



INCENDIOS FORESTALES



**CENEPRED**

Centro Nacional de Estimación, Prevención y  
Reducción del Riesgo de Desastres

# ESCENARIO DE RIESGO POR INCENDIOS FORESTALES DEL DEPARTAMENTO DE PIURA

Octubre 2024



## **ESCENARIO DE RIESGO POR INCENDIOS FORESTALES DEL DEPARTAMENTO DE PIURA.**

Elaborado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

Dirección de Gestión de Procesos (DGP). Subdirección de Gestión de la Información (SGI). CENEPRED, 2024.

Av. Del Parque Norte N° 829 - 833. San Isidro - Lima – Perú

Teléfono: 201-3550, correo electrónico: [info@cenepred.gob.pe](mailto:info@cenepred.gob.pe)

Página web: <https://www.gob.pe/cenepred>

### **Equipo Técnico del CENEPRED:**

Gral. Rolando Gustavo Capucho Cárdenas  
Jefe del CENEPRED

Cnrl. (r) Walter Martín Becerra Noblecilla  
Director de la Dirección de Gestión de Procesos

Ing. Alfredo Zambrano Gonzáles  
Subdirector de Gestión de la Información

Ing. José Luis Epiquién Rivera  
Ing. Yessenia Judith Cruz Castillo  
Especialistas de la Subdirección de Gestión de la Información

Coordinador de Enlace Regional CENEPRED: Piura  
Lic. Mariella Gallo Meléndez

### **Equipo Técnico del Gobierno Regional de Piura:**

Abog. Luis Ernesto Neyra León  
Gobernador Regional de Piura

Cmdt. PNP (r) Gonzalo Flores Lozano  
Jefe de la Oficina Regional de Seguridad y Defensa Nacional

Antonio Manrique Castro  
Especialista en Gestión de Riesgos de Desastres

Mercedes Facundo Gomez  
Especialista en Gestión de Riesgos de Desastres



## TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	6
2	OBJETIVOS .....	7
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	7
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
3	ASPECTOS GENERALES .....	7
3.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	7
3.2	ASPECTOS BIOFÍSICOS.....	8
3.3	ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS .....	8
4	DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO.....	9
5	ETAPAS DEL ANÁLISIS METODOLÓGICO .....	10
6	RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	11
7	ELABORACIÓN DEL ESCENARIO DE RIESGO.....	12
7.1	ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD .....	13
7.1.1	Factores condicionantes territoriales .....	14
A)	Combustible (cobertura vegetal) .....	14
B)	Pendiente .....	17
7.1.2	Factores condicionantes climáticos .....	20
A)	Clima .....	20
B)	Vientos .....	22
C)	Irradiación solar .....	24
7.1.3	Modelamiento de los factores condicionantes.....	26
7.2	FACTOR DESENCADENANTE.....	28
7.2.1	Densidad de incendios forestales .....	30
A)	Registros históricos de ocurrencia de incendios forestales .....	30
B)	Focos de calor .....	31
C)	Áreas afectadas por incendios forestales (cicatrices) .....	32
7.2.2	Modelamiento del factor desencadenante .....	33
7.3	MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A INCENDIOS FORESTALES.....	35
8	ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS .....	36
8.1	PATRIMONIALES.....	37
8.1.1	Patrimonio cultural .....	37
8.1.2	Patrimonio natural .....	37
8.1.3	Priorización del elemento expuesto .....	38
8.2	SOCIECONÓMICO .....	46
9	ESCENARIO DE RIESGO .....	47
10	CONCLUSIONES .....	51
11	RECOMENDACIONES.....	52
12	BIBLIOGRAFÍA.....	53
13	ANEXO DE MAPAS.....	55



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población del departamento de Piura.....	8
Tabla 2. Tipos de combustible predominante según la cobertura vegetal .....	15
Tabla 3. Ponderación de los tipos de combustibles .....	16
Tabla 4. Ponderación de las pendientes .....	18
Tabla 5. Ponderación de variables climáticas (Thornthwaite).....	20
Tabla 6. Fuerza del viento y efectos en tierra según Beaufort.....	22
Tabla 7. Ponderación del promedio anual de energía solar incidente .....	24
Tabla 8. Matriz de factores condicionantes .....	26
Tabla 9. Áreas de niveles de susceptibilidad a incendios forestales en el departamento de Piura. ....	36
Tabla 10. Priorización del elemento expuesto según el tipo de ecosistema .....	38
Tabla 11. Priorización del elemento expuesto según estrategia de conservación .....	41
Tabla 12. Áreas de niveles de riesgo a incendios forestales en el departamento de Piura .....	47
Tabla 13. Elementos expuestos en el nivel de riesgo muy alto por incendios forestales ..	50
Tabla 14. Elementos expuestos en el nivel de riesgo alto por incendios forestales.....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del departamento de Piura .....	7
Figura 2. Triángulo del fuego para incendios forestales .....	9
Figura 3. Factores de propagación del fuego para incendios forestales.....	9
Figura 4. Tipología de los incendios forestales .....	10
Figura 5. Metodología del escenario de riesgo por incendios forestales .....	11
Figura 6. Modelo del Escenario de riesgo por incendios forestales.....	13
Figura 7. Modelamiento de los factores de susceptibilidad .....	14
Figura 8. Mapa de combustible a partir de la cobertura vegetal .....	17
Figura 9. Influencia de la pendiente en la propagación del fuego.....	18
Figura 10. Mapa de pendientes .....	19
Figura 11. Mapa de condiciones climáticas favorables .....	21
Figura 12. Mapa de fuerza de los vientos .....	23
Figura 13. Mapa de irradiación de energía solar incidente .....	25
Figura 14. Mapa de factores condicionantes para incendios forestales .....	27
Figura 15. Incendios registrados por año en el departamento Piura .....	28
Figura 16. Tendencia mensual de incendios forestales en el departamento de Piura .....	29
Figura 17. Histórico de emergencias de incendios forestales por provincia .....	29
Figura 18. Mapa de registros históricos de ocurrencia de incendios forestales .....	30
Figura 19. Mapa de focos de calor históricos de incendios forestales.....	32
Figura 20. Mapa de superficies afectadas por incendios forestales (cicatrices) .....	33
Figura 21. Mapa del factor desencadenante - Propagación de incendios forestales (2004 - 2024) .....	34
Figura 22. Mapa de susceptibilidad a incendios forestales del departamento de Piura. ....	35
Figura 23. Elementos expuestos a incendios forestales.....	36
Figura 24. Priorización del elemento expuesto según el criterio de tipo de ecosistema ...	40
Figura 25. Priorización del elemento expuesto según el criterio de estrategia de conservación .....	42
Figura 26. Área de influencia antrópica para la priorización del elemento expuesto .....	43
Figura 27. Diagrama de flujo para la asignación de pesos a partir del cruce de los tres criterios.....	44
Figura 28. Mapa de priorización del elemento expuesto ante la ocurrencia de incendios forestales.....	45





Figura 29. Mapa de elementos socioeconómicos, como parte de los elementos expuestos .....	46
Figura 30. Superficie en riesgo muy alto, por provincias .....	48
Figura 31. Superficie en riesgo alto, por provincias.....	48
Figura 32. Mapa del escenario de riesgo por incendios forestales en el departamento Piura .....	49



## 1 INTRODUCCIÓN

En el departamento de Piura se ha registrado una cantidad considerable de emergencias históricas por ocurrencias de incendios forestales, la principal causa de los eventos está relacionada principalmente a las actividades de quemados con fines de cambio de uso de suelos (actividad ancestral relacionada a la agricultura) que traen como consecuencias la destrucción de la cobertura forestal, la pérdida de fauna silvestre, deterioro del patrimonio cultural, y contaminación del agua y aire.

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), en el marco de las funciones otorgadas por la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) y su Reglamento, ha elaborado el presente trabajo, cuyo objetivo principal es desarrollar el escenario de riesgo por incendios forestales del departamento de Piura.

El desarrollo de este estudio contó con la colaboración del Gobierno Regional de Piura, quien hizo posible la coordinación con las entidades públicas vinculadas a la gestión del riesgo por incendios forestales en el departamento de Piura, quienes proporcionaron la información utilizada en las diferentes etapas del desarrollo metodológico del escenario de riesgo.

El presente documento detalla de manera clara y sencilla la construcción del escenario de riesgo por incendios forestales, en el ámbito del departamento de Piura, con la finalidad de contar con una herramienta técnica de apoyo para la toma de decisión a nivel regional ante la ocurrencia de incendios forestales.

Finalmente, esta herramienta técnica servirá como un referente para la formulación de planes y documentos de gestión orientados a la prevención y reducción del riesgo de desastres, así como para la respuesta ante los probables daños y/o pérdidas originadas por los incendios forestales en el departamento.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el escenario de riesgo por incendios forestales del departamento de Piura.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

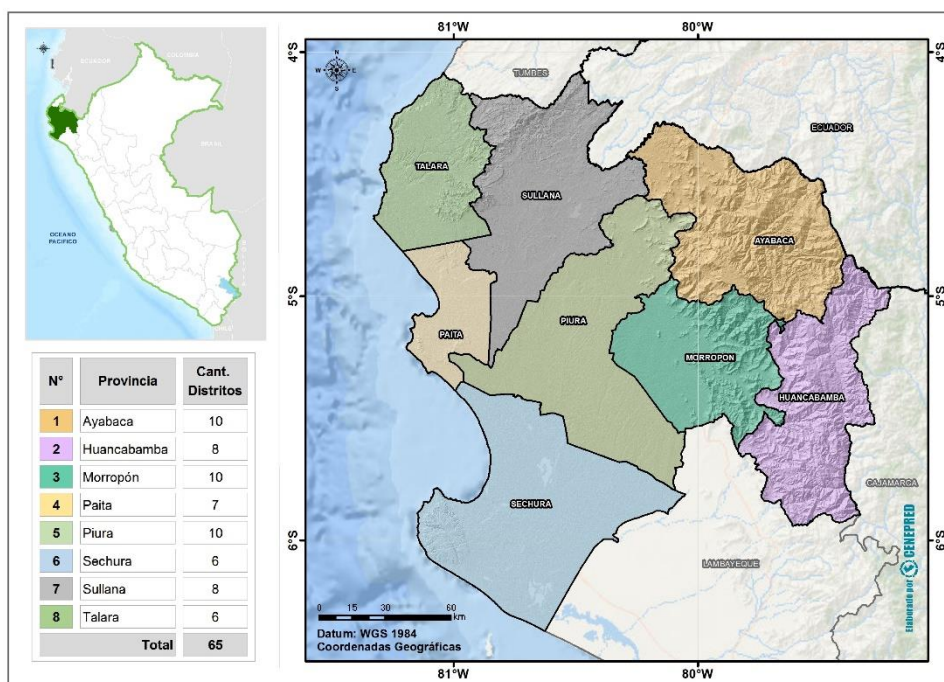
- Elaborar el mapa de susceptibilidad a incendios forestales.
- Elaborar el mapa de los elementos expuestos a incendios forestales.
- Cuantificar los elementos expuestos en todos los niveles de riesgo de incendios forestales.

## 3 ASPECTOS GENERALES

### 3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El departamento de Piura está ubicado en la costa norte del territorio peruano y tiene como capital a la ciudad de Piura. Limita al norte con el departamento de Tumbes y la República del Ecuador; al este con el departamento de Cajamarca; al sur con el departamento de Lambayeque; y al oeste con el Océano Pacífico. Su altitud está entre 2,0 msnm (Bocana San Pedro, distrito Vice - provincia de Sechura) hasta aproximadamente 3,960 msnm (Cerro Negro, distrito Pacaipampa - provincia de Ayabaca) (INEI, 2018).

**Figura 1.** Mapa de ubicación del departamento de Piura



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2024



### 3.2 ASPECTOS BIOFÍSICOS

El departamento de Piura presenta una fisiografía muy variada, gran parte del ámbito del departamento se encuentra localizado en la llanura costera (60%) y otra dentro de la cadena andina (40%) con paisajes y ecosistemas muy especiales y diversos. A su vez, las condicionantes morfológicas como la inestabilidad, vulnerabilidad y riesgo, siempre han condicionado el uso y la ocupación del territorio de Piura, el cual está constituido por tres grandes unidades morfo estructurales, las cuales son la Cordillera Costera, las llanuras y depresiones costaneras y la cordillera occidental. En base a ello, es que se ha originado los principales y grandes procesos geodinámicos que han ido formando el relieve a través de diferentes períodos geológicos (ZEE, 2012).

El departamento de Piura cuenta con varias cuencas hidrográficas que desembocan en el Océano Pacífico y en la vertiente Atlántica. Entre las cuencas más destacadas, se encuentran las formadas por los ríos Piura, Chira, Tumbes, Locuto, Quilca, Sullana, Sechura y Zapallal, los cuales pertenecen a la vertiente costera y son esenciales para el abastecimiento de agua en el departamento. También, una parte de la cuenca del río Huancabamba forma parte de la vertiente Atlántica, con afluentes como los ríos Huancabamba, San Lorenzo y las quebradas Sinsicap, Manzanilla y Tucume (ZEE, 2012).

### 3.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

El departamento de Piura tiene una población total 2,022,979 habitantes, donde 999,892 son hombres y 1,023,086 mujeres, el 83.0% de la población pertenece al área urbana y el 17.0% corresponde al área rural. A su vez se han cuantificado un total de 558,102 viviendas particulares, el 78.0% corresponden al área urbana y el 22.0% al área rural.

**Tabla 1.** Población del departamento de Piura.

Ámbito	Hombres	Mujeres	Total
Urbano	825,441	853,664	1,679,105
Rural	174,451	169,423	343,874
Total	999,892	1,023,086	2,022,979

Fuente: Elaborado por el CENEPRED con información del INEI. 2024

Asimismo, del total de viviendas, el 84.0% se encuentran con personas presentes. Además, el 61.4% de las viviendas tiene abastecimiento de agua por red pública dentro de la vivienda y el 85.9% del total de viviendas particulares con ocupantes presentes dispone de alumbrado eléctrico conectado a la red pública, mientras que el 14.1% (66,220) no dispone de este servicio. (INEI, 2018).

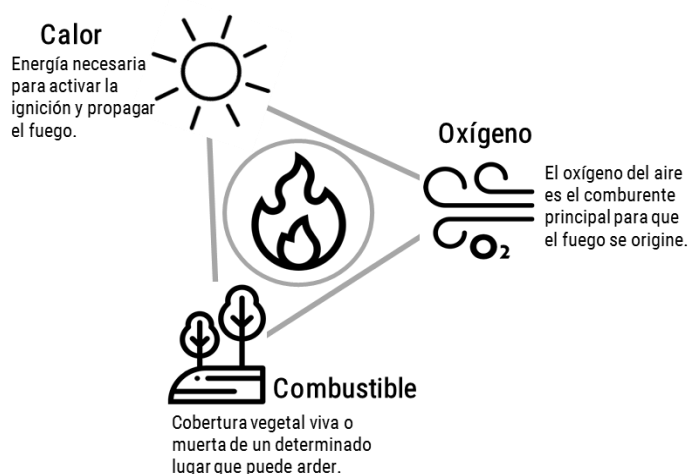




## 4 DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO

Un incendio forestal es descrito como el fuego no deseado de cualquier origen, que no es estructural, que se propaga sin control en los recursos forestales causando daños ecológicos, económicos y sociales. Este fuego es la reacción rápida producto de la unión del oxígeno del aire, la cobertura vegetal como combustible y una fuente de calor a estos elementos se le denomina triángulo del fuego (Figura 2); que se manifiesta en forma de llamas y humo (SERFOR, 2017; SERNANP, 2016).

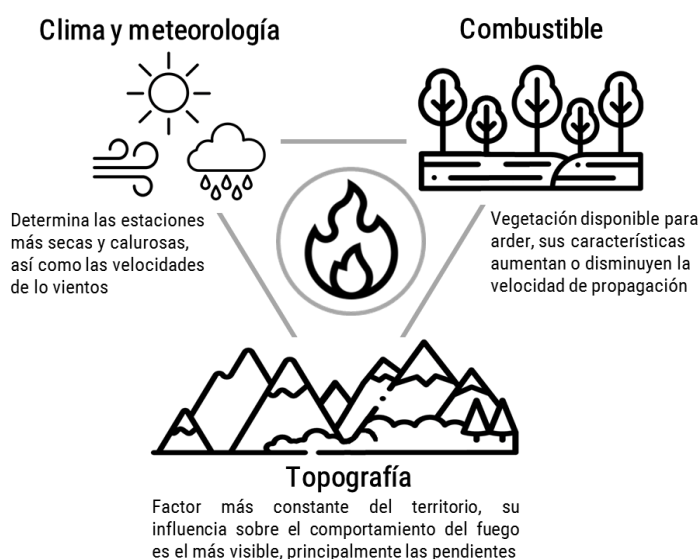
**Figura 2.** Triángulo del fuego para incendios forestales



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2020

Una vez que un incendio forestal se ha iniciado, el comportamiento del fuego y su propagación está determinado por tres factores: el tipo de combustible, la climatología y la topografía. A estos tres factores se les conoce como la gran triada (Figura 3).

**Figura 3.** Factores de propagación del fuego para incendios forestales

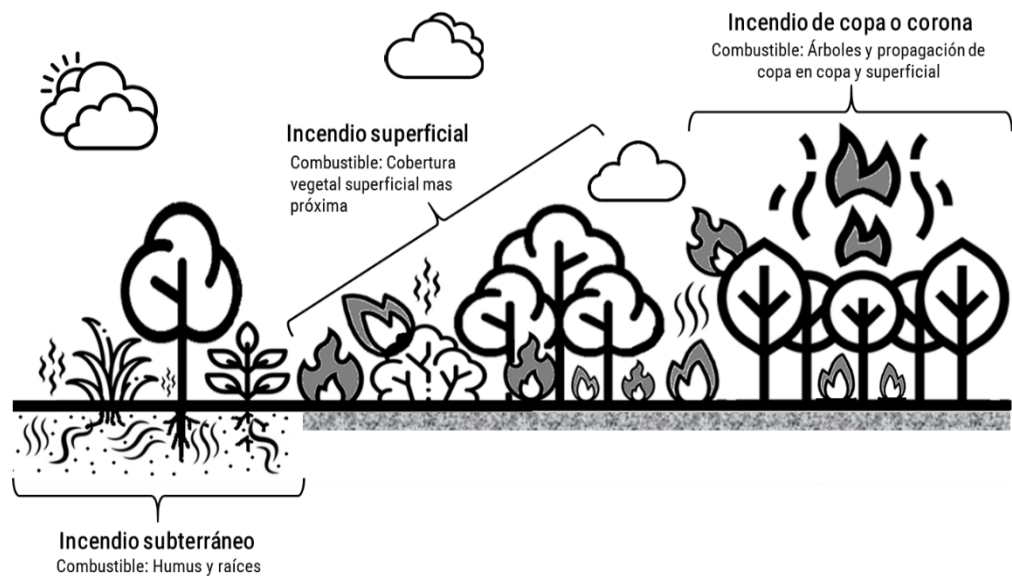


Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2020



Los incendios forestales son variables, sin embargo, se han distinguido tres tipos que implican diferentes grados de daño en los ecosistemas: **los subterráneos**, el fuego quema el humus y raíces bajo la superficie del suelo o la materia orgánica acumulada en las fracturas de grandes afloramientos de roca, se caracteriza por no generar llamas y poco humo; **los superficiales**, donde el fuego consume los combustibles que se encuentran sobre el suelo como hierbas, pajonales, arbustos, leñas, hojarascas y sin quemar todo el cuerpo de los árboles; y por último, **de copa o corona**, en los cuales el fuego consume completamente a los árboles y se propaga tanto de copa en copa como superficialmente (Villers, 2006) (Figura 4).

**Figura 4.** Tipología de los incendios forestales



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2020

## 5 ETAPAS DEL ANÁLISIS METODOLÓGICO

La propuesta metodológica utilizada, está compuesta por cuatro etapas como se muestra en la Figura 5.



**Figura 5. Metodología del escenario de riesgo por incendios forestales**



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2020

## 6 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la elaboración del escenario de riesgo, se utilizó la siguiente información:

- Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA):
  - Focos de calor 2004 - 2024 obtenidos del sensor VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer) del satélite Suomi-NPP y los sensores MODIS (Espectrorradiómetro de Imágenes de Resolución Moderada) de los satélites EOS Terra y Aqua.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED):
  - Mapa de pendientes, con base ASTER Global DEM de la colección Terra ASTER de la Japan Space System.
- Gobierno Regional de Piura (GORE Piura):
  - Mapa Regional de Ecosistemas (2022)
  - Zonificación Ecológica y Económica del Departamento de Piura (2012)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI):
  - Centros poblados con información socioeconómica del Censo Nacional de Población y Vivienda 2017
- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI):
  - Registro nacional de emergencias por incendios forestales (2004 – 2024)
- Ministerio del Ambiente (MINAM):
  - Registro histórico de incendios forestales (2004 - 2024),
  - Pérdida de bosque 2001 - 2022
- Ministerio de Cultura (MINCUL):
  - Información de monumentos arqueológicos (2023)
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
  - Cobertura agrícola (2020)



- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP):
  - Áreas Naturales Protegidas (2024),
  - Zonas de amortiguamiento (2024),
  - Áreas de Conservación Regional (2024),
  - Áreas de Conservación Privada (2024)
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI):
  - Mapa climático nacional (2020)
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR):
  - Cicatrices de incendios forestales (2017 – 2023),
  - Alertas de incendios forestales (2004 – 2024),
- World Bank Group:
  - Atlas solar global (2019),
  - Atlas de vientos global (2019)

## 7 ELABORACIÓN DEL ESCENARIO DE RIESGO

El modelo generado para obtener el escenario de riesgo por incendios forestales del departamento Piura, se encuentra representado en la Figura 6.

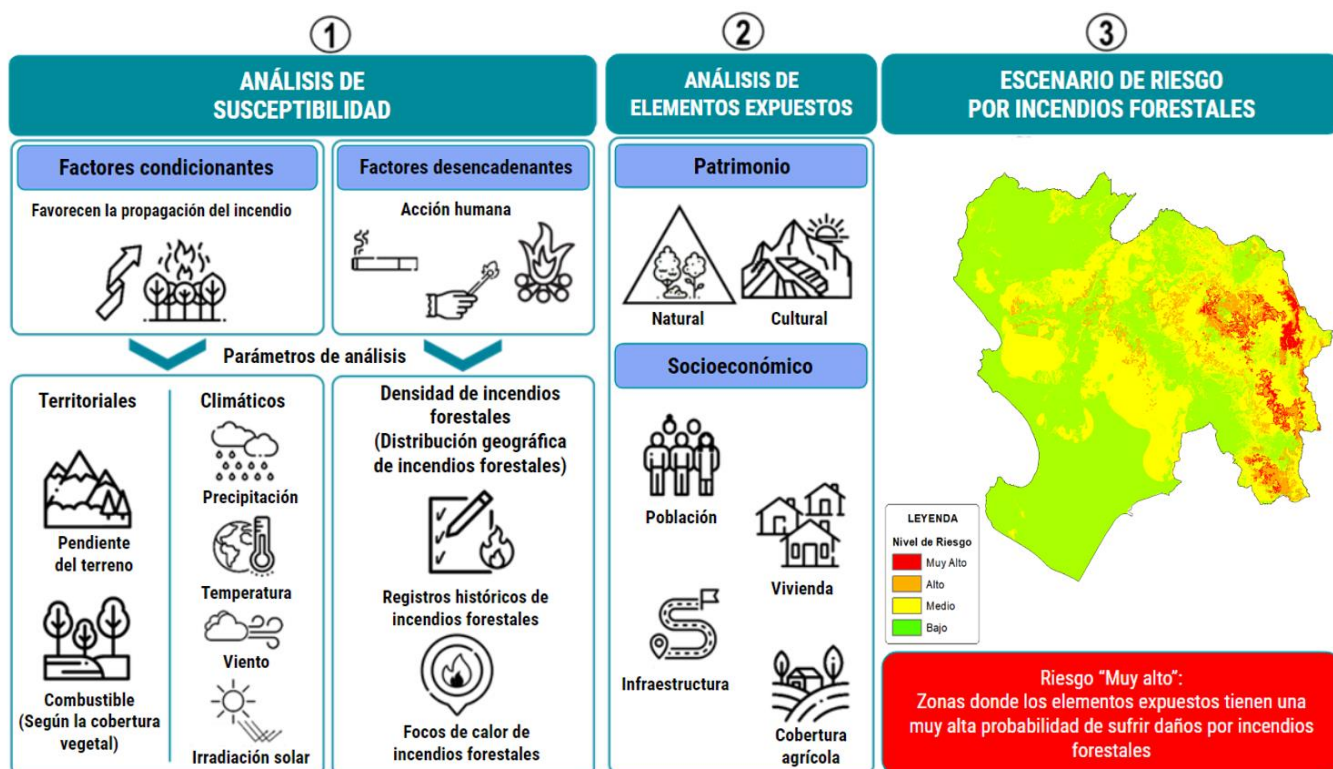
El análisis de susceptibilidad examina el peligro por incendios forestales, considerándose como el principal factor desencadenante a las acciones humanas, mientras que los factores condicionantes han tomado en cuenta los elementos que favorecen o desfavorecen la propagación de los incendios forestales. La identificación de los elementos expuestos, comprende los elementos patrimoniales: naturales e históricos-culturales, además de los elementos socioeconómicos y medios de vida de las poblaciones.

La superposición de los mapas de susceptibilidad y elementos expuestos dan como resultado el mapa del escenario de riesgo por incendios forestales.





Figura 6. Modelo del Escenario de riesgo por incendios forestales



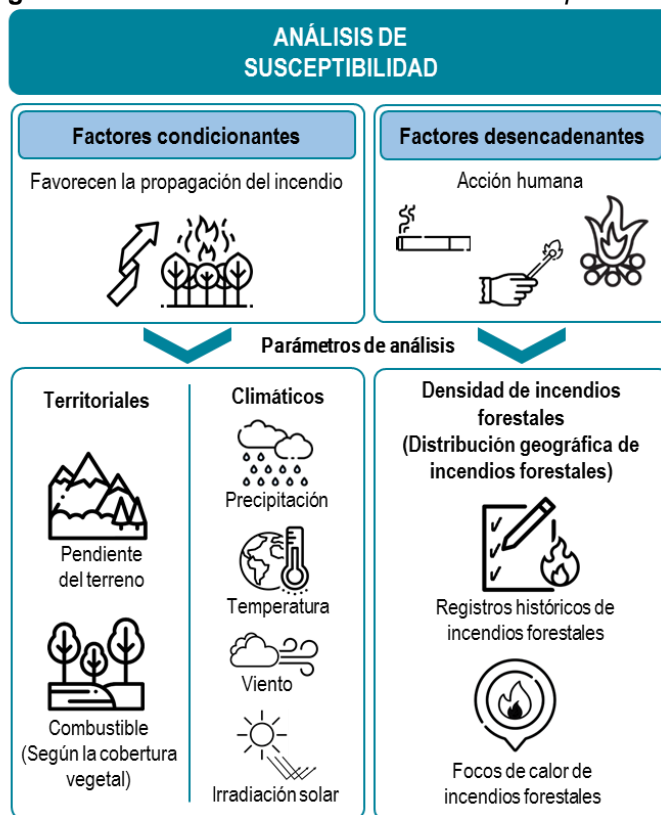
Fuente: Elaborado por CENEPRED. 2024

## 7.1 ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD

Este análisis permitirá conocer la predisposición del territorio del departamento de Piura a la ocurrencia de incendios forestales, el nivel de susceptibilidad a incendios forestales estará basado en las características del factor desencadenante y los factores condicionantes. El principal factor desencadenante es el fuego producido por las acciones humanas, mediante las quemas (actividad ancestral relacionada a la agricultura) y actos negligentes de arrojar objetos que producen fuego sobre coberturas vegetales secas como cigarrillos encendidos y objetos de vidrio que pueden generar el efecto lupa. Respecto a los factores condicionantes, se ha considerado las características territoriales y climáticas que favorecen la propagación del fuego (Figura 7).



**Figura 7. Modelamiento de los factores de susceptibilidad**



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2020

### 7.1.1 Factores condicionantes territoriales

#### A) Combustible (cobertura vegetal)

El tipo de vegetación condiciona la intensidad del fuego para cada zona, estas características intrínsecas de la vegetación le brindan cierto grado de probabilidad de incendiarse, propagar y mantener el fuego, esto se conoce como combustibilidad. (IDEAM, 2011; MiAMBIENTE, 2015)

El mapa de combustible fue elaborado por el CENEPRED, basándose en la clasificación de tipos de combustible propuesta por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2011) (Tabla 2). Para ello se utilizó como insumo el mapa de cobertura vegetal del Gobierno Regional de Piura (2022)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Información homologada con las unidades del Sistema de Clasificación de Cobertura de la Tierra Corine Land Cover (CLC), la metodología Corine Land Cover del año 1990 (CLC90) fue refinada en el año 2000 con la propuesta CLC2000 e Image2000; la primera es una guía para la actualización de bases de datos de cobertura del suelo en Europa, la segunda es una guía estandarizada para el procesamiento de imágenes de satélite.



**Tabla 2.** *Tipos de combustible predominante según la cobertura vegetal*

ID	Cobertura vegetal	Combustible predominante
1	Agricultura intensiva	Arbustos
2	Agricultura semi intensiva	Arbustos
3	Agricultura semi intensiva y pasto cultivado	Arbustos
4	Agricultura semi intensiva y pasto natural	Arbustos
5	Agricultura semi intensiva, agroforesteria y silvopastura	Arbustos
6	Agricultura semi intensiva, pasto cultivado y pasto natural	Arbustos
7	Agricultura temporal	Arbustos
8	Agricultura temporal y pasto natural	Arbustos
9	Agricultura temporal y pasto natural en área degradada	Arbustos
10	Agroforesteria	Árboles y arbustos
11	Agroforesteria y silvopastura	Árboles y arbustos
12	Agroforesteria, pasto cultivado y agricultura semi intensiva	Árboles y arbustos
13	Algarrobal ribereño	Árboles
14	Arbustal de paramo	Arbustos
15	Área urbana	Área urbana
16	Bofedal	No combustible
17	Bosque húmedo de montaña	Árboles
18	Bosque seco denso de colina	Árboles
19	Bosque seco denso de llanura	Árboles
20	Bosque seco denso de montaña	Árboles
21	Bosque seco interandino	Árboles
22	Bosque seco muy ralo de colina	Árboles
23	Bosque seco muy ralo de llanura	Árboles
24	Bosque seco muy ralo de montaña	Árboles
25	Bosque seco ralo de colina	Árboles
26	Bosque seco ralo de llanura	Árboles
27	Bosque seco ralo de montaña	Árboles
28	Bosque seco semi denso de colina	Árboles
29	Bosque seco semi denso de llanura	Árboles
30	Bosque seco semi denso de montaña	Árboles
31	Cuerpo de agua	No combustible
32	Humedal	No combustible
33	Manglar	Árboles
34	Matorral de dunas	Arbustos
35	Matorral desértico	Arbustos
36	Matorral húmedo	Arbustos
37	Matorral húmedo y pasto natural	Arbustos
38	Matorral húmedo, pasto natural y agricultura semi intensiva	Arbustos
39	Matorral seco	Arbustos
40	Matorral seco interandino	Arbustos
41	Matorral subhúmedo	Arbustos
42	Matorral subhúmedo en área degradada	Arbustos
43	Matorral subhúmedo y agricultura semi intensiva	Arbustos



44	Matorral subhúmedo y agricultura temporal	Arbustos
45	Matorral subhúmedo y agricultura temporal en área degradada	Arbustos
46	Matorral subhúmedo y pasto natural	Arbustos
47	Matorral subhúmedo y pasto natural en área degradada	Arbustos
48	Matorral subhúmedo, pasto natural y agricultura semi intensiva	Arbustos
49	Matorral subhúmedo, pasto natural y agricultura temporal	Arbustos
50	Pajonal de Paramo	Pastos
51	Pajonal de paramo con arbustos	Pastos/arbustos
52	Pasto cultivado	Pastos/hierbas
53	Pasto cultivado y agricultura semi intensiva	Pastos/hierbas
54	Pasto natural	Pastos/hierbas
55	Pasto natural en área degradada	Pastos/hierbas
56	Pasto natural y agricultura semi intensiva	Pastos/hierbas
57	Pasto natural y agricultura temporal	Pastos/hierbas
58	Pasto natural y agricultura temporal en área degradada	Pastos/hierbas
59	Pasto natural y matorral húmedo	Pastos/arbustos
60	Pasto natural y matorral húmedo en área degradada	Pastos/arbustos
61	Pasto natural y matorral subhúmedo	Pastos/arbustos
62	Pasto natural y matorral subhúmedo en área degradada	Pastos/arbustos
63	Pasto natural, agricultura semi intensiva y matorral húmedo	Pastos/arbustos
64	Pasto natural, agricultura semi intensiva y matorral subhúmedo	Pastos/arbustos
65	Pasto natural, agricultura temporal y matorral subhúmedo	Pastos/arbustos
66	Silvopastura	Pastos
67	Silvopastura y agricultura semi intensiva	Pastos/arbustos
68	Silvopastura y agroforesteria	Pastos/arbustos
69	Sin Vegetación	No combustible

*Fuente:* Elaborado por el CENEPRED con información del GORE Piura e IDEAM. 2024

Finalmente, se le otorgó una ponderación según esta última clasificación (Tabla 3).

**Tabla 3. Ponderación de los tipos de combustibles**

Combustible predominante	Nivel de combustibilidad	Peso asignado
No Combustible	Muy bajo	1
Árboles	Bajo	2
Árboles y arbustos	Medio	3
Arbustos	Medio	3
Arbustos y pastos	Alto	4
Hierbas y Pastos	Muy alto	5
Pastos	Muy alto	5

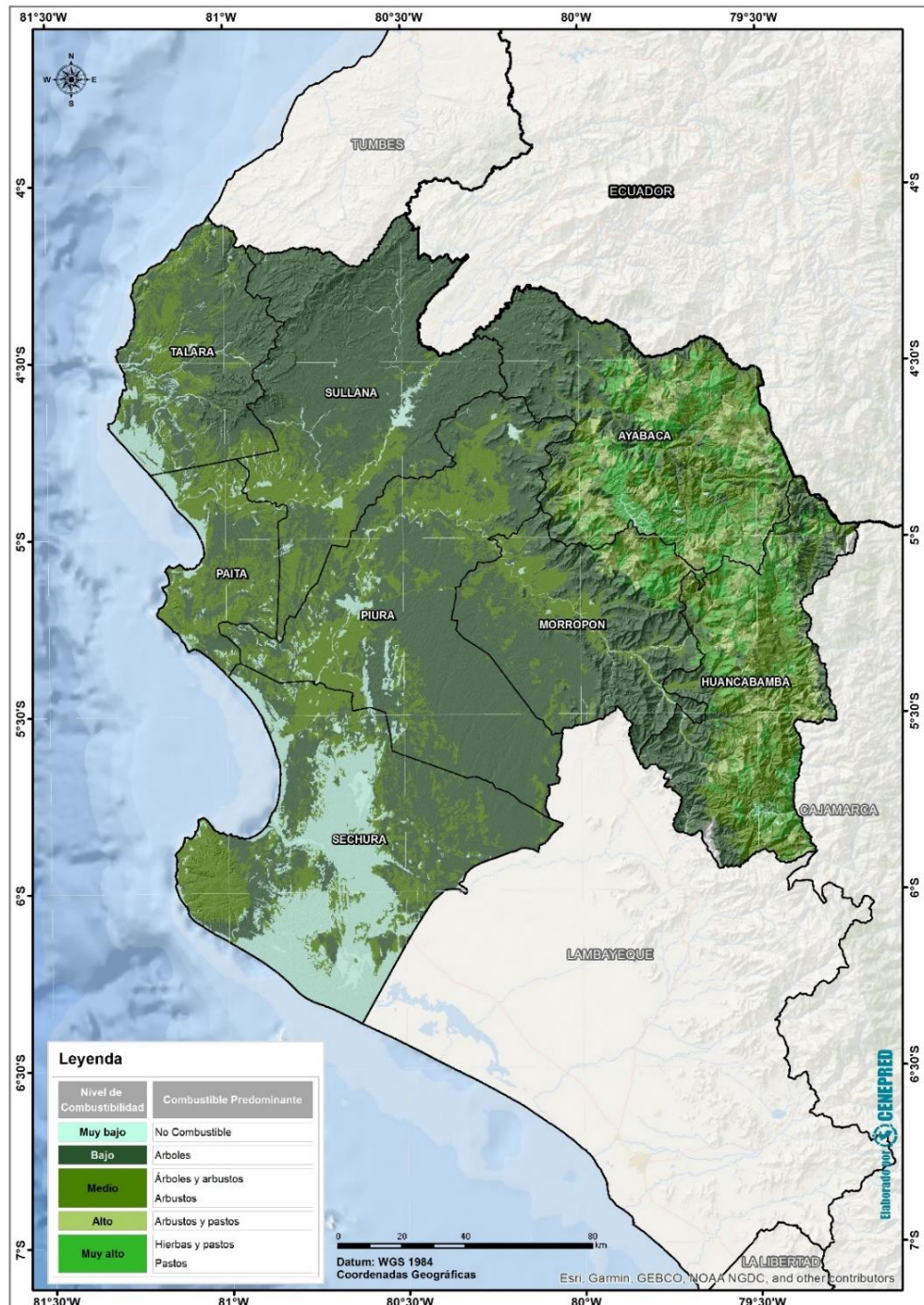
*Fuente:* Elaborado por el CENEPRED con información del GORE Piura e IDEAM. 2024





El resultado del análisis para el mapa de combustible del departamento de Piura se muestra en la Figura 8.

**Figura 8. Mapa de combustible a partir de la cobertura vegetal**



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2024

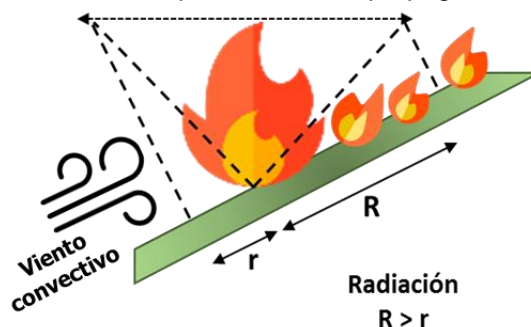
## B) Pendiente

Cuando se genera un incendio, este reaccionará favorablemente a las pendientes más pronunciadas, donde las llamas se acercan más al



combustible y propagan el fuego por radiación, convección y contacto con la vegetación precalentada y seca, a su vez las formas del terreno interactúan con las condiciones ambientales como los vientos y el calentamiento solar para promover o retardar el comportamiento del fuego (Johnson & Miyanishi, 2001; Omi, 2005) (Figura 9).

**Figura 9.** Influencia de la pendiente en la propagación del fuego



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2021

El mapa de pendientes del departamento de Piura (Figura 10), elaborado por el CENEPRED (2024), usó como base el modelo digital de elevación (30 metros de resolución) obtenido del proyecto ASTER Global DEM de la colección Terra ASTER de la Japan Space System, los rangos de las pendientes se adaptaron de la propuesta del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), para luego asignar un peso a cada rango (Tabla 4).

**Tabla 4.** Ponderación de las pendientes

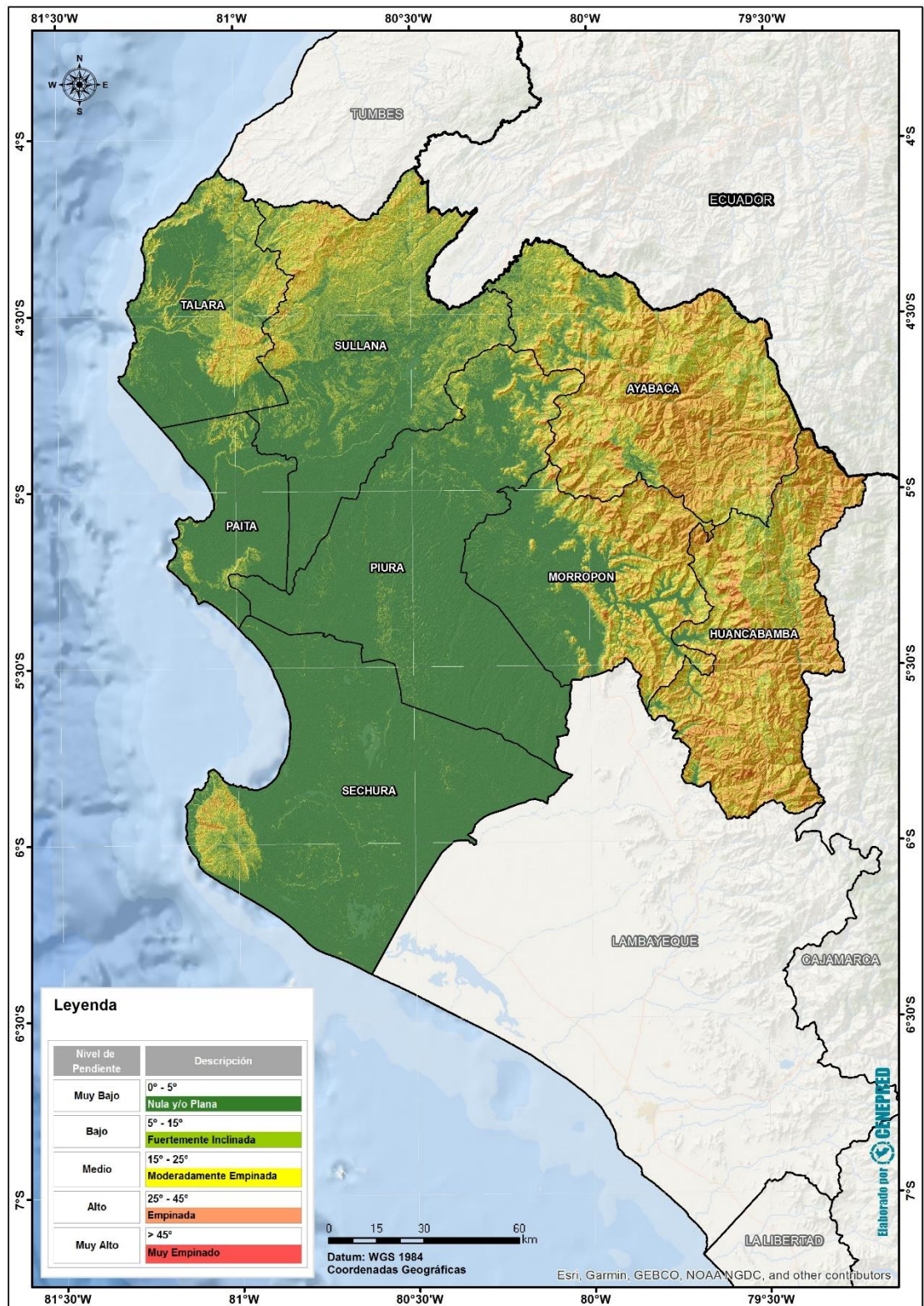
Pendiente del terreno en grados	Nivel de pendiente	Peso
Muy escarpada: > 45°	Muy alto	5
Muy fuerte: 25° a 45°	Alto	4
Fuerte: 15° a 25°	Medio	3
Moderada: 5° a 15°	Bajo	2
Suave: 1° a 5°	Muy bajo	1

Fuente: Adaptado por CENEPRED de INGEMMET. 2020





Figura 10. Mapa de pendientes



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2024



## 7.1.2 Factores condicionantes climáticos

Los incendios pueden ser precedidos por temporadas de déficit hídrico. Las regiones especialmente susceptibles a los incendios forestales son aquellas que tienen una estación seca, marcada con altas temperaturas. Asimismo, pueden agravarse con los fuertes vientos que ayudan a extender el fuego sobre grandes áreas (Smith, 2001).

### A) Clima

La información usada corresponde al mapa de clasificación climática del Perú, generada por el SENAMHI (2020). La información base de esta clasificación está apoyada en datos meteorológicos de veinte años (1981-2010), a partir de la cual se procedió a formular los "Índices Climáticos" y al trazado de los mismos de acuerdo con el sistema de clasificación de climas de Werren Thornthwaite (SENAMHI, 2020).

Finalmente, las unidades analizadas para el modelo contenían información referida a precipitación efectiva, temperatura eficiente, distribución de la precipitación pluvial a través del año y la humedad relativa media, estas variables fueron categorizadas de acuerdo a lo requerido para el modelo de precipitación y temperatura (CENEPRED, 2019).

Este modelo climático nacional se usó para el territorio del departamento de Piura. Se muestra el resultado del análisis de las variables climáticas regionales en la tabla 5 y el mapa con las condiciones climáticas favorables en la figura 11.

**Tabla 5.** Ponderación de variables climáticas (Thornthwaite)

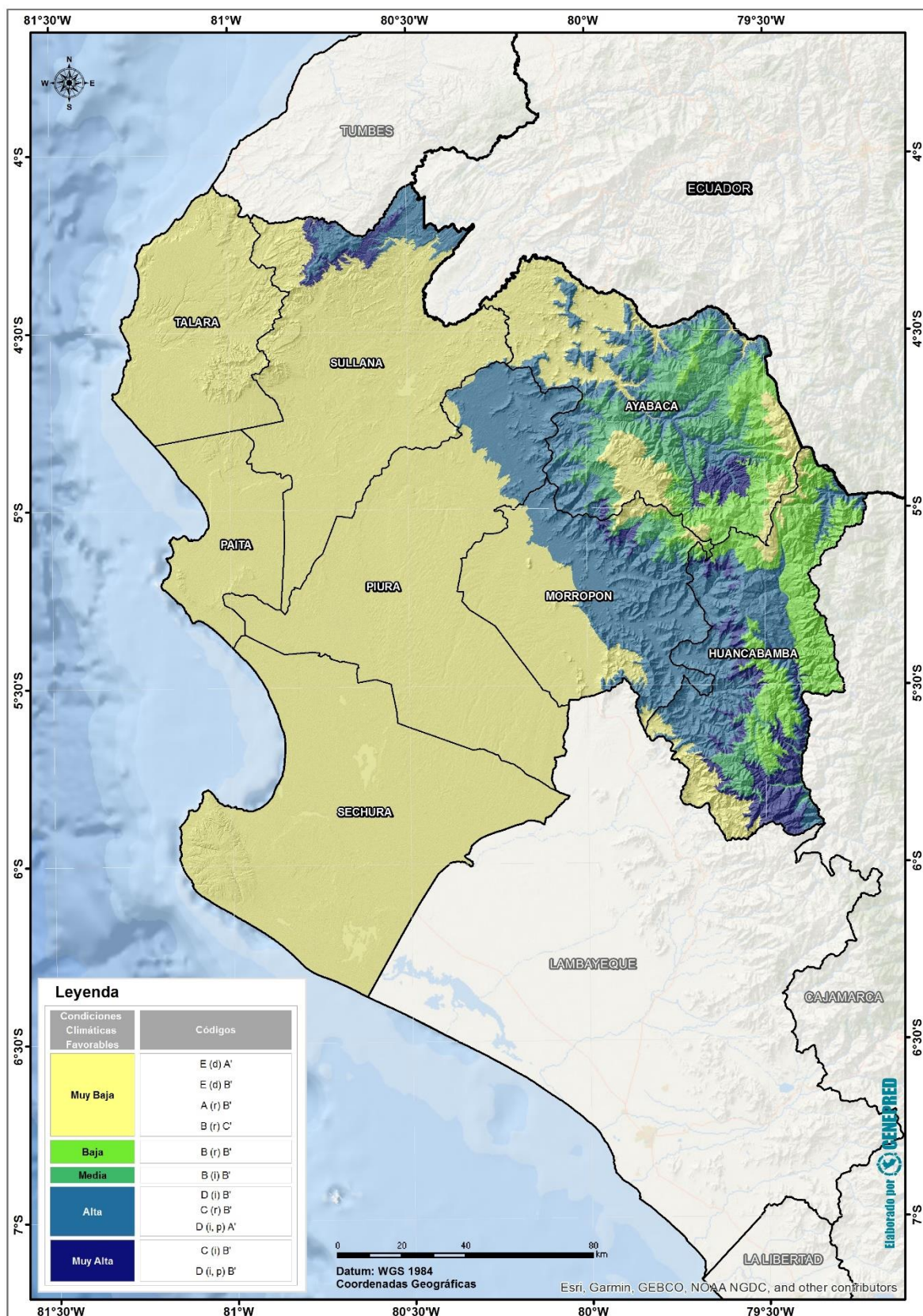
Código de clima	Precipitación efectiva	Distribución de la precipitación durante el año	Temperatura eficiente	Nivel	Peso
B (r) C'	Lluvioso	Humedad abundante en todas las estaciones del año	Frío	Muy bajo	1
A (r) B'	Muy lluvioso	Humedad abundante en todas las estaciones del año	Templado	Muy bajo	1
E (d) B'	Árido	Deficiencia de humedad en todas las estaciones del año	Templado	Muy bajo	1
E (d) A'	Árido	Deficiencia de humedad en todas las estaciones del año	Cálido	Muy bajo	1
B (r) B'	Lluvioso	Humedad abundante en todas las estaciones del año	Templado	Bajo	2
B (i) B'	Lluvioso	Invierno seco	Templado	Medio	3
D (i) B'	Semiárido	Invierno seco	Templado	Alto	4
C (r) B'	Semiseco	Humedad abundante en todas las estaciones del año	Templado	Alto	4
D (i , p) A'	Semiárido	Invierno y primavera secos	Cálido	Alto	4
C (i) B'	Semiseco	Invierno seco	Templado	Muy alto	5
D (i , p) B'	Semiárido	Invierno y primavera secos	Templado	Muy alto	5

Fuente: Elaborado por CENEPRED con datos de SENAMHI. 2024





Figura 11. Mapa de condiciones climáticas favorables



Fuente: Elaborado por el CENEPRED con información del SENAMHI. 2024



## B) Vientos

La propagación rápida del fuego está predominantemente asociada con el viento, más aún en las pendientes más inclinadas, donde generalmente se originan vientos convectivos locales ascendentes (aire calentado por el terreno) y por lo tanto el fuego tiende a subir rápidamente aumentando en la velocidad de propagación hacia el combustible que está sin arder, provocando su rápida ignición (Moscovich et al., 2014; Omi, 2005).

Para este escenario se ha usado el mapa de velocidades medias de vientos para Perú obtenido del Atlas Global de Vientos, que es un proyecto internacional publicado por el Grupo del Banco Mundial<sup>2</sup>.

Este mapa nos proporciona una estimación de la velocidad media del viento desde 10 a 200 metros sobre el nivel de la superficie y nos muestra las zonas donde existen las mayores concentraciones de velocidades de los vientos. Para el análisis del departamento de Piura se usarán los datos obtenidos a 10 metros de la superficie y para su clasificación se tomó como referencia la escala Beaufort para la fuerza del viento a partir de la velocidad y sus efectos en tierra (Tabla 6) y (Figura 12).

**Tabla 6.** Fuerza del viento y efectos en tierra según Beaufort

Grado Beaufort	Velocidad Beaufort (m/s)	Descripción	Peso
0 a 1	0.0 - 1.5	Calma y ventolina	1
2	1.5 - 3.4	Leve	2
3	3.4 - 5.4	Flojo	3
4	5.4 - 7.9	Moderado	4
Mayor a 5	> 7.9	Molesto a fuerte	5

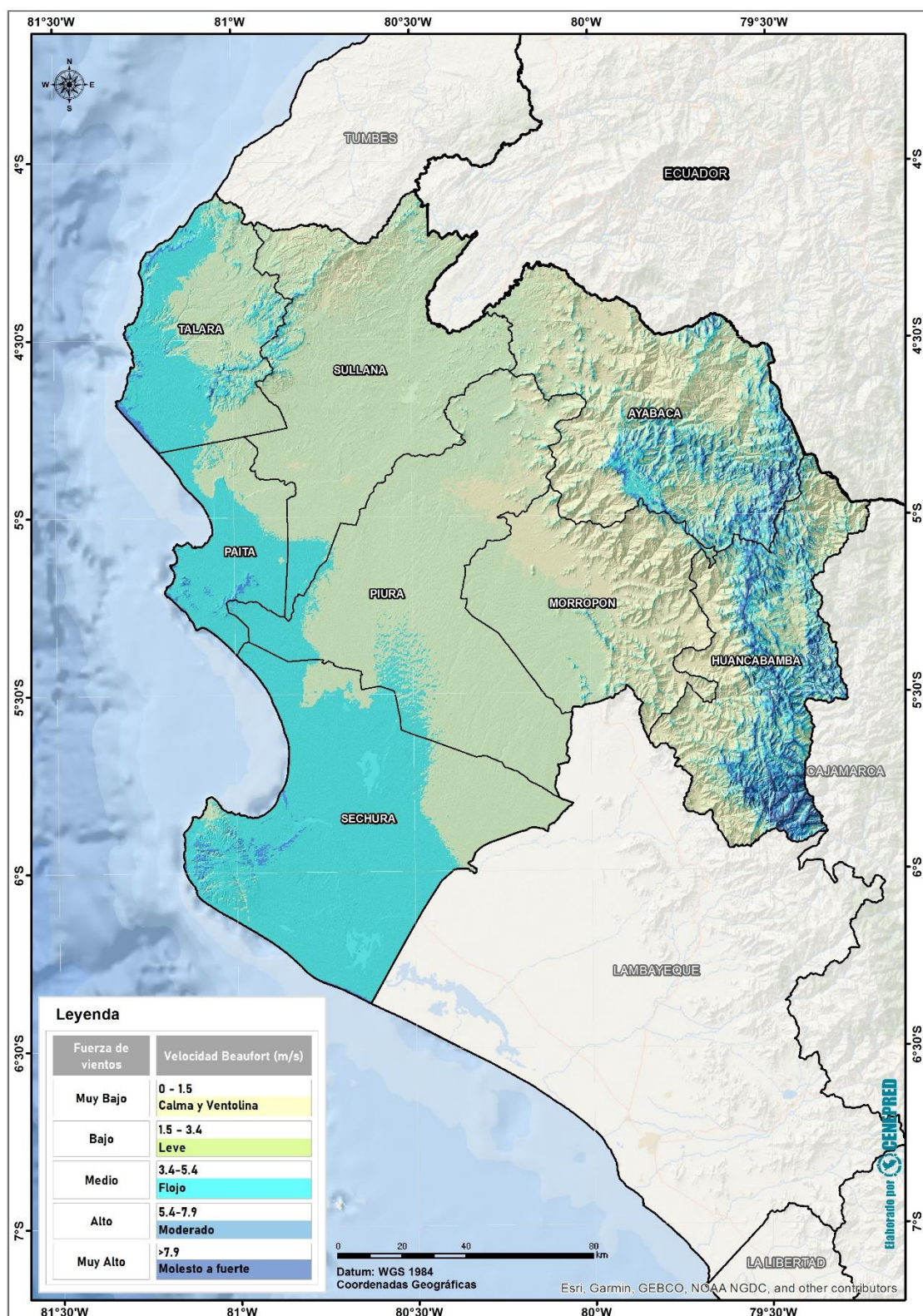
*Fuente:* Elaborado por CENEPRED. 2020

<sup>2</sup> El mapa de velocidad media de vientos del Perú fue obtenido del "Global Wind Atlas 3.0, una aplicación gratuita basada en web desarrollada, propiedad y operada por la Universidad Técnica de Dinamarca (DTU). El Global Wind Atlas 3.0 se lanza en asociación con el Grupo del Banco Mundial, utilizando datos proporcionados por Vortex, utilizando fondos proporcionados por el Programa de Asistencia para la Gestión del Sector Energético (ESMAP). Para obtener información adicional: <https://globalwindatlas.info> "





Figura 12. Mapa de fuerza de los vientos



Fuente: Elaborado por el CENEPRED con información del Global Wind Atlas (World Bank Group). 2024



### C) Irradiación solar

La intensidad de la radiación solar es mayor cuando la superficie terrestre es perpendicular a los rayos solares (factor de vista óptimo). La perpendicular sobre la superficie variará con la época del año, la hora del día y la latitud (Zárate, 2004). En general las solanas están sometidas a una mayor insolación por lo que tienen menor humedad y menos vegetación que las umbrías sin embargo esta vegetación como combustible estará más seca, por lo que el fuego avanzará más rápidamente (EDUCARM, n.d.)

Durante el año, las zonas de mayor incidencia e irradiación de energía solar del territorio de Piura se encuentran principalmente en el sector noroeste, donde se dispone de 6.0 a 7.0 kW h/m<sup>2</sup> de energía solar irradiada, mientras que las zonas de bajos valores de irradiación solar las encontramos en el lado este cercanos a la transición andina del departamento (Valores de 4.0 a 5.0 kW h/m<sup>2</sup>). Esta información fue obtenida del Atlas Solar Global, iniciativa de datos abiertos meteorológicos y de radiación solar de países específicos realizadas por el Banco Mundial<sup>3</sup>, ver Tabla 7 y Figura 13.

**Tabla 7.** Ponderación del promedio anual de energía solar incidente

Rango kW h/m <sup>2</sup>	Nivel de energía solar incidente	Peso asignado
0.0 - 4.0	Muy bajo	1
4.1 - 5.0	Bajo	2
5.1 - 5.5	Medio	3
5.6 - 6.0	Alto	4
6.1 - 7.0	Muy alto	5

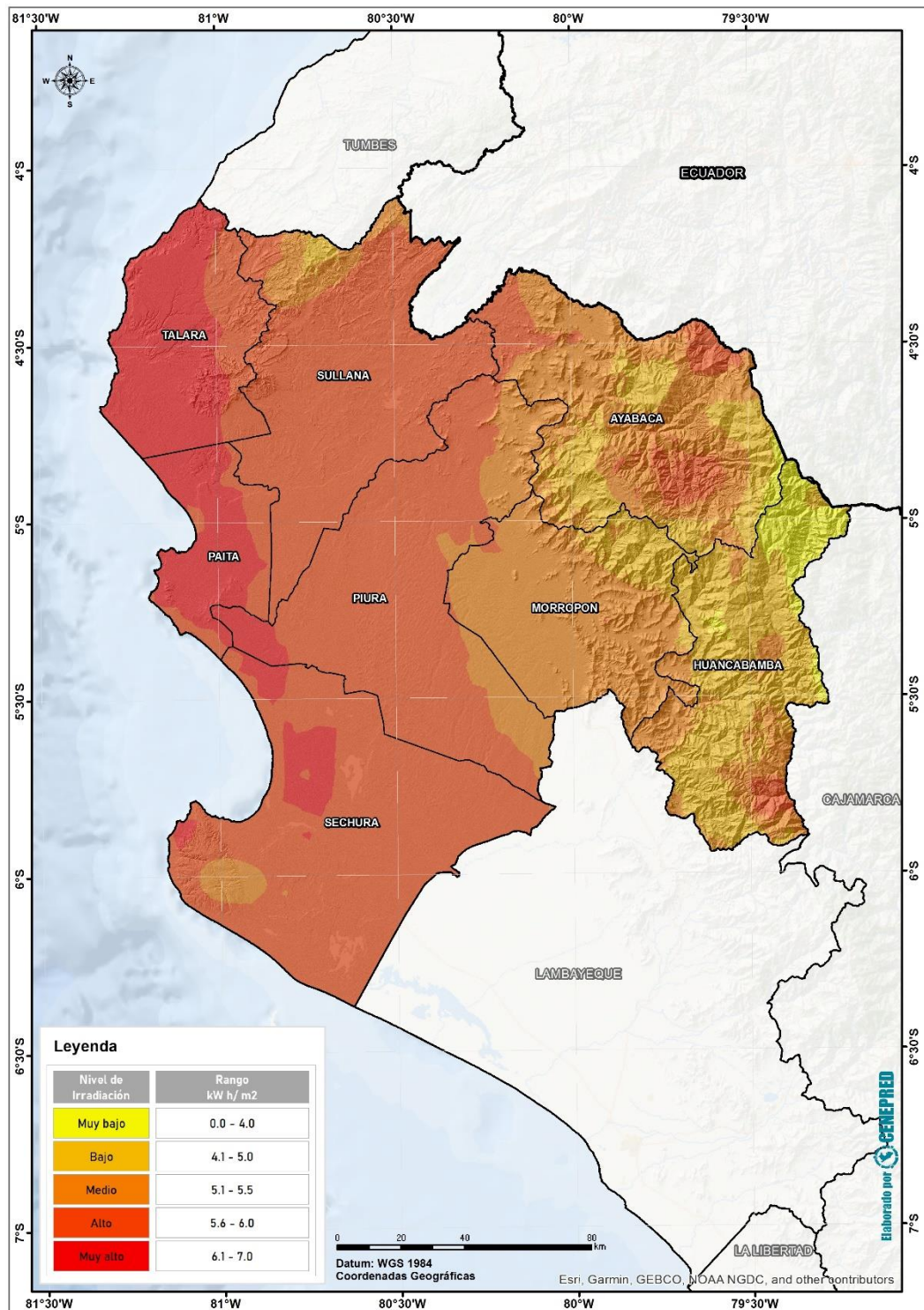
*Fuente:* Elaborado por CENEPRED con datos del Global Solar Atlas (World Bank Group). 2020

<sup>3</sup> El mapa de irradiación solar del Perú fue obtenido de "Global Solar Atlas 2.0, una aplicación gratuita basada en web desarrollada y operada por la empresa Solargis s.r.o. en nombre del Grupo del Banco Mundial, utilizando datos de Solargis, con financiación proporcionada por el Programa de Asistencia para la Gestión del Sector Energético (ESMAP). Para obtener información adicional: <https://globalsolaratlas.info>





Figura 13. Mapa de irradiación de energía solar incidente



Fuente: Elaborado por el CENEPRED con información del Global Solar Atlas (World Bank Group).  
2024



### 7.1.3 Modelamiento de los factores condicionantes

La Tabla 8, muestra los pesos asignados a los parámetros de evaluación, según los factores condicionantes: territoriales y climáticos. Es importante mencionar que los valores de los pesos, fueron asignados en coordinación y a través del trabajo conjunto con el equipo técnico de especialistas del Gobierno Regional de Piura encargado de esta actividad, con base en su experiencia y conocimiento del territorio.

**Tabla 8.** *Matriz de factores condicionantes*

Parámetros de análisis		Peso asignado
F. C. Territoriales	Pendiente	0.40
	Combustible	0.25
F. C. Climáticos	Climas (Thornthwaite)	0.25
	Vientos	0.05
	Irradiación solar	0.05

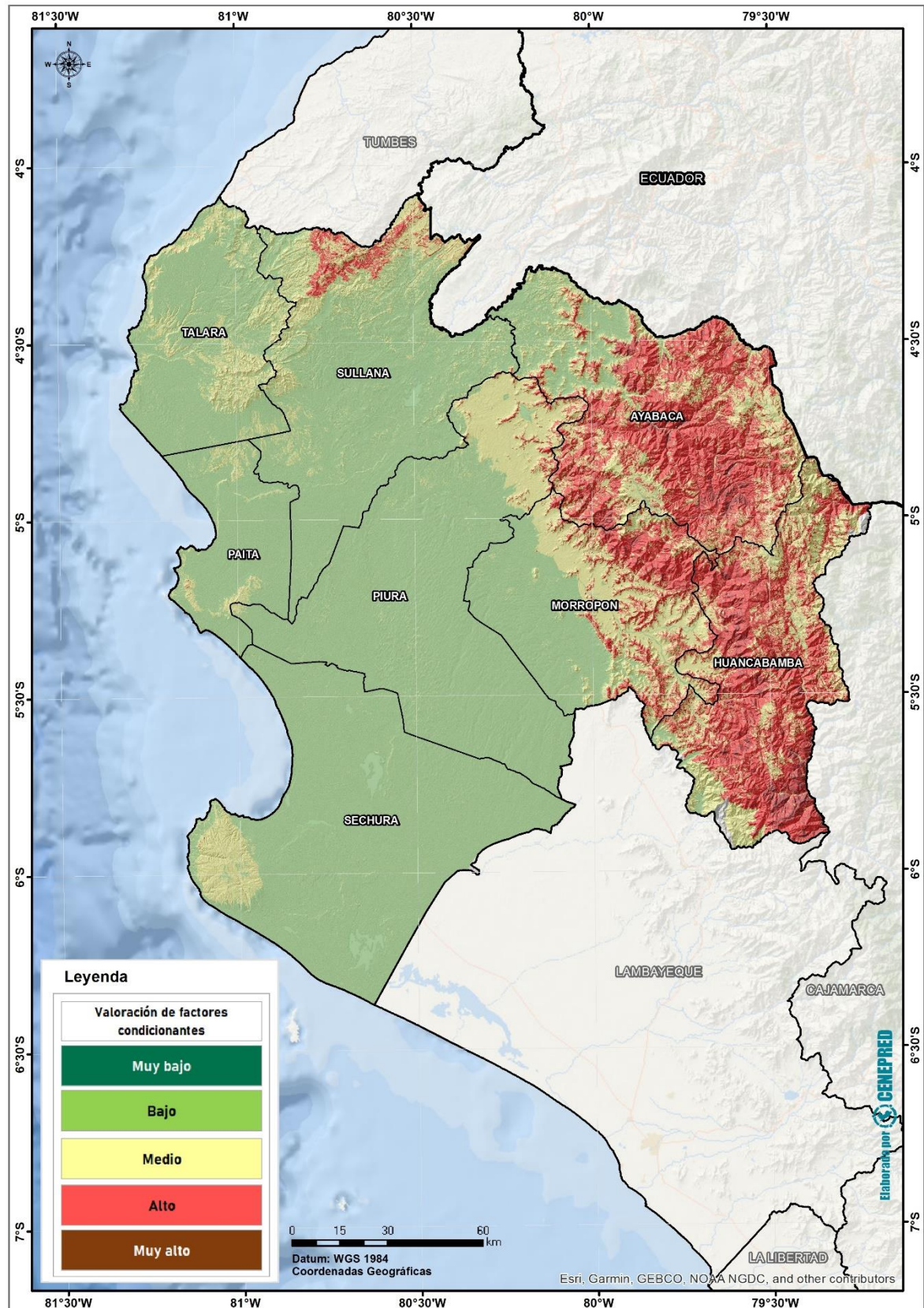
*Fuente:* Elaborado por el CENEPRED. 2024

El resultado espacial del modelamiento de factores condicionantes se muestra en la Figura 14.





Figura 14. Mapa de factores condicionantes para incendios forestales



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2024



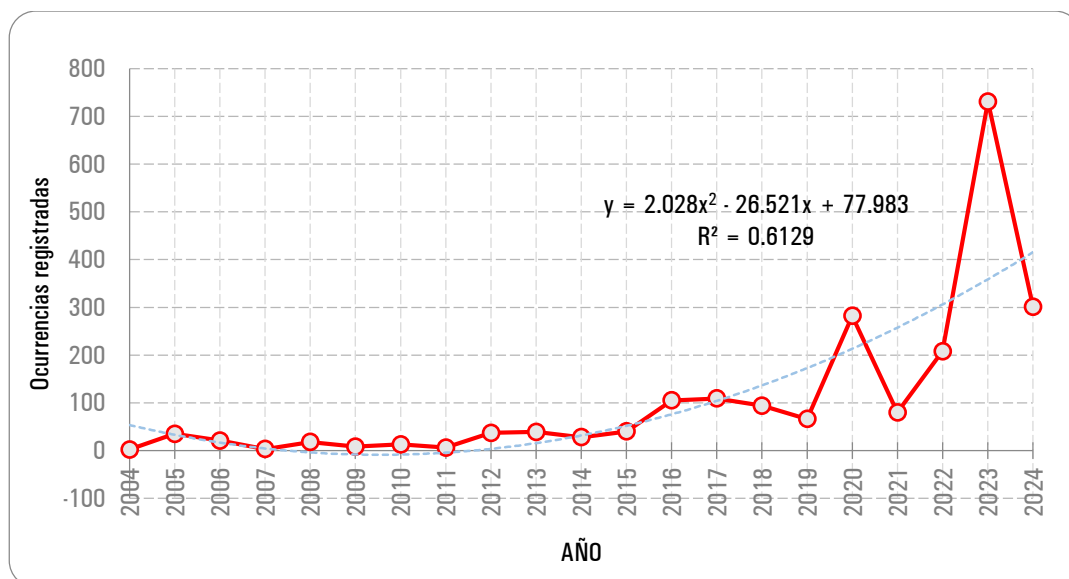
## 7.2 FACTOR DESENCADENANTE

La USAID (2015) a través de una evaluación de manejo de incendios forestales en Perú, diagnosticó por regiones a las causas antrópicas, como las actividades que generan el cambio de uso de suelo y que usan el fuego para la eliminación o renovación de vegetación, estas prácticas en su mayoría no controladas son desencadenantes de los incendios forestales.

Por otro lado, si bien las áreas naturales protegidas (ANP) en la actualidad cuentan con una “Estrategia de gestión del riesgo e incendios forestales” que les ha permitido reducir su número de hectáreas afectadas, su análisis de causas de ignición en sus ámbitos, sugiere que se dan en un 91% por el cambio de uso de suelos y por quema de pastos como actividad ancestral, y el 9% restante por la quema para obtener leña y por negligencias (SERNANP, 2016)<sup>4</sup>.

Para el departamento de Piura, la información estadística correspondiente a los registros históricos de emergencias de incendios forestales (INDECI 2024, MINAM 2024, SERFOR 2024)<sup>5</sup> del periodo analizado entre 2004-2024, muestra un incremento exponencial de ocurrencias registradas en el año 2023 (Figura 15).

**Figura 15.** Incendios registrados por año en el departamento Piura



Fuente: Elaborado por CENEPRED con información del GORE Piura, INDECI, MINAM y SERFOR. 2024

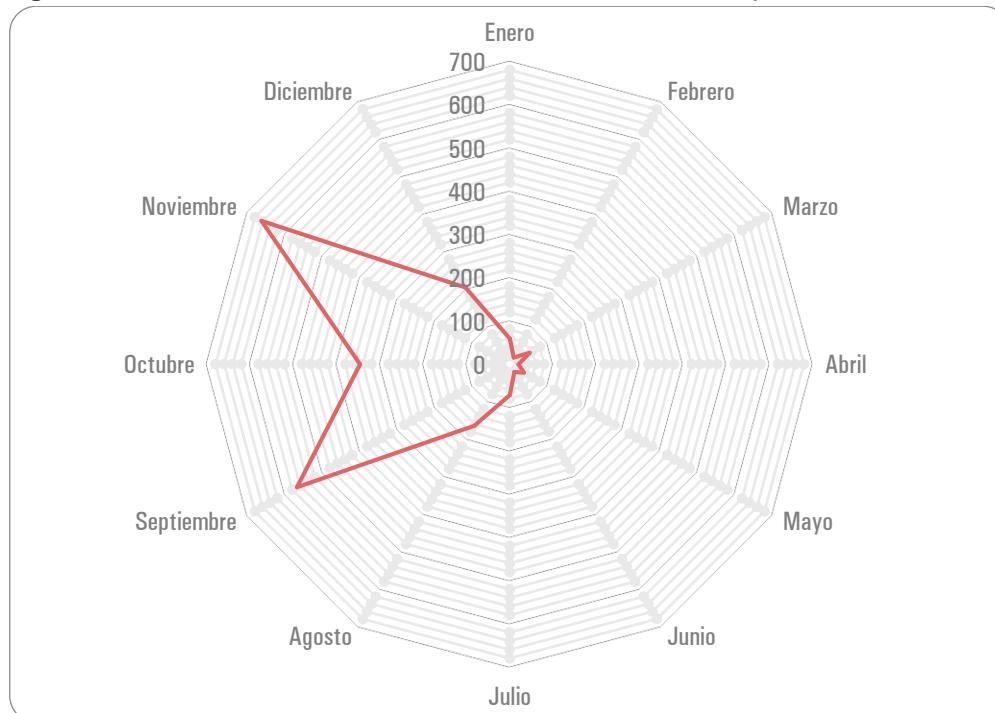
Asimismo, se identificó para el departamento, que la mayoría de incendios se han generado en el mes de noviembre. Este dato se asocia a la temporada seca, donde el fuego es utilizado en el manejo de prácticas agropecuarias y cambios de uso del suelo (Manta, 2017; Manta & León, 2004) (Figura 16).

<sup>4</sup> Referenciado en (SERFOR, 2018)

<sup>5</sup> Información analizada con un corte hasta el mes de diciembre del 2020.



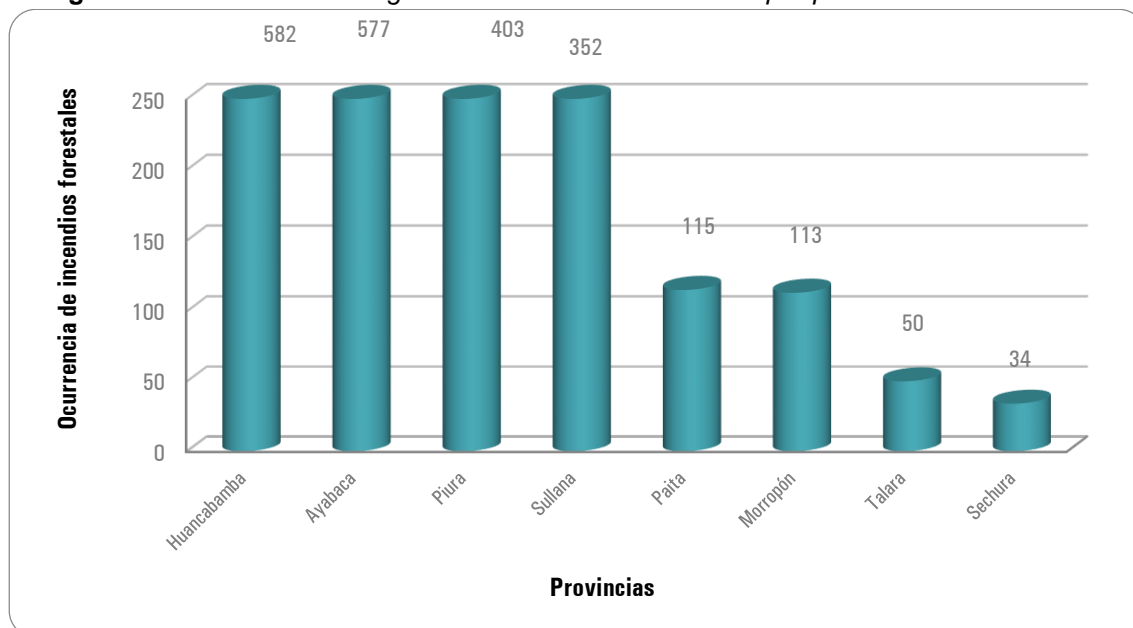
**Figura 16.** Tendencia mensual de incendios forestales en el departamento de Piura



Fuente: Elaborado por CENEPRED con información del GORE Piura, INDECI, MINAM y SERFOR. 2024

Al organizar las frecuencias de incendios forestales por provincias durante el periodo 2004-2024, el resultado concluye que las provincias con mayor registro de incendios forestales son Huancabamba y Ayabaca. (Figura 17).

**Figura 17.** Histórico de emergencias de incendios forestales por provincia



Fuente: Elaborado por CENEPRED con información del GORE Piura, INDECI, MINAM y SERFOR. 2024





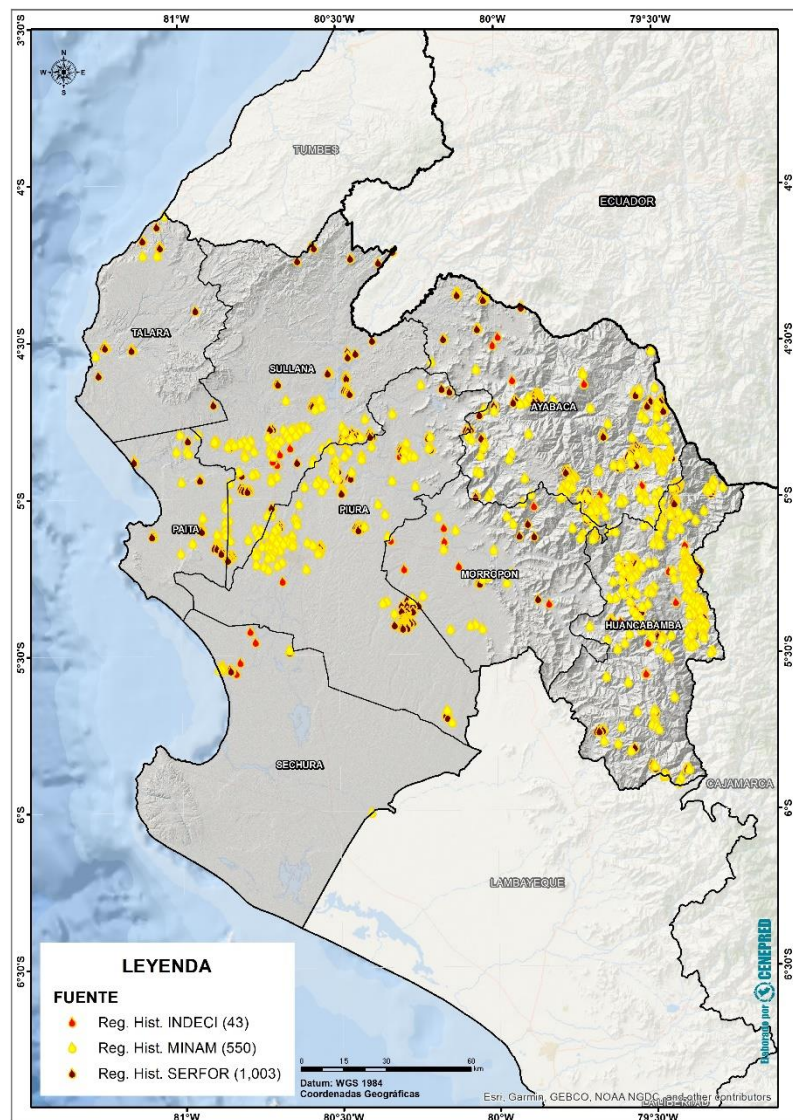
### 7.2.1 Densidad de incendios forestales

Para la obtención del mapa se elaboró un registro general de la ubicación espacial de incendios forestales con toda la información recopilada, pertenecientes a diferentes fuentes, con la finalidad de contar con una base de datos estandarizada, el tratamiento de estos datos se realizó de la siguiente manera:

#### A) Registros históricos de ocurrencia de incendios forestales

Se utilizaron los registros y emergencias históricas de incendios forestales del INDECI, MINAM y SERFOR, a estos, previamente se realizaron los controles de limpieza de datos duplicados por ubicación y fecha, posteriormente fueron unidos a una sola base de datos.

**Figura 18.** Mapa de registros históricos de ocurrencia de incendios forestales



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2024



## B) Focos de calor

- i. Fueron obtenidos a través del conjunto de radiómetros de imágenes infrarrojas visibles (VIIRS). Debido a su mayor resolución espacial de 350 metros, este producto de fuego activo proporciona mayor respuesta sobre los incendios de áreas relativamente pequeñas, así como el mapeo mejorado de grandes perímetros de fuego (Schroeder & Giglio, 2018). Además, esta información fue complementada con los datos de focos de calor de incendios forestales de 1 km de resolución, obtenidos de los sensores MODIS. Para la identificación de posibles incendios forestales en la data descargada se usaron los siguientes criterios:

Para los datos VIIRS, el algoritmo de detección de incendios forestales, nos muestra mejoras a las anomalías térmicas obtenidas en el desarrollo de los trabajos de Giglio et al., 2003; Kaufman et al., 1998; Morissette et al., 2005; Schroeder et al., 2008. En el cual los datos con mayor probabilidad de ser incendios forestales son aquellos que cumplen con los siguientes criterios (Schroeder et al., 2014):

$BT_4 > 325 \text{ K}$  y  $\Delta BT_{45} > 25 \text{ K}$  (Durante el día)

$BT_4 > 295 \text{ K}$  y  $\Delta BT_{45} > 10 \text{ K}$  (Durante la noche)

Donde:

$BT_4$ : Temperatura de brillo en grados Kelvin

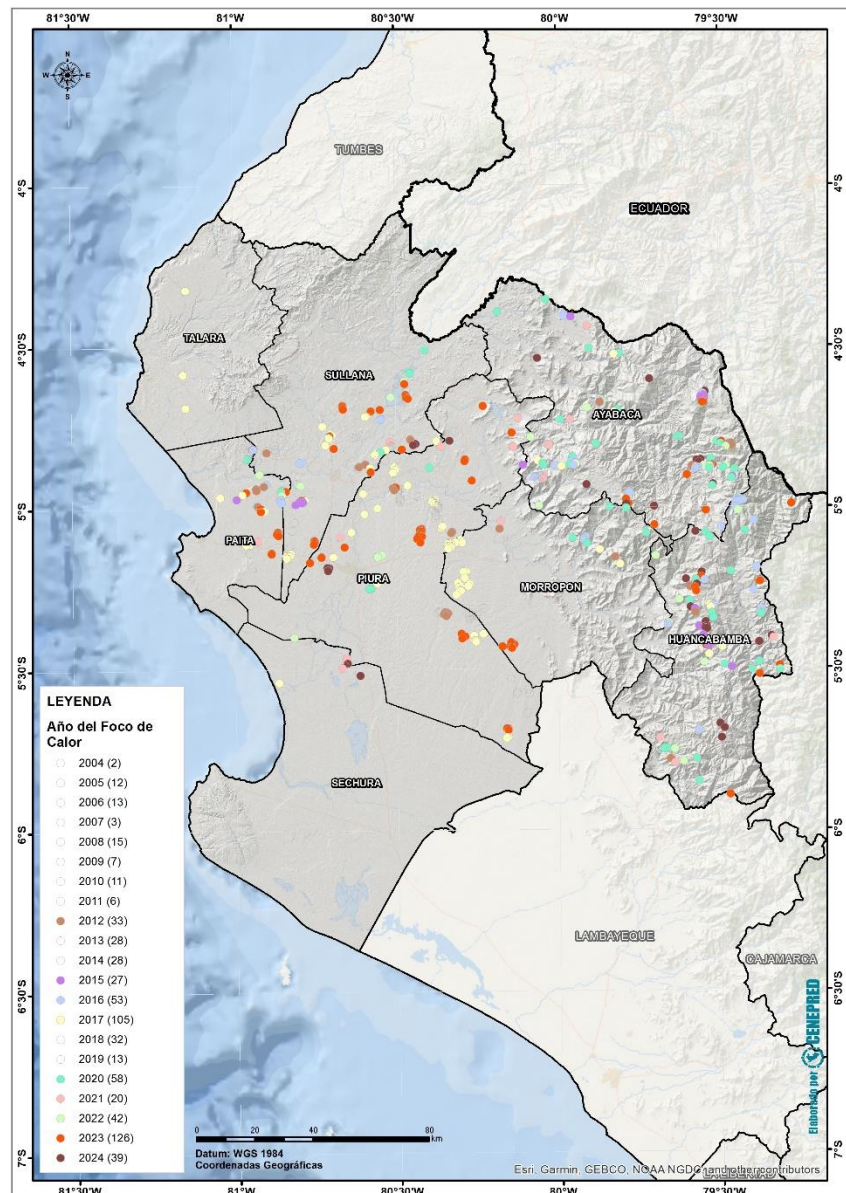
$\Delta BT_{45}$ : Diferencia de temperatura de brillo entre los canales 4 y 5

A su vez para los productos MODIS, 310 K representa la temperatura de brillo mínima requerida para que un dato se considere un píxel de fuego y, según la experiencia operativa de validación, 340 K representa un valor típico para un incendio razonablemente obvio durante el día. Para los datos de fuego nocturnos, los umbrales se alteran adecuadamente para que la mínima temperatura de probabilidad sea de 305K y el valor típico de incendio forestal nocturno validado sea de 320K. (Giglio et al., 2003).

- ii. Otra fuente de focos de calor históricos de incendios forestales, son los que fueron proporcionados por el SERFOR, los mismos ya fueron procesados y filtrados por dicha entidad, fueron adjuntados a la base de focos de calor previa verificación de duplicidad.



**Figura 19.** Mapa de focos de calor históricos de incendios forestales



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2024

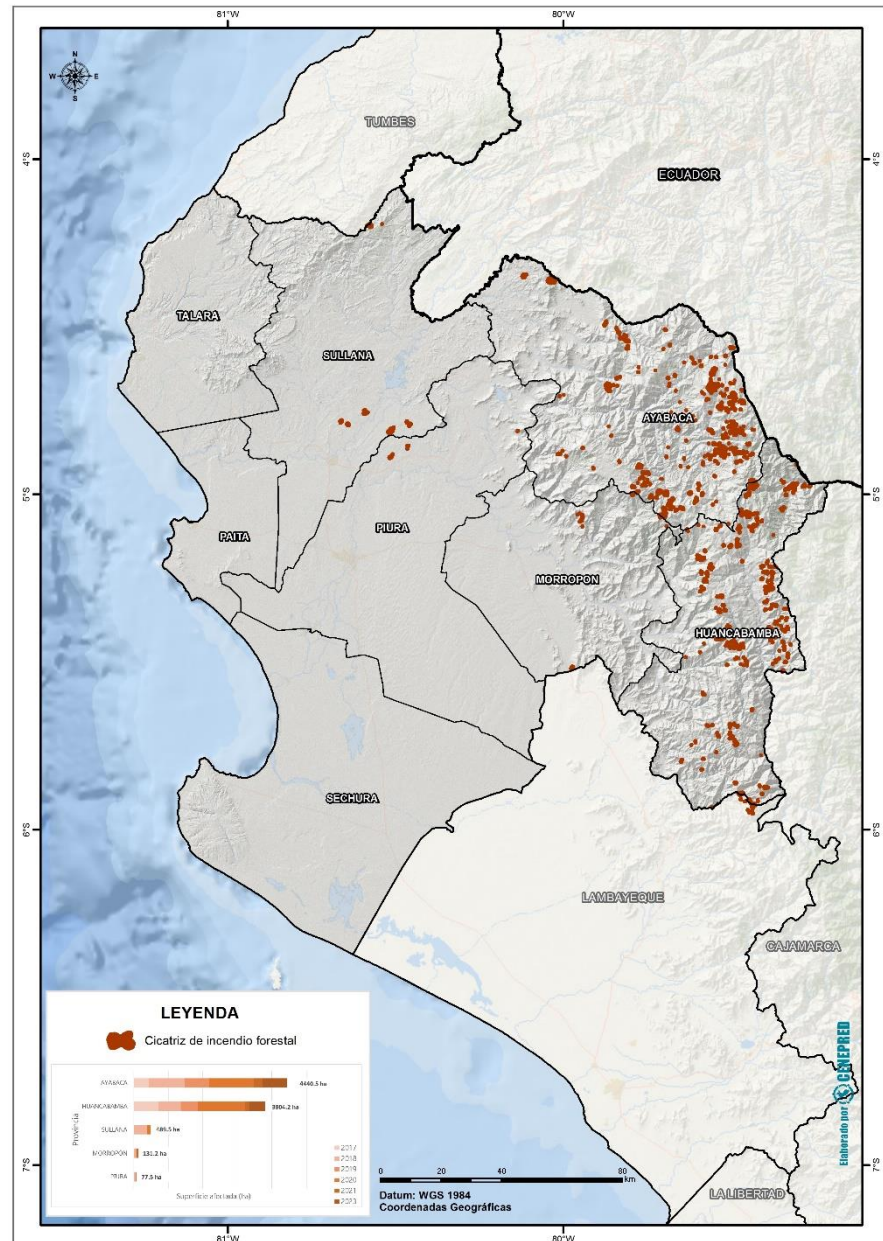
### C) Áreas afectadas por incendios forestales (cicatrices)

Esta información fue proporcionada por el SERFOR y permitió conocer la ubicación y magnitud espacial de las áreas afectadas por incendios forestales en el país, por medio de polígonos georreferenciados.

Como se aprecia en el gráfico de la figura 20, las superficies afectadas en 2020 superan considerablemente a las registradas en otros años.



**Figura 20.** Mapa de superficies afectadas por incendios forestales (cicatrices)



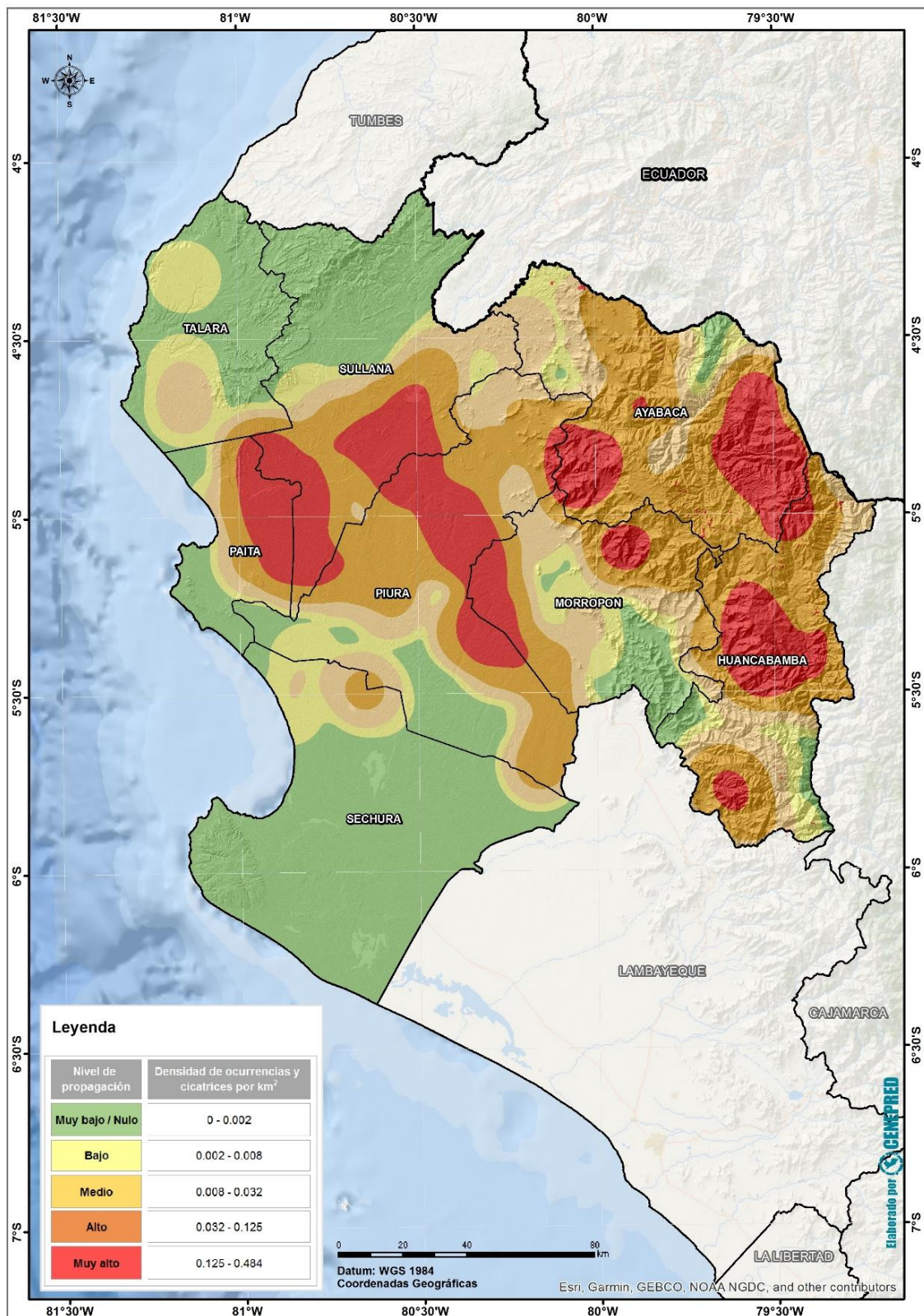
*Fuente:* Elaborado por el CENEPRED. 2024

### 7.2.2 Modelamiento del factor desencadenante

Se modeló por el método de densificación de puntos toda la información de la base de datos de ocurrencias de incendios forestales, dando como resultado las áreas de propagación de incendios forestales, que representan una aproximación a la distribución espacial de estos en el ámbito del departamento de Piura, durante el periodo 2004 – 2024. Posteriormente, se le incluyeron las superficies afectadas del 2017 – 2023, asignándoles valor 5, para obtener el mapa final de factor desencadenante (Figura 21).



**Figura 21.** Mapa del factor desencadenante - Propagación de incendios forestales (2004 - 2024)



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2024

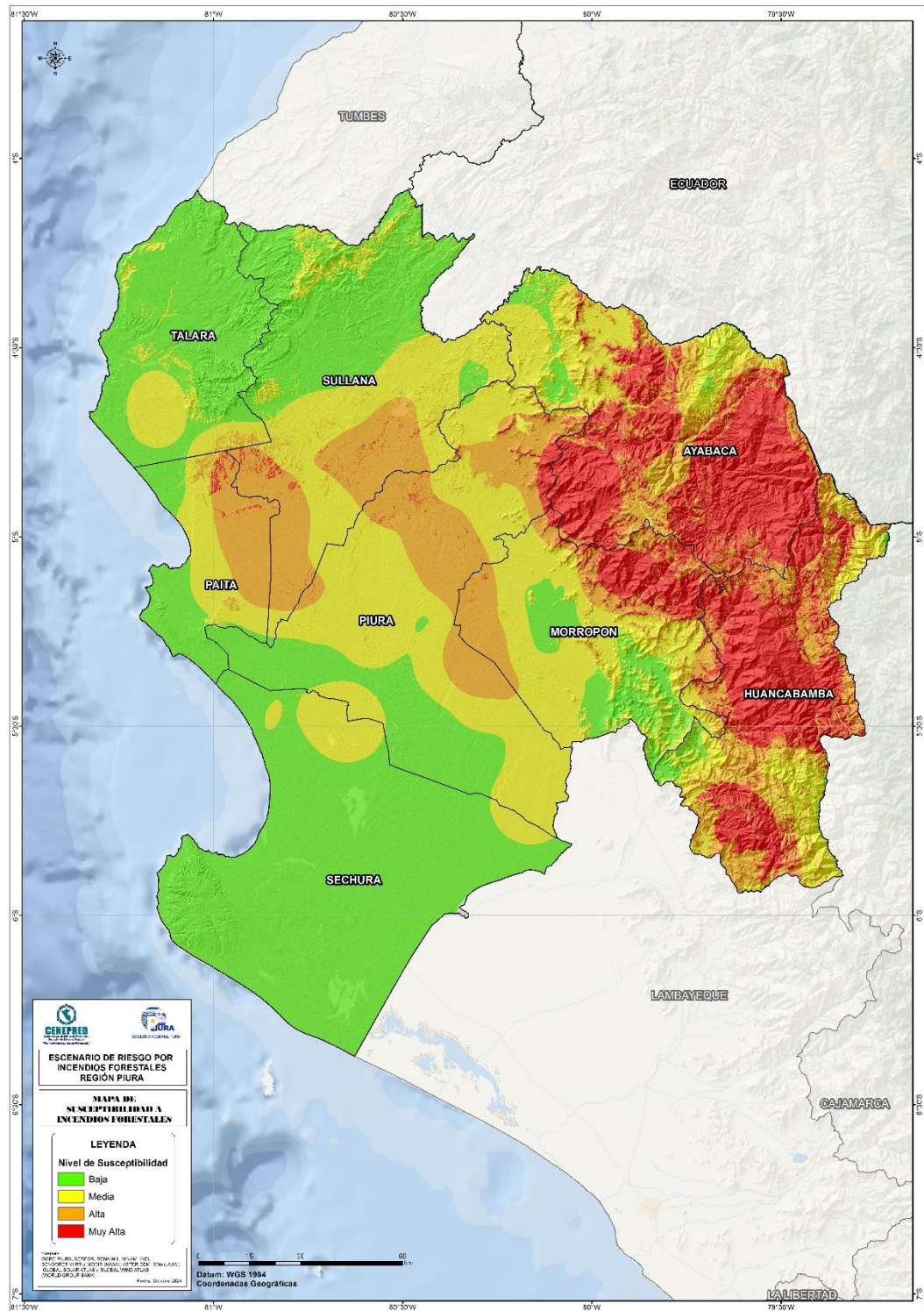




### 7.3 MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A INCENDIOS FORESTALES

Este mapa se obtuvo de la unión de los mapas factores condicionantes y mapa del factor desencadenante (Propagación de incendios forestales) (Figura 22).

**Figura 22.** Mapa de susceptibilidad a incendios forestales del departamento de Piura.



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2024



La Tabla 9 presenta las áreas correspondientes a los niveles de susceptibilidad a incendios forestales en el ámbito del departamento de Piura. Estos se clasifican en 4 categorías: bajo, medio, alto y muy alto.

**Tabla 9.** Áreas de niveles de susceptibilidad a incendios forestales en el departamento de Piura.

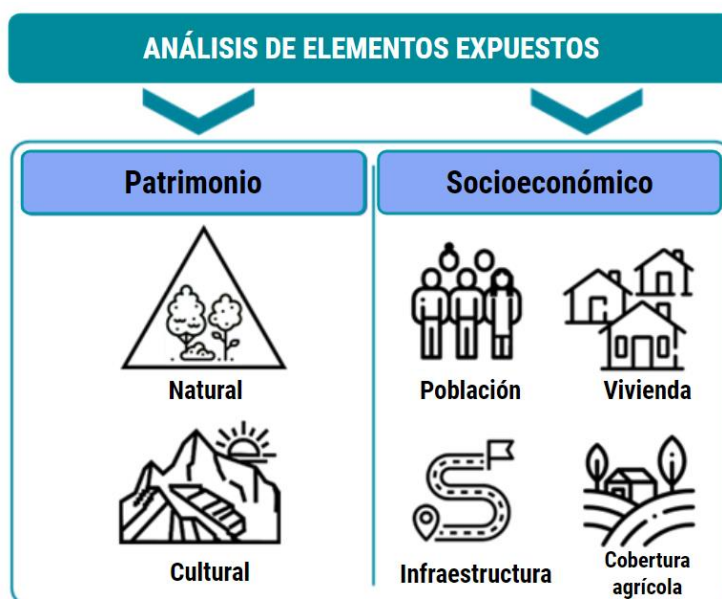
Nivel	Área aprox. (Ha)	Porcentaje (%)
Muy Alto	560,542.50	15.90%
Alto	637,649.91	18.08%
Medio	998,259.75	28.31%
Bajo	1,329,867.09	37.71%
<b>TOTAL</b>	<b>3,526,319.25</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaborado por CENEPRED. 2024

## 8 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

Los elementos expuestos al peligro de incendios forestales han sido clasificados en patrimoniales y socioeconómicos. Dentro de los patrimoniales se encuentran los naturales y culturales; mientras que en los elementos socioeconómicos se considera la población, las viviendas, la infraestructura y la cobertura agrícola. (Figura 23).

**Figura 23.** Elementos expuestos a incendios forestales



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2020



## 8.1 PATRIMONIALES

### 8.1.1 Patrimonio cultural

Se entiende por bien integrante del Patrimonio Cultural de la Nación toda manifestación del quehacer humano material o inmaterial, que por su importancia, valor y significado sea expresamente declarado como tal (Ley N° 28296, Ley General Del Patrimonio Cultural de La Nación, Del 21 de Julio Del 2004, 2004).

Los monumentos arqueológicos prehispánicos son los bienes materiales inmuebles que constituyen evidencia de actividad humana de época prehispánica, este patrimonio en el Perú es muy vasto debido a las grandes civilizaciones que habitaron este país a lo largo de todo nuestro variado territorio, con fines de registro, delimitación, investigación, conservación, protección y gestión, se clasifican principalmente en: **Sitio Arqueológico**, espacios con evidencia de actividad humana realizada en el pasado. **Zona Arqueológica Monumental**, conjunto de monumentos arqueológicos, de valor singular y excepcional debido a las relaciones cronológicas, funcionales y de dependencia jerárquica y **Paisaje Arqueológico**, lugares que demuestran el desarrollo de actividades humanas en un espacio concreto en interacción con el ecosistema (Reglamento de Intervenciones Arqueológicas, Del 3 de Octubre Del 2014, 2014).

Sin embargo, también muchos de estos vestigios, en la actualidad conviven cercanos o en medio de coberturas vegetales amenazadas y expuestas en los últimos años a la presencia de incendios forestales que podrían afectar su legado histórico.

Para el análisis de afectación por incendios forestales que podría sufrir este patrimonio, a la escala de trabajo para el departamento de Piura, serán evaluados mediante la exposición a los niveles de riesgo de acuerdo a su ubicación geolocalizada por el Ministerio de Cultura.

### 8.1.2 Patrimonio natural

De acuerdo al Plan de prevención y reducción de riesgos de incendios forestales: “El patrimonio forestal y de fauna silvestre, las plantaciones forestales y las áreas naturales protegidas, existentes en el Perú se considera como elementos de riesgo o expuestos” (SERFOR, 2018).

De acuerdo a lo mencionado este análisis ha considerado a los principales **ecosistemas** que forman parte del patrimonio natural del departamento de Piura, y dado que proporcionan bienes y servicios a la población se constituyen en un importante capital natural. (MINAM, 2019).



De igual forma se está considerando a los **ecosistemas frágiles**, que son áreas de alto valor de conservación por su biodiversidad y los servicios ambientales que brindan, y son altamente vulnerables a consecuencia de las actividades antrópicas que se desarrollan en ellos o en su entorno (SERFOR, 2020).

Finalmente, las **áreas naturales protegidas** (ANP), también fueron consideradas en el estudio como elementos expuestos naturales, sin embargo, estas áreas cuentan con lineamientos estratégicos referidos al manejo del fuego usados para contribuir a la sostenibilidad de sus ecosistemas y líneas de acción para frenar la amenaza de ser el caso (SERNANP, 2018). En este grupo se consideró también a las **áreas de conservación regional (ACR) y privadas (ACP)**, debido a que en gran parte están protegidas por similares estamentos.

### 8.1.3 Priorización del elemento expuesto

La experiencia indica que, a lo largo del territorio, los ecosistemas atraviesan diferentes situaciones de amenaza y/o conservación. Se conoce que, en muchos casos a pesar de encontrarse dentro de áreas de conservación, los ecosistemas se ven amenazados por la creciente y acelerada expansión de la frontera agrícola y urbana. En ese sentido, la priorización de estas unidades ecológicas no puede ser homogénea a lo largo de todo el departamento. La priorización del elemento expuesto fue elaborada basándose en los siguientes tres criterios:

#### A) Priorización por tipo de ecosistema

Este criterio de calificación se basa en la prioridad de la cobertura vegetal frente a los incendios forestales. Los pesos asignados toman en cuenta trabajos similares de escenarios de riesgo coordinados con especialistas del SERFOR (2019) y del Ministerio del Ambiente (2020) para la elaboración de los escenarios de riesgo por incendios forestales del departamento de Ancash y del ámbito nacional respectivamente. La dinámica de trabajo, también consideró presentar una primera propuesta al equipo técnico del gobierno regional de Piura, para ser validada o corregida por los especialistas. El resultado final se muestra en la tabla 10 y la figura 24.

**Tabla 10.** Priorización del elemento expuesto según el tipo de ecosistema

ID	TIPO DE ECOSISTEMA	PRIORIDAD POR	
		TIPO DE ECOSISTEMA	VALOR
1	Cuerpo de agua artificial	Muy bajo	1
2	Desierto costero	Muy bajo	1
3	Lagos y lagunas	Muy bajo	1
4	Ríos	Muy bajo	1
5	Vegetación secundaria	Muy bajo	1



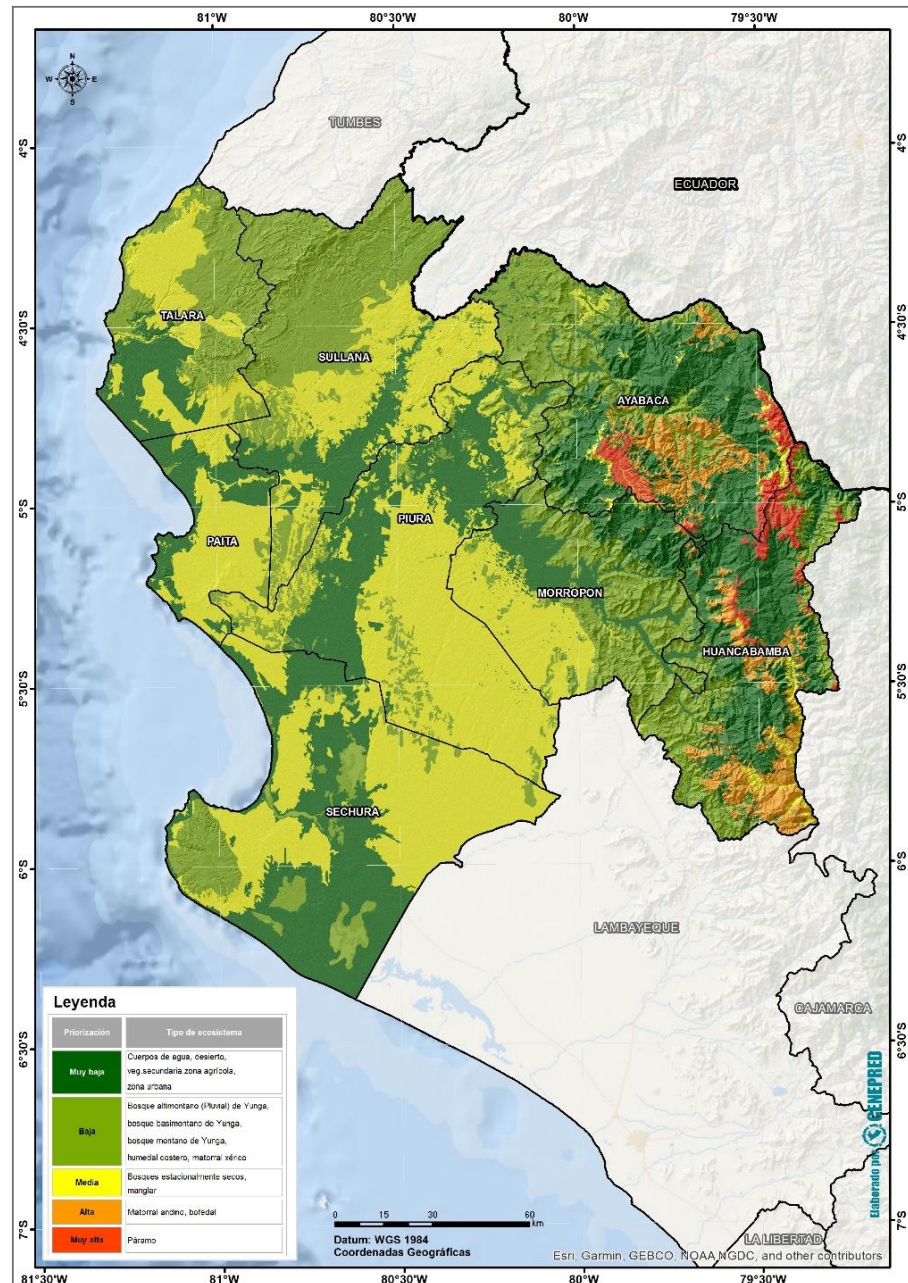


6	Zona agrícola	Muy bajo	1
7	Zona urbana	Muy bajo	1
8	Bosque altimontano (Pluvial) de Yunga	Bajo	2
9	Bosque basimontano de Yunga	Bajo	2
10	Bosque montano de Yunga	Bajo	2
11	Humedal costero	Bajo	2
12	Matorral xérico	Bajo	2
13	Bosque estacionalmente seco de colina y montaña	Medio	3
14	Bosque estacionalmente seco de llanura	Medio	3
15	Bosque estacionalmente seco ribereño (Algarrobal)	Medio	3
16	Manglar	Medio	3
17	Bosque estacionalmente seco interandino (Marañón, Mantaro, Pampas y Apurímac)	Medio	3
18	Bosque relicto montano de vertiente occidental	Medio	3
19	Matorral andino	Alto	4
20	Bofedal	Alto	4
21	Páramo	Muy Alto	5

Fuente: Elaborado por CENEPRED. 2024



**Figura 24.** Priorización del elemento expuesto según el criterio de tipo de ecosistema



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2024

## B) Priorización por estrategia de conservación

La caracterización en función a la estrategia de conservación califica la resiliencia del patrimonio natural con base a la categoría de uso del área de conservación que la contiene. Aquellas áreas con mayor restricción de intervención o usos directos de sus recursos serán las menos expuestas y, por ende, más resilientes ante la afectación por incendios forestales.



Los resultados de valoración se muestran en la tabla 11 y la figura 25. El valor 1 corresponde a un nivel de vulnerabilidad muy bajo (equivalente a una resiliencia muy alta), mientras que el valor 5 indica muy alta vulnerabilidad (equivalente a una resiliencia muy baja). Asimismo, fue sometida a discusión con el equipo de especialistas del gobierno regional de Piura para su validación.

La asignación de valores toma como referencia las definiciones establecidas en la siguiente normativa:

- Ley de Áreas Naturales Protegidas (N° 26834) y el Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas.
- Lineamientos para la Identificación de Ecosistemas Frágiles y su incorporación en la Lista Sectorial de Ecosistemas Frágiles (RDE-N°-287-2018-MINAGRI-SERFOR-DE)
- Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación (Ley N° 28296)

**Tabla 11.** Priorización del elemento expuesto según estrategia de conservación

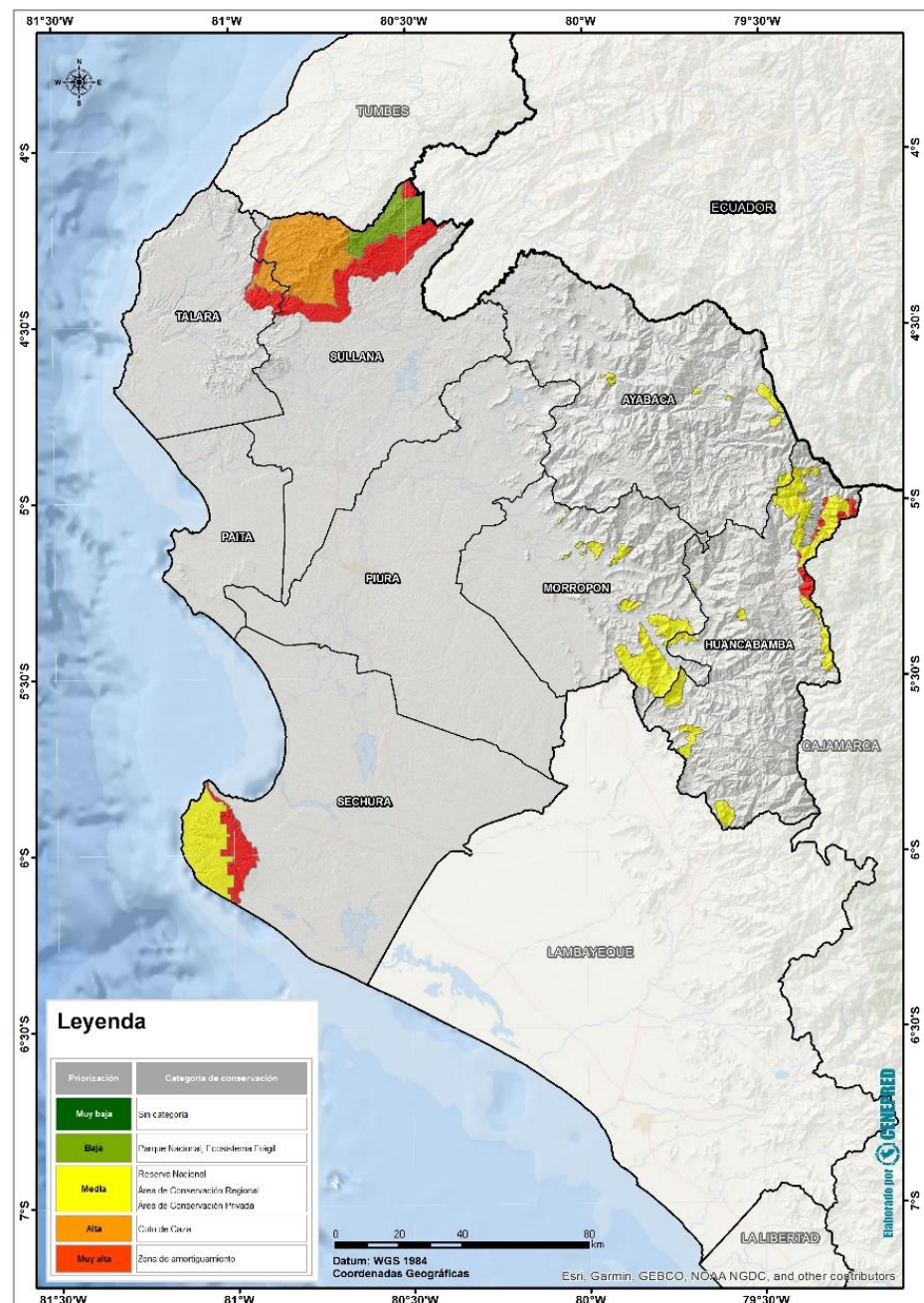
ID	CATEGORÍAS	CARACTERÍSTICAS	PRIORIDAD POR ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN	VALOR
1	Parque Nacional	Áreas que constituyen muestras representativas de la diversidad natural del país y de sus grandes unidades ecológicas, se protegen con carácter intangible la integridad ecológica de uno o más ecosistemas. Resiliencia alta.	Bajo	2
2	Ecosistema Frágil	Ecosistemas cuya condición de fragilidad hace que sea mayor la necesidad de protección de este espacio y se establece legalmente su delimitación para el respectivo cuidado. Resiliencia alta.	Bajo	2
3	Reserva Nacional	Destinadas a la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de los recursos de flora y fauna silvestre, acuática o terrestre. Resiliencia media."	Medio	3
4	Área de Conservación Regional	Uso directo (aprovechamiento y extracción de recursos). Características de manejo parecidas a Reservas Nacionales, Reservas Paisajísticas, Refugios de Vida Silvestre, Reservas Comunes, Bosques de Protección y Cotos de Caza. Resiliencia media.	Medio	3
5	Área de Conservación Privada	Predios de propiedad privada que por sus características ambientales, biológicas, naturales o paisajísticas son reconocidas y conservadas por sus propietarios por iniciativa propia y en forma voluntaria. Resiliencia media.	Medio	3



6	Coto de Caza	Áreas destinadas al aprovechamiento de la fauna silvestre a través de la práctica regulada de la caza deportiva. Resiliencia baja."	Alto	4
7	Zona de amortiguamiento	Zonas que requieren un tratamiento especial para garantizar la conservación del área protegida. Actividades variadas ocurren dentro de estas áreas. Resiliencia muy baja.	Muy alto	5

Fuente: Elaborado por CENEPRED. 2024

**Figura 25.** Priorización del elemento expuesto según el criterio de estrategia de conservación



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2024



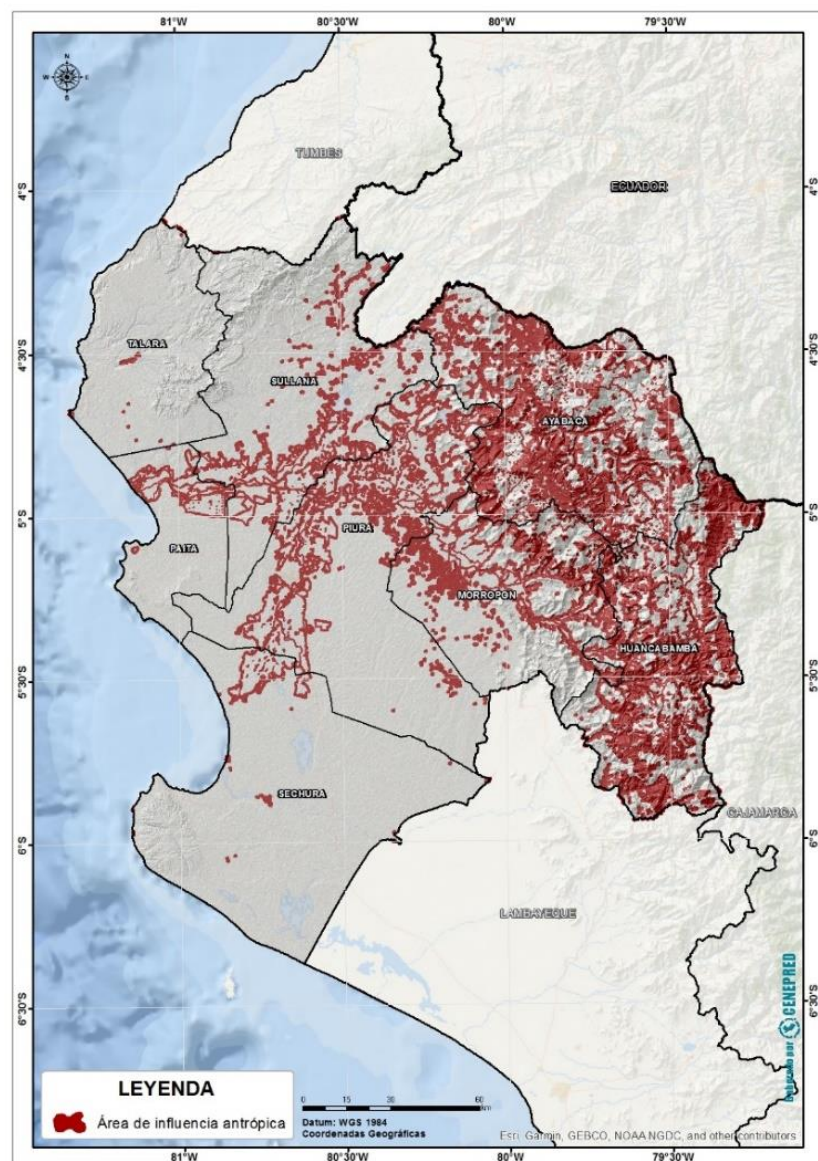


### C) Priorización por área de influencia antrópica

La priorización del elemento en función a la influencia antrópica considera el nivel de exposición del patrimonio frente a la amenaza de la expansión agrícola, comúnmente asociada a la ocurrencia de incendios forestales.

Esta es una capa binaria (Figura 26) que se genera a partir de aplicar un buffer externo de 375 metros (tamaño de un pixel VIIRS para focos de calor) a la acumulación de los datos espaciales de pérdida de bosque 2001 - 2022<sup>6</sup> y de cobertura agrícola 2020<sup>7</sup>.

**Figura 26.** Área de influencia antrópica para la priorización del elemento expuesto



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2024

<sup>6</sup> Capa vectorial obtenida de la plataforma oficial de Geobosques – Ministerio del Ambiente

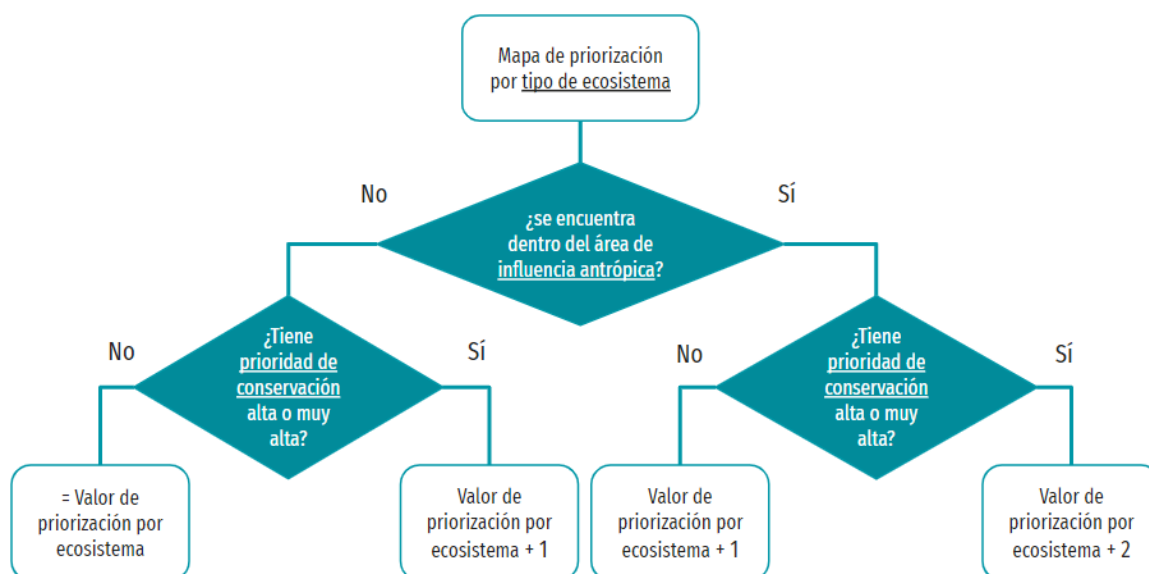
<sup>7</sup> Capa vectorial oficial del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego





Una vez obtenidas las capas de los tres criterios de priorización, se aplica el flujo de decisión de la figura 27. El proceso ajusta los valores del mapa de priorización por tipo de ecosistema, en función a su intersección con los mapas respectivos de área de influencia antrópica y de priorización por estrategia de conservación.

**Figura 27.** Diagrama de flujo para la asignación de pesos a partir del cruce de los tres criterios.

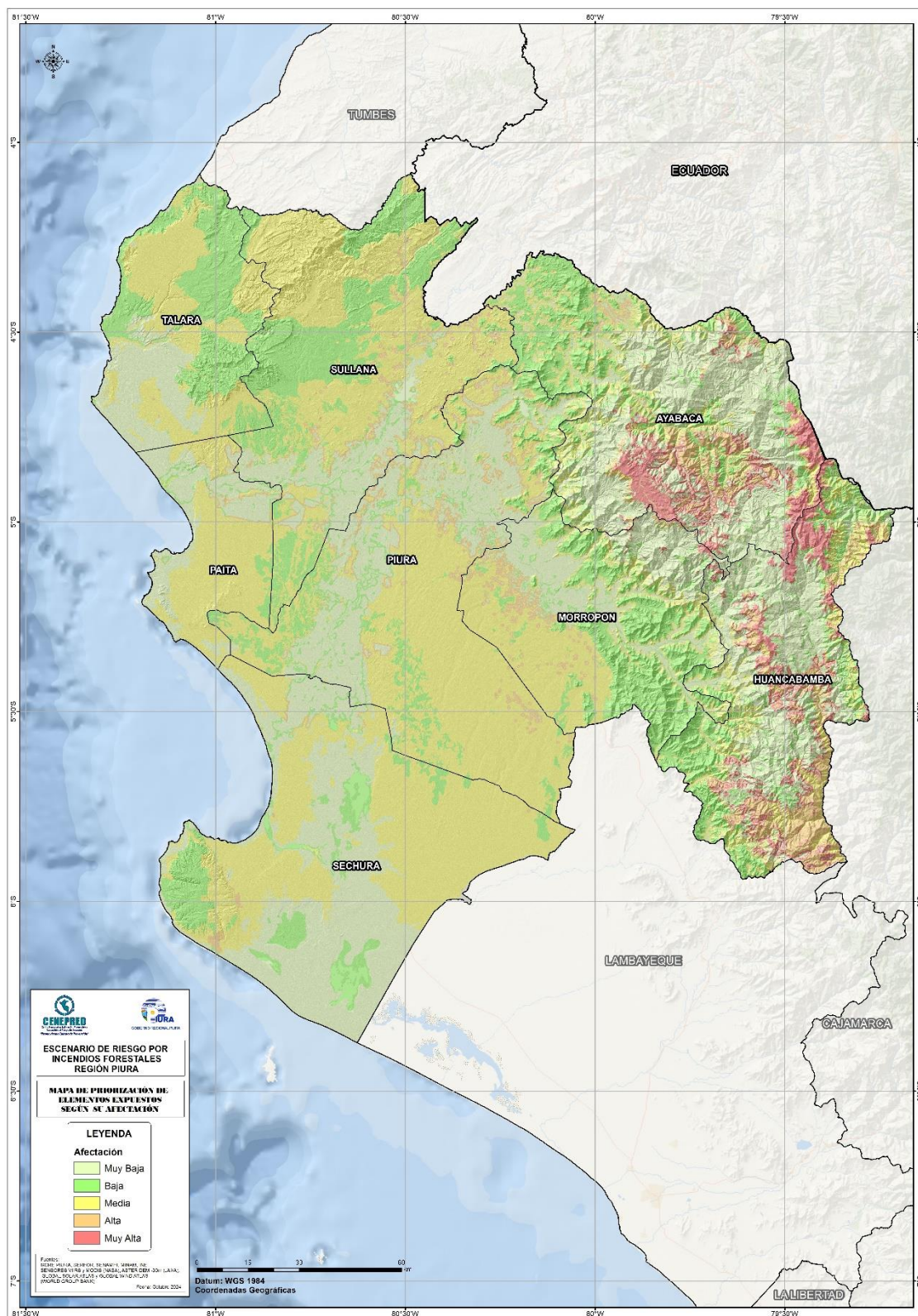


Fuente: Elaborado por CENEPRED. 2022

Como resultado del flujo anterior, se obtienen nuevos valores de priorización del elemento expuesto. Cabe resaltar que, con la finalidad de obtener una leyenda de cinco clases, todas las sumas mayores a 5 son reclasificadas como valor 5 (prioridad muy alta). Además, todas aquellas superficies asociadas a zonas urbanas, agrícolas o cuerpos de agua deben permanecer con valor 1 (prioridad muy baja). El mapa final de priorización del elemento expuesto se presenta en la figura 28.



**Figura 28.** Mapa de priorización del elemento expuesto ante la ocurrencia de incendios forestales



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2022

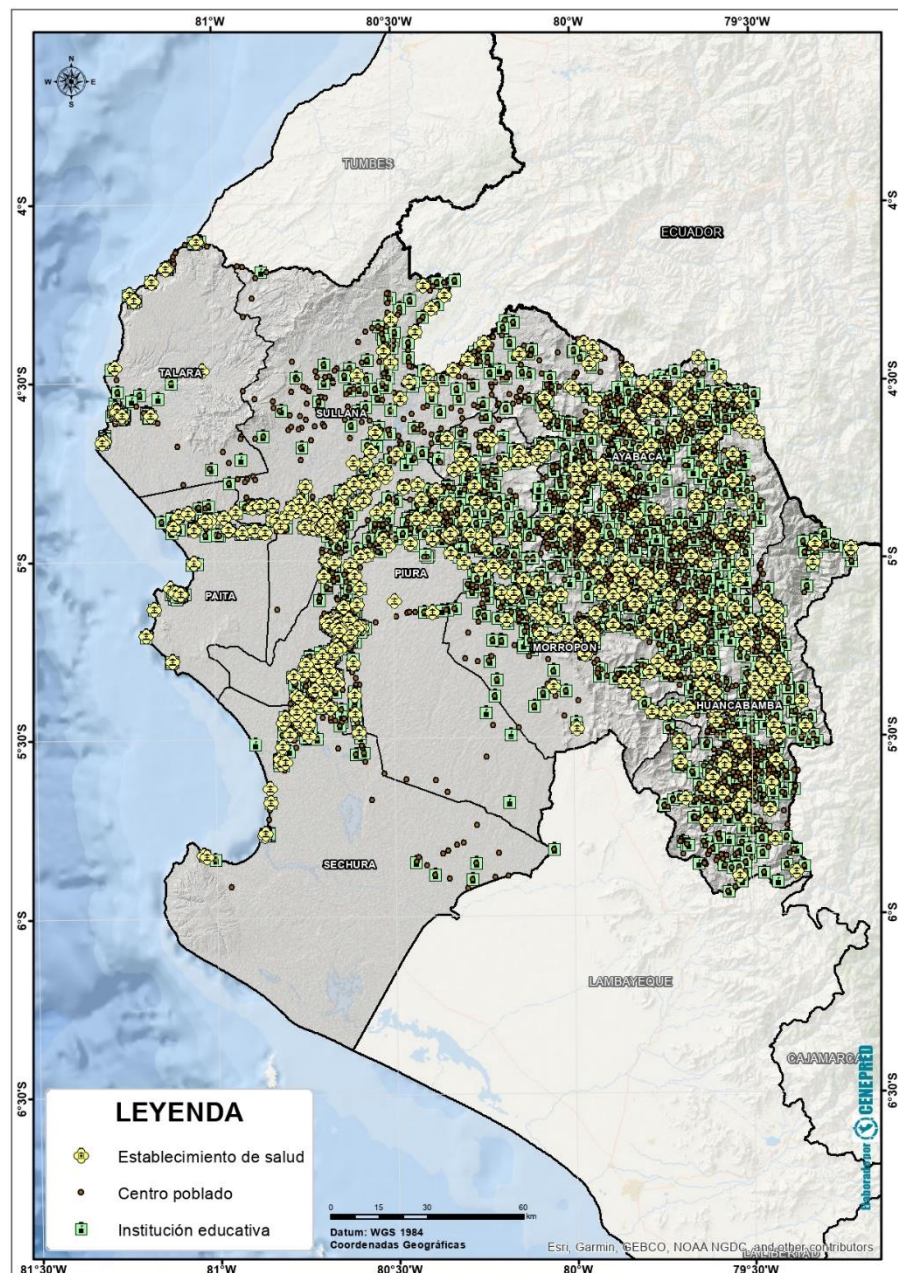




## 8.2 SOCIECONÓMICO

Por ser una escala de trabajo regional, el análisis de afectación por incendios forestales incluye elementos socioeconómicos expuestos a los niveles de riesgo hallados, de acuerdo a su ubicación geolocalizada y registrada por las entidades generadoras de esta información. Estos incluyen: Centros poblados (Viviendas y población) e infraestructura, tales como instituciones educativas y establecimientos de salud.

**Figura 29.** Mapa de elementos socioeconómicos, como parte de los elementos expuestos



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2024



## 9 ESCENARIO DE RIESGO

El mapa final de escenario de riesgo se obtuvo de la superposición de los resultados obtenidos del análisis de susceptibilidad (mapa de susceptibilidad a la ocurrencia de incendios forestales) y análisis de elementos expuestos (mapa de priorización de elementos expuestos).

Los niveles de riesgo se clasificaron en cuatro: muy alto, alto, medio y bajo, donde el color rojo representa las áreas con nivel de riesgo muy alto, que son aquellas áreas con mayor probabilidad a ser afectadas ante la ocurrencia de este evento.

De acuerdo con los resultados del escenario de riesgo del departamento de Piura, las áreas de mayor riesgo (niveles alto y muy alto) representan el 8.1% del territorio del departamento de Piura (Tabla 12), distribuidas principalmente en las provincias de Ayabaca y Huancabamba, como se muestra en las figuras 30 y 31.

En la figura 32 se muestra el mapa de distribución de las áreas según el nivel de riesgo por incendios forestales en el departamento de Piura.

**Tabla 12.** Áreas de niveles de riesgo a incendios forestales en el departamento de Piura

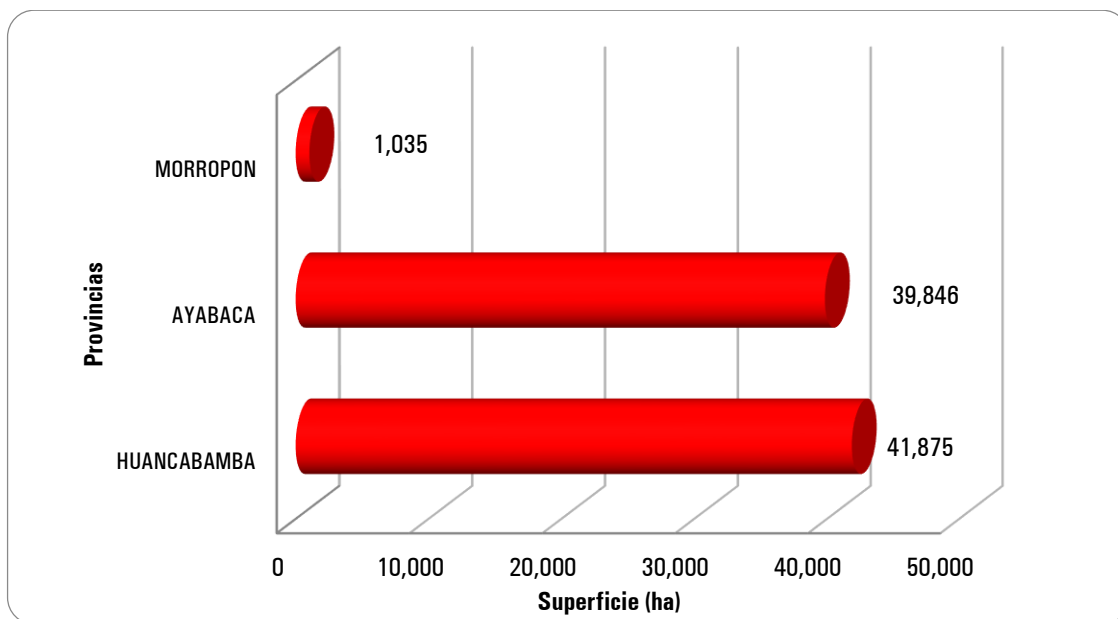
Nivel	Área aprox. (ha)	Porcentaje (%)
Muy alto	82,761.75	2.3%
Alto	204,055.70	5.8%
Medio	1,253,369.37	35.5%
Bajo	1,991,159.87	56.4%
Total	3,531,346.69	100

Fuente: Elaborado por CENEPRED. 2024



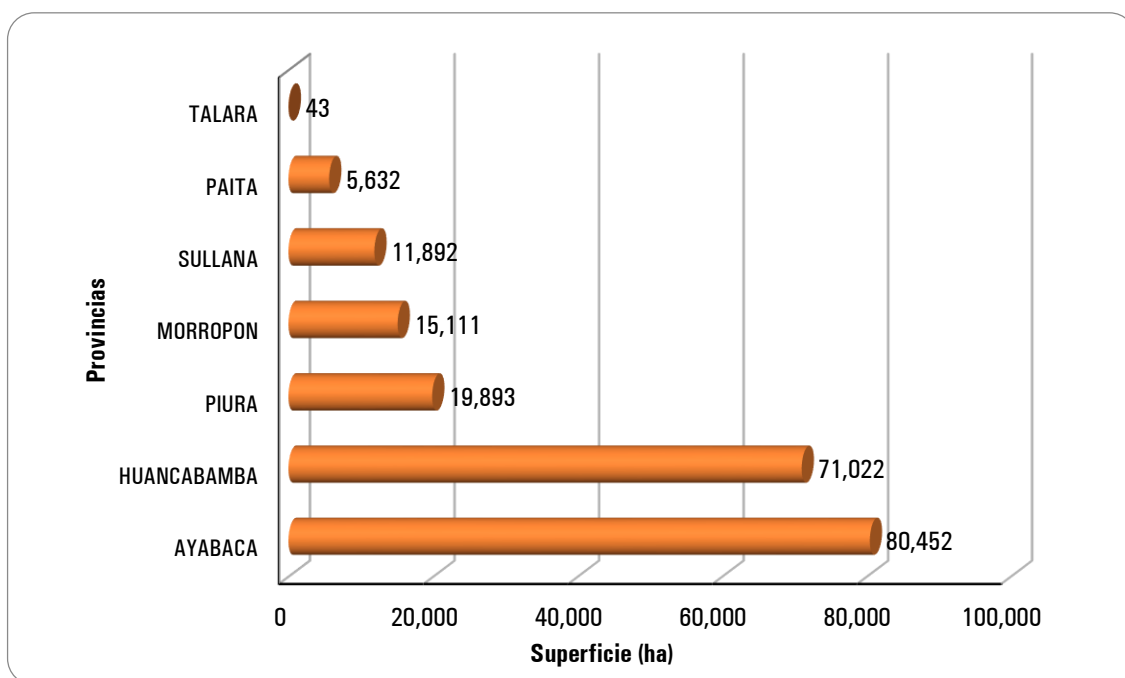


**Figura 30.** Superficie en riesgo muy alto, por provincias



Fuente: Elaborado por CENEPRED. 2024

**Figura 31.** Superficie en riesgo alto, por provincias

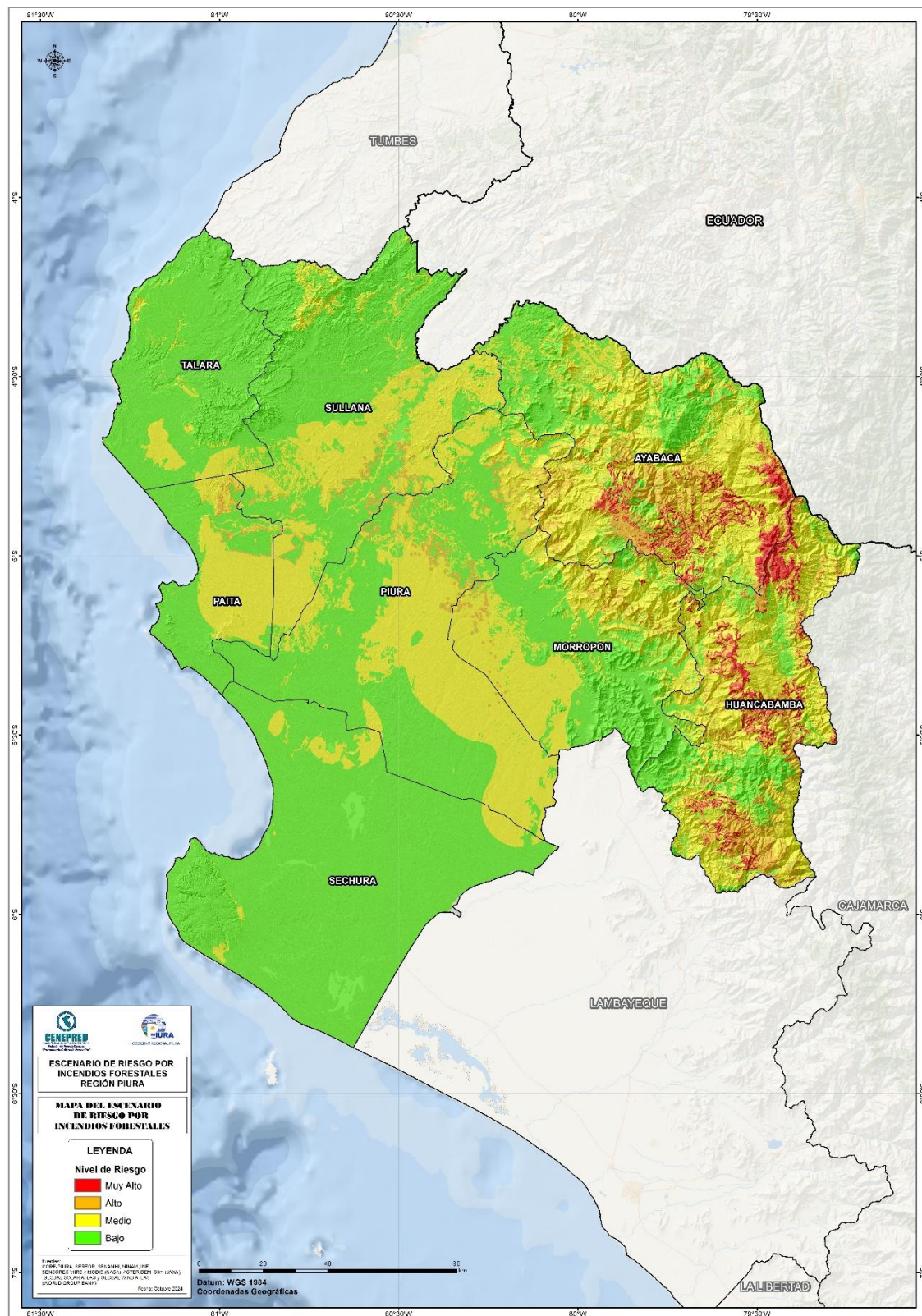


Fuente: Elaborado por CENEPRED. 2024

La cuantificación de los elementos expuestos se obtuvo de la superposición de los elementos patrimoniales y socioeconómicos con el mapa del escenario de riesgo. Los resultados por nivel de riesgo se muestran en las Tablas 13 y 14.



Figura 32. Mapa del escenario de riesgo por incendios forestales en el departamento Piura



Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2024



**Tabla 13. Elementos expuestos en el nivel de riesgo muy alto por incendios forestales**

NIVEL DE RIESGO		MUY ALTO																	
PROVINCIAS		Patrimonio Cultural				Patrimonio natural - ecosistemas (ha)								Socioeconómico					
		Zona Arqueol.	Paisaje Arqueol.	Paisaje cultural Arqueol.	Sitio Arqueol.	Bosque estac. seco de colina y montaña	Bosque relicto montano de vertiente occidental	Bosque estac. seco de llanura	Bosque estac. seco ribereño (Algarrobal)	Bosque estac. seco interandino	Matorral andino	Páramo	Bofedal	Población y Vivienda			Cobertura agrícola (ha)	Infraestructura	
														Centros Poblados	Viviendas	Población		Establec. de Salud	Instituciones Educativas
1	AYABACA	0	0	0	0	97.3	153.7	0.0	0.0	0.0	21,335.9	17,666.4	21.4	32	1,682	6,021	1,540.1	5	34
2	HUANCABAMBA	0	10	0	0	33.9	3.8	0.0	0.0	84.7	23,187.0	17,759.7	0.0	22	837	2,823	530.1	1	3
3	MORROPÓN	0	0	0	0	3.7	8.9	0.0	0.0	0.0	751.7	220.7	0.0	0	0	0	45.7	0	0
Totales		0	10	0	0	135	166	0	0	85	45,275	35,647	21	54	2,519	8,844	2,116	6	37

Fuente: Elaborado por el CENEPRED con información del MINCUL, INEI, MINSA, MINEDU, MIDAGRI. 2024

**Tabla 14. Elementos expuestos en el nivel de riesgo alto por incendios forestales**

NIVEL DE RIESGO		ALTO																	
PROVINCIAS		Patrimonio Cultural				Patrimonio natural - ecosistemas (ha)								Socioeconómico					
		Zona Arqueol.	Paisaje Arqueol.	Paisaje cultural Arqueol.	Sitio Arqueol.	Bosque estac. seco de colina y montaña	Bosque relicto montano de vertiente occidental	Bosque estac. seco de llanura	Bosque estac. seco ribereño (Algarrobal)	Bosque estac. seco interandino	Matorral andino	Páramo	Bofedal	Población y Vivienda			Cobertura agrícola (ha)	Infraestructura	
														Centros Poblados	Viviendas	Población		Establecim ientos de Salud	Instituciones Educativas
1	AYABACA	0	0	0	0	23,841.2	9,136.2	128.6	0.0	0.0	32,923.3	11,882.0	1,467.8	97	3,243	11,797	3,354.9	9	92
2	HUANCABAMBA	0	1	0	0	9,258.0	631.3	0.0	0.0	7,058.0	39,355.8	8,833.7	0.0	39	2,376	7,373	888.6	3	31
3	MORROPÓN	0	0	0	0	8,436.4	1,273.6	4,107.3	0.0	0.0	341.4	534.8	0.0	16	624	2,053	218.1	0	15
4	PAITA	0	0	0	2	0.0	0.0	5,579.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1	51	130	24.8	0	0
5	PIURA	0	0	0	0	2,621.5	0.0	16,564.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26	1,983	6,616	287.3	4	26
6	SULLANA	0	0	0	4	3.6	0.0	10,895.0	19.3	0.0	0.0	0.0	0.0	14	2,263	6,686	146.6	2	18
7	TALARA	0	0	0	0	0.0	0.0	43.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0.2	0	0
Totales		0	1	0	6	44,160.6	11,041.1	37,318.5	20.0	7,058.0	72,620.5	21,250.5	1,467.8	193	10,540	34,655	4,920.5	18	182

Fuente: Elaborado por el CENEPRED con información del MINCUL, INEI, MINSA, MINEDU, MIDAGRI. 2024



## 10 CONCLUSIONES

- De acuerdo con el número de incendios forestales registrados por año (provenientes de las bases de datos del SINPAD-INDECI, MINAM y SERFOR) entre 2004 y 2024 la tendencia es ascendente; y se muestra un aumento de ocurrencias en los últimos años, con el histórico más alto en 2023. Se desconoce si esa tendencia pueda deberse a la creciente accesibilidad a tecnologías de recopilación de datos, o a algún otro evento en particular.
- De acuerdo con la base de datos de ocurrencias/emergencias de incendios forestales en el periodo 2004 - 2024 (provenientes del SINPAD-INDECI, MINAM y SERFOR), las provincias con mayor cantidad de eventos ocurridos a lo largo de este periodo fueron Ayabaca y Huancabamba. Asimismo, los resultados del escenario de riesgo muestran que las provincias con mayores niveles de riesgo (alto y muy alto) son Ayabaca y Huancabamba.
- El resultado del escenario de riesgo por incendios forestales nos muestra que el 2.3% (82,76175 ha aproximadamente) del territorio del departamento de Piura está expuesto a riesgo muy alto. En tanto, el 5.8% (204,055.70 ha aproximadamente) está expuesto a riesgo alto.
- Del análisis se concluye que los ecosistemas más expuestos a niveles de riesgo muy alto por incendios forestales son: el matorral andino (45,275.0 ha) y páramo (35,647.0 ha). En cuanto a los ecosistemas con nivel alto de riesgo, los tres primeros lugares son ocupados por: Matorral andino (72,620.5 ha), el bosque estacionalmente seco de colina y montaña (44,160.6 ha) y el bosque estacionalmente seco de llanura (37,318.5 ha).
- Dentro de los elementos expuestos en niveles de riesgo muy alto por incendios forestales encontramos un aproximado de: 54 centros poblados, 6 establecimientos de salud, 37 instituciones educativas, 2,116.0 ha de cobertura agrícola y 10 paisajes arqueológicos. Del mismo análisis se obtuvo los siguientes elementos en nivel de riesgo alto: 193 centros poblados, 18 establecimientos de salud, 182 instituciones educativas, 4,920.5 ha de cobertura agrícola, 1 paisaje arqueológico y 6 sitios arqueológicos.





## 11 RECOMENDACIONES

- Es necesario que las entidades técnicas competentes en incendios forestales del departamento de Piura, desarrollen bases de datos de manera articulada, estandarizada y georreferenciada, que integre los registros de las diferentes fuentes recopiladoras, considerando las características de los eventos como severidad o intensidad, tiempo de duración, área afectada, daños y/o pérdidas, entre otras.
- El presente trabajo servirá como insumo para la formulación de los planes de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres por Incendios Forestales del departamento de Piura, para implementar medidas preventivas y correctivas del riesgo, a su vez puede servir como referencia para los planes de contingencia ante incendios forestales en el departamento y así priorizar sus ámbitos de intervención.
- Los ejecutores de la gestión del riesgo regional y local tienen en este trabajo la focalización de las zonas donde pueden generar estudios y/o escenarios de riesgo a escalas más detalladas, que les permita planificar las acciones correspondientes a los procesos de prevención y reducción ante incendios forestales.
- La escala de trabajo utilizada en este escenario de riesgo es para un análisis territorial a nivel regional, por tanto, se recomienda que, para trabajos a nivel local, es necesario trabajar con información a escalas más detalladas siguiendo y adecuando estos a la metodología propuesta en el presente estudio.
- Difundir el presente escenario de riesgo por incendios forestales a las entidades regionales que vienen trabajando en todos los procesos de la gestión del riesgo de desastres.
- Establecer acuerdos interinstitucionales para la actualización periódica de este escenario; permitiendo no solo el conocimiento de la situación actual, sino también la comparación multitemporal del mismo para la adecuación de la estrategia preventiva y el reconocimiento de las buenas prácticas en la gestión.



## 12 BIBLIOGRAFÍA

- CENEPRED. (2020). *Escenario de riesgo por incendios forestales*.
- EDUCARM. (n.d.). Bloque: Incendios Forestales. In *Diapositivas en power point*. <http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/20/tema1incendios.pdf>
- Geobosque (2021). Bosque y Pérdida de Bosque - Perú. <http://geobosques.minam.gob.pe/geobosque/view/perdida.php>
- Giglio, L., Descloitres, J., Justice, C. O., & Kaufman, Y. J. (2003). An enhanced contextual fire detection algorithm for MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 87(2–3), 273–282. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00184-6](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00184-6)
- Gobierno Regional de Piura. (2022). *Mapa Regional de Ecosistemas del Departamento de Piura - Memoria Descriptiva*.
- IDEAM. (2011). *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000* [Protocolo].
- INEI. (2018). Tomo I - Departamento de Piura. In INEI (Ed.), *Resultados definitivos Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1568/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1568/)
- Johnson, E., & Miyanishi, K. (2001). *Forest fires - Behavior and ecological effects* (Academic Press (ed.)).
- Ley de Áreas Naturales Protegidas. Ley N° 26834. Diario Oficial El Peruano. XV. 6215. Julio de 1997, 5 (1997). Lima-Perú.
- Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación Ley No 28296. Julio del 2004, 22 (2004). Lima-Perú.
- Lineamientos para la Identificación de Ecosistemas Frágiles y su incorporación en la Lista Sectorial de Ecosistemas Frágiles. RDE-N°-287-2018-MINAGRI-SERFOR-DE. Diario Oficial El Peruano. 14767. Diciembre de 2018, 28 (2018). Lima-Perú.
- Manta, M. (2017). *Contribución al conocimiento de la prevención de los incendios forestales en la sierra peruana* (UNALM (ed.)).
- Manta, M., & León, H. (2004). Los incendios forestales en el Perú: Grave problema por resolver. *Floresta*, 32, 179–189.
- MiAMBIENTE. (2015). Gobierno de la República de Panamá, Ministerio de Ambiente, ITTO. Proyecto Manejo Integrado del Fuego. Metodología de la investigación de causas que provocan los incendios forestales.
- Moscovich, F., Ivandic, F., & Besold, L. (2014). Manual de combate de incendios forestales y manejo de fuego. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_manual\\_de\\_combate\\_de\\_incendios\\_forestales\\_y\\_ma.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_manual_de_combate_de_incendios_forestales_y_ma.pdf)
- Ojo Público. (2021, 9 de noviembre). Los incendios forestales asfixian a las regiones de la Amazonía del Perú (Nota de prensa). <https://ojo-publico.com/3145/los-incendios-forestales-asfixian-la-amazonia-del-peru#:~:text=El%202020%20estos%20desastres%20en,%2C%20Puno%2C%20Hu>

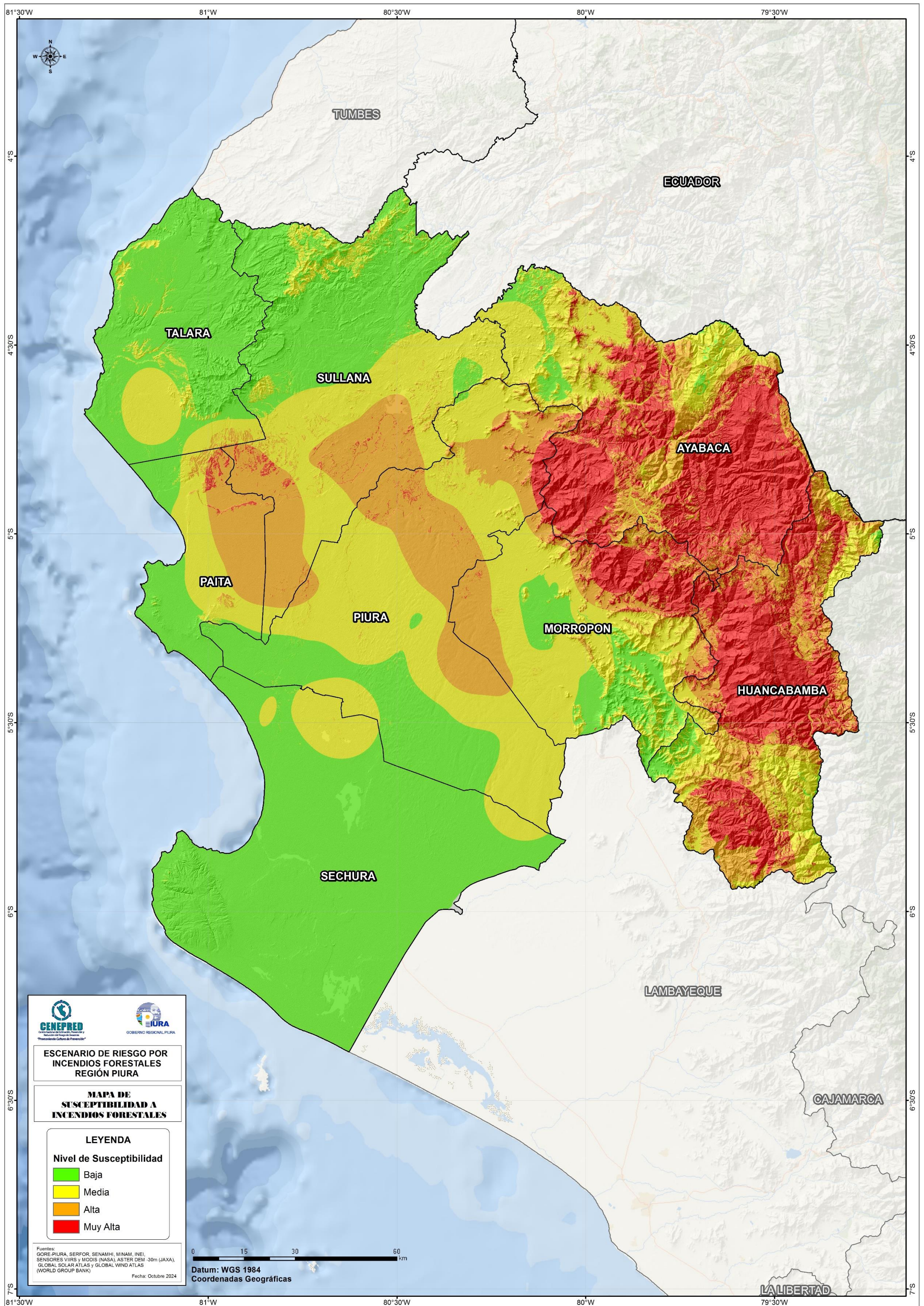


- %C3%A1nuco%20y%20Jun%C3%ADn
- Omi, P. (2005). Forest fires : a reference handbook. In ABC-CLIO Inc (Ed.), Contemporary World Issues.
- Reglamento de Intervenciones Arqueológicas, del 3 de octubre del 2014, 2 (2014).
- SERNANP (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado). (2009). Plan director de las áreas naturales protegidas (Estrategia nacional). SERNANP, Ministerio del Ambiente, Lima. 232.
- Reglamento de Intervenciones Arqueológicas, del 3 de octubre del 2014, 2 (2014).
- Schroeder, W., Oliva, P., Giglio, L., & Csiszar, I. A. (2014). The New VIIRS 375m active fire detection data product: Algorithm description and initial assessment. *Remote Sensing of Environment*, 143(March), 85–96. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.12.008>
- SENAMHI. (2018). *Mapa de clasificación climática del Perú*.
- SERFOR. (2017). *Acta de acuerdo del grupo de trabajo interinstitucional*.
- SERFOR. (2018). *Plan de prevención y reducción de riesgos de incendios forestales* (p. 55) [Plan]. <https://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2018/12/Plan-de-prevención-y-reducción-de-riesgos-de-incendios-forestales.pdf>
- SERFOR. (2020). *Protocolo de actuación interinstitucional para gestionar y proteger los ecosistemas incluidos en la lista sectorial de ecosistemas frágiles*.
- SERNANP. (2016). *Manual para el control de incendios forestales - Parque Nacional del Manu*.
- SERNANP. (2018). *Estrategia de Gestión del Riesgo de Incendio Forestal en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado* [Plan]. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/475395/estrategia\\_incendio-forestal-baja.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/475395/estrategia_incendio-forestal-baja.pdf)
- Smith, J. (2001). *The Facts on File dictionary of weather and climate* (Facts On File (ed.); Revised).
- USAID. (2015). *Reporte de Evaluación del Manejo de Incendios Forestales en el Perú*.
- Villers, M. (2006). Incendios forestales. *Ciencias*, 81, 60–66. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/cns/article/download/12036/11358>
- Zárate, L. (2004). *Estudio de las características físicas y geométricas de la llama en los incendios forestales*. Universidad Politécnica de Cataluña.
- ZEE. (2012). Gobierno Regional de Piura. *Zonificación Ecológica y Económica del Departamento de Piura. Memoria final del departamento de Piura*.



## 13 ANEXO DE MAPAS







**ESCENARIO DE RIESGO POR INCENDIOS FORESTALES  
REGIÓN PIURA**

**MAPA DE  
SUSCEPTIBILIDAD A  
INCENDIOS FORESTALES**

**LEYENDA**

**Nivel de Susceptibilidad**

	Baja
	Media
	Alta
	Muy Alta

Fuentes:  
GORE-PIURA, SERFOR, SENAMHI, MINAM, INEI,  
SENSORES VIIRS y MODIS (NASA), ASTER DEM -30m (JAXA),  
GLOBAL SOLAR ATLAS y GLOBAL WIND ATLAS  
(WORLD GROUP BANK)

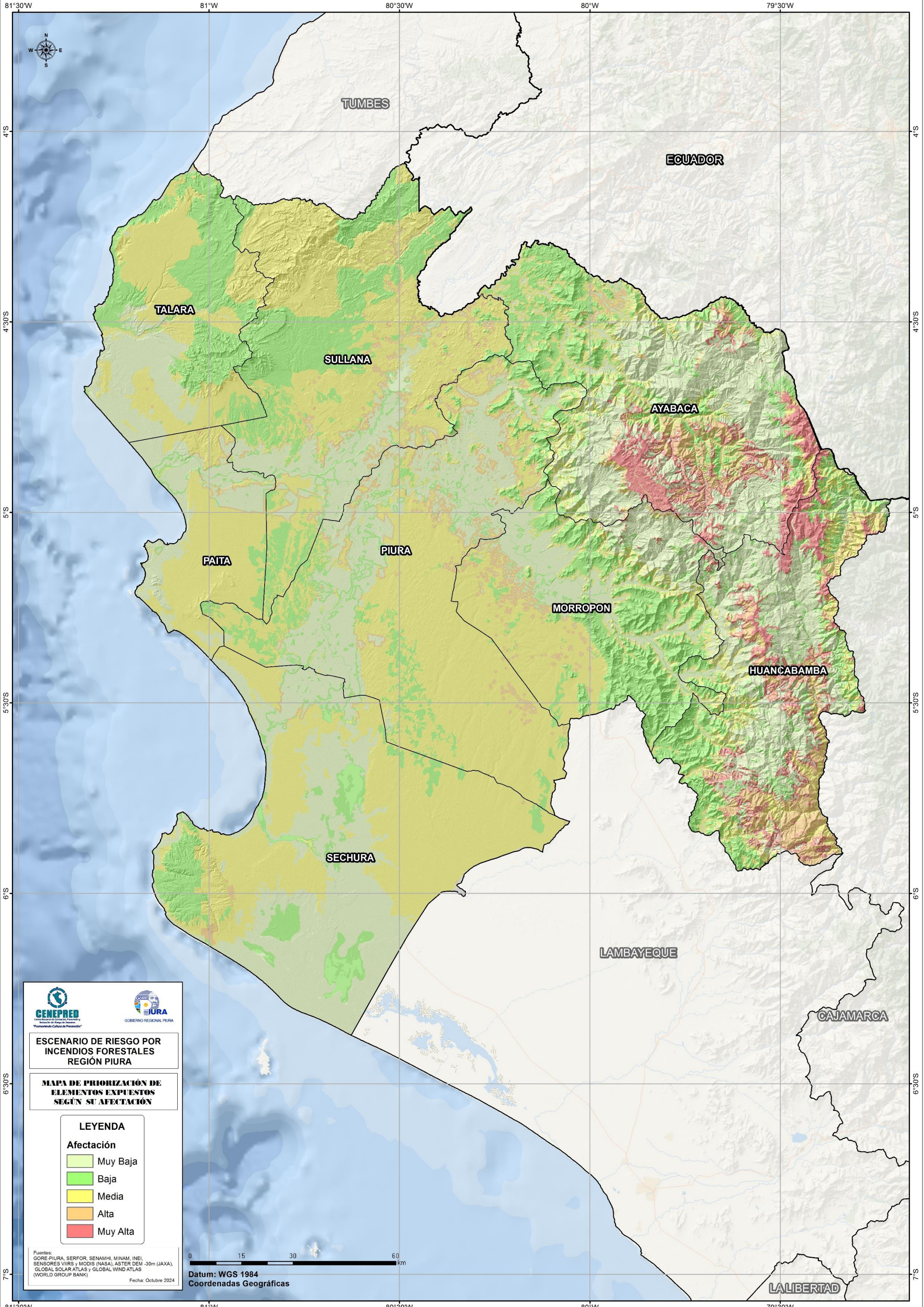
Fecha: Octubre 2024

0 15 30 60  
km

Datum: WGS 1984  
Coordenadas Geográficas

LA LIBERTAD







**ESCENARIO DE RIESGO POR INCENDIOS FORESTALES REGIÓN PIURA**

**MAPA DE PRIORIZACIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS SEGÚN SU AFECTACIÓN**

**LEYENDA**

**Afectación**

	Muy Baja
	Baja
	Media
	Alta
	Muy Alta

Fuentes:  
GORE-PIURA, SERFOR, SENAMHI, MINAM, INEI,  
SENSORES VIIRS y MODIS (NASA), ASTER DEM -30m (JAXA),  
GLOBAL SOLAR ATLAS y GLOBAL WIND ATLAS  
(WORLD GROUP BANK)

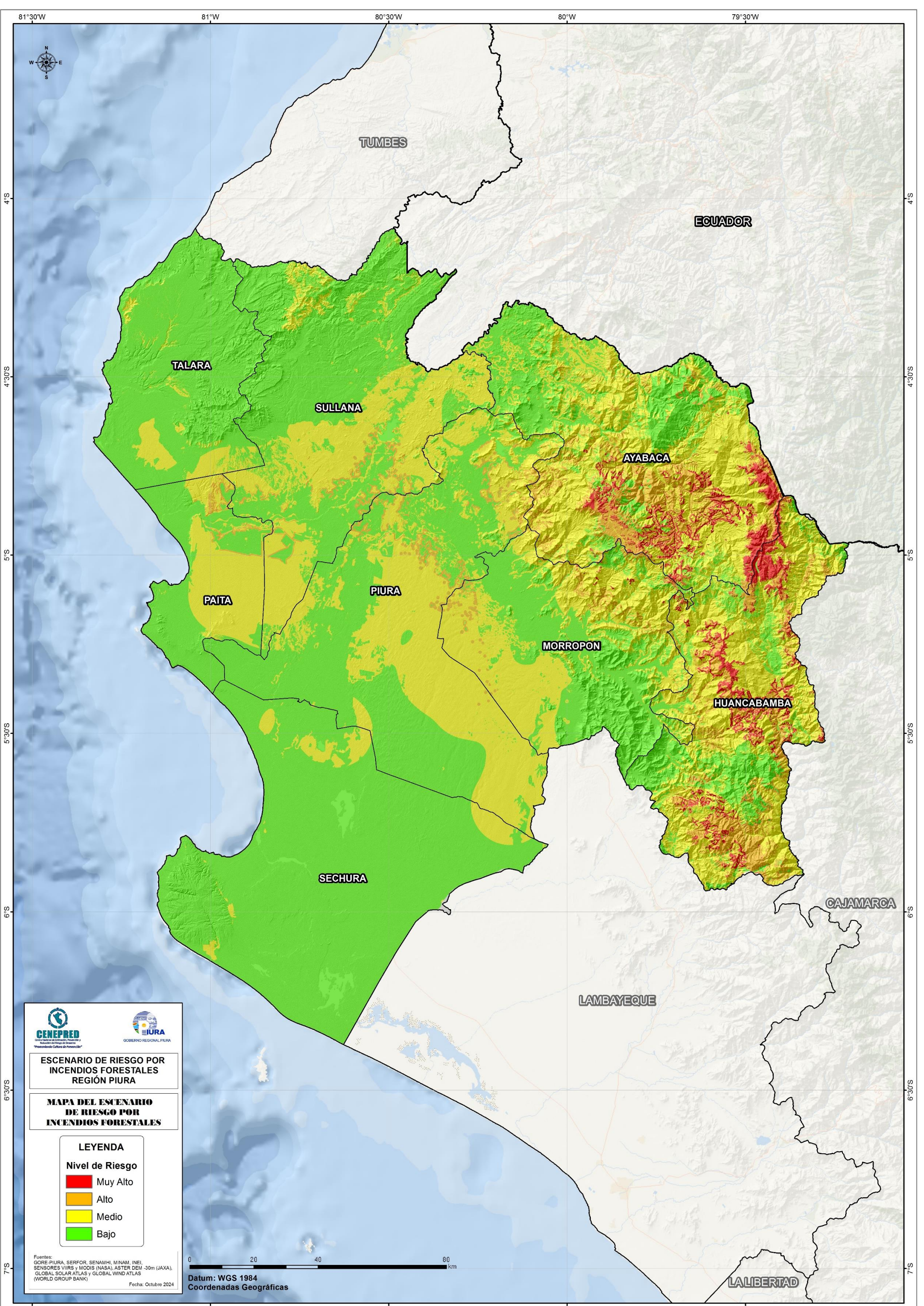
Fecha: Octubre 2024

0 15 30 60 km

Datum: WGS 1984  
Coordenadas Geográficas

LALIBERTAD









Av. Del Parque Norte 829 - 833 San Isidro Lima - Perú  
Central Telefónica: (051) 2013550