectan negativamente la producción pecuaria, lo que puede aumentar la incertidumbre en la provisión de alimentos. Por esta razón se recomienda este proyecto:

1.6.3.1. Riego eficiente para pastos - Riego por goteo:

Es una técnica eficiente para mantener la productividad de los pastos y forrajes. es un método de riego que optimiza el suministro de agua y fertilizantes en sistemas agrícolas en zonas secas. El agua aplicada penetra en el suelo y riega directamente la zona radicular afectada a través de un sistema de tuberías y emisores (NOVAGRIC).

El objetivo de este diseño es implementar un sistema de riego por goteo para el riego de los pastos en época seca y en la época lluviosa se sembrará maíz para producción de ensilaje en un área de 36.30 ha (Aguirre & Meza, 2011).

1.6.3.1.1. Parte de instalación:

- Conjunto de bomba: proporciona presión y caudal adecuados al equipo.
- Filtración: El espesor de filtración para un mismo producto está relacionado con la calidad del agua y el tamaño de la boquilla.
- Sistema de abonados.

- Red de tuberías.
- Líneas de Entrega de Emisores: El caudal y distancia entre emisores depende del cultivo a tratar y de las características del suelo en el que se coloca.

Actualmente estos sistemas se implementan en granjas de cultivo como también podemos encontrarlos en hidroponías.

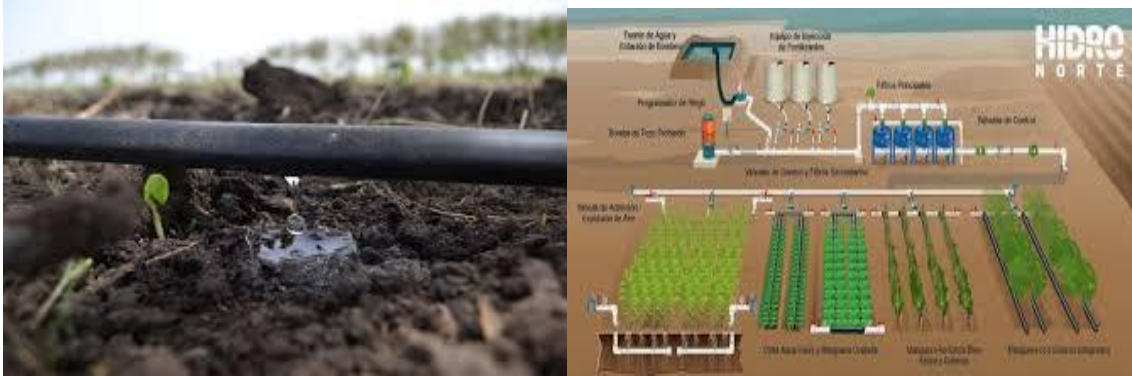


Figura 15 Riego por Goteo

1.6.4. EN EL SECTOR VIVIENDA

El sector vivienda en Lambayeque enfrenta desafíos relacionados con el cambio climático, uno de estos impactos es ante el fenómeno del Niño que afectó significativamente la región de Lambayeque, generando pérdidas económicas que superan los 500 millones de soles, lo que pone en riesgo la sostenibilidad de las viviendas y la población en general, como la vulnerabilidad de las familias ante riesgos climáticos. Especialistas recomiendan mejorar la construcción de viviendas en los distritos y zonas rurales para reducir esta vulnerabilidad.

1.6.4.1. Uso de Bambú:

Una propuesta para adaptar el sector vivienda al cambio climático en Lambayeque es impulsar el uso del bambú en la construcción de viviendas seguras, ambientalmente sostenibles y de bajo costo. El Centro de Investigación, Capacitación, Asesoramiento y Promoción (CICAP) promueve la producción sostenible de bambú en el distrito de La Florida como una respuesta a la adaptación al cambio climático (Ayma, 2012). El Colegio de Arquitectos y el programa Sierra Exportadora también apoyan el aprovechamiento del bambú en la construcción sostenible de viviendas. Existen experiencias exitosas en el uso del bambú, conocido localmente como guayaquil, en la construcción, reforestación y artesanía.

1.6.4.2. INFRAESTRUCTURA RESILIENTE - Elevación de viviendas:

Este tipo de arquitectura es muy popular en viviendas situadas cerca del mar o

del río. La altura de los pilotes garantiza la seguridad de la casa durante inundaciones o mareas altas, por lo que ha demostrado ser un método muy eficaz de prevención de inundaciones.

Las viviendas se construyen sobre pilotes o en áreas elevadas y tienen un diseño muy abierto o grandes ventanas para mejorar el confort térmico mediante la ventilación. Los techos son altos y de madera y están cubiertos con hojas de palmera para protegerlos de las lluvias. El desarrollo empírico de tecnologías propias de cada región es el resultado de búsquedas, adaptaciones y combinaciones de materiales fácilmente accesibles en nuestro país. (Montoro, 2010) . Este sistema actualmente se emplea en el Perú uno de los departamentos es Iquitos.



Figura 16 ejemplo de elevación de viviendas

1.6.4.2.1. Materiales de construcción

La temporada de lluvia puede resultar bastante problemática en esta ciudad, ya que las inundaciones se convierten en una amenaza para las viviendas de las personas. Los materiales resistentes son aquellos que pueden permanecer en el lugar de los hechos sin un daño significativo, por lo menos con un tiempo de 72 horas luego de estar en contacto con el agua , algunos de estos materiales podrían ser concreto, ladrillo vidriado, madera contrachapeada (Cao, 2020).

- *Conceptos de estos materiales*

Concreto: muy bueno ante el agua porque es denso y tiene baja permeabilidad, lo que limita la entrada y movimiento del agua. Además, es resistente a la degradación química y puede durar mucho tiempo en condiciones húmedas, especialmente si se utilizan aditivos impermeabilizantes y selladores.

Ladrillo vidriado: muy bueno ante el agua porque su superficie está recubierta con una capa de vidrio que lo hace impermeable, evitando la absorción de agua y protegiéndolo de la humedad y la intemperie.

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.7. Conclusión:

En conclusión, el Plan de Adaptación al Cambio Climático (NAP) de Lambayeque representa un avance significativo en la estrategia regional para enfrentar los desafíos del cambio climático. A diferencia de un plan nacional, este documento se ha elaborado específicamente para Lambayeque, sin coordinación directa con el Ministerio del Ambiente, pero con un enfoque claro en las necesidades y realidades locales.

En su formulación, se ha tenido en cuenta la necesidad de alinearse y dar continuidad al desarrollo de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) presentadas a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, tras la ratificación del Acuerdo de París por parte del Perú. Este alineamiento asegura que las acciones locales en Lambayeque estén en sintonía con los compromisos internacionales del país, contribuyendo así a un esfuerzo global coordinado. El plan se ha diseñado con las capacidades necesarias para articularse y ser implementado eficazmente a nivel subnacional, aprovechando los esfuerzos previos ya en desarrollo a nivel regional y municipal. Esto es esencial para asegurar que las estrategias de adaptación no sólo se planifiquen, sino que también se ejecuten de manera efectiva en el terreno, teniendo en cuenta las particularidades de Lambayeque.

El ámbito espacial del plan se extiende a toda la región de Lambayeque, abarcando la diversidad de ambientes y realidades existentes. El objetivo es contribuir al desarrollo sostenible en términos de mejora de la calidad de vida, reducción de la brecha socioeconómica, igualdad de oportunidades y conservación del patrimonio natural. Estas determinaciones se ajustan a un doble horizonte temporal: una primera meta para avanzar decididamente hacia la resiliencia en 2030 y una visión a largo plazo hacia 2050, en la que Lambayeque se consolide como una región adaptada a los efectos del cambio climático. Este logro será resultado de la sólida implementación de políticas de cambio climático basadas en el conocimiento y en la capacidad de aprovechar las oportunidades que ofrecen la innovación y el desarrollo tecnológico.

Para fundamentar adecuadamente la formulación y el marco de desarrollo del plan, se han completado diversos ejercicios, destacando la construcción de modelos conceptuales para entender la problemática asociada a la variabilidad climática en relación con las áreas temáticas priorizadas: Pesca, Acuicultura, Vivienda, Pecuario y Agricultura. Este esfuerzo colaborativo con grupos de interés de cada sector ha permitido definir peligros, criterios de vulnerabilidad y efectos potenciales, tanto positivos como negativos, atribuibles a desencadenantes climáticos.

También se resaltó la agricultura, y en particular la agricultura familiar rural, es fundamental para la producción de alimentos en Lambayeque. Sin embargo, los sistemas productivos agrarios se ven afectados por peligros asociados al cambio climático, como cambios en el entorno físico, disponibilidad hídrica y bienes y servicios, lo que incrementa la vulnerabilidad de la población agrícola y afecta la seguridad alimentaria. La implementación de buenas prácticas de manejo, mejoramiento

y conservación en los sistemas productivos agropecuarios y en suelos agrarios, así como la adaptación de diferentes cadenas de valor a través de estrategias empresariales, contribuirá significativamente al bienestar de la población.

Además, la evolución del registro histórico de temperaturas y precipitaciones, junto con las proyecciones facilitadas por el SENAMHI, subraya la necesidad de estrategias de adaptación efectivas para enfrentar peligros climáticos que se espera sean igual o más severos que los ya registrados. La generación de mapas de riesgo climático, combinando peligros, exposición y vulnerabilidad, ha permitido clasificar y destacar las regiones dentro de Lambayeque donde es oportuno desarrollar acciones para mejorar la capacidad adaptativa frente a efectos potenciales específicos.

En términos generales, la estrategia de adaptación propuesta para Lambayeque busca promover la resiliencia climática y contribuir a un cambio de paradigma en el modelo de desarrollo, consumo y convivencia, integrando enfoques transversales de género, interculturalidad e intergeneracional. Este enfoque inclusivo asegura que nadie quede atrás en el proceso de adaptación al cambio climático, fomentando una sociedad más equitativa y sostenible.

1.8. Recomendaciones para adaptarse a los efectos del cambio climático en Lambayeque

Para enfrentar los efectos del cambio climático en Lambayeque, es fundamental actualizar la Estrategia Regional de Cambio Climático alineándola con el Plan de Desarrollo Regional Concertado. Esto implica fortalecer la gestión de recursos naturales y ambientales, mejorar la infraestructura y servicios de emergencia, y promover el desarrollo sostenible y la economía verde en la región. Además, la investigación y monitoreo constante de los patrones climáticos son esenciales para predecir y gestionar de manera más efectiva los eventos climáticos extremos. Para lograr esto, se deben desarrollar herramientas y modelos predictivos avanzados que permitan anticipar y mitigar mejor los impactos del cambio climático.

Por otro lado, la colaboración y coordinación entre los sectores público y privado, así como la participación activa de la ciudadanía y la comunidad, son claves para abordar de manera integral los desafíos climáticos. Es necesario establecer alianzas estratégicas y coordinaciones efectivas que permitan aunar esfuerzos y recursos para enfrentar los efectos del cambio climático. Asimismo, compartir conocimientos y experiencias con otros países a través de la cooperación internacional enriquecerá las estrategias y acciones implementadas en Lambayeque. Finalmente, monitorear y evaluar constantemente los impactos del cambio climático en la región, y adaptar las estrategias y políticas según los resultados obtenidos, asegurará la efectividad de las acciones emprendidas y permitirá realizar ajustes oportunos para abordar de manera efectiva los desafíos climáticos a los que se enfrenta Lambayeque.

REFERENCIAS

- Acerca de Cambio climático | CEPAL.* (n.d.). Retrieved May 19, 2024, from <https://www.cepal.org/es/temas/cambio-climatico/acerca-cambio-climatico>
- Anomalías de precipitación y temperatura previstas para esta semana y las dos siguientes – Aemetblog.* (n.d.). Retrieved April 20, 2024, from <https://aemetblog.es/2021/01/19/anomalias-de-precipitacion-y-temperatura-previstas-para-esta-semana-y-las-dos-siguientes-9/?amp=1>
- Arriola Carrasco, G. G., Coronado Zuloeta, O., Sotomayor Nunura, G. del S., Villegas Villegas, D. Vander, Caballero Talledo, R. D., & Olaya Aguilar, W. A. (2022). EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN EMPLEANDO UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y MODELAMIENTO HIDRÁULICO APLICADOS AL RÍO LA LECHE LAMBAYEQUE. *REVISTA CIENTIFICA EPISTEMIA*, 6(1), 60–73. <https://doi.org/10.26495/re.v6i1.2132>
- Arturo Rocha Felices Consultor de Proyectos Hidráulicos, D.-I. (2007). *E L M E G A N I Ñ O 1 9 8 2-8 3*, “LA MADRE DE TODOS LOS NIÑOS.”
- Baig, M. A., Zaman, Q., Baig, S. A., Qasim, M., Khalil, U., Khan, S. A., Ismail, M., Muhammad, S., & Ali, S. (2021). Regression analysis of hydro-meteorological variables for climate change prediction: A case study of Chitral Basin, Hindukush region. *Science of the Total Environment*, 793, 148595. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148595>
- Bhatti, U. A., Bhatti, M. A., Tang, H., Syam, M. S., Awwad, E. M., Sharaf, M., & Ghadi, Y. Y. (2024). Global production patterns: Understanding the relationship between greenhouse gas emissions, agriculture greening and climate variability. *Environmental Research*, 245, 118049. <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2023.118049>
- Blanco-Villafuerte, L., & Hartinger, S. M. (2023). IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE HEALTH OF PERUVIANS: CHALLENGES AND STRATEGIES FOR A COMPREHENSIVE RESPONSE. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 40(2), 130–131. <https://doi.org/10.17843/RPMESP.2023.402.12998>
- Cambio climático | Causas, consecuencias y soluciones - ES | Greenpeace España.* (n.d.). Retrieved May 19, 2024, from <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/cambio-climatico/>
- Cambio climático global: una realidad inequívoca.* (n.d.). Retrieved May 19, 2024, from https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432011000400006
- CHICLAYO PERÚ: UBICACION GEOGRAFICA DE LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE.* (n.d.). Retrieved April 20, 2024, from <https://www.chiclayo.net.pe/2009/07/ubicacion-geografica-de-la-ciudad-de.html?m=1>
- ¿Cómo impacta el friaje en nuestra ganadería altoandina? - Actualidad Ganadera.* (n.d.). Retrieved June 3, 2024, from <https://actualidadganadera.com/como-impacta-el-friaje-en-nuestra-ganaderia-altoandina/>

Conoce qué es el friaje y cómo se manifiesta en el Perú | Noticias | Agencia Peruana de Noticias Andina. (n.d.). Retrieved June 2, 2024, from <https://andina.pe/agencia/noticia-conoce-es-friaje-y-como-se-manifiesta-el-peru-706688.aspx>

Conociendo LAMBAYEQUE. (n.d.). Retrieved June 2, 2024, from <https://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0267/cap1.htm>

CORREO, N. (n.d.). *Altas temperaturas provocan pérdida de 20% de cultivos | EDICION | CORREO.* Retrieved June 3, 2024, from <https://diariocorreo.pe/edicion/lambayeque/altas-temperaturas-provocan-perdida-de-20-de-cultivos-noticia/>

Cuadrat, J. M., Saz, M. Á., Serrano, R., & Tejedor, E. (n.d.). *PATRONES TEMPORALES Y ESPACIALES DE LA TEMPERATURA URBANA DE ZARAGOZA.*

De, M., De San, P., Agosto, J., & Jose, S. (n.d.). *INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL.*

DOCUMENTO METODOLÓGICO ESTADÍSTICAS VARIABLES METEOROLÓGICAS METODOLOGÍA DE LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA VARIABLES METEOROLÓGICAS INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES-IDEAM Subdirección de Meteorología. (n.d.).

El deshielo de los glaciares supera pronósticos hechos por científicos. (n.d.). Retrieved April 19, 2024, from <https://www.atmosfera.unam.mx/el-deshielo-de-los-glaciares-supera-pronosticos-hechos-por-cientificos/>

EL EVENTO EL NIÑO-OSCILACION SUR 1997 - 1998: SU IMPACTO EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE (PERU). (n.d.). Retrieved May 13, 2024, from <https://www.tiempo.com/ram/1631/el-evento-el-nio-oscilacion-sur-1997-1998-su-impacto-en-el-departamento-de-lambayeque-peru-2/>

EL EVENTO EL NIÑO-OSCILACION SUR 1997 - 1998: SU IMPACTO EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE (PERU). (n.d.). Retrieved June 2, 2024, from <https://www.tiempo.com/ram/1597/el-evento-el-nio-oscilacion-sur-1997-1998su-impacto-en-el-departamento-de-lambayeque-peru/>

EsSalud advierte que se han incrementado las enfermedades respiratorias en 33% en el país - Essalud. (n.d.). Retrieved June 3, 2024, from <http://noticias.essalud.gob.pe/?inno-noticia=enfermedades-respiratorias-essalud-neumologia>

Gonzales, G. F., Zevallos, A., Gonzales-Castañeda, C., Nuñez, D., Gastañaga, C., Cabezas, C., Naehner, L., Levy, K., & Steenland, K. (n.d.). *CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO: UNA REVISIÓN DEL IMPACTO EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN PERUANA ENVIRONMENTAL POLLUTION, CLIMATE VARIABILITY AND CLIMATE CHANGE: A REVIEW OF HEALTH IMPACTS ON THE PERUVIAN POPULATION.*

Gore Lambayeque: Maquinaria redujo impacto del Fenómeno El Niño | Noticias | Agencia Peruana de Noticias Andina. (n.d.). Retrieved May 13, 2024, from <https://andina.pe/agencia/noticia-gore-lambayeque-maquinaria-redujo-impacto-del-fenomeno-nino-975786.aspx>

- Historia de El Niño.* (n.d.). Retrieved May 13, 2024, from <https://www.elperuano.pe/noticia/38870-historia-de-el-nino>
- IMPACTO FENOMENO EL NIÑO EN LAMBAYEQUE - PERU.pptx.* (n.d.-a). Retrieved June 3, 2024, from <https://es.slideshare.net/slideshow/impacto-fenomeno-el-nio-en-lambayeque-perupptx/256874544>
- IMPACTO FENOMENO EL NIÑO EN LAMBAYEQUE - PERU.pptx.* (n.d.-b). Retrieved June 2, 2024, from <https://es.slideshare.net/slideshow/impacto-fenomeno-el-nio-en-lambayeque-perupptx/256874544>
- Lambayeque: Impulsan uso del bambú para construir viviendas económicas | RPP Noticias.* (n.d.). Retrieved June 6, 2024, from <https://rpp.pe/peru/actualidad/lambayeque-impulsan-uso-del-bambu-para-construir-viviendas-economicas-noticia-471124>
- Lambayeque: Informe departamental de resultados.* (n.d.).
- Lambayeque registra más de 16 000 casos de infecciones respiratorias | Radio Nacional.* (n.d.). Retrieved June 3, 2024, from <https://www.radionacional.gob.pe/noticias/nacional/lambayeque-registra-mas-de-16-000-casos-de-infecciones-respiratorias>
- Lambayeque: SENASA potencia ganadería familiar con acciones sanitarias de prevención y control - SENASA al día.* (n.d.). Retrieved June 3, 2024, from <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/lambayeque-senasa-potencia-ganaderia-familiar-con-acciones-sanitarias-de-prevencion-y-control/>
- Martín, L.-P., & Fernández, C. (n.d.). *Historia para la Interculturalidad: La enseñanza de la Historia Local y Regional en.*
- Nations, U. (n.d.-a). *Adaptación al clima | Naciones Unidas.* Retrieved June 6, 2024, from <https://www.un.org/es/climatechange/climate-adaptation>
- Nations, U. (n.d.-b). *¿Qué es el cambio climático? | Naciones Unidas.* Retrieved May 19, 2024, from <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>
- Objetos en R: Series temporales.* (n.d.). Retrieved April 20, 2024, from <https://estadistica-dma.ulpgc.es/cursos/R4ULPGC/14-seriesTemporales.html>
- Ola de calor en Lambayeque: pronostican temperaturas de hasta 36 grados en próximos días | Noticias | Agencia Peruana de Noticias Andina.* (n.d.). Retrieved June 2, 2024, from <https://andina.pe/agencia/noticia-ola-calor-lambayeque-ponostican-temperaturas-hasta-36-grados-proximos-dias-974505.aspx>
- Ola de frío en Perú: Lambayeque reportó temperatura de 12.9°C, la más baja de toda la costa peruana - Senamhi - Infobae.* (n.d.). Retrieved June 2, 2024, from <https://www.infobae.com/peru/2024/05/23/ola-de-frio-en-peru-lambayeque-reporto-temperatura-de-129c-la-mas-baja-de-toda-la-costa-peruana/>
- Olas de frío y de calor - 112CV - Generalitat Valenciana.* (n.d.). Retrieved June 2, 2024, from <https://www.112cv.gva.es/es/olas-de-frio-y-de-calor>

- (PDF) *Anomalías climáticas en Extremadura en los últimos 40 años. Irregularidades pluviométricas.* (n.d.). Retrieved April 20, 2024, from https://www.researchgate.net/publication/299457547_Anomalias_climaticas_en_Extremadura_en_los_ultimos_40_anos_Irregularidades_pluviometricas
- Perú, D. (n.d.). *BOLETÍN EPIDEMIOLÓGICO.*
- ¿Qué diferencia a la climatología de la meteorología? | *National Geographic.* (n.d.). Retrieved June 2, 2024, from <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/que-diferencia-a-la-climatologia-de-la-meteorologia>
- ¿Qué es el Cambio Climático? – *Cambio Climático.* (n.d.). Retrieved May 19, 2024, from <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/que-es-el-cambio-climatico/>
- ¿Qué es la adaptación al cambio climático? (n.d.). Retrieved May 18, 2024, from https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/que_es_la_adaptacion.html#_que-es-la-adaptacion_
- ¿Qué es la adaptación al cambio climático y por qué es crucial? | *Climate Promise.* (n.d.). Retrieved May 18, 2024, from <https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/que-es-la-adaptacion-al-cambio-climatico-y-por-que-es-crucial>
- Responsable, P., & Brito, D. E. (n.d.). *Climatología y Meteorología.*
- Rubiños, C. (2021). La Desertificación y sequía: una consecuencia directa en nuestras vidas. *Universidad Del Pacífico.* <https://ciup.up.edu.pe/analisis/la-desertificacion-y-sequia-una-consecuencia-directa-en-nuestras-vidas/>
- Rubio, S. Z. (n.d.). *EL FENÓMENO EL NIÑO 1972-1973.*
- Samamé Saavedra, J. (2023). Los incendios forestales y su repercusión en el ecosistema peruano: Forest fires and their impact on the Peruvian ecosystem. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 4(2), 273–288.* <http://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/610>
- SENAMHI. (2024). *BOLETIN CLIMATICO.* <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/03601SENA-134.pdf>
- SENAMHI - Prensa. (n.d.). Retrieved June 3, 2024, from <https://www.senamhi.gob.pe/?n=597&p=prensa>
- Vargas, P. (2009). *El Cambio Climático y Sus Efectos en el Perú.*
- Vega-Araya, M., & Alvarado-Barrantes, R. (2019). Análisis de las series de tiempo de variables biofísicas para cuatro ecorregiones de Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales, 53(2), 60–96.* <https://doi.org/10.15359/RCA.53-2.4>
- Vista de Análisis de la dinámica de series temporales de variables meteorológicas en la estación climatológica Chone, Ecuador.* (n.d.). Retrieved April 20, 2024, from <https://revistas.unlp.edu.ar/geoacta/article/view/13319/12259>

ANEXOS

- Aguirre, j., & Meza, M. (Noviembre de 2011). *Diseño de un sistema de riego por goteo para*.
Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/03b8f0b8-db42-4fe1-888d-4e6ac90dc63b/content>
- Cao, L. (30 de Mayo de 2020). *¿Cómo combatir inundaciones a través de la arquitectura?*
Obtenido de <https://www.archdaily.pe/pe/940400/como-combatir-inundaciones-a-traves-de-la-arquitectura-9-soluciones-practicas>
- Ferrovial. (s.f.). Obtenido de <https://www.ferrovial.com/es/recursos/sistema-de-drenaje/#:~:text=El%20sistema%20de%20drenaje%2C%20tambi%C3%A9n,salubridad%20y%20el%20equilibrio%20hidrol%C3%B3gico>.
- Fundación Aquae*. (2022). Obtenido de https://www.fundacionaquae.org/wiki/causas-y-consecuencias-cambio-climatico/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwrvyxBhAbEiwAEg_KgqbulKzhjXjPUqqpe0INItDh1LHJuLkdyv4nWCMuF7b1ZeCWl9MEBoC7wIQAvD_BwE#%C2%BFQue_es_el_cambio_climatico
- Gavilánez, F. C. (09 de Marzo de 2021). *El drenaje agrícola y sus elementos de diseño, e*.
Obtenido de <https://mawil.us/wp-content/uploads/2021/03/el-drenaje-agricola.pdf>
- Gómez Silvera, A., & Beraun Macedo, L. (16 de Marzo de 2017). Obtenido de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/576/1/Gomez-restauracion_manejof.pdf
- hernandez. (10 de Octubre de 2012). *Generalidades*. Obtenido de <https://www.inec.gob.pa/archivos/P3771generalidades.pdf>
- Hidrolab. (6 de Enero de 2022). *La importancia de medir los niveles de precipitación del agua*.
Obtenido de <https://www.hidrolab.com/blog/la-importancia-de-medir-los-niveles-de-precipitacion-del-agua/>
- Iberdrola. (2020). Obtenido de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/mitigacion-y-adaptacion-al-cambio-climatico>
- Ihobe. (Abril de 2019). Obtenido de <https://www.ihobe.eus/publicaciones/guia-para-elaboracion-planes-adaptacion-al-cambio-climatico-para-organizaciones>
- Lambayeque, M. P. (28 de Noviembre de 2018). *PLAN DE PREVENCIÓN Y*. Obtenido de https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/6189_plan-de-prevencion-y-reduccion-del-riesgo-de-desastres-de-la-provincia-de-lambayeque-2019-2021.pdf
- Mavel, Y., auqui, j., & arpasi, j. (2021). Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/flip/?pdf=https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b2e36d3c-f5ec-45cd-8e63-99e1d4011d98/content>

- Meteorología, D. d. (17 de febrero de 2021). *PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA*. Obtenido de <https://portafolio.snet.gob.sv/digitalizacion/pdf/spa/doc00205/doc00205-parte%20i.pdf>
- MINAM. (2024). *Ministerio del ambiente, Peru*. Obtenido de Ministerio del ambiente, Peru: <https://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2013/10/CDAM0000323.pdf>
- Montoro, B. (Diembre de 2010). *Reconstruccion y Gestion de Riesgo*. Obtenido de <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc411/doc411-contenido.pdf>
- NOVAGRIC. (s.f.). *Riego por goteo*. Obtenido de <https://novagric.com/es/riego/sistemas-de-riego/riego-por-goteo>
- Oxfam. (2010). *PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO*. Obtenido de https://www-cdn.oxfam.org/s3fs-public/file_attachments/cambio-climatico-adaptacion-resumen-abr2010_3.pdf
- Perú, B. C. (Agosto de 2020). *LAMBAYEQUE: Síntesis de Actividad Económica*. Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Piura/2020/sintesis-lambayeque-08-2020.pdf>
- Sánchez, L. (2022). *Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático*.
- SENAMHI. (2024). *Heladas y friajes*. LIMA: SENAMHI. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=heladas-y-friajes>
- SINEACE. (2020). *Característica de la región de Lambayeque*. Lambayeque: El Peru primero.
- VÁSQUEZ, C. E. (2016). *ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS*. Chiclayo.
- Zarza, L. (14 de Mayo de 2018). Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/que-consiste-precipitacion-atmosferica>