Informe final:

CONSULTORÍA « MODELAMIENTO SIG PARA GENERAR MAPAS DE PELIGRO EN ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO AL 2030 EN LA REGIÓN CAJAMARCA»

Ing. Crisólogo Rodríguez, Mirton Enrique

Consultor

Cajamarca, 12 de Marzo de 2013

Índice de contenidos

Contenido	Página
Presentación	3
Antecedentes	5
I. Resumen ejecutivo	6
II. Introducción	8
III. Glosario	10
IV. Objetivo, ámbito y productos	11
V. Aspectos conceptuales	13
VI. Descripción de las actividades	24
VII. Materiales y metodología (producto N° 01)	29
VIII. Resultados y/o Productos (producto N° 01)	36
VII. Materiales y metodología (producto N° 02)	42
VIII. Resultados y/o Productos (producto N° 02)	49
VII. Materiales y metodología (producto N° 03)	52
VIII. Resultados y/o Productos (producto N° 03)	58
VII. Materiales y metodología (producto N° 04)	63
VIII. Resultados y/o Productos (producto N° 04)	70
VII. Materiales y metodología (producto N° 05.1)	76
VIII. Resultados y/o Productos (producto N° 05.1)	89
VII. Materiales y metodología (producto N° 05.2)	93
VIII. Resultados y/o Productos (producto N° 05.2)	99
VII. Materiales y metodología (producto N° 05.3)	105
VIII. Resultados y/o Productos (producto N° 05.3)	112
IX. Conclusiones y recomendaciones	119
X. Bibliografía	120
XI. Anexos	121

PRESENTACIÓN

En el presente informe final se detalla todas las actividades que han sido necesarias desarrollar, para dar cumplimiento y obtener los productos entregables en la consultoría ***"Modelamiento SIG para generar Mapas de Peligros en Escenarios de Cambio Climático al 2030 en la Región Cajamarca»,*** convocado por GIZ en el marco del **Proceso de Formulación Participativa de Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC)**, que viene impulsando el Gobierno Regional Cajamarca.

Este Proceso de Formulación Participativa de la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), el cual viene siendo impulsado y liderado por el Gobierno Regional Cajamarca, que tiene como principal objetivo: Contar con un Estrategia Regional ante el Cambio Climático, para que un futuro a mediano y largo plazo se generen Políticas e inversiones de adaptación y mitigación ante este fenómeno natural y antrópico que viene manifestándose en nuestro planeta tierra, y que cada vez se ve más acelerado por las diversas actividades económicas que realiza el hombre.

Con el propósito de contar con los insumos necesarios para evidenciar los territorios de la Región Cajamarca, que se verían más impactados por el Cambio climático, la exacerbación de los peligros como: Inundaciones, Heladas, Sequías y Geodinámica externa, y sumado a ellos las condiciones de vulnerabilidad social en las que se encuentran gran parte de la población de la Región Cajamarca, resulta de vital importancia y casi obligatorio para los tomadores de decisiones conocer estos espacios del territorio, para que desde el Gobierno Regional se impulsen las inversiones necesarias de adaptación y mitigación ante el Cambio Climático.

En función a lo mencionado en el párrafo anterior, se ha planteado como objetivo para la presente consultoría: Generar y analizar mapas de peligro de sequías, inundaciones, heladas y geodinámica externa, en escenarios de incremento/disminución de precipitaciones, incremento de temperatura y vulnerabilidad de las unidades sociales. Asimismo, identificar los ecosistemas que por efectos negativos de las sequías, heladas y deslizamientos de tierra, incrementarían su nivel de vulnerabilidad.

Para comprender mejor los productos a entregar en la presente consultoría, se ha divido el trabajo en once partes: una primera relacionada al resumen ejecutivo, con la finalidad de conocer en unos cuantos párrafos todos los contenidos que implica la consultoría, la segunda corresponde a la introducción, la tercera está relacionada con un glosario de términos técnicos que se han utilizado, la cuarta está enmarcada a los objetivos, ámbito y productos / entregables de la consultoría; la quinta parte resume de aspectos conceptuales sobre los Sistemas de Información geográfica y otros temas utilizados, las cuales se los han incorporado con la finalidad de orientar y entender los resultados del estudio.

En la sexta se detallan las actividades que se han realizado para lograr los productos previstos, en tanto que en la séptima se menciona todo lo concerniente a los materiales y metodología utilizada para lograr culminar la presente consultoría.

En la octava parte y una de las más importantes porqué se muestran el resultado de cada producto y su respectivo análisis espacial de cada uno de estos, en la novena parte se menciona cuáles son las principales conclusiones a las que se ha llegado, así como algunas recomendaciones a tener en cuenta y finalmente en la onceava parte se anexa algunas imágenes consideradas importantes en la presente consultoría.

ANTECEDENTES

El Gobierno Regional Cajamarca a través del Grupo Técnico Regional de Cambio Climático y Gestión del Riesgo – GTR CCyGdR, vienen impulsando el Proceso de Formulación Participativa de Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC).

En el marco de la elaboración de la estrategia se ha desarrollado la fase de diagnóstico, en la cual se ha realizado el análisis de la vulnerabilidad de los ecosistemas, aplicando una metodología concertada en el GTR CC y GdR, la cual y que ha tomado como base el mapa de sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Asimismo, se han validado los mapas de peligros potenciales, asociados al clima; así como el mapa de vulnerabilidad social.

Los mapas de sequías, inundaciones, heladas y geodinámica externa, al igual que el de vulnerabilidad social, fueron construidos en el proceso de formulación de la ZEE de Cajamarca, en base a la data histórica sobre información climática.

Tomando en cuenta que la ERCC debe basarse en los escenarios climáticos regionales o nacionales a fin de proponer las acciones estratégicas que conlleven a impulsar la mitigación y adaptación, el GTR CCyCdR ha considerado necesario que, en escenarios de cambio climático y por lo tanto en que territorios se deben priorizar las acciones estratégicas para la adaptación.

De igual forma, los ecosistemas prioritarios se han podido evaluar y se tiene una aproximación de sus niveles de vulnerabilidad, basada en criterios mayormente antropogénicos. Sin embargo se considera que en escenarios de cambio climático, que exacerben peligros de sequías, heladas o geodinámica externa; estos ahondarían los niveles de vulnerabilidad de estos ecosistemas. Por esta razón se considera necesario analizar que ecosistemas serían afectados en los escenarios climáticos para Cajamarca.

Con este fin, en reunión del GTR CCyGdR, realizada el 22 de enero 2013, se solicitó el apoyo al PDRS para contratar a un consultor nacional que se encargue de generar y analizar esta información que complemente y de más consistencia al diagnóstico para la formulación de la ERCC.

I. RESUMEN EJECUTIVO

La consultoría ***"Modelamiento SIG para generar Mapas de Peligros en Escenarios de Cambio Climático al 2030 en la Región Cajamarca"***, surge como una necesidad del Gobierno Regional de Cajamarca, para contar con los insumos necesarios para seguir con el **Proceso de Formulación Participativa de Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC)**, el trabajo empezó con una reunión el 19 de Enero de 2013 y culminó el 12 de marzo del mismo año, cuyo objetivo principal es "Generar y analizar mapas de peligro de sequía, inundaciones, heladas y geodinámica externa, en escenarios de incremento/disminución de precipitaciones, incremento de temperatura y vulnerabilidad de las unidades sociales. Asimismo, identificar los ecosistemas que por efectos negativos de las sequías, heladas y deslizamientos de tierra, incrementarían su nivel de vulnerabilidad".

Los productos que se esperan al término de la consultoría son: producto N° 01 (Mapa de peligro ante sequías en escenarios de cambio climático al 2030), producto N° 02 (Mapa de peligro ante inundaciones en escenarios de cambio climático al 2030), producto N° 03 (Mapa de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al 2030), producto N° 04 (Mapa de peligro ante fenómenos de geodinámica externa en escenarios de cambio climático al 2030) y producto N° 05 (Mapa de ecosistemas altamente vulnerables en escenarios de cambio climático al 2030). Para ello se han llevado a cabo dos reuniones, en la primera se abordó lo referente a identificar las variables que permitirán obtener los productos mencionados y en la segunda de identificó los atributos de estas variables que realmente eran útiles para la fase de modelamiento.

Entre las variables utilizadas para logar estos productos, se tienen a los Sub modelos de Sequias, Inundaciones, Heladas y Geodinámica externa, los cuales han sido generados en el procesos de Zonificación Ecológica y Económica del Gobierno Regional de Cajamarca, así como el Sub modelo de Vulnerabilidad social, otra variable muy importante que se ha utilizado es los sitios prioritarios, que también ha sido generada por este proceso. Las variables relacionadas con los escenario climático han sido generadas por el SENAMHI y finalmente la cartografía utilizada para los análisis de atributos y espaciales de diversas fuentes.

Para obtener cada producto, utilizando los Sistemas de Información Geográfica y el Software ArcGIS 10.1, se siguió la siguiente metodología: Elaboración del Modelo conceptual, identificando las variables que integraron el modelo geoespacial, en coordinación con el Sub grupo del GTR CCyGdR, luego se procedió a Estructurar la Base de datos de los Featureclass de Peligros por sequias, inundaciones, heladas y geodinámica externa, Vulnerabilidad social, Sitios prioritarios y Escenarios de cambio climático de precipitación y temperaturas máximas y mínimas al 2030. Seguidamente se hiso la Estandarización de la Base de datos, convirtiendo las variables relacionadas a Peligros y Vulnerabilidad social de cuantitativas a

calificativas, con la finalidad de elaborar un modelo geoespacial de algebra de mapas tipo lógico. Luego se procedió con la Elaboración del Modelo geoespacial (físico y lógico) en la plataforma Model Builder del ArcGIS 10.1 y la respectiva socialización con el Sub grupo del GTR CCyGdR. Como paso siguiente se procedió a hacer el Análisis espacial de los resultados y presentación de los mismos ante el Sub grupo del GTR CCyGdR, para recibir sus apreciaciones y levantar posibles observaciones y finalmente se hizo la Elaboración de los Mapas y sus respectivas Memorias descriptivas y presentación de éstas ante el GTR CCyGdR para su revisión y conformidad.

Entre los resultados se tiene: Para el caso del producto N° 01, el 58.67 % del total de su superficie de la provincia de Cutervo será impactada por el peligro por sequías exacerbadas por el cambio climático al 2030, lo que significa que 42 936 habitantes que actualmente tienen un nivel de vulnerabilidad social alta y muy alta serán afectadas y eso implica que de esta superficie afectada, el 34 % del gran frente económico agropecuario sufrirá las consecuencias del peligro por sequias. Para el caso del producto N° 02, el 11.58 % del total de su superficie de la provincia de Celendín será impactada por el peligro por inundaciones exacerbadas por el cambio climático al 2030, lo que significa que 5 438 habitantes que actualmente tienen un nivel de vulnerabilidad social alta y muy alta serán afectadas y eso implica que de esta superficie afectada, el 9 % del gran frente económico agropecuario sufrirá las consecuencias del peligro por inundaciones. Para el caso del producto N° 03, el 29.36 % del total de su superficie de la provincia de Hualgayoc será impactada por el peligro por heladas exacerbadas por el cambio climático al 2030, lo que significa que 13 789 habitantes que actualmente tienen un nivel de vulnerabilidad social alta y muy alta serán afectadas y eso implica que de esta superficie afectada, el 28 % del gran frente económico agropecuario sufrirá las consecuencias del peligro por heladas. Finalmente para el caso del producto N° 04, el 54.43 % del total de su superficie de la provincia de Celendín será impactada por el peligro por geodinámica externa exacerbadas por el cambio climático al 2030, lo que significa que 29 501 habitantes que actualmente tienen un nivel de vulnerabilidad social alta y muy alta serán afectadas y eso implica que de esta superficie afectada, el 30 % del gran frente económico agropecuario sufrirá las consecuencias del peligro por geodinámica externa.

Para el caso del producto N° 05, en realidad está conformado por 3 sub productos, entre los principales resultados se tienen: Los Sitios prioritarios 10, 11 y 15, serán los que sufrirán los impactos del peligro por sequías exacerbadas por el cambio climático al 2030, incrementándose su nivel de vulnerabilidad de estos ecosistemas. Los Sitios prioritarios 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14 y 15, serán los que sufrirán los impactos del peligro por heladas exacerbadas por el cambio climático al 2030, incrementándose su nivel de vulnerabilidad de estos ecosistemas. Finalmente los Sitios prioritarios 4, 9, 10, 11, 12, 13 y 14, serán los que sufrirán los impactos del peligro por geodinámica externa exacerbada por el cambio climático al 2030, incrementándose su nivel de vulnerabilidad de estos ecosistemas.

II. INTRODUCCIÓN

En la última década, los enfoques de la planificación para el desarrollo se están renovando, en particular con los aportes del pensamiento prospectivo (construcción participativa de escenarios de futuro), la concepción de la gestión del riesgo de desastre (el desastre y el riesgo se construyen socialmente como resultado, entre otros factores, del despliegue y la concreción de procesos contradictorios de desarrollo) y la confirmación científica del acelerado proceso de cambio climático global (fenómeno socionatural). Sin embargo, los procesos de planificación para el desarrollo en términos generales no se han renovado, con frecuencia no incluyen análisis participativos de escenarios actuales y futuros, ni criterios de reducción del riesgo de desastre, mucho menos incorporan medidas de adaptación al cambio climático que experimenta nuestro planeta.

Las consecuencias de esta ausencia de promoción o incorporación de estrategias o medidas de reducción del riesgo desde la planificación favorecen la configuración de futuros escenarios de desastre que ocasionarán sufrimiento humano, pérdidas económicas, desperdicio de inversiones públicas y afectación de opciones de vida de la población de menores recursos, lo que en su conjunto retrasa los procesos de desarrollo a escala local, regional y nacional. Frente a esta situación, el Gobierno Regional de Cajamarca, en cumplimiento con la normatividad nacional, está impulsando y liderando el Proceso de Formulación Participativa de Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), con la finalidad de contar con un instrumento más de planificación para el desarrollo sostenible y así aportar a la reducción significativa de los factores de vulnerabilidad de las poblaciones ante contextos de amenaza o peligro natural o socionatural, la reducción del riesgo y la adaptación y mitigación al cambio climático.

En esta perspectiva, la consultoría en “Modelamiento SIG para generar Mapas de Peligros en Escenarios de Cambio Climático al 2030 en la Región Cajamarca”, tiene como principal objetivo Generar y analizar mapas de peligro de sequía, inundaciones, heladas y geodinámica externa, en escenarios de incremento/disminución de precipitaciones, incremento de temperatura y vulnerabilidad de las unidades sociales. Asimismo, identificar los ecosistemas que por efectos negativos de las sequías, heladas y deslizamientos de tierra, incrementarían su nivel de vulnerabilidad. Estos mapas en esencia vienen hacer un insumo importante para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), porque permite a los técnicos y tomadores de decisiones apreciar los lugares del territorio de Cajamarca en donde se exacerbaría los peligros debido al cambio climático, así mismo les ayuda a identificar las poblaciones que están ocupando y usando este territorio.

Los mapas generados en la consultoría también pueden servir para la contribución a la definición de políticas públicas, estrategias o instrumentos adecuados para lograr que los programas, los proyectos o las acciones de inversión para el desarrollo sostenible no generen nuevas condiciones de vulnerabilidad en la

sociedad, más aún en el actual contexto de cambio climático que exacerbarían los peligros por inundaciones, heladas, sequias y geodinámica externa.

III. GLOSARIO

ESRI: Environmental Systems Research Institute (Instituto de investigación de sistemas medioambientales)

SIG: Geographic Information Systems (Sistemas de información geográfica)

GPS: Global Positioning System (Sistema de posicionamiento global)

IGN: Instituto Geográfico Nacional

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática

MINAM: Ministerio del Ambiente

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

OT: Ordenamiento Territorial

SQL: Structured Query Language (Lenguaje estructurado de consultas)

UTM: Universal Transverse Mercator (Sistema de coordenadas transversal de Mercator)

WGS: World Geodetic System (Sistema Geodésico Mundial)

ZEE: Zonificación Ecológica y Económica

IV. OBJETIVO, ÁMBITO y PRODUCTOS

4.1. Objetivo.

Generar y analizar mapas de peligro de sequía, inundaciones, heladas y geodinámica externa, en escenarios de incremento/disminución de precipitaciones, incremento de temperatura y vulnerabilidad de las unidades sociales. Asimismo, identificar los ecosistemas que por efectos negativos de las sequías, heladas y deslizamientos de tierra, incrementarían su nivel de vulnerabilidad.

4.2. Ámbito de la Consultoría.

Región Cajamarca.

a) Ubicación geográfica:

El Departamento de Cajamarca, se encuentra ubicado en la parte norte del país. Limita al oeste con los departamentos de Piura y Lambayeque, al sur con La Libertad, al este con Amazonas y al norte con territorio ecuatoriano. Está conformado por territorios de costa, de sierra y de selva.

b) Administración política administrativa:

Su superficie es de 32 952.64 Km2 y políticamente está dividida en 13 provincias: Cajamarca, Cajabamba, Celendín, Chota, Contumazá, Cutervo, Hualgayoc, Jaén, San Ignacio, San Marcos, San Miguel, San Pablo y Santa Cruz y haciendo un total de 127 distritos.

c) Hidrografía:

Sus aguas dan origen a cuencas hidrográficas que son afluentes de la vertiente del Pacífico (Cuenca Chicama, Zaña, Chaman, Motupe, Chancay-Lambayeque y Jequetepeque y la Intercuenca 13773) y otras a la vertiente del Pacífico (Cuenca Chinchipe, Crisnejas, Chamaya y Cenepa y las Intercuencas Alto Marañon I, Alto Marañon II, Alto Marañon III, Alto Marañon IV y Alto Marañon V).

4.3. Descripción de Productos/ Entregables.

Cuadro Nº 01: Productos

PRODUCTOS	DESCRIPCIÓN/ CARACTERÍSTICAS
Producto Nº 01: Mapa de peligro ante sequías en escenarios de cambio climático al 2030	**Comprende:** **1.** Base de datos estructurada y estandarizada de los Featureclass de Peligro por sequías, Escenario climático de temperaturas máximas y de precipitación al 2030 y vulnerabilidad social, en formato digital *.gdb. **2.** Elaboración del modelo geoespacial. **3.** Mapa y Memoria descriptiva.
Producto Nº 02: Mapa de peligro ante inundaciones en escenarios de cambio climático al 2030	**Comprende:** **1.** Base de datos estructurada y estandarizada de los Featureclass de Peligro por inundaciones, Escenario climático de precipitación al 2030 y vulnerabilidad social, en formato digital *.gdb. **2.** Elaboración del modelo geoespacial. **3.** Mapa y Memoria descriptiva.
Producto Nº 03: Mapa de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al 2030	**Comprende:** 1. Base de datos estructurada y estandarizada de los Featureclass de Peligro por heladas y vulnerabilidad social, en formato digital *.gdb. **2.** Elaboración del modelo geoespacial. **3.** Mapa y Memoria descriptiva.
Producto Nº 04: Mapa de peligro ante fenómenos de geodinámica externa en escenarios de cambio climático al 2030	**Comprende:** 1. Base de datos estructurada y estandarizada de los Featureclass de Peligro por geodinámica externa, Escenario climático de precipitación al 2030 y vulnerabilidad social, en formato digital *.gdb. **2.** Elaboración del modelo geoespacial. **3.** Mapa y Memoria descriptiva.
Producto Nº 05: Mapa de ecosistemas altamente vulnerables en escenarios de cambio climático al 2030	**Comprenderá:** 1. Base de datos estructurada y estandarizada de los Featureclass de Sitios prioritarios, Escenarios climáticos de precipitación y temperatura máxima al 2030 y Peligros por sequías, heladas y geodinámica externa, en formato digital *.gdb. **2.** Elaboración del modelo geoespacial. **3.** Mapa y Memoria descriptiva.

V. ASPECTOS CONCEPTUALES

En el presente capítulo se han incluido algunas definiciones de Sistemas de Información Geográfica y otros términos que se han empleado tanto en el informe final como en el desarrollo de las actividades para obtener los productos; éste breve análisis tiene por finalidad, consensuar los contenidos y la orientación del producto de la consultoría.

5.1. Cartografía.

a) Cartografía

Es la ciencia encargada de la preparación de todo tipo de mapas y cartas, incluyendo cada operación desde el planeamiento hasta la impresión final de los mapas. Esto significa que la cartografía comprende la elaboración competa de mapas, es decir, geodesia, topografía, fotogrametría, compilación y reproducción (Roggero, V.).

b) Datum

Es el modelo matemático para la realización de mediciones de posición horizontal y/o vertical, conformado por un conjunto de parámetros geométricos y geodésicos y puntos de control usados para definir con precisión la forma tridimensional de la tierra, que se asimila a un elipsoide de revolución, cuya función es representar la forma de la tierra, en una región determinada del globo terráqueo (Roggero, V).

c) Barra de escala

Elemento del mapa que muestra la escala gráficamente por distancias (Bosque, J).

d) Elipsoide

Superficie sólida de revolución generada al hacer girar una elipse sobre su eje menor. Ya que la forma de la tierra es distinta de un área a otra, y para fines prácticos, se utiliza un elipsoide para representar la superficie de una determinada región para así obtener un mejor ajuste en los cálculos y mediciones geodésicas realizadas (Roggero, V).

e) Mapa

Representación gráfica de información geográfica. Incluye datos geográficos del mapa (una o más capas) y otros elementos del mapa como un título, flecha de Norte, leyenda, barra de escala, etc. En

un mapa se puede visualizar y consultar interactivamente los datos geográficos y posteriormente prepararlo para imprimir (Bosque, J).

f) WGS84

Siglas de World Geodesic System 1984, que designan el sistema coordenado materializado y diseminado por la agencia norteamericana National Imagery and Mapping Agency (MINA). El origen de este sistema de referencia se remonta a la era Doppler, aunque en la actualidad está basada prácticamente en observaciones GPS (Roggero, V).

g) Zona o huso

Es la sección de un globo limitado por dos meridianos o círculos máximos. En la proyección UTM cada huso viene determinado por dos meridianos separados por una longitud de 6 grados sexagesimales y dos paralelos de latitud 90 grados Norte y Sur (Roggero, V).

5.2. Sistemas de Información geográfica (SIG).

a) Los Sistemas de Información Geográfica

Es una herramienta empleada en la recopilación, selección, automatización, recuperación, análisis de datos numéricos y gráficos, y su aplicación de los mismos en base de modelos lógicos y descriptivos por medio de superposición de mapas, medición de distancias y localización de áreas de influencias. También puede se define como un sistema de hardware, software y procedimientos analíticos que integra modernas técnicas de mapeo computarizado con potentes operadores analíticos de base de datos geográficos o espaciales, capaces de efectuar consultas y transformaciones sobre el espacio constituyéndose en una herramienta versátil, eficiente y oportuna para el planeamiento regional urbano-rural y la toma de decisiones.

Los SIG tienen en común una ubicación geográfica para el registro de la información. El Sistema de coordenadas pueden ser parte de la red geográfica del mundo, como suele ocurrir frecuentemente, puede pertenecer a otra clase de reticulado nacional o local configurado dentro del sistema geográfico del mundo (Tomlinson, R).

b) Características generales de los sistemas de información geográfica

- ✓ Procesamiento y automatización de los datos.
- ✓ La base de datos.

- ✓ El componente operativo y funcional, que mediante un conjunto de procedimientos u operaciones actúan sobre la información contenida en la base de datos.
- ✓ Las estructuras de datos que constituyen el elemento puente entre el conjunto de funciones y la base de datos (Tomlinson, R).

c) Usos de los sistemas de información geográfica

El uso de este tipo de sistemas facilita la visualización de los datos obtenidos en un mapa con el fin de reflejar y relacionar fenómenos geográficos de cualquier tipo, desde mapas de carreteras hasta sistemas de identificación de parcelas agrícolas o de densidad de población. Además, permiten realizar las consultas y representar los resultados en entornos web y dispositivos móviles de un modo ágil e intuitivo, con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión, conformándose como un valioso apoyo en la toma de decisiones (Tomlinson, R).

d) Cómo funciona los sistemas de información geográfica

Los SIG operan como una base de datos geográfica asociada a los objetos existentes en un mapa digital, y dan respuesta a las consultas interactivas de los usuarios analizando y relacionando diferentes tipos de información con una sola localización geográfica. Esto es conectando mapas con base de datos.

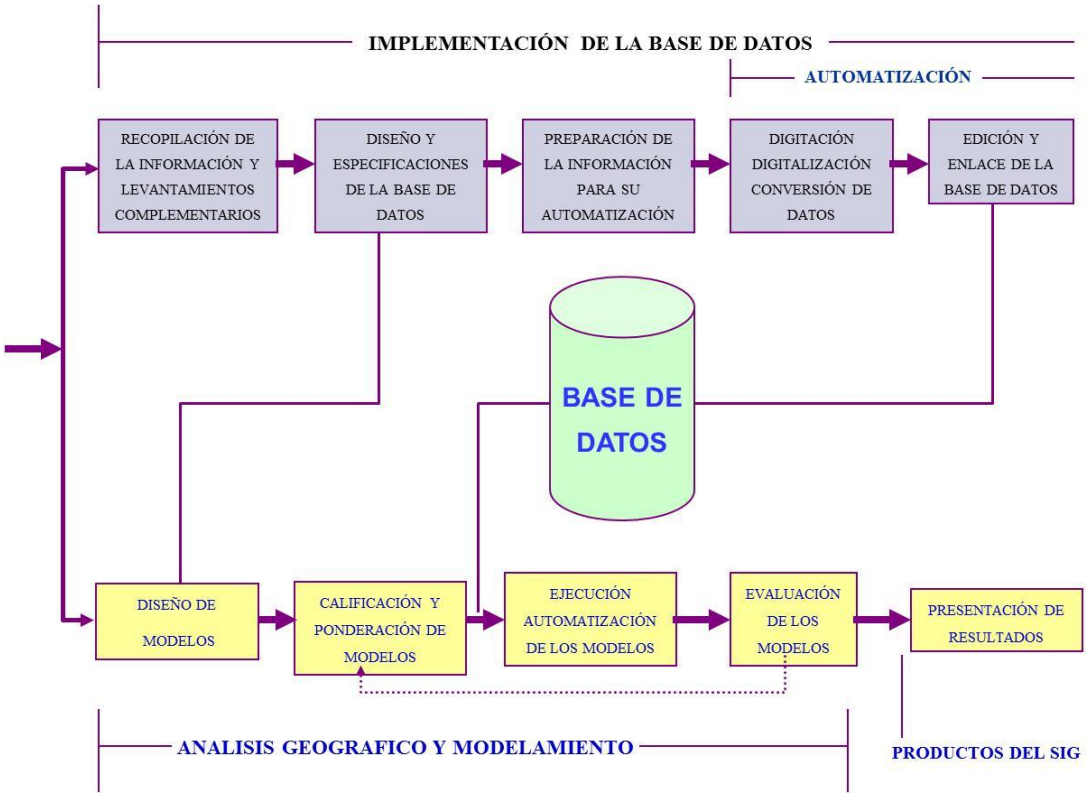
En definitiva, los SIG facilitan el trabajo del profesional, ya que separan la información en capas temáticas y las almacena de forma independiente, haciendo más rápida y sencilla la tarea final de relacionar la información existente para la obtención de resultados (Tomlinson, R).

5.3. Base de Datos.

a) Base de datos SIG

Es una serie de capas de información espacial en formato digital, que representan diversas variables (formato ráster), o bien capas que representan objetos (formato vectorial) a los que corresponden varias entradas en una base de datos enlazada (Tomlinson, R).

b) Fases para implementar una Base de Datos SIG



(Pantigoso, H)

c) Atributo

Porción de información que describe una entidad del mapa. Una característica de una entidad geográfica descrita por números, caracteres, imágenes y diseños CAD, típicamente almacenado en formato tabular y unido a la entidad por un identificador (Rigaux, P).

d) Feature Class (Clase de identidad)

Es un componente de la Geodatabase que agrupa datos que tienen una misma geometría, atributos y referencia espacial (se incluyen la anotaciones, que son un tipo especial de entidades). Los Feature Class pueden existir en forma independiente dentro de la Geodatabase, o pueden agruparse dentro de un Feature Dataset (Rigaux, P).

e) Field (campo)

Se representa por una columna en una tabla. Cada campo contiene los valores para un sólo atributo (Rigaux, P).

f) File Geodatabase (Geodatabase basada en archivos)

Utiliza un formato propietario de ESRI, que integra los datos en un único directorio o carpeta. Ofrece mejor rendimiento que la geodatabase personal, almacena hasta 1Tb por Dataset y es multiplataforma. Consultable por varios usuarios en modo de solo lectura en forma simultánea (Rigaux, P).

g) Reglas topológicas

Sirven para validar las relaciones topológicas entre los objetos geométricos: adyacencia, conectividad o coincidencia (Korte, G).

h) Shapefiles

Es el formato nativo del ArcView y sirve para almacenar localizaciones y atributos de los elementos espaciales, pudiéndose visualizar y editar tanto los datos espaciales como los atributos. Solo son capaces de tener una única clase de dato vectorial: punto, línea y polígono, sin tener en cuenta el tipo de entidad, almacenan la tabla de atributos en una tabla de formato dBase (*.DBF) asociada (Pantigoso, H).

5.4. Análisis espacial.

a) Análisis espacial

Comprende el conjunto de procesamientos utilizados para abordar el estudio de la estructura y las relaciones territoriales, a partir del conocimiento de la posición y características de las entidades geográficas de las variables involucradas. Es la funcionalidad más poderosa del software ArcGIS.

El análisis espacial es útil para evaluar la conveniencia y capacidad, para estimar, interpretar y entender. Existen cuatro tipos tradicionales de análisis espacial: los recubrimientos topológicos y análisis de contigüidad, el análisis de superficie, el análisis lineal y el análisis ráster (Tomlinson, R).

b) Cálculo algebraico

Capacidad de efectuar operaciones basadas en expresiones lógicas. Deberá ser posible realizar cálculos algebraicos de manera independiente o en combinación con funciones geométricas y aritméticas, incorporar cálculos algebraicos en macroprogramas, cambiar las variables y los componentes de los algoritmos, y establecer procedimientos interactivos (Tomlinson, R).

c) Cálculo aritmético

Capacidad de efectuar operaciones tales como sumas, restas, multiplicaciones y divisiones. Deberá ser posible realizar cálculos aritméticos de manera independiente o en combinación con funciones geométricas y algebraicas, incorporar cálculos aritméticos en macroprogramas, cambiar las variables y los componentes de los algoritmos y establecer procesos interactivos (Tomlinson, R).

d) Consulta de atributos

Procesos de determinación de un subconjunto de elementos para su estudio posterior, el cual se basa en preguntas sobre atributos. Se suelen implementar usando un dialogo que ayuda a formular la pregunta o usando un lenguaje especial de consulta, tal como el lenguaje estructurado de consultas (SQL) (Korte, G).

e) Consulta espacial

Proceso de selección de un subconjunto de un área de estudio según ciertas características espaciales. El subconjunto puede usarse para informes, estudios adicionales o análisis. Las consultas espaciales se suelen implementar por selección de un elemento específico o por dibujo de una gráfica alrededor de un conjunto de elementos (Korte, G).

5.5 Modelamiento.

a) Geoprocesamiento

Es cualquier operación SIG usada para manipular los datos. Una operación típica de geoprocesamiento toma unos datos de entrada y devuelve el resultado de la operación como datos de salida, también conocidos como datos derivados (Tomlinson, R).

b) Model Builder

Es la herramienta diseñada para construir modelos en ArcGIS. Se inicia como una ventana vacía a la cual se van incorporando los datos y las herramientas que permiten establecer la secuencia de un análisis (Tomlinson, R).

c) Modelo geoespacial

Es la combinación de las herramientas de geoprocesamiento de datos y herramientas (conjunto de procedimientos y reglas) que se ejecutan en forma secuencial para proporcionar el resultado del análisis. Un modelo se puede entender como una abstracción y descripción de la realidad para

representar objetos, procesos o eventos, el cual permite simular un suceso del mundo real, lo que facilita la comprensión del comportamiento del fenómeno estudiado y posibilita predecir posibles resultados en función de los datos de entrada utilizados (Tomlinson, R).

d) Modelo conceptual

Es la conceptualización de la realidad por medio de la definición de objetos de la superficie de la tierra (entidades) con sus relaciones espaciales y características (atributos) que se representan en un esquema describiendo esos fenómenos del mundo real. Para obtener el modelo conceptual, el primer paso es el análisis de la información y los datos que se usan y producen en la empresa que desarrolla SIG; el segundo paso es la determinación de las entidades y los atributos con las relaciones que aquellas guardan, de acuerdo con el flujo de información de los diferentes procesos que se llevan a cabo en la empresa (Pantigoso, H).

e) Modelo físico.

Es la implementación del modelo conceptual y lógico en el programa o software seleccionado y equipos en que se vaya a trabajar y por eso se realiza de acuerdo con sus propias especificaciones. El modelo físico determina en qué forma se debe de almacenar los datos, cumplimiento con las restricciones y aprovechando las ventajas del sistema específico a utilizar (Pantigoso, H).

f) Modelo lógico

Es el diseño detallado de las bases de datos que contendrán la información alfanumérica y los niveles de información gráfica que se capturan, con los atributos que describen cada entidad, identificadores, conectores, tipo de dato (numérico o carácter) y su longitud; además, se define la geometría (punto, línea o polígono) de cada una de ellas (Pantigoso, H).

g) Modelo descriptivo.

Este modelo presenta información directamente de los patrones y distribuciones de rasgos o elementos espaciales. Dicho modelo no conduce a recomendaciones. Su análisis es limitado, cuyo propósito es recuperar, presentar información espacial, básicamente es la elaboración de un mapa (Tomlinson, R).

5.6. Software ArcGIS.

a) ArcCatalog

Permite administrar los archivos del SIG; es el equivalente del explorador de Windows para archivos geográficos. Su interfaz proporciona un conjunto de funciones que facilitan la visualización y administración (renombrar, borrar y mover) de los datos geográficos; capas layers y explorar los archivos SIG y permite visualizar su organización (Bosque, J).

b) ArcGIS

Es un software SIG diseñado por la empresa californiana Environmental Systems Research Institute (ESRI) para trabajar a nivel multiusuario. Representa la evolución constante de estos productos, incorporando los avances tecnológicos experimentados en la última década en el área de la información y telecomunicaciones para capturar, editar, analizar, diseñar, publicar en la web e imprimir información geográfica (Bosque, J).

c) ArcGIS Desktop

Conjunto integrado de aplicaciones SIG avanzadas para PC de escritorio (ArcCatalog, ArcMap, ArcToolBox, ArcReader, ArcScene, ArcGlobe y diversas extensiones específicas). Se distribuye bajo tres niveles de licencias que, en orden creciente de funcionalidades y coste, son las siguientes: ArcView, ArcEditor y ArcInfo (Bosque, J).

d) ArcMap

Es la aplicación central del ArcGIS. Este módulo Permite visualizar, consultar, editar y realizar análisis sobre los datos en un entorno de visualización, edición y presentación (preparación de salidas gráficas) totalmente integrado. Además posee un potente entorno de análisis con generación de buffer, selecciones espaciales, por atributos, análisis de redes y otras funcionalidades disponibles directamente desde la interfaz (Bosque, J).

e) ArcToolBox

Es una aplicación que aparece integrada dentro del ArcCatalog y ArcMap, es un conjunto de herramientas que permiten convertir archivos desde y hacia otros formatos, así como realizar análisis complejos, gestionar proyecciones y realizar otras operaciones relativas a la geometría de los datos y a sus tablas asociadas. Así mismo permite añadir herramientas propias personalizadas a partir de ficheros ejecutables (*.exe) o librerías dinámicas (*.dll), también, se pueden crear listas de tareas

(procesos batch), y ejecutar las mismas en forma remota (aprovechando el entorno de trabajo de Windows) (Bosque, J).

f) Proyecto o documento de mapa (*.mxd)

No es un archivo de datos espaciales, simplemente contiene en su interior la ruta y las características de visualización de cada una de las capas a las que hace referencia (colores, símbolos, tramas, grosor de línea, etc) del agregado de imágenes y datos del mapa y las especificaciones de la vista de diseño del mapa final (Bosque, J).

5.7. Peligros potenciales múltiples.

a) Peligro por inundaciones

Orientado a identificar zonas en las cuales el agua por un ascenso temporal del nivel del rio, lago u otro, pueden impactar en los medios de vida de las sociedades humanas, pudiendo causar hasta pérdida de vidas humanas (Sub Modelo Peligros Potenciales Múltiples Región Cajamarca).

b) Peligro por heladas

En términos generales puede ser considerada como la insuficiente disponibilidad de agua en una región, por un período prolongado para satisfacer las necesidades de los elementos bióticos locales; en esa medida permite identificar zonas en donde es posible la ocurrencia de este fenómeno natural, a partir del análisis de las variables biofísicas que se relacionan (Sub Modelo Peligros Potenciales Múltiples Región Cajamarca).

c) Peligro por sequías

Fenómeno climático cuya ocurrencia por un descenso de la temperatura ambiente, también impacta negativamente sobre los medios de vida de las poblaciones humanas; bajo este concepto y a partir del análisis de variables biofísicas que se relacionan, el presente sub modelo permite identificar zonas en donde es posible la ocurrencia de este fenómeno natural (Sub Modelo Peligros Potenciales Múltiples Región Cajamarca).

d) Peligro por geodinámica externa

Se relaciona con el estudio de la acción de los agentes atmosféricos externos sobre la capa superficial de la tierra; para el presente estudio el sub modelo toma cuenta analizar variables que influyen en la ocurrencia de deslizamientos y huaycos (Sub Modelo Peligros Potenciales Múltiples Región Cajamarca).

5.8 Vulnerabilidad social

Entendemos las características de una persona o grupo desde el punto de vista de su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural. Implica una combinación de factores que determinan el grado hasta el cual la vida y la subsistencia de alguien quedan en riesgo por un evento distinto e identificable de la naturaleza o de la sociedad.

Por lo general, la vulnerabilidad está íntimamente correlacionada con la posición socioeconómica (suponiendo que ésta incorpora raza, sexo, edad, etc.). Aunque hacemos varias distinciones que muestran que es demasiado simplista para explicar todos los desastres, por lo general el pobre sufre más con los desastres que el rico, si bien pobreza y vulnerabilidad no están uniforme e invariablemente correlacionadas en todos los casos. El punto clave es la importancia que le damos a las formas sociales para la explicación del desastre (Blaike, P.).

5.9. Cambio climático

a) Cambio climático

Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima, observada durante períodos de tiempo comparables. En otras palabras, cualquier cambio en el clima que ocurra en el tiempo como consecuencia de la actividad humana a través de la emisión excesiva de gases de efecto invernadero (Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático).

b) Variabilidad climática

El concepto de variabilidad climática hace referencia a las variaciones del estado medio y a otras características estadísticas del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias que las de fenómenos meteorológicos. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones del forzamiento externo antropógeno o natural (variabilidad externa).

La variabilidad climática se refiere a las oscilaciones o variaciones del estado promedio del clima y que generalmente asociamos a la ocurrencia de eventos extremos, ya sea en la escala global, regional o local y en diferentes escalas del tiempo. Por ejemplo, las heladas que ocurren en lapsos de días pueden ser características de un valle en la sierra central del país, ya que se dan todos los años, por lo que forman parte de la variabilidad climática de esa región. En una escala espacial mayor, las lluvias e incrementos de temperatura asociados a un evento como El Niño, son parte de la variabilidad

climática de la región norte de nuestro país porque ocurre cada cierto tiempo, de 4 a 10 años. Tanto el clima como su variabilidad son los aspectos que mejor describen el comportamiento climático de una determinada región. (Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático).

c) Escenario climático

Es la representación plausible y en ocasiones simplificada del clima futuro, basada en un conjunto de relaciones climatológicas internamente coherente. Está definido explícitamente para investigar las posibles consecuencias del cambio climático antropogénico, que puede introducirse como datos entrantes en los modelos de impacto. Un escenario de cambio climático es la diferencia entre un escenario climático y el clima actual.

En resumen, es la representación aproximada del clima futuro, basada en un conjunto de datos climáticos y en concentraciones de GEI, empleados para predecir las posibles consecuencias del cambio climático (Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático).

5.10. Sitios prioritarios para la conservación

Consiste en la protección y manejo de muestras de organismos vivos de tamaños que sean compatibles con la supervivencia, ritmo y evolución de los ecosistemas, incluyendo la mantención de las especies y la conservación de su diversidad genética (Muñoz, M.).

VI. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Para obtener los cinco (5) productos estipulados en la consultoría ***"Modelamiento SIG para generar Mapas de Peligros en Escenarios de Cambio Climático al 2030 en la Región Cajamarca»,*** se describe a continuación las actividades que se han realizado para cada uno de los productos y así lograr los resultados esperados.

6.1. <u>Producto Nº 01</u>: Mapa de peligro ante sequías en escenarios de cambio climático al 2030, el cual comprendió:

- ✓ Elaboración del Modelo conceptual, de las variables que integraron el modelo geoespacial, en coordinación con el Sub grupo del GTR CCyGdR.
- ✓ Estructurar la Base de datos de los Featureclass de Peligros por sequías, Escenarios climáticos de temperaturas máximas y de precipitación al 2030 y Vulnerabilidad social.
- ✓ Estandarización de la Base de datos, convirtiendo las variables de Peligros y Vulnerabilidad social de cuantitativos a calificativos, con la finalidad de elaborar un modelo geoespacial de algebra de mapas tipo lógico.
- ✓ Elaboración del Modelo geoespacial (físico y lógico) en la plataforma Model Builder del ArcGIS 10.1 y socializarla al Sub grupo del GTR CCyGdR.
- ✓ Análisis espacial de los resultados y presentación de los mismos ante el Sub grupo del GTR CCyGdR, para recibir sus apreciaciones y levantar posibles observaciones.
- ✓ Elaboración del Mapa y la Memoria descriptiva y presentación de éste ante el GTR CCyGdR para su revisión.

Las actividades tuvieron como objetivo: Evidenciar los espacios del territorio del Departamento de Cajamarca, en donde se exacerbaría el Peligro por sequías frente a los escenarios climáticos de Temperaturas máximas y Precipitación al 2030 y la población que está en estos, en condiciones de Vulnerabilidad social alta y muy alta.

6.2. <u>Producto Nº 02</u>: Mapa de peligro ante inundaciones en escenarios de cambio climático al 2030, el cual comprendió:

- ✓ Elaboración del Modelo conceptual, de las variables que integraron el modelo geoespacial, en coordinación con el Sub grupo del GTR CCyGdR.
- ✓ Estructurar la Base de datos de los Featureclass de Peligros por inundaciones, Escenario climático de precipitación al 2030 y Vulnerabilidad social.

- ✓ Estandarización de la Base de datos, convirtiendo las variables de Peligros y Vulnerabilidad social de cuantitativos a calificativos, con la finalidad de elaborar un modelo geoespacial de algebra de mapas tipo lógico.
- ✓ Elaboración del Modelo geoespacial (físico y lógico) en la plataforma Model Builder del ArcGIS 10.1 y socializarla al Sub grupo del GTR CCyGdR.
- ✓ Análisis espacial de los resultados y presentación de los mismos ante el Sub grupo del GTR CCyGdR, para recibir sus apreciaciones y levantar posibles observaciones.
- ✓ Elaboración del Mapa y la Memoria descriptiva y presentación de éste ante el GTR CCyGdR para su revisión.

Las actividades tuvieron como objetivo: Evidenciar los espacios del territorio del Departamento de Cajamarca, en donde se exacerbaría el Peligro por inundaciones frente al escenario climático de Precipitación al 2030 y la población que está en estos, en condiciones de Vulnerabilidad social alta y muy alta.

6.3. <u>Producto Nº 03</u>: Mapa de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al 2030, el cual comprendió:

- ✓ Elaboración del Modelo conceptual, de las variables que integraron el modelo geoespacial, en coordinación con el Sub grupo del GTR CCyGdR.
- ✓ Estructurar la Base de datos de los Featureclass de Peligros por heladas y Vulnerabilidad social.
- ✓ Estandarización de la Base de datos, convirtiendo las variables de Peligros y Vulnerabilidad social de cuantitativos a calificativos, con la finalidad de elaborar un modelo geoespacial de algebra de mapas tipo lógico.
- ✓ Elaboración del Modelo geoespacial (físico y lógico) en la plataforma Model Builder del ArcGIS 10.1 y socializarla al Sub grupo del GTR CCyGdR.
- ✓ Análisis espacial de los resultados y presentación de los mismos ante el Sub grupo del GTR CCyGdR, para recibir sus apreciaciones y levantar posibles observaciones.
- ✓ Elaboración del Mapa y la Memoria descriptiva y presentación de éste ante el GTR CCyGdR para su revisión.

Las actividades tuvieron como objetivo: Evidenciar los espacios del territorio del Departamento de Cajamarca, en donde se manifiesta el Peligro por heladas y la población que está en estos, en condiciones de Vulnerabilidad social alta y muy alta.

6.4. <u>Producto Nº 04</u>: Mapa de peligro ante fenómenos de geodinámica externa en escenarios de cambio climático al 2030, el cual comprendió:

- ✓ Elaboración del Modelo conceptual, de las variables que integraron el modelo geoespacial, en coordinación con el Sub grupo del GTR CCyGdR.
- ✓ Estructurar la Base de datos de los Featureclass de Peligros por geodinámica externa, Escenario climático de precipitación al 2030 y Vulnerabilidad social.
- ✓ Estandarización de la Base de datos, convirtiendo las variables de Peligros y Vulnerabilidad social de cuantitativos a calificativos, con la finalidad de elaborar un modelo geoespacial de algebra de mapas tipo lógico.
- ✓ Elaboración del Modelo geoespacial (físico y lógico) en la plataforma Model Builder del ArcGIS 10.1 y socializarla al Sub grupo del GTR CCyGdR.
- ✓ Análisis espacial de los resultados y presentación de los mismos ante el Sub grupo del GTR CCyGdR, para recibir sus apreciaciones y levantar posibles observaciones.
- ✓ Elaboración del Mapa y la Memoria descriptiva y presentación de éste ante el GTR CCyGdR para su revisión.

Las actividades tuvieron como objetivo: Evidenciar los espacios del territorio del Departamento de Cajamarca, en donde se exacerbaría el Peligro por geodinámica externa frente al escenario climático de Precipitación al 2030 y la población que está en estos, en condiciones de Vulnerabilidad social alta y muy alta.

6.5. <u>Producto Nº 05</u>: Mapa de ecosistemas altamente vulnerables en escenarios de cambio climático al 2030, el cual comprendió:

- ✓ Elaboración del Modelo conceptual, de las variables que integraron el modelo geoespacial, en coordinación con el Sub grupo del GTR CCyGdR.
- ✓ Estructurar la Base de datos de los Featureclass de Sitios prioritarios, Escenarios climáticos de precipitación y temperatura máxima al 2030 y Peligros por sequías, heladas y geodinámica externa.
- ✓ Estandarización de la Base de datos, convirtiendo las variables de Peligros de cuantitativos a calificativos, con la finalidad de elaborar un modelo geoespacial de algebra de mapas tipo lógico.
- ✓ Elaboración del Modelo geoespacial (físico y lógico) en la plataforma Model Builder del ArcGIS 10.1 y socializarla al Sub grupo del GTR CCyGdR.
- ✓ Análisis espacial de los resultados y presentación de los mismos ante el Sub grupo del GTR CCyGdR, para recibir sus apreciaciones y levantar posibles observaciones.

- ✓ Elaboración del Mapa y la Memoria descriptiva y presentación de éste ante el GTR CCyGdR para su revisión.

Las actividades tuvieron como objetivo: Evidenciar los espacios de los Sitios prioritarios, en donde se exacerbaría el Peligro por geodinámica externa frente a los escenarios climáticos de Precipitación y temperatura máxima al 2030.

Información entregada como resultado de la consultoría.

Al terminar la presente consultoría, se hará entrega en un DVD, conteniendo toda la información que se ha generado para lograr obtener los productos que indica la consultoría, así como los insumos para hacer los análisis atributivos, geoespaciales y de redacción, a continuación se detalla el contenido de la información:

- ✓ Carpeta "BaseDatosSIG.gdb", almacenará toda la Base de datos en formato digital que se ha generado para hacer posible lograr terminar los productos. Cabe indicar que la Base de datos ha sido generada como Geodatabase de archivos, con la versión del ArcGIS 9.3.1.
- ✓ Carpeta "Informe final", contiene el presente informe denominado "Informe Consultoría SIG - GIZ 12Mar2013", tanto en formato *. Docx, como *. Pdf.
- ✓ Carpeta "Logos", contiene los logos utilizados para elaborar la presentación final del membrete de los mapas.
- ✓ Carpeta "Mapas", contiene la sub carpeta "Insumos", la cual contiene los mapas utilizados en el análisis espacial y presentación final de los mapas, están en formato digital *.jpg y la sub carpeta "Productos", la cual contiene los mapas finales de los siete productos de la consultoría, están en formato digital *.jpg y *.pdf. Cabe indicar que el formato de impresión de los mapas insumo es: 89.00 cm de ancho x 155.00 cm de alto y de los mapas producto es: 89.00 cm de ancho x 145.00 cm de alto.
- ✓ Carpeta "Modelos", contiene el archivo de la caja de herramientas (Toolbox) del modelo denominado "Modelos.tbx", el cual contiene el archivo Model Builder generado para diseñar el modelamiento, el cual se ha denominado "Model Peligros y CC".
- ✓ Carpeta "Proyectos", la cual contiene los siete proyectos en formato *.mxd. Cabe indicar que estos proyectos han sido generados con la versión del ArcGIS 10.1.
- ✓ Carpeta "Tablas", contiene un archivo en Excel denominado "Productos por distritos.xlsx", que contiene los análisis hechos.
- ✓ Finalmente la carpeta "TdR y propuestas", contiene el archivo denominado "Curriculum Vitae - Mirton Enrique Crisólogo Rodríguez.pdf", el archivo denominado "Propuesta

técnica-económica GIZ 05Feb2013", en formato *.doc y *.pdf y el archivo denominado "TdR Mapas de Peligros en Escenarios Climáticos al 2030. doc".

Los capítulos **VII. Materiales y metodología** y **VIII. Resultados y/o productos**, se describirán por producto, con la finalidad de que los técnicos, tomadores de decisiones y público interesado entienda claramente cómo se obtuvo los productos de la consultoría ***"Modelamiento SIG para generar Mapas de Peligros en Escenarios de Cambio Climático al 2030 en la Región Cajamarca"***, cabe indicar que se han utilizado una serie de materiales, así mismo se ha seguido un metodología que ha garantizado llegar a buen puerto, pero para mantener la secuencia de lo que ha implicado cada producto y dar a conocer las especifidades que implica cada uno de ellos, tanto en la parte metodológica y así como como se llegó a obtener el resultado final. También se ha considerado hacer un breve análisis espacial de cada producto, con la intención de brindar algunos insumos más para la **Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC)**, que viene impulsando el Gobierno Regional Cajamarca.

a) <u>Producto Nº 01</u>: Mapa de peligro ante sequías en escenarios de cambio climático al 2030.

VII. MATERIALES Y METODOLOGÍA

7.1. Materiales.

Entre los principales materiales utilizados para lograr este producto de la presente consultoría se tienen a los siguientes:

a) Material cartográfico.

- ✓ Mapas político administrativo de Perú, de la delimitación referencial departamental, provincial y distrital, generado con fines censales por el INEI – 2002.
- ✓ Centros poblados, elaborado por el censo del INEI - 2007.
- ✓ Mapa de peligro por sequías, generada por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2012.
- ✓ Mapa de vulnerabilidad social, generada por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2011.
- ✓ Mapa de escenarios climáticos al 2030, elaborados por el SENAMHI – 2008.
- ✓ Mapa de frentes económicos, generado por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2010.
- ✓ Carta nacional, elaborada por el IGN – permanente actualización.
- ✓ Red vial, generado por en MTC – 2004 y actualizado por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2010.

b) Material de gabinete.

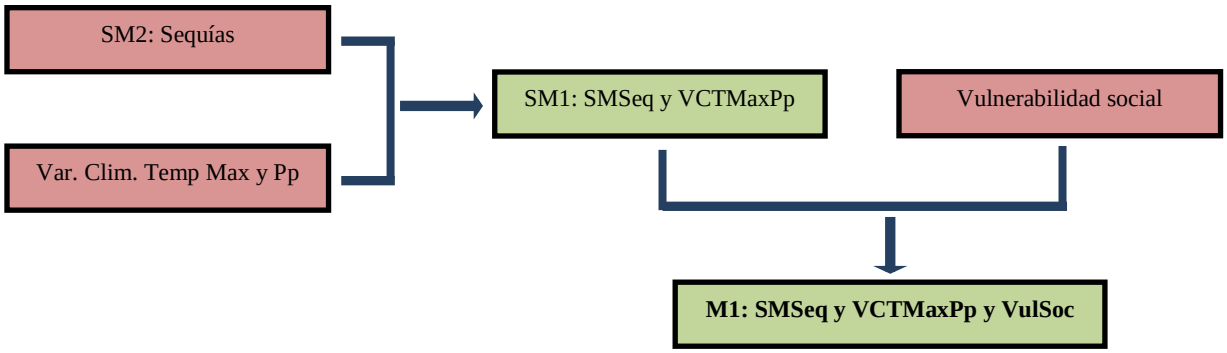
- ✓ Equipo de cómputo.
- ✓ Software: ArcGIS 10.1.
- ✓ Impresora.
- ✓ Papel.
- ✓ Lapiceros.

7.2. Metodología.

La metodología que se ha empleado para lograr este producto estipulado en la presente consultoría, se basa en el análisis espacial y empleo de funciones de geoprocesamiento, utilizando la plataforma de modelamiento Model Builder del software de ArcGIS, versión 10.1, la cual se detalla a continuación.

7.2.1. Elaboración del Modelo conceptual.

Para concretar esta actividad nos reunimos con parte del Sub grupo del GTR CCyGdR, el día sábado 19 de enero de 2013, en la sala de reuniones de la GIZ, y luego que Dante Aleman y Roy León expusieran los objetivos de la consultoría y los productos esperados, así mismo se plantearon cuáles serían las variables que nos ayudarían a obtener dichos productos. Como resultado de esta reunión se planteó la siguiente estructura conceptual:



Como se aprecia en la estructura elaborada, se van a utilizar las siguientes variables o mapas temáticos:

- ✓ Mapa de Peligro por sequías
- ✓ Mapa de Variación climática (escenario climático) de precipitación al 2030.
- ✓ Mapa de Variación climática (escenario climático) de temperaturas máximas al 2030.
- ✓ Mapa de Vulnerabilidad social.

La variable de Peligros por sequias, se va a utilizar porque en este producto se van a determinar cuáles son los espacios del territorio de la Región Cajamarca, en los cuales se manifiesta ese peligro.

Enmarcados en el contexto de cambio climático, se analizó cuál de los mapas de escenarios climáticos (variación climática) al 2030, hacen que se exacerbe más este peligro y concluimos que son el mapa de Temperaturas máximas y de Precipitación.

Finalmente tratamos de evidenciar que población se vería realmente afectada por la manifestación de este peligro y para ello incluimos en el modelo el mapa de Vulnerabilidad social.

Cabe precisar que además de identificar las variables que se utilizarán para el modelo, también es de vital importancia saber que parte o atributos de estas variables, serán las que servirán para obtener el resultado final, expresado en un mapa temático.

Y respondiendo a esta necesidad, se realizó una reunión entre los integrantes del Sub grupo del GTR CCyGdR, el día lunes 28 de enero de 2013, en la sala de reuniones de la GIZ, en la cual se identificaron los atributos que servirían para lograr el producto Nº 1: ***Mapa de peligro ante sequías en escenarios de cambio climático al 2030*** y quedó de la siguiente manera.

- ✓ Mapa de Peligro por sequías; Atributos: Medio, alto y muy alto.
- ✓ Mapa de Variación climática (escenario climático) de precipitación al 2030; Atributos: Disminuirá en 10 %.
- ✓ Mapa de Variación climática (escenario climático) de temperaturas máximas al 2030; Atributos: aumentará en 02 ºC, en 0.6 ºC, 1.0 ºC y 1.4 ºC.
- ✓ Mapa de Vulnerabilidad social; Atributos: Alto y muy alto.

Al analizar los peligros por sequía en un contexto actual, solo merecería atención los lugares de la Región Cajamarca que presentan peligro alto y muy alto, pero conociendo que el producto servirá para una Estrategia Regional de Cambio Climático, también se incluirán en el modelo el territorio que actualmente tiene un peligro medio de sequía.

Partiendo de que la sequía, se manifiesta con la disminución de Precipitación por debajo del promedio normal en un determinado ecosistema, entonces solo se analizará aquellos espacios en donde el escenario climático afirma que abra una disminución de hasta el 10 % con respecto a la precipitación actual.

También la variable del escenario climático de temperaturas máximas, servirá para evidenciar como ciertos ecosistemas que se desarrollan en determinadas condiciones de temperaturas se verán afectadas por el aumento de esta, lo que desencadena espacios más áridos con respecto a la actualidad, en base a

ello se definió que los espacios en donde la temperatura máxima aumente a partir de 0.2 ºC, serán considerados en el análisis.

Finalmente también es cierto que no toda la población que está asentada en estos espacios afectados por la sequía, sufrirá daños y pérdidas, sino solamente las que se encuentren en condiciones de vulnerabilidad social y para ello se concluyó que se analizará el territorio de la Región, en el cual la población tiene vulnerabilidad alta y muy alta.

Entonces en base a lo discutido, el algoritmo que se va a utilizar para el modelamiento quedó expresado de la siguiente manera:

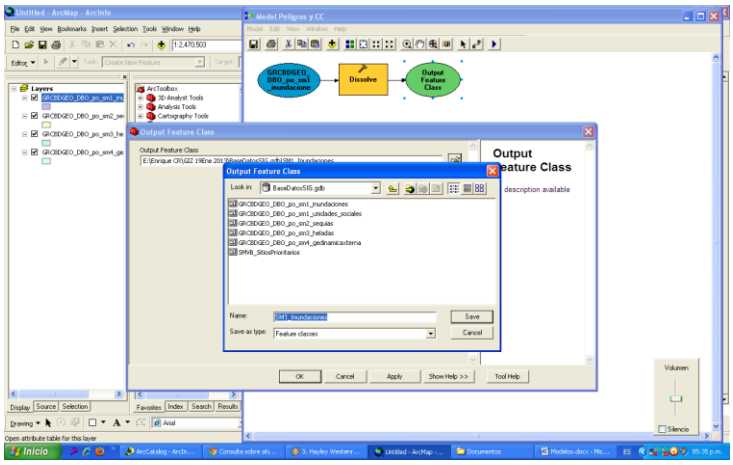
$$\mathrm{M1} = (\mathrm{MS}\ a, ma + \mathrm{MPP}\ \triangledown 10\% + \mathrm{MT^{o}\ Máx.} \triangle\ 0.2, 0.6, 1.0, 1.6°C\ ) + VSa, ma$$

7.2.2. Estructura y estandarización de la Base de datos.

Luego de saber a ciencia cierta, cuáles serán las variables involucradas en este modelo, se procedió a estructurar la Base de datos de cada una de estas variables identificadas y que en Sistemas de información geográfica se las denomina Featureclass, para lo cual se debe de saber los siguientes criterios en la etapa de modelamiento:

- ✓ Tipo de modelo: Descriptivo
- ✓ Formato del modelo: Vector
- ✓ Algebra de mapas: Lógico

Una vez definido estos criterios, se procede con las actividades propiamente dichas para este paso y son las siguientes:

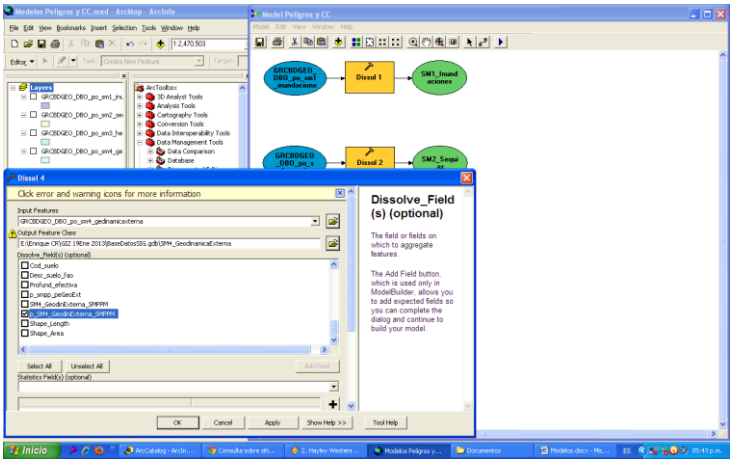


- ✓ Revisar a detalle cada campo de la base de datos, de cada una de las variables involucradas, para identificar qué campo es el que contiene la información que es útil para el modelo.
- ✓ Seguidamente utilizando la plataforma de modelamiento Model Builder del ArcGIS 10.1, se cargaron las capas temáticas de Peligro por sequías y de Vulnerabilidad social y se procedió hacer una disolución en función a los atributos identificados en el campo de interés.

- ✓ Considerando que el tipo de algebra de mapas a utilizar para este modelo, es de tipo lógico, se cambió de variable cuantitativa a calificativas los Mapas de Peligros por sequías y de Vulnerabilidad social.
- ✓ Luego de hacer el control de calidad topológico y definir la unidad mínima cartografiable se procedió a eliminar todos estos polígonos, que son inferiores para este caso 100 ha.
- ✓ Las variables de Variación climática de Precipitación al 2030 y de Temperaturas máximas al 2030 ya poseen sus atributos calificativos por lo que solo se hizo el control de calidad topológico.

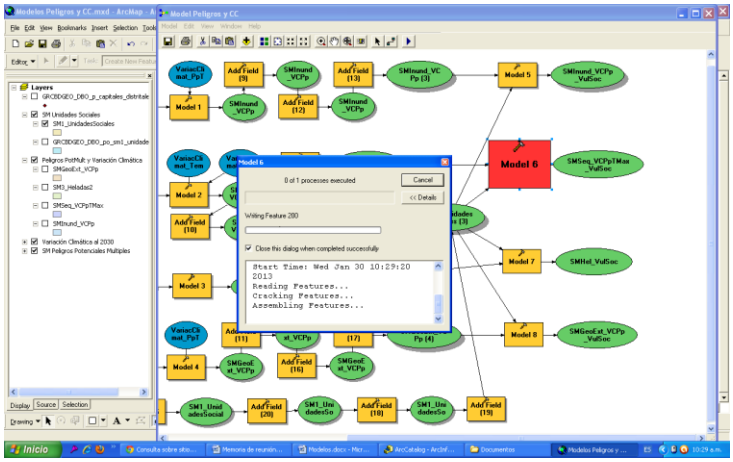
7.2.3. Elaboración del Modelo geoespacial (físico y lógico).

Al realizar el paso anterior, las variables están en condiciones de ser modeladas y con la certeza que los resultados que se van a obtener, responderán a lo esperado, se procedió a diseñar el modelo en la plataforma de modelamiento Model Builder del ArcGIS y de esta manera lograr el producto final, denominado ***Mapa de peligro ante sequías en escenarios de cambio climático al 2030***, para ello se realizó lo siguiente:



- ✓ Se cargaron al Model Builder las variables de Peligro por sequías y de Variación climática de Precipitación al 2030 y de Temperatura máxima al 2030 y se utilizó la función de geoprocesamiento de intersección, para integrar estos tres mapas.
- ✓ Luego se revisa la Base de datos integrada y se procede a eliminar algunos campos que se generan automáticamente, pero que no son de utilidad para el producto final.
- ✓ Seguidamente se hace una disolución con la finalidad de poder calcular el área y eliminar aquellos polígonos que no cumplen con la unidad mínima cartografiable, esto se hace manualmente y por multicriterio.
- ✓ Seguidamente se crea el campo que alojará las características de cada unidad homogénea.
- ✓ Haciendo las consultas SQL a la Base de datos, se procedió a llenar la leyenda de cada unidad homogénea y así obtener el Mapa SM1: SMSeq y VCTMaxPp, el cual es insumo para el producto final.

Una vez obtenido este Sub modelo intermedio, se volverá a integrar con la otra variable (Vulnerabilidad social) y así obtener el mapa final para este producto.



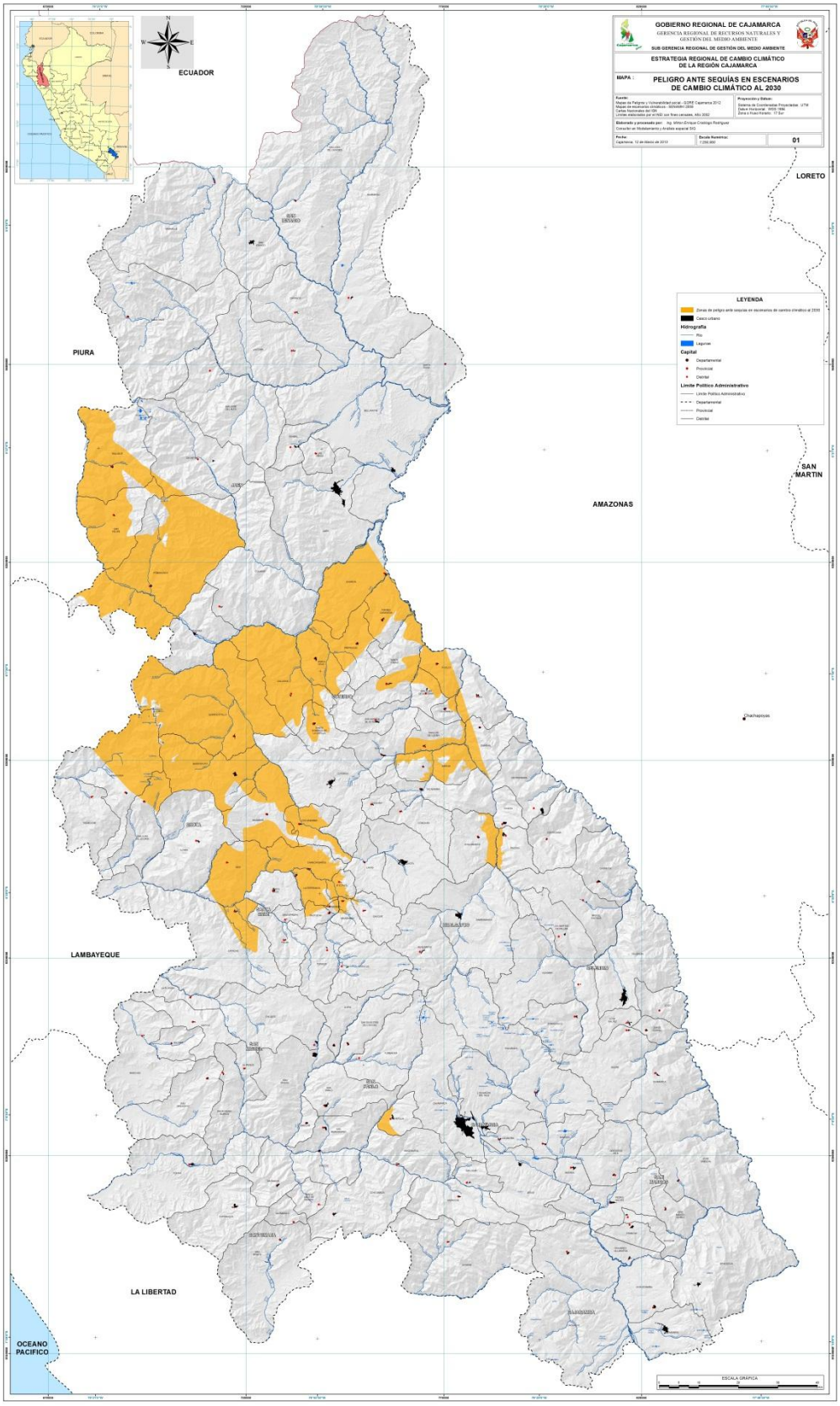
- ✓ Luego se cargaron al Model Builder el mapa temático de Vulnerabilidad social y se integró con el Mapa SM1: SMSeq y VCTMaxPp, utilizando la función de intersección.
- ✓ Se revisa la Base de datos y se elimina los campos que no sirven, se hace la disolución y elimina los polígonos cuya área es inferior a la unidad mínima cartografiable.
- ✓ Finalmente se crea el campo que alojará la leyenda, que vienen hacer los tributos del producto Nº 01, que reflejan las características del territorio y que estos responden al objetivo que se tiene para el modelo, el llenado de los atributos se hace mediante consultas espaciales a la Base de datos, utilizando el lenguaje SQL.

7.2.4. Elaboración del Mapa.

Terminada la fase de geoprocesamiento, el paso siguiente es el análisis espacial que se hace con la Base de datos y que estos se abordarán en el siguiente punto (VIII. Resultados y/o productos).

También es importante tener una salida gráfica del producto final y viene a ser la elaboración del ***Mapa de peligro ante sequías en escenarios de cambio climático al 2030***, cuya finalidad es para que los usuarios que manejarán este mapa les sea fácil de entender y tomar decisiones en función al mensaje de este.

Mapa Nº 01: Mapa de peligro ante sequías en escenarios de cambio climático al 2030



VIII. RESULTADOS Y/O PRODUCTOS

Una vez que se ha terminado de generar los productos intermedios y llegar a obtener el producto Nº 01: ***Mapa de peligro ante sequías en escenarios de cambio climático al 2030*** de la consultoría ***"Modelamiento SIG para generar Mapas de Peligros en Escenarios de Cambio Climático al 2030 en la Región Cajamarca"***, se procedió hacer algunos análisis espaciales con el propósito de que hayan más insumos para el **Proceso de Formulación Participativa de Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC),** que viene impulsando el Gobierno Regional Cajamarca.

Cuando se analiza información georeferenciada (espacial), la característica principal es que se encuentra ubicada en alguna parte de la faz de la tierra y es por ello que el primer análisis espacial realizado con el producto obtenido se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 02: Distribución porcentual del peligro por sequias al 2030.

Provincia	Distrito	Área (ha)	Provincia (%)	Distrito (%)
Cajamarca	Chetilla	7405.90	0.60	24.10
Chota	Anguía	15207.39	25.50	58.16
	Chalamarca	17739.88		19.24
	Chimban	14555.57		22.35
	Cochabamba	11920.37		65.31
	Huambos	24518.90		61.14
	Miracosta	41842.98		53.02
	Paccha	9781.64		14.47
	Pion	13984.70		11.00
	Querocoto	29970.91		92.43
	San Juan de Licupis	20153.15		23.57
Cutervo	Callayuc	30933.50	58.67	92.73
	Choros	26070.20		88.10
	Cujillo	9930.83		73.33
	La Ramada	3454.58		21.45
	Pimpingos	16920.10		66.54
	Querocotillo	68838.71		97.41
	San Juan de Cutervo	6864.48		37.33
	San Luis de Lucma	10366.06		41.34
	Santo Domingo de la Capilla	10297.82		39.14
	Santo Tomas	22881.76		31.03
	Santa Cruz	12946.54		90.14
	Toribio Casanova	13143.89		79.24
Jaén	Chontalí	45413.46	23.22	3.97
	Pomahuaca	81237.80		86.45
	Sallique	36394.23		66.78

	San Felipe	25477.62		81.06
Santa Cruz	Andabamba	844.71	33.60	52.40
	Catache	56664.21		12.56
	Chancaybaños	12697.11		87.61
	Chugur	10543.85		1.63
	La esperanza	5989.60		94.07
	Ninabamba	5750.44		15.93
	Sexi	19168.99		90.90
	Uticyacu	4294.88		56.22
	Yauyucan	3422.32		32.21

Del cuadro Nº 02, se observa que la provincia más impactada por el peligro por sequía que será exacerbado por el cambio climático al 2030 es Cutervo, con una cifra alarmante de 58.67 % del total de su superficie, encontrándose a sus distritos de Querocotillo, Callayuc y Santa Cruz, que sufrirá más del 90 % de su superficie la manifestación del peligro por sequía, así mismo es necesario tener en cuenta que las provincias de Santa Cruz, Chota y Jaén será impactadas por este peligro en más del 25 % de su territorio.

Ahora que se conoce en qué provincias y distritos se exacerbará el peligro por sequias debido a la variación climática, también es necesario saber qué y cuanta población será afectada, con la finalidad de ir pensando que hacer para contrarrestar este escenario que se viene en un corto plazo y evitar daños y pérdidas tanto humanas, materiales y ecosistémicas; en el cuadro Nº 03 se detalla el nombre de los centros poblados y su respectiva población según el censo 2007, que será afectada:

Cuadro Nº 03: Distribución porcentual del peligro por sequias al 2030.

Provincia	Distrito	Centros poblados	Población 2007
Cajamarca	Chetilla	El Tubo, Shayhualoma, Ashcapauca, Tomatepampa, Chahuit, Llulla Puquio, Lanchipampa, Paltapampa, Cadena, Vista Alegre, Cuchupampa y Casadencito	985
Chota	Anguía	Tayapotrero, Yanse - Ushun, Rodeo Pampa, Huallangate, Vista Alegre y Tendal	1696
	Chalamarca	El Naranjo, Lucmar, Huangamarquilla, Chalamarca Baja, Chilcapampa, Santa Clara, El Triunfo, Nogal, Marcopata, La Colpa y La Unión	3122
	Chimban	Buñachan, Barbasco, Chucucerca, San José, Guayluco, Mojón, Shahuindo y Susangate	1327
	Cochabamba	Santa Isolina Bajo, Huertas, Alto Llanduma, Llanduma, Mamaruribamba Bajo, Huayrabamba, Santa Isolina Alto, Palo Solo, Hualpahuagana, La Palma, Chiple Bajo, Seguer, Tayapampa El Molino, Chavilpampa, Paltarume y El Tayal	2899

	Huambos	Caruarundo, Chango Marca, San Juan De La Lianga, Licayate, El Añico, Los Toches, Chontabamba, Lancheconga, Chiple, Choruro, Chupicallpa, Succhabamba Alta, El Molle, Succhabamba Baja, Putuchacra, Mollebamba, Chabarbamba, Chococirca, La Pauca, Mito Conga y La Paccha	4576
	Miracosta	San Juan De Unican (Unican), Minas, Tucto, Andanga, Rumichaca, Tuque (Huilsca), Congona, Achucala, Calungate (Caluncate), Cascabamba, Chapunis, Sangana (Hda Sangana), El Guayabo (Huayaso), Piedra Blanca, El Rejo y Macmac	1426
	Paccha	Matibamba, Paccha Baja, Huachac, Chontabamba y Playa Hermosa	890
	Querocoto	El Palmo, Tucac Bajo (Sahuindo), Cundin, La Palma De Paraguay, Anquihua, Ayanchacra, El Obraje, Pacopampa, El Cucho, El Porvenir (Membrillo), El Limon, La Raya, Atago, La Palma, La Lima, Ayuran, Pagaybamba, El Rejo, Changomarca, Sigues (Siguis), Paraguay, La Iraca, El Sauce, La Granja, El Naranjo, Mitobamba, Vista Alegre, Huangapampa, San Luis, Maray, San Pedro, La Fila, Trapiche Viejo, Pagaybamba (Pagaibamba), Pariamarca, Tucac Alto, Carayuc, Succhuran Bajo, La Totora, La Pampa (Ayabamba), Succhuran Alto y Marcopampa	7452
	San Juan de Licupis	La Popa (Popa), San Lorenzo, Chilalan (Chilanlan) y San Antonio	264
Cutervo	Callayuc	Agua Dulce, Santa Rosa (Huayabo), San Juan Bautista (La Palma), Chontas Bajas, Santa Rita, Perlamayo, Callayuc, Puquio, Merendana, Yapana, San Juan De Chorillos (Lambidero), La Libertad, La Unión, El Campo (Sector El Campo), Queromarca, Batancillos, Chonta Alta, La Conga (Tunas), Nuevo Huallaquil, Huabal, Huertilla, La Paccha Miraflores (La Paccha), San Isidro, Cuchea, Chorrillos, Pampa Grande, La Palma (Las Ninfas), Poza Seca (Pindo), Limón, Filadelfia, Gramalotillo (Tablacucho), San Antonio De Viluco, Matara, Ilucan, Santa Fe, Santa Clara, Llangua, El Porvenir (Porvenir), Cuchea Nogal (Huaylulo), Sallef (Salipe), Cumbe, San Juan De Dios, Santa Teresa De Queromarca (Las Animas), Unión San José, Las Juntas, San José De Lirio, Yube, Chaquimayo, Churas, Pindoc, Tochepampa, Lagunas y San Francisco (Palma)	9351
	Choros	La Primavera, La Perla, San Antonio, San Isidro, San Pedro, Cuyca, La Unión, El Rollo, Mesa Rumi, San Pablo, Vista Alegre, Miraflores, Caimito, Choros, La Succha, La Balsa y Carricillo	2983
	Cujillo	Paraiso, Agua Turbia, San Francisco, El Rollo, Cujillo, Cunuat, Rayme y Yunchaco	1973
	Cutervo	El rejo	125
	La Ramada	La Laguna, Carhuallo, Cardon, La Cubillina y Chacrerias	1265
	Pimpingos	La Viña, Casa Blanca, Cuyca, El Vencedor, San Lorenzo, El Progreso, Limon, Yslayac, La Lima Barbasco, Nuevo Ilucan, La Laguna, La Union, La Esperanza, Playa Hermosa, Guayaquil, El Cantor, Pandalli, El Anis, Barbasco, San Jose, Condor Huasi Y Michino	3819

	Querocotillo	Huancas, Pampa Grande, Ñule, La Palma, El Palto, Lima Pampa, Sura, Ventarrones, El Palmo, Granadillo De Santa Rosa (San José), El Corral, Inguer, El Choloque, Quilagan, Paric, Quipacuy, El Tumbo (Guayaquil), Lanchi, Limón, Yerba Buena, Barbasco, Los Alisos, Santos (Lamparan), Tomate, Santa Rosa, Sanibamba, Sillangate, San Antonio, Agua Blanca, Maraybamba Alto, El Sauce, Hornillas, Balcón, San Andrés, San Bernardo De Inamiaco, Barbechos, Celin, Moshoqueque (Arenal), Tambillo, Las Juntas, El Tayme (Chipianga), La Succha Alta, Pajurillo, Chumbicate, El Arenal, La Succha (Lacunguia), Saganhache, La Laguna, Hornopampa, Colpa, Maraybamba Bajo, Guayabas (Las Guayabas), San Vicente Del Palmo (El Palmo), Chaupe, Molino, Calucan, Sta. Rosa De Minas, Minas, Las Delicias, Granadillo De Sillangate, Patipampa, Guarangayoc, El Huayo y Gloriabamba (El Potrero)	14003
	San Juan de Cutervo	Roble Pampa, El Limón, Las Pitayas, Chupadero y Challuamayo	36
	San Luis de Lucma	Tunasloma, La Libertad, Casian, Chilac, Sapayut y Sairepampa	1232
	Santa Cruz	Cabuyal, Vista Alegre, Monte Grande, Lamidero, San Juan Limón (Batan Limon), Cavico (Santa Rosa), La Mesetilla, San Martin De Porres, Michigo, Caña Brava, Campo Florido, Alto Pindo (Pindoc), Bajo Pindoe, Santa Rosa De Lima, La Florida (Moson), El Triunfo, Agua Dulce, Huayanay, La Viña, Hualama, Limón Tarros, Las Paltas, Barro Negro, Punturco, La Palma, Puerto Recodo, Chiple Limón, El Rejo, Santa Fe, Pindo Naranjal, Ambato, Gramalotillo, Churu Mayo, El Porvenir y El Sillon	2802
	Santo Domingo de la Capilla	Huayabo, Cedro Pampa, Playa Hermosa (Succha), Naranjos, Tabla Bamba, Naranjo Yacu, Chamana, San Antonio, Limas Gramalote, Miraflores, Palo Quemado, Calabocillo, Pan De Azúcar, Santa Jertrudis, Limón Guayaquil y Chaupi Cruz	3701
	Santo Tomas	El Guabo, Malleta, La Lima, Longutay, Muñuño, Nuevo Oriente, La Unión, Sauce y La Selva	788
	Toribio Casanova	Santa Lucia, Cedropampa, Choloque, Celendín, San Pedro, Panama, El Sauce, La Naranja, Guayaquil, Canloco, Barizal, Limón, Las Guabas, San Fernando, Las Masas, El Limón y Buena Vista	858
Jaén	Pomahuaca	Arenal, Chorro, Nudillos, Tambillo, Cascarilla, Sondor, Patacon, Naranjitos, Virgen Del Carmen, Campamento Limón, Churuyacu, Calabozo, Colaguay, La Unión, Las Juntas, Tallas, Chichagua, Limón Pampa, Atun Pampa Alto, Alto Artezones, Las Palmeras, Mangaypa, El Eucalipto, Yambalon, San Antonio, Pasco Pampa, Los Cedros, Atun Pampa Bajo, Buenos Aires, Perla De Quismacho, Amilan, Atoye, El Huabo y Huarango Pampa	4404
	Sallique	Nuevo Horizonte, Los Huayos, Los Mejicos, Logianche, El Papayo, Mariscal Castilla, Vista Alegre, Cabuyal, El Espino, Chalamache, Nuevo Paraiso, Allacate, Conchua, Shimana, El Progreso, Loma Larga, Barranco, La Cabreria, Chonta, Sauce, Santa Rosa, Mazin, La Alfalfilla, Pashul, Anchuaya, Balcón, Pargo Punta, Huar Huar, Los Tallos, Rumipampa, Las Tunas, Lembrillo, Buena Vista, El Aliso, Los Corrales, Para, Tabacal, Saulaca, Valle Hermoso, La Loma, Catala, Huayopampa, Sallique, San Francisco De Asís, Paraguay, Tailin, Nuevo Porvenir, El Japayo, Los Sauces, Los Naranjos, Los Cocos, Lanchal, Pampa Colorada, Shigua, Muchica, Los Higos, Alona, Paraíso, El Cruce, La Unión, Laguna Barrosa y Arabisca	5750

	San Felipe	Miraflores, Chafan, La Tashaca, Linderos, Piquijaca, Pichaza, La Cocha, Mamaca, Carrizal, Tierra Amarilla, El Garo, El Tambo, Pueblo Nuevo, La Malama, Nuevo Pampa Verde, El Sauce, Llegapampa, Pedregal, Salitre, Granadillas, Ñuriñupe, Huabal, Trigopampa, Guayabo, Marcopampa, Chuzal, Cumba, Km 81 y Molle Corral	3122
Santa Cruz	Andabamba	Andabamba, Rejo Grande y La Samana	702
	Catache	Izcomalca, La Lúcuma, El Tingo, Datiles, El Monte, Picuy, Palo Blanco, Villa Florida, Azafran, Catache, Quebrada Honda, Comuche, Mira Valle, Chitaloma, La Congona, Sol Andino y Munana	2717
	Chancay Baños	La Pauquilla, Tayapampa, Tindibamba, Alpacocha, El Milino Bajo, La Congona, Paltarcirca, Tinyacu, Tambillo, Churomarca, Los Baños, Sotopampa, Granadilla, El Álamo, Las Paucas, Chaupihuasi, Agua Salada, Olimpo, Chupanyo, Cushic, Chiriconga, La Palizada, El Porvenir y El Molino	3104
	La Esperanza	Marcopampa, Chumbiocsha, El Caraf, Huangaconga, Miraflores, El Marco, Chaquil, Yaquichala, El Verde, Las Papayas, Monte Grande, Huais, El Tingo, La Hacienda, Roblepampa, El Guayao, La Colpa, Choro Bajo, Quinuapampa, La Esperanza, El Choro, Casha, La Preferida, La Tuna, El Castillo, Pachamana, La Granadilla, La Conga y La Paccha	2633
	Ninabamba	La Laguna, Polulo y La Iraca	573
	Sexi	Los Alambres, Succhachapa, Viviana, El Carape, San Bartolo, Huagamullo, La Loma, Motupe, Cunyac, Hualango, Llallau, Corral Viejo, Las Pizarras, La Tranca, La Matara, Paucapuquio, Chirimoyo, La Cárcel y San José	207
	Uticyacu	La Granadilla, Uticyacu, San Juan Pampa, Hushusque Grande, Huasipampa, Hushusque Chico y Choropunta	974
	Yauyucan	Yanayacu Alto, Nuevo Cajamarca y La Palma	887

Al observar el cuadro Nº 03, se nota claramente que la mayor cantidad de población que será afectada por el peligro por sequía, como producto del cambio climático al 2030 es la que está ubicada en la provincia de Cutervo, con un total de 42 936 habitantes, pero ojo, este análisis es en base a la población del censo 2007, en la provincia de Chota al menos 23 652 habitantes serán impactados por el peligro por sequía.

Finalmente el objetivo de hacer planes o estrategias frente al cambio climático, para este caso, es con la finalidad de prevenir los efectos adversos de este evento socionatural y así planificar escenarios sostenibles de desarrollo a futuro, es por tal motivo que se ha visto conveniente hacer el análisis espacial de los espacios en los cueles se manifestará el peligro por sequía con el mapa de frentes económicos que ha generado la ZEE – OT del Gobierno Regional en el año 2010 y como resultado de este análisis nos arroja el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 04: Frentes económicos que serás impactados por el peligro de sequía al 2030.

Provincia	Gran frente económico	Frente económico	Área afectada (ha)	Porcentaje (%)
Cajamarca	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	609.71	0.21
		Frente ganadero	71.63	0.02
	Frente Forestal	Frente extractivo no maderable	1103.34	0.37
Chota	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	24123.68	6.42
		Frente ganadero	40839.48	10.86
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	24451.77	6.50
		Áreas naturales protegidas	1473.06	0.39
	Frente Forestal	Frente extractivo no maderable	4988.95	1.33
Cutervo	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	53772.58	17.72
		Frente ganadero	53105.43	17.50
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	70988.04	23.39
		Áreas naturales protegidas	188.59	0.06
Hualgayoc	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	86.94	0.11
		Frente ganadero	85.06	0.11
Jaén	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	15947.36	3.16
		Frente ganadero	57604.40	11.43
		Frente de cultivos tropicales	4030.58	0.80
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	39406.87	7.82
Santa cruz	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	11291.29	8.16
		Frente ganadero	10147.60	7.33
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	12825.25	9.27
		Áreas naturales protegidas	2984.76	2.16
	Frente Forestal	Frente extractivo no maderable	8928.11	6.45

Para obtener este resultado se ha intersectado el mapa de peligros por sequía al 2030, con el de frentes económicos, luego se calculado las áreas de cada frente económico y finalmente se ha calculado el porcentaje que cada uno representan en cada provincia en la cual están ubicados.

Si observamos el cuadro Nº 04, apreciamos que en la provincia de Cutervo el 34 % del Gran frente económico agropecuario va a ser impactado por la sequía, esta es una cifra preocupante que debe de llamar la atención de los tomadores de decisiones, para hacer medidas de adaptación y así contrarrestar los daños y pérdidas que abran en esta provincia, y por si esto fuera todo, también en el cuadro se observa que el 23.39 % Frente económico de Áreas poco intervenidas ubicada en esta provincia serán perturbadas por la sequía, otra provincia que se verá notablemente afectada será Chota, se aprecia que alrededor del 17 % del Gran frente económico agropecuario será afectado por este peligro.

Finalmente como conclusión del análisis de los cuadros 02, 03 y 04, se aprecia que en la provincia de Cutervo se configura un escenario de peligro por sequía adverso y que si no te toma cartas en el asunto, abran muchas pérdidas humanas, materiales y ecosistémicas y sumado a ello es que el nivel de vulnerabilidad social de estas poblaciones seguirá siendo peor.

b) <u>Producto Nº 02</u>: Mapa de peligro ante inundaciones en escenarios de cambio climático al 2030.

VII. MATERIALES Y METODOLOGÍA

7.1. Materiales.

Entre los principales materiales utilizados para lograr este producto de la presente consultoría se tienen a los siguientes:

a) Material cartográfico.

- ✓ Mapas político administrativo de Perú, de la delimitación referencial departamental, provincial y distrital, generado con fines censales por el INEI – 2002.
- ✓ Centros poblados, elaborado por el censo del INEI - 2007.
- ✓ Mapas de peligro por inundaciones, generada por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2012.
- ✓ Mapa de vulnerabilidad social, generada por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2011.
- ✓ Mapa de escenarios climáticos al 2030, elaborados por el SENAMHI – 2008.
- ✓ Mapa de frentes económicos, generado por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2010.
- ✓ Carta nacional, elaborada por el IGN – permanente actualización.
- ✓ Red vial, generado por en MTC – 2004 y actualizado por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2010.

b) Material de gabinete.

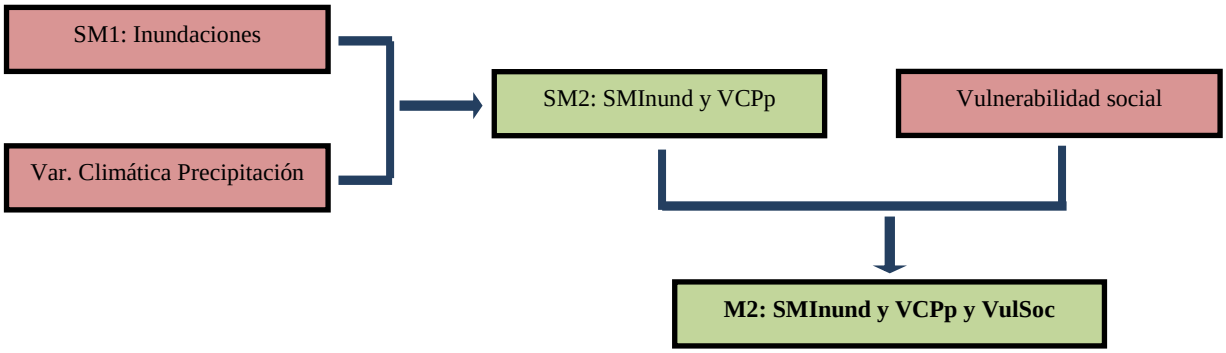
- ✓ Equipo de cómputo.
- ✓ Software: ArcGIS 10.1.
- ✓ Impresora.
- ✓ Papel.
- ✓ Lapiceros.

7.2. Metodología.

La metodología que se ha empleado para lograr este producto estipulado en la presente consultoría, se basa en el análisis espacial y empleo de funciones de geoprocesamiento, utilizando la plataforma de modelamiento Model Builder del software de ArcGIS, versión 10.1, la cual se detalla a continuación.

7.2.1. Elaboración del Modelo conceptual.

Para concretar esta actividad nos reunimos con parte del Sub grupo del GTR CCyGdR, el día sábado 19 de enero de 2013, en la sala de reuniones de la GIZ, y luego que Dante Aleman y Roy León expusieran los objetivos de la consultoría y los productos esperados, así mismo se plantearon cuáles serían las variables que nos ayudarían a obtener dichos productos. Como resultado de esta reunión se planteó la siguiente estructura conceptual:



Como se aprecia en la estructura elaborada, se van a utilizar las siguientes variables o mapas temáticos:

- ✓ Mapa de Peligro por inundaciones
- ✓ Mapa de Variación climática (escenario climático) de precipitación al 2030.
- ✓ Mapa de Vulnerabilidad social.

La variable de Peligros por inundaciones, se va a utilizar porque en este producto se van a determinar cuáles son los espacios del territorio de la Región Cajamarca, en los cuales se manifiesta ese peligro.

Enmarcados en el contexto de cambio climático, se analizó cuál de los mapas de escenarios climáticos (variación climática) al 2030, hacen que se exacerbe más este peligro y concluimos que es el mapa de Precipitación.

Finalmente tratamos de evidenciar que población se vería realmente afectada por la manifestación de este peligro y para ello incluimos en el modelo el mapa de Vulnerabilidad social.

Cabe precisar que además de identificar las variables que se utilizarán para el modelo, también es de vital importancia saber que parte o atributos de estas variables, serán las que servirán para obtener el resultado final del modelo, expresado en un mapa temático.

Y respondiendo a esta necesidad, se realizó una reunión entre los integrantes del Sub grupo del GTR CCyGdR, el día lunes 28 de enero de 2013, en la sala de reuniones de la GIZ, en la cual se identificaron los atributos que servirían para lograr el producto Nº 2: ***Mapa de peligro ante inundaciones en escenarios de cambio climático al 2030*** y quedó de la siguiente manera.

- ✓ Mapa de Peligro por inundaciones; Atributos: Medio, alto y muy alto.
- ✓ Mapa de Variación climática (escenario climático) de precipitación al 2030; Atributos: Aumentará en 10 %.
- ✓ Mapa de Vulnerabilidad social; Atributos: Alto y muy alto

Al analizar los peligros por inundación en un contexto actual, solo merecería atención los lugares de la Región Cajamarca que presentan peligro alto y muy alto, pero conociendo que el producto servirá para una Estrategia Regional de Cambio Climático, también se incluirán en el modelo el territorio que actualmente tiene un peligro medio de sequía.

Partiendo de que las inundaciones, se producen por el aumento de la Precipitación por encima del promedio normal en un determinado ecosistema, entonces solo se analizará aquellos espacios en donde el escenario climático afirma que abra una aumento de hasta el 10 % con respecto a la precipitación actual.

Finalmente también es cierto que no toda la población que está asentada en estos espacios afectados por las inundaciones, sufrirá daños y pérdidas, sino solamente las que se encuentren en condiciones de vulnerabilidad social y para ello se concluyó que se analizará el territorio de la Región, en el cual la población tiene vulnerabilidad alta y muy alta.

Entonces en base a lo discutido, el algoritmo que se va a utilizar para el modelamiento quedó expresado de la siguiente manera:

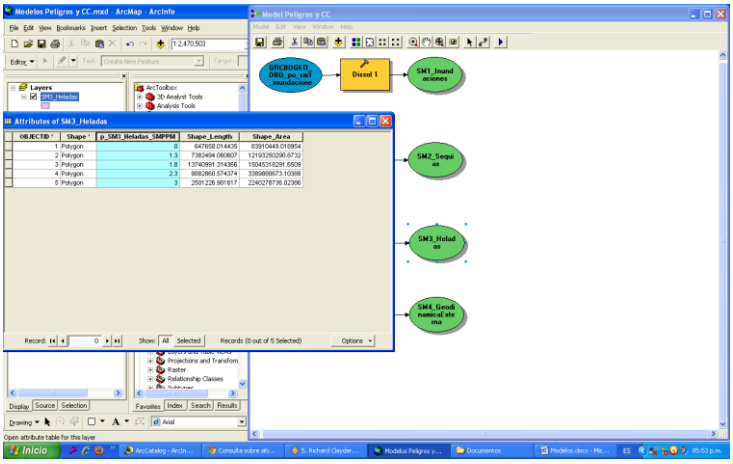
$$\mathrm{M2} = (\mathrm{MI}\ a, ma + \mathrm{MPP} \triangle\ 10\%) + VSa, ma$$

7.2.2. Estructura y estandarización de la Base de datos.

Luego de saber a ciencia cierta, cuáles serán las variables involucradas en este modelo, se procedió a estructurar la Base de datos de cada una de estas variables identificadas y que en Sistemas de información geográfica se las denomina Featureclass, para lo cual se debe de saber los siguientes criterios en la etapa de modelamiento:

- ✓ Tipo de modelo: Descriptivo
- ✓ Formato del modelo: Vector
- ✓ Algebra de mapas: Lógico

Una vez definido estos criterios, se procede con las actividades propiamente dichas para este paso y son las siguientes:

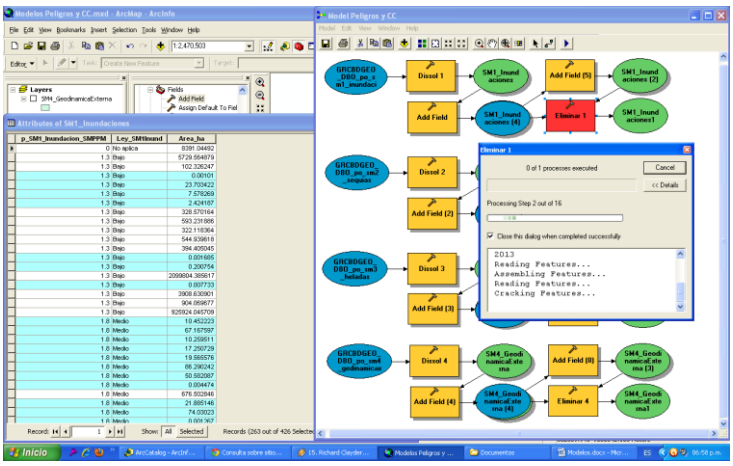


- ✓ Revisar a detalle cada campo de la base de datos, de cada una de las variables involucradas, para identificar qué campo es el que contiene la información que es útil para el modelo.
- ✓ Seguidamente utilizando la plataforma de modelamiento Model Builder del ArcGIIS 10.1, se cargaron las capas temáticas de Peligros por inundación y de Vulnerabilidad social y se procedió hacer una disolución en función a los atributos identificados en el campo de interés.
- ✓ Considerando que el tipo de algebra de mapas a utilizar para este modelo, es de tipo lógico, se cambió de variable cuantitativa a calificativas los Mapas de Peligros por inundaciones y de Vulnerabilidad social.
- ✓ Luego de hacer el control de calidad topológico y definir la unidad mínima cartografiable se procedió a eliminar todos estos polígonos, que son inferiores para este caso 100 ha.
- ✓ La variable de Variación climática de Precipitación al 2030 ya poseen sus atributos calificativos por lo que solo se hizo el control de calidad topológico.

7.2.3. Elaboración del Modelo geoespacial (físico y lógico).

Al realizar el paso anterior, las variables están en condiciones de ser modeladas y con la certeza que los resultados que se van a obtener, responderán a lo esperado, se procedió a diseñar el modelo en la plataforma de modelamiento Model Builder del ArcGIS y de esta manera lograr el producto final, denominado ***Mapa de peligro ante inundaciones en escenarios de cambio climático al 2030***, para ello se realizó lo siguiente:

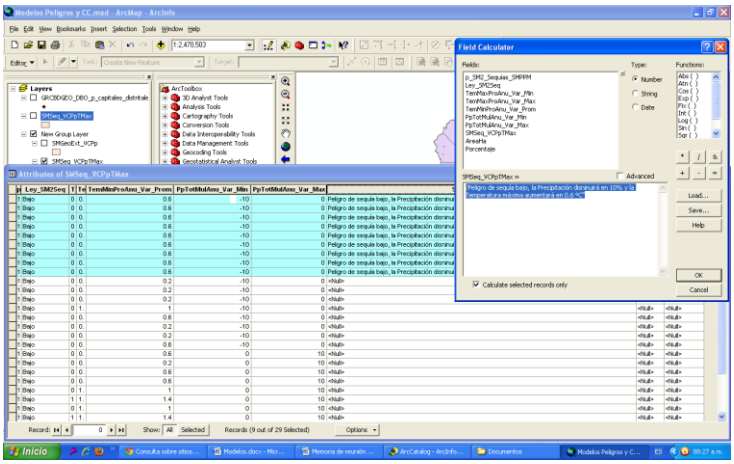
- ✓ Se cargaron al Model Builder las variables de Peligro por inundaciones y de Variación climática de Precipitación al 2030 y se utilizó la función de geoprocesamiento de intersección, para integrar estos dos mapas.



- ✓ Luego se revisa la Base de datos integrada y se procede a eliminar algunos campos que se generan automáticamente, pero que no son de utilidad para el producto final.
- ✓ Seguidamente se hace una disolución con la finalidad de poder calcular el área y eliminar aquellos polígonos que no cumplen con la unidad mínima cartografiable, esto se hace manualmente y por multicriterio.
- ✓ Seguidamente se crea el campo que alojará las características de cada unidad homogénea.
- ✓ Haciendo las consultas SQL a la Base de datos, se procedió a llenar la leyenda de cada unidad homogénea y así obtener el Mapa SM2: SMInund y VCPp, el cual es insumo para el producto final.

Una vez obtenido este Sub modelo intermedio, se volverá a integrar con la otra variable (Vulnerabilidad social) y así obtener el mapa final para este producto.

- ✓ Se cargaron al Model Builder el mapa temático de Vulnerabilidad social y se integró con el Mapa SM2: SMInund y VCPp, utilizando la función de intersección.



- ✓ Se revisa la Base de datos y elimina los campos que no sirven, se hace la disolución y elimina los polígonos cuyas áreas son inferiores a la unidad mínima cartografiable.
- ✓ Finalmente se crea el campo que alojará la leyenda, que vienen hacer los tributos del producto Nº 02, que reflejan las características del territorio y que estos responden al objetivo que se tiene

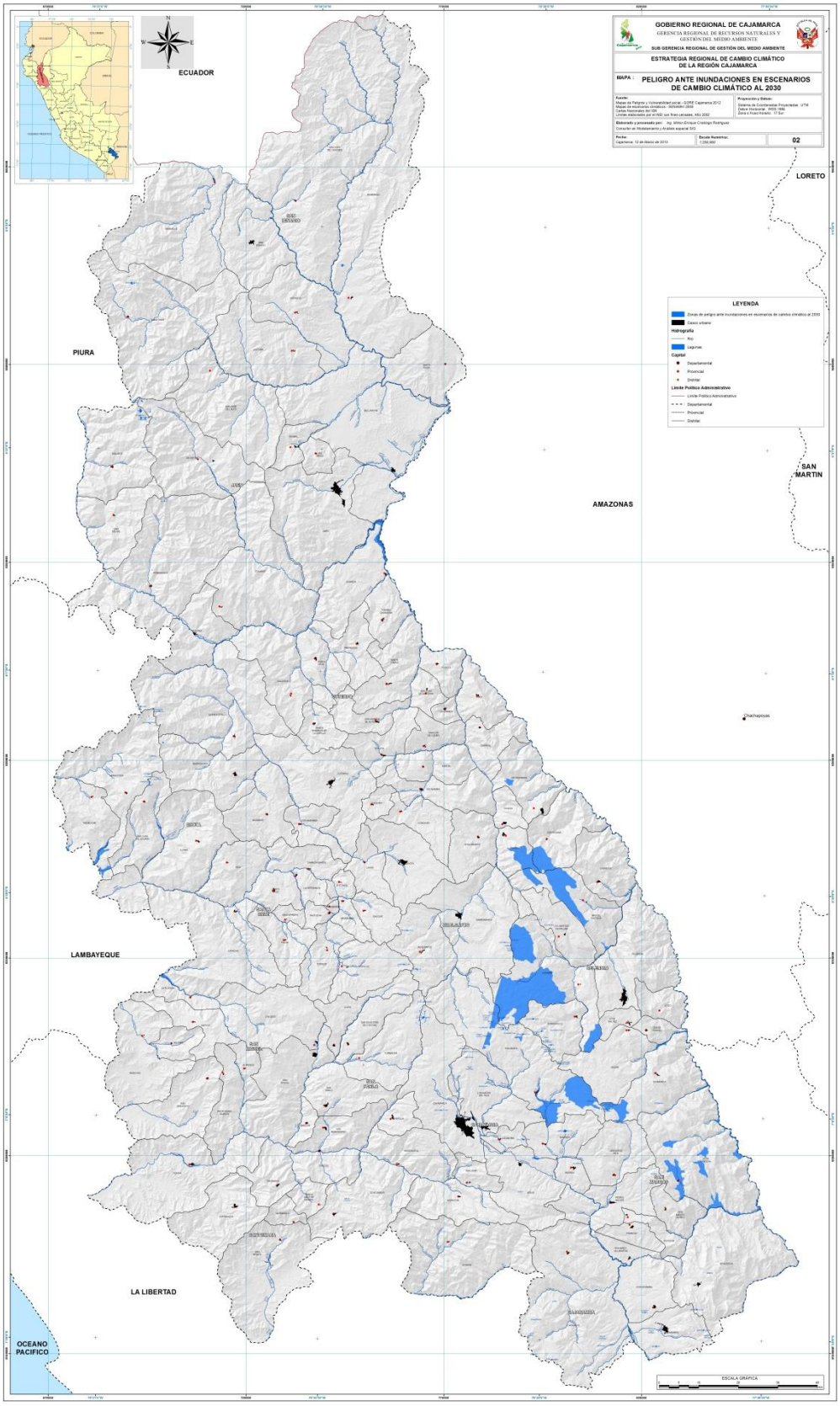
para el modelo, el llenado de los atributos se hace mediante consultas espaciales a la Base de datos, utilizando el lenguaje SQL.

7.2.4. Elaboración del Mapa.

Terminado la fase de geoprocesamiento, el paso siguiente es el análisis espacial que se hace con la Base de datos y que estos se abordará en el siguiente punto (VIII. Resultados y/o productos).

También es importante tener una salida gráfica del producto final y viene a ser la elaboración del ***Mapa de peligro ante inundaciones en escenarios de cambio climático al 2030***, cuya finalidad es para que los usuarios que manejarán este mapa les sea fácil de entender y tomar decisiones en función al mensaje de este.

Mapa Nº 02: Mapa de peligro ante inundaciones en escenarios de cambio climático al 2030



VIII. RESULTADOS Y/O PRODUCTOS

Una vez que se ha terminado de generar los productos intermedios y llegar a obtener el producto Nº 02: ***Mapa de peligro ante inundaciones en escenarios de cambio climático al*** 2030 de la consultoría ***"Modelamiento SIG para generar Mapas de Peligros en Escenarios de Cambio Climático al 2030 en la Región Cajamarca"***, se procedió hacer algunos análisis espaciales con el propósito de que hayan más insumos para el **Proceso de Formulación Participativa de Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC),** que viene impulsando el Gobierno Regional Cajamarca.

Cuando se analiza información georeferenciada (espacial), la característica principal es que se encuentra ubicada en alguna parte de la faz de la tierra y es por ello que el primer análisis espacial realizado con el producto obtenido se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 05: Distribución porcentual del peligro por inundaciones al 2030.

Provincia	Distrito	Área (ha)	Provincia (%)	Distrito (%)
Cajamarca	Encañada	63048.62	2.86	13.47
Celendín	Cortegana	23893.03	11.58	10.03
	Huasmín	44929.75		44.19
	Jorge Chávez	5200.86		1.26
	Miguel Iglesias	26431.22		23.76
	Oxamarca	28393.55		7.57
	Sucre	26190.09		0.17
Chota	Choropampa	20728.10	1.02	1.22
	Miracosta	41842.98		1.61
	Paccha	9781.64		24.34
	San Juan de Licupis	20153.15		0.66
	Tocmoche	21624.85		1.75
Cutervo	Choros	26070.20	0.37	4.25
	Toribio Casanova	13143.89		0.06
Jaén	Bellavista	86228.42	0.01	0.02
	Jaén	55618.60		0.09
Santa Cruz	Catache	56664.21	0.19	0.46
San Marcos	José Manuel Quiroz	10753.88	3.90	0.29
	José Sabogal	58431.74		8.99

Del cuadro Nº 05, se observa que la provincia más impactada por el peligro por inundaciones que será exacerbado por el cambio climático al 2030 es Celendín, con el 11.58 % del total de su superficie, encontrándose que su distrito de Huasmín es probable que el 44.19 % de su superficie sufra inundaciones, las demás provincias en la cuales se manifestará este evento no superan el 4%.

Una vez que se sabe en qué provincias y distritos se exacerbará el peligro por inundaciones debido al aumento de la precipitación (variación climática al 2030), también es necesario saber qué y cuanta población será afectada, con la finalidad de ir pensando que hacer para contrarrestar este escenario que se viene en un corto plazo y evitar daños y pérdidas tanto humanas, materiales y ecosistémicas; en el cuadro Nº 06 se detalla el nombre de los centros poblados y su respectiva población según el censo 2007 que será afectada:

Cuadro Nº 06: Distribución porcentual del peligro por inundaciones al 2030.

Provincia	Distrito	Centros poblados	Habitantes 2007
Cajamarca	La Encañada	San José, Rollopampa, Santa Delia (Santa Eulalia), La Purla, Potrerillo, Polloc, Gran Chimú, Micuypampa, Aguamala, Maqui Maqui, Santa Cleotilde, Las Lagunas, Challuayacu, San Francisco, Santa Teresita De La Quispa, Santa Margarita, San Nicolas De Challuagun, San Martin, San Luis De Polloquito, San Luis De Uñigan y Yerba Buena De Polloc	4259
Celendín	Cortegana	Miraflores y Nuevo Lirio	361
	Huasmín	Tupac Amaru, Coñicorgue, Chilac Número 8, Chugur, San Juan, El Lirio, Pincha, Pedregal, Santa Rosa, Lindero, San José, La Victoria, Cruz Conga, Juan Velasco y Sendamal	3987
	Miguel Iglesias	Jorge Chavez, Pizon, Muyoc Grande y Campo Alegre	940
	Oxamarca	Porvenir Dos De Mayo	150
Chota	Choropampa	Comugan, Chirquipe (Chiriquipe), Uñigan, El Lirio, Rayos Del Sol y Laurel Pampa	1237
San Marcos	José Sabogal	Pay Pay, La Merced, Venecia, Pampa Alegre, Licliconga, San Isidro y El Ollero	2129
Santa Cruz	Catache	El Ocho	36

Al observar el cuadro Nº 06, se nota que la mayor cantidad de población que será afectada por el peligro por inundaciones, como producto del cambio climático al 2030 es la que está ubicada en la provincia de Celendín, con un total de 5 438, pero ojo pero este análisis es en base a la población del censo 2007, seguidamente se tiene que en la provincia de Cajamarca al menos 4 259 habitantes serán impactados por este peligro.

Finalmente el objetivo de hacer planes o estrategias frente al cambio climático, para este caso, es con la finalidad de prevenir los efectos adversos de este evento socionatural y así planificar escenarios sostenibles de desarrollo a futuro, es por tal motivo que se ha visto conveniente hacer el análisis espacial de los espacios en los cueles se manifestará el peligro por inundaciones con el mapa de frentes económicos que ha generado la ZEE – OT del Gobierno Regional en el año 2010 y como resultado de este análisis nos arroja el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 07: Frentes económicos que serás impactados por el peligro de inundaciones al 2030.

Provincia	Gran frente económico	Frente económico	Área afectada (ha)	Porcentaje (%)
Cajamarca	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	6228.47	2.10
		Frente ganadero	1209.68	0.41
	Frente Extractivo	Frente extractivo de la minería	0.52	0.00
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	1052.67	0.35
Celendín	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	14213.80	5.35
		Frente ganadero	9838.30	3.70
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	6739.27	2.53
Chota	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	371.25	0.10
		Frente ganadero	2384.52	0.63
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	623.15	0.17
		Áreas naturales protegidas	442.43	0.12
Cutervo	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	844.30	0.28
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	269.91	0.09
Jaén	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	63.92	0.01
San Marcos	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	3051.33	2.25
		Frente ganadero	1029.46	0.76
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	1202.07	0.89
Santa Cruz	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	155.19	0.11
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	103.68	0.07

Para obtener este resultado se ha intersectado el mapa de peligros por inundaciones al 2030 con el de frentes económicos, luego se calculado las áreas de cada frente económico y finalmente se ha calculado el porcentaje que cada uno que representan en cada provincia en la cual están ubicados.

Si observamos el cuadro Nº 07, apreciamos que en la provincia de Celendín el 9 % del Gran frente económico agropecuario va a ser impactado por la inundaciones, esta es una cifra que merece la atención de los tomadores de decisiones, para hacer medidas de adaptación y así contrarrestar los daños y pérdidas que abran en esta provincia, otra provincia que se verá afectada será Cajamarca, se aprecia que alrededor de 7 400 ha del Gran frente económico agropecuario será afectado por este peligro.

Finalmente como conclusión del análisis de los cuadros 05, 06 y 07 se aprecia que en la provincia de Celendín se configura un escenario de peligro por inundaciones poco alentador y que si no te toma cartas en el asunto, abran muchas pérdidas humanas, materiales y ecosistémicas y sumado a ello es que el nivel de vulnerabilidad social de estas poblaciones seguirá siendo peor.

c) <u>Producto Nº 03</u>: Mapa de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al 2030.

VII. MATERIALES Y METODOLOGÍA

7.1. Materiales.

Entre los principales materiales utilizados para lograr los productos de la presente consultoría se tienen a los siguientes:

a) Material cartográfico.

- ✓ Mapas político administrativo de Perú, de la delimitación referencial departamental, provincial y distrital, generado con fines censales por el INEI – 2002.
- ✓ Centros poblados, elaborado por el censo del INEI - 2007.
- ✓ Mapas de peligro por heladas, generada por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2012.
- ✓ Mapa de vulnerabilidad social, generada por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2011.
- ✓ Mapa de frentes económicos, generado por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2010.
- ✓ Carta nacional, elaborada por el IGN – permanente actualización.
- ✓ Red vial, generado por en MTC – 2004 y actualizado por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2010.

b) Material de gabinete.

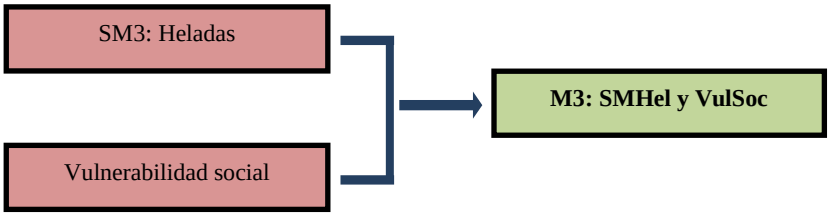
- ✓ Equipo de cómputo.
- ✓ Software: ArcGIS 10.1.
- ✓ Impresora.
- ✓ Papel.
- ✓ Lapiceros.

4.2. Metodología.

La metodología que se ha empleado para lograr este producto estipulado en la presente consultoría, se basa en el análisis espacial y empleo de funciones de geoprocesamiento, utilizando la plataforma de modelamiento Model Builder del software de ArcGIS, versión 10.1, la cual se detalla a continuación.

7.2.1. Elaboración del Modelo conceptual.

Para concretar esta actividad nos reunimos con parte del Sub grupo del GTR CCyGdR, el día sábado 19 de enero de 2013, en la sala de reuniones de la GIZ, y luego que Dante Aleman y Roy León expusieran los objetivos de la consultoría y los productos esperados, así mismo se plantearon cuáles serían las variables que nos ayudarían a obtener dichos productos. Como resultado de esta reunión se planteó la siguiente estructura conceptual:



Como se aprecia en la estructura elaborada, se van a utilizar las siguientes variables o mapas temáticos:

- ✓ Mapa de Peligro por heladas.
- ✓ Mapa de Vulnerabilidad social.

La variable de Peligros por heladas, se va a utilizar porque en este producto se van a determinar cuáles son los espacios del territorio de la Región Cajamarca, en los cuales se manifiesta ese peligro.

Finalmente tratamos de evidenciar que población se vería realmente afectada por la manifestación de este peligro y para ello incluimos en el modelo el mapa de Vulnerabilidad social.

Cabe precisar que además de identificar las variables que se utilizarán para el modelo, también es de vital importancia saber que parte o atributos de estas variables, serán las que servirán para obtener el resultado final del modelo, expresado en un mapa temático.

Y respondiendo a esta necesidad, se realizó una reunión entre los integrantes del Sub grupo del GTR CCyGdR, el día lunes 28 de enero de 2013, en la sala de reuniones de la GIZ, en la cual se identificaron los atributos que servirían para lograr el producto Nº 3: ***Mapa de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al 2030*** y quedó de la siguiente manera.

- ✓ Mapa de Peligro por heladas; Atributos: Medio, alto y muy alto.
- ✓ Mapa de Vulnerabilidad social; Atributos: Alto y muy alto

Al analizar los peligros por heladas, se creyó conveniente solamente considerar aquellos lugares de la Región Cajamarca que presentan peligro alto y muy alto, a diferencia de los anteriores que se consideró

también el peligro medio, para este caso no es funcional ya que en un escenario de Cambio Climático, la Temperatura máxima y mínima tienden a incrementarse y no correlacionan directamente con la helada.

También es cierto que no toda la población que está asentada en estos espacios afectados por la sequía, sufrirá daños y pérdidas, sino solamente las que se encuentren en condiciones de vulnerabilidad social y para ello se concluyó que se analizará el territorio de la Región, en el cual la población tiene vulnerabilidad alta y muy alta.

Entonces en base a lo discutido, el algoritmo que se va a utilizar para el modelamiento quedó expresado de la siguiente manera:

$$\mathrm{M3} = (\mathrm{MH}\ a, ma) + VS\ a, ma$$

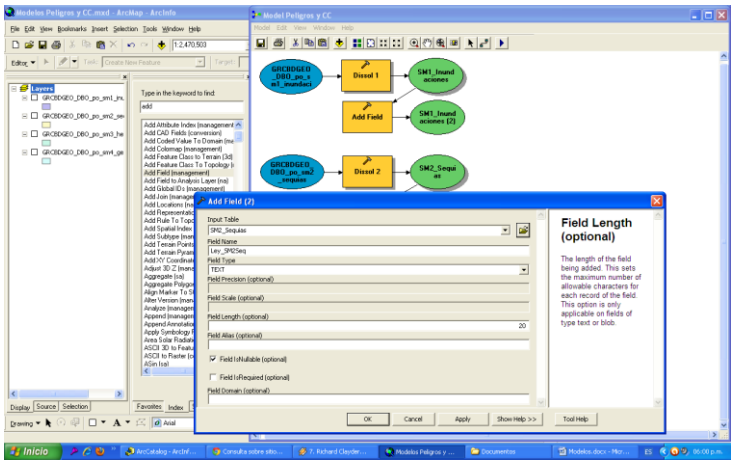
7.2.2. Estructura y estandarización de la Base de datos.

Luego de saber a ciencia cierta, cuáles serán las variables involucradas en este modelo, se procedió a estructurar la Base de datos de cada una de estas variables identificadas y que en Sistemas de información geográfica se las denomina Featureclass, para lo cual se debe de saber los siguientes criterios en la etapa de modelamiento:

- ✓ Tipo de modelo: Descriptivo
- ✓ Formato del modelo: Vector
- ✓ Algebra de mapas: Lógico

Una vez definido estos criterios, se procede con las actividades propiamente dichas para este paso y son las siguientes:

- ✓ Revisar a detalle cada campo de la base de datos, de cada una de las variables involucradas, para identificar qué campo es el que contiene la información que es útil para el modelo.
- ✓ Seguidamente utilizando la plataforma de modelamiento Model Builder del ArcGIS 10.1, se cargaron las capas temáticas

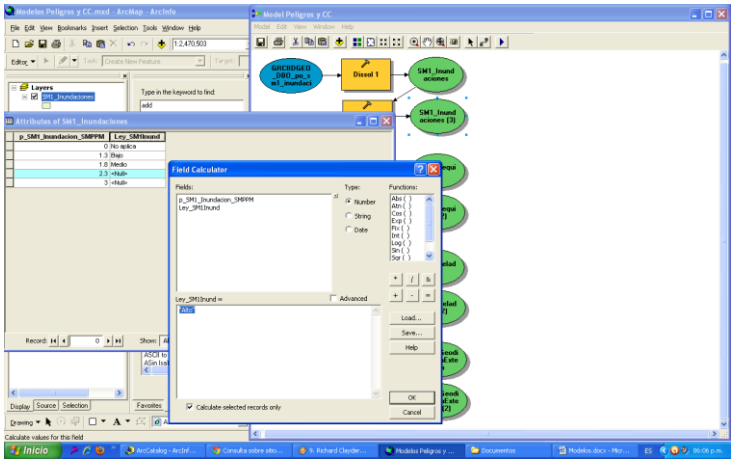


de Peligro por heladas y de Vulnerabilidad social y se procedió hacer una disolución en función a los atributos identificados en el campo de interés.

- ✓ Considerando que el tipo de algebra de mapas a utilizar para este modelo, es de tipo lógico, se cambió de variable cuantitativa a calificativas los Mapas de Peligros por heladas y de Vulnerabilidad social.
- ✓ Luego se hacer el control de calidad topológico y definir la unidad mínima cartografiable se procedió a eliminar todos estos polígonos, que son inferiores para este caso 100 ha.

7.2.3. Elaboración del Modelo geoespacial (físico y lógico).

Al realizar el paso anterior, las variables están en condiciones de ser modeladas y con la certeza que los resultados que se van a obtener, responderán a lo esperado, se procedió a diseñar el modelo en la plataforma de modelamiento Model Builder del ArcGIS y de esta manera lograr el producto final, denominado ***Mapa de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al 2030***, para ello se realizó lo siguiente:



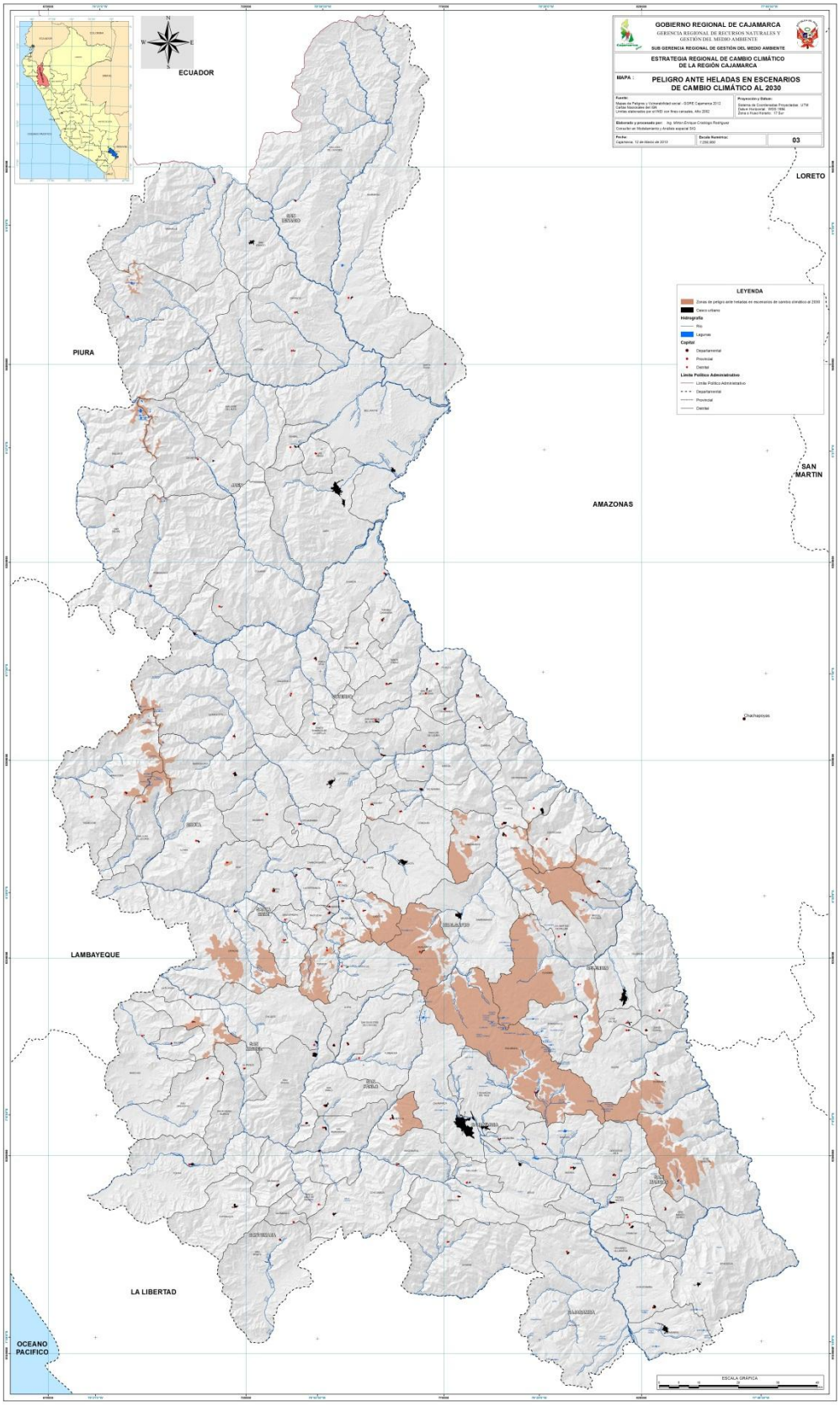
- ✓ Se cargan al Model Builder las variables de Peligro por inundaciones y Vulnerabilidad social y se utilizó la función de geoprocesamiento de intersección, para integrar estos dos mapas.
- ✓ Luego se revisa la Base de datos integrada y se procede a eliminar algunos campos que se generan automáticamente, pero que no son de utilidad para el producto final.
- ✓ Seguidamente se hace una disolución con la finalidad de poder calcular el área y eliminar aquellos polígonos que no cumplen con la unidad mínima cartografiable, esto se hace manualmente y por multicriterio.
- ✓ Seguidamente se crea el campo que alojará las características de cada unidad homogénea.
- ✓ Haciendo las consultas SQL a la Base de datos, se procedió a llenar la leyenda de cada unidad homogénea y así obtener el producto Nº 03: ***Mapa de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al 2030***, que para este caso es el producto final.

7.2.4. Elaboración del Mapa.

Terminado la fase de geoprocesamiento, el paso siguiente es el análisis espacial que se hace con la Base de datos y que estos se abordarán en el siguiente punto (VIII. Resultados y/o productos).

También es importante tener una salida gráfica del producto final y viene a ser la elaboración del ***Mapa de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al 2030***, cuya finalidad es para que los usuarios que manejarán este mapa les sea fácil de entender y tomar decisiones en función al mensaje de este.

Mapa Nº 03: Mapa de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al 2030



VIII. RESULTADOS Y/O PRODUCTOS

Una vez que se ha terminado de generar los productos intermedios y llegar a obtener el producto Nº 03: ***Mapa de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al*** 2030 de la consultoría ***"Modelamiento SIG para generar Mapas de Peligros en Escenarios de Cambio Climático al 2030 en la Región Cajamarca"***, se procedió hacer algunos análisis espaciales con el propósito de que hayan más insumos para el **Proceso de Formulación Participativa de Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC),** que viene impulsando el Gobierno Regional Cajamarca.

Cuando se analiza información georeferenciada (espacial), la característica principal es que se encuentra ubicada en alguna parte de la faz de la tierra y es por ello que el primer análisis espacial realizado con el producto obtenido se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 08: Distribución porcentual del peligro por heladas al 2030.

Provincia	Distrito	Área (ha)	Provincia (%)	Distrito (%)
Cajamarca	Chetilla	7405.90	19.78	60.66
	Encañada	63048.62		86.12
Celendín	Cortegana	23893.03	19.24	11.12
	Chumuch	21870.74		6.40
	Huasmín	44929.75		60.93
	La Libertad de Pallan	16685.18		0.71
	Miguel Iglesias	26431.22		40.45
	Oxamarca	28393.55		31.34
Chota	Chadin	6510.05	4.48	1.19
	Chalamarca	17739.88		30.01
	Chiguirip	4986.35		2.21
	Choropampa	20728.10		0.32
	Chota	26826.82		0.01
	Conchan	15161.38		0.52
	Lajas	12110.14		0.11
	Llama	49060.39		0.06
	Miracosta	41842.98		12.71
	Paccha	9781.64		23.57
	Querocoto	29970.91		3.72
	San Juan de Licupis	20153.15		11.86
Cutervo	Querocotillo	68838.71	0.51	2.24
Hualgayoc	Bambamarca	45021.37	29.36	0.11
	Chugur	10543.85		53.36
	Hualgayoc	22981.25		75.65
Jaén	Chontali	45413.46	0.54	2.80
	Sallique	36394.23		3.31
	San Felipe	25477.62		0.24
	Pomahuaca	81237.80		0.21
San Ignacio	Namballe	69635.33	0.27	0.17
	Tabaconas	79390.31		1.50

San Marcos	José Sabogal	58431.74	10.67	24.77
San Miguel	Bolívar	8416.81	3.60	0.35
	Calquis	33721.64		0.45
	Catilluc	20264.86		0.49
	Niepos	15317.50		18.81
	San Gregorio	31009.42		0.01
	Tongod	15938.47		37.38
Santa Cruz	Catache	56664.21	8.12	17.79
	Ninabamba	5750.44		15.68
	Sexi	19168.99		0.84
	Yauyucan	3422.32		2.75

Del cuadro Nº 08, se observa que la provincia más impactada por el peligro por heladas será Hualgayoc, con el 29.36 % del total de su superficie, y que como distrito el 53 % es susceptible a este evento natural, también se aprecia que de las provincias de Cajamarca y Celendín el 19 % de su territorio se ve afectada por este peligro.

Ahora que se conoce en qué provincias y distritos se manifiesta el peligro por heladas, es necesario importante saber qué y cuanta población será afectada, con la finalidad de ir pensando que hacer para contrarrestar este escenario negativo y evitar daños y pérdidas tanto humanas, materiales y ecosistémicas; en el cuadro Nº 09 se detalla el nombre de los centros poblados y su respectiva población según el censo 2007, que será afectada:

Cuadro Nº 09: Distribución porcentual del peligro por sequias al 2030.

Provincia	Distrito	Centros poblados	Habitantes 2007
Cajamarca	Chetilla	Cochamarca, Quinuayoc, La Colpa, Tambillo, Uñigan, Mahuay Pampa, El Manzano, Jamcate, Majadapampa y Alto Chetilla	1648
Cajamarca	La Encañada	Quinua Pampa, La Pajuela, Bellavista Alta, El Milagro, Tuyupampa, San Jose, Gallorco, Rollopampa, Santa Delia (Santa Eulalia), Cerro Azul - La Libertad, San Antonio De Pachachaca, Guaguayo, Santa Rosa De Yerba Buena, Pabellon De Combayo, Bellavista Baja, La Purla, Romeral, Alto Chaquil, Potrerillo, Polloc, El Ingenio, La Extrema, Apalina, Cushuro Bamba, San Luis, Yerba Buena Grande, El Progreso Combayo, Chimchin, Gran Chimú, Sangal Bajo, Santiago De Chanta Alta, Yanacancha Grande, Yerba Buena Chica (La Torre), Chancas, San Pedro De Combayo, Quinuayoc, Hualtipata, Micuypampa, Huaytorco, El Mangle, Lloctarapampa, Yanacanchilla Alta, Toldopata (Toldo Pata), La Florida, Yanatotora, Quinuamayo Bajo, Juanchopuquio, Aguamala, Maqui Maqui, Santa Cleotilde, Las Lagunas, Ventanilla De Combayo, Alto Sogoron, Progreso La Toma, Sogoron Bajo, Challuayacu, Magmamayo, San Francisco, Santa Teresita De La Quispa, Santa Margarita, Santiago De Chanta Baja, Yanacancha Baja, San Cirilo, Nuevo Triunfo, Rio Colorado, San Nicolás De Challuagun, Porvenir Encañada, Yerba Buena Alta, Porvenir Combayo, Combayo, Maraypata, El Punre, Sendamal, La Victoria, Sangal Alto, Chaquil, San Martin, San Luis De Polloquito, Yanacancha Alta, Santa Rosa De Milpo, San Luis De Uñigan, Corral Pampa y Yerba Buena De Polloc	18449

Celendín	Cortegana	Miraflores y Nuevo Lirio	361
	Huasmín	Tupac Amaru, Coñicorgue, Pachachaca, San Roque (Cunaglo), Chilac Número 8, Quinua, Chugur, San Juan, Peña Blanca (La Unión), El Lirio, Lucma Grande, Pincha, Pedregal, Santa Rosa, Congona, Tingo, Tahuan, San José, La Victoria, Meléndez, Lindero, Cruz Conga, Juan Velasco y Sendamal	5892
	Miguel Iglesias	Oxapampa, Nuevo Quinuamayo (Muyoc Cucho), Campo Alegre, Mirador, Jorge Chavez, Pizon, Muyoc Chico, El Alizo, Muyoc Grande, Alto Peru, Maquemaque y Catalina	2842
	Oxamarca	Tallambo, Cocan, Yanahuma, Piobamba, La Libertad, Pajonal, Pozo Verde, La Carcel, Porvenir Dos De Mayo, San Isidro, Dungol, La Colpilla, Yerba Buena, La Escalera y La Lisuya	2822
Chota	Chalamarca	El Mirador, Bella Andina, Nuevo San Juan y Conga Verde	1191
	Miracosta	El Suso, El Puente y Miracosta	207
	Paccha	El Lirio y Rayos Del sol	378
	San Juan de Licupis	San Antonio	191
Hualgayoc	Bambamarca	Cumbe Lirio Alto, Lirio Linda Flor, Quinua Baja, Apan Bajo y Cumbe Chomtabamba	2233
	Chugur	Chencho y Ramírez	297
	Hualgayoc	Las Aguilas, Saxapuquio, Palo Blanco, Apan Alto, El Tingo, Mina Coloradas, Mina Arpon, La Cuadratura, Cortaderas, Ojos Corral, Coymolache, Anexo Chilon, Pingullo Alto, Moran Alto, Pujupe Alto, El Dorado, Chaupiquinua, Pingullo Bajo, Tranca De Pujupe, Maraycucho, Nuevo San Juan Bajo, La Rinconada, Yerba Santa Baja, Hualgayoc, Moran Pata, Vista Alegre, Nuevo Tunaspampa, Mesa De Plata, Tranca De Pujupe Sector 3, Chugurcillo y Moran Lirio	11259
San Marcos	José Manuel Quiroz	Quinuamayo	206
	José Sabogal	El Progreso, Santa Ana, Casa Blanca, Nuevo San Juan, Venecia, Hornanbo, Nueva Santa Rosa, Malat, Santa Irene, Pampa Alegre, Bellavista, Jalca Pampa, San Pedro, La Ramada, San Isidro, Atumpata, 3 De Mayo, Nuevo Jerusalen, Tinyayoc, Agua Blanca y Aguas Verdes	4942
San Miguel	Catilluc	La Selva	110
	Niepos	Miravalles, La Cruz Del Gallo, La Pampa, Bebedero, Callualoma, Chugur, Ushcundul, Yurac Allpa Y Blanca Florida	912
	Tongod	El Triunfo, Tongod Alto, Chilal De La Merced, Quitahuasi, Chucllapampa y Bancuyoc	1125
Santa Cruz	Catache	La Manzana, El Verde, Barbechopampa, Ocpoy, Rodeopampa, Agomayo y Dos Ríos	976
	Ninabamba	El Chito	143

Al observar el cuadro Nº 09, se aprecia que la mayor cantidad de población que será afectada por el peligro por heladas, es la que está ubicada en la provincia de Cajamarca, con un total de 20 097 habitantes, pero ojo, este análisis es en base a la población del censo 2007, en la provincia de Hualgayoc al menos 13 789 habitantes serán impactados por el peligro por heladas.

Finalmente el objetivo de hacer planes o estrategias frente al cambio climático, para este caso, es con la finalidad de prevenir los efectos adversos de este evento socionatural y así planificar escenarios sostenibles de desarrollo a futuro, es por tal motivo que se ha visto conveniente hacer el análisis espacial

de los espacios en los cueles se manifestará el peligro por heladas con el mapa de frentes económicos que ha generado la ZEE – OT del Gobierno Regional en el año 2010 y como resultado de este análisis nos arroja el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 10: Frentes económicos que serás impactados por el peligro de sequía al 2030.

Provincia	Gran frente económico	Frente económico	Área afectada (ha)	Porcentaje (%)
Cajamarca	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	27101.54	9.12
		Frente ganadero	13010.81	4.38
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	17034.55	5.73
	Frente Extractivo	Frente extractivo de la minería	1084.43	0.36
	Frente Forestal	Frente extractivo maderable	481.86	0.16
		Frente extractivo no maderable	75.28	0.03
Celendín	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	24128.58	9.08
		Frente ganadero	18398.62	6.92
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	8615.86	3.24
Chota	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	6411.93	1.71
		Frente ganadero	9992.29	2.66
	Frente de conservaci¾n y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	430.34	0.11
Cutervo	Frente Agropecuario	Frente ganadero	1537.76	0.51
Hualgayoc	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	7215.46	9.19
		Frente ganadero	14905.88	18.98
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	6.48	0.01
	Frente Extractivo	Frente extractivo de la minería	936.11	1.19
Jaén	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	2709.89	0.54
San Ignacio	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	504.50	0.10
		Áreas naturales protegidas	799.52	0.16
San Marcos	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	10131.95	7.47
		Frente ganadero	4339.10	3.20
San Miguel	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	869.05	0.34
		Frente ganadero	7884.34	3.11
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	308.82	0.12
		Áreas naturales protegidas	58.44	0.02
Santa Cruz	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	162.20	0.12
		Frente ganadero	7239.74	5.23
	Frente de conservación y turismo	Áreas naturales protegidas	3835.01	2.77

Para obtener este resultado se ha intersectado el mapa de peligros por heladas al 2030, con el de frentes económicos, luego se calculado las áreas de cada frente económico y finalmente se ha calculado el porcentaje que cada uno que representan en cada provincia en la cual están ubicados.

Si observamos el cuadro Nº 10, apreciamos que en la provincia de Hualgayoc el 28 % del Gran frente económico agropecuario va a ser impactado por las heladas, esta es una cifra preocupante que debe de

llamar la atención de los tomadores de decisiones, para hacer medidas de adaptación y así contrarrestar los daños y pérdidas que abran en esta provincia, otra provincia que se verá afectada será Celendín, se aprecia que alrededor del 16 % del Gran frente económico agropecuario será afectado por este peligro.

Finalmente como conclusión del análisis de los cuadros 08, 09 y 10, se aprecia que por tamaño de superficie, en la provincia de Hualgayoc se configura un escenario de peligro por heladas a tener en cuenta y que si no te toma cartas en el asunto, abran muchas pérdidas humanas, materiales y ecosistémicas y sumado a ello es que el nivel de vulnerabilidad social de estas poblaciones seguirá siendo peor. Pero también es importante resalta que al menos 27 101 ha se la provincia de Cajamarca, están expuestas al peligro por heladas.

d) <u>Producto Nº 04</u>: Mapa de peligro ante fenómenos de geodinámica externa en escenarios de cambio climático al 2030.

VII. MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.1. Materiales.

Entre los principales materiales utilizados para lograr los productos de la presente consultoría se tienen a los siguientes:

a) Material cartográfico.

- ✓ Mapas político administrativo de Perú, de la delimitación referencial departamental, provincial y distrital, generado con fines censales por el INEI – 2002.
- ✓ Centros poblados, elaborado por el censo del INEI - 2007.
- ✓ Mapas de peligro por geodinámica externa, generada por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2012.
- ✓ Mapa de vulnerabilidad social, generada por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2011.
- ✓ Mapa de escenarios climáticos al 2030, elaborados por el SENAMHI – 2008.
- ✓ Mapa de frentes económicos, generado por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2010.
- ✓ Carta nacional, elaborada por el IGN – permanente actualización.
- ✓ Red vial, generado por en MTC – 2004 y actualizado por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2010.

b) Material de gabinete.

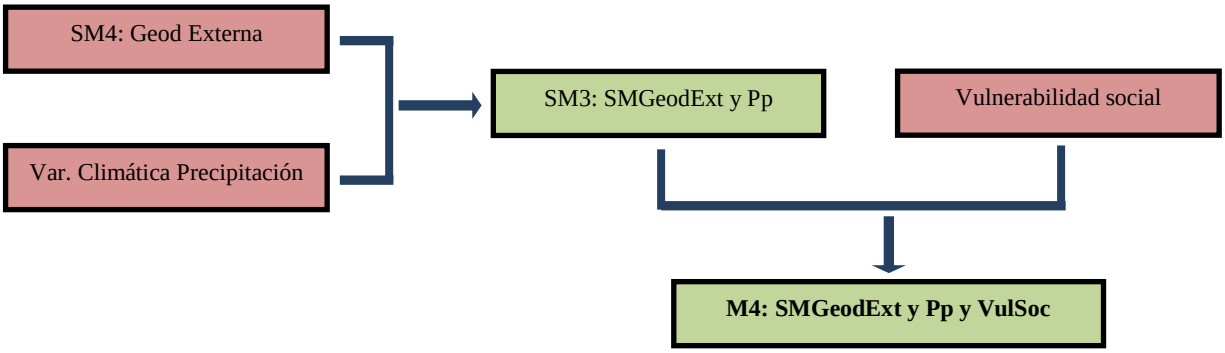
- ✓ Equipo de cómputo.
- ✓ Software: ArcGIS 10.1.
- ✓ Impresora.
- ✓ Papel.
- ✓ Lapiceros.

4.2. Metodología.

La metodología que se ha empleado para lograr este producto estipulado en la presente consultoría, se basa en el análisis espacial y empleo de funciones de geoprocesamiento, utilizando la plataforma de modelamiento Model Builder del software de ArcGIS, versión 10.1, la cual se detalla a continuación.

7.2.1. Elaboración del Modelo conceptual.

Para concretar esta actividad nos reunimos con parte del Sub grupo del GTR CCyGdR, el día sábado 19 de enero de 2013, en la sala de reuniones de la GIZ, y luego que Dante Aleman y Roy León expusieran los objetivos de la consultoría y los productos esperados, así mismo se plantearon cuáles serían las variables que nos ayudarían a obtener dichos productos. Como resultado de esta reunión se planteó la siguiente estructura conceptual:



Como se aprecia en esta estructura, se van a utilizar las siguientes variables:

- ✓ Mapa de Peligro por geodinámica externa
- ✓ Mapa de Variación climática (escenario climático) de precipitación al 2030.
- ✓ Mapa de Vulnerabilidad social.

La variable de Peligros por sequias, se va a utilizar porque en este producto se van a determinar cuáles son los espacios del territorio de la Región Cajamarca, en los cuales se manifiesta ese peligro.

Enmarcados en el contexto de cambio climático, se analizó cuál de los mapas de escenarios climáticos (variación climática) al 2030, hacen que se exacerbe más este peligro y concluimos que son el mapa de Temperaturas máximas y de Precipitación.

Finalmente tratamos de evidenciar que población se vería realmente afectada por la manifestación de este peligro y para ello incluimos en el modelo el mapa de Vulnerabilidad social.

Cabe precisar que además de identificar las variables que se utilizarán para el modelo, también es de vital importancia saber que parte o atributos de estas variables, serán las que servirán para obtener el resultado final del modelo, expresado en un mapa temático.

Y respondiendo a esta necesidad, se realizó una reunión entre los integrantes del Sub grupo del GTR CCyGdR, el día lunes 28 de enero de 2013, en la sala de reuniones de la GIZ, en la cual se identificaron los atributos que servirían para lograr el producto Nº 4: ***Mapa de peligro ante fenómenos de geodinámica externa en escenarios de cambio climático al 2030*** y quedó de la siguiente manera.

- ✓ Mapa de Peligro por geodinámica externa; Atributos: Medio, alto y muy alto.
- ✓ Mapa de Variación climática (escenario climático) de precipitación al 2030; Atributos: Aumentará en 10 %.
- ✓ Mapa de Vulnerabilidad social; Atributos: Alto y muy alto

Al analizar los peligros por geodinámica externa en un contexto actual, solo merecería atención los lugares de la Región Cajamarca que presentan peligro alto y muy alto, pero conociendo que el producto servirá para una Estrategia Regional de Cambio Climático, también se incluirán en el modelo el territorio que actualmente tiene un peligro medio por geodinámica externa.

Partiendo de que la geodinámica externa, se manifiesta con el aumento de Precipitación por encima del promedio normal en un determinado ecosistema, entonces solo se analizará aquellos espacios en donde el escenario climático afirma que abra un incremento de hasta el 10 % con respecto a la precipitación actual.

Finalmente es cierto que no toda la población que está asentada en estos espacios afectados por la geodinámica externa, sufrirá daños y pérdidas, sino solamente las que se encuentren en condiciones de vulnerabilidad social y para ello se concluyó que se analizará el territorio de la Región, en el cual la población tiene vulnerabilidad alta y muy alta.

Entonces en base a lo discutido, el algoritmo que se va a utilizar para el modelamiento quedó expresado de la siguiente manera:

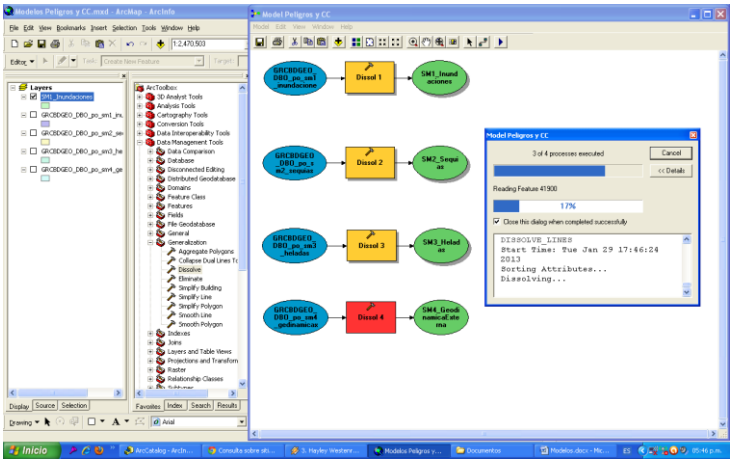
$$\mathrm{M4} = (\mathrm{MGE}\ a, ma + \mathrm{MPP}\ \Delta\ 10\%) + VSa, ma$$

7.2.2. Estructura y estandarización de la Base de datos.

Luego de saber a ciencia cierta, cuáles serán las variables involucradas en este modelo, se procedió a estructurar la Base de datos de cada una de estas variables identificadas y que en Sistemas de información geográfica se las denomina Featureclass, para lo cual se debe de saber los siguientes criterios en la etapa de modelamiento:

- ✓ Tipo de modelo: Descriptivo
- ✓ Formato del modelo: Vector
- ✓ Algebra de mapas: Lógico

Una vez definido estos criterios, se procede con las actividades propiamente dichas para este paso y son las siguientes:

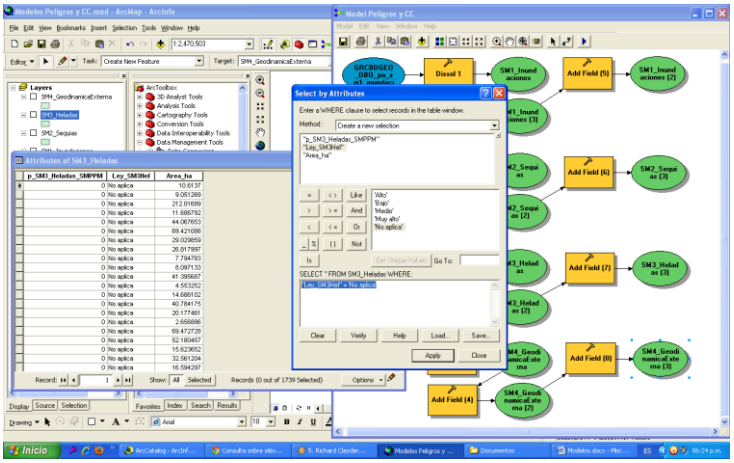


- ✓ Revisar a detalle cada campo de la base de datos, de cada una de las variables involucradas, para identificar qué campo es el que contiene la información que es útil para el modelo.
- ✓ Seguidamente utilizando la plataforma de modelamiento Model Builder del ArcGIS 10.1, se cargaron las capas temáticas de Peligros por geodinámica externa y de Vulnerabilidad social y se procedió hacer una disolución en función a los atributos identificados en el campo de interés.
- ✓ Considerando que el tipo de algebra de mapas a utilizar para este modelo, es de tipo lógico, se cambió de variable cuantitativa a calificativas los Mapas de peligros por geodinámica externa y de vulnerabilidad social.
- ✓ Luego se hacer el control de calidad topológico y definir la unidad mínima cartografiable se procedió a eliminar todos estos polígonos, que son inferiores para este caso 100 ha.
- ✓ La variable de Variación climática de Precipitación al 2030 ya posee sus atributos calificativos por lo que solo se hizo el control de calidad topológico.

7.2.3. Elaboración del Modelo geoespacial (físico y lógico).

Al realizar el paso anterior, las variables están en condiciones de ser modeladas y con la certeza que los resultados que se van a obtener, responderán a lo esperado, se procedió a diseñar el modelo en la plataforma de modelamiento Model Builder del ArcGIS y de esta manera lograr el producto final, denominado ***Mapa de peligro ante fenómenos de geodinámica externa en escenarios de cambio climático al 2030***, para ello se realiza lo siguiente:

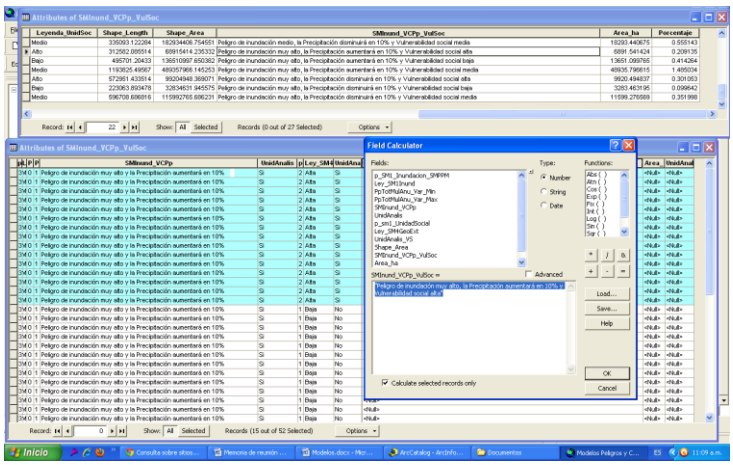
- ✓ Se cargaron al Model Builder las variables de Peligro por geodinámica externa y Variación climática de Precipitación al 2030 y se utilizó la función de geoprocesamiento de intersección, para integrar estos dos mapas.



- ✓ Luego se revisa la Base de datos integrada y se procede a eliminar algunos campos que se generan automáticamente, pero que no son de utilidad para el producto final.
- ✓ Seguidamente se hace una disolución con la finalidad de poder calcular el área y eliminar aquellos polígonos que no cumplen con la unidad mínima cartografiable, esto se hace manualmente y por multicriterio.
- ✓ Seguidamente se crea el campo que alojará las características de cada unidad homogénea.
- ✓ Haciendo las consultas SQL a la Base de datos, se procede a llenar la leyenda de cada unidad homogénea y así obtener el Mapa SM3: SMGeodExt y Pp, el cual es insumo para el producto final.

Una vez obtenido este Sub modelo intermedio, se volverá a integrar con la otra variable (Vulnerabilidad social) y así obtener el mapa final para este producto.

- ✓ Luego se cargaron al Model Builder el mapa temático de Vulnerabilidad social y se integró con el Mapa SM3: SMGeodExt y Pp, utilizando la función de intersección.



- ✓ Se revisa la Base de datos y se elimina los campos que no sirven, se hace la disolución y elimina los polígonos cuyas áreas son inferiores a la unidad mínima cartografiable.
- ✓ Finalmente se crea el campo que alojará la leyenda, que vienen hacer los tributos del producto Nº 04, que reflejan las características del territorio y que estos responden al objetivo que se tiene

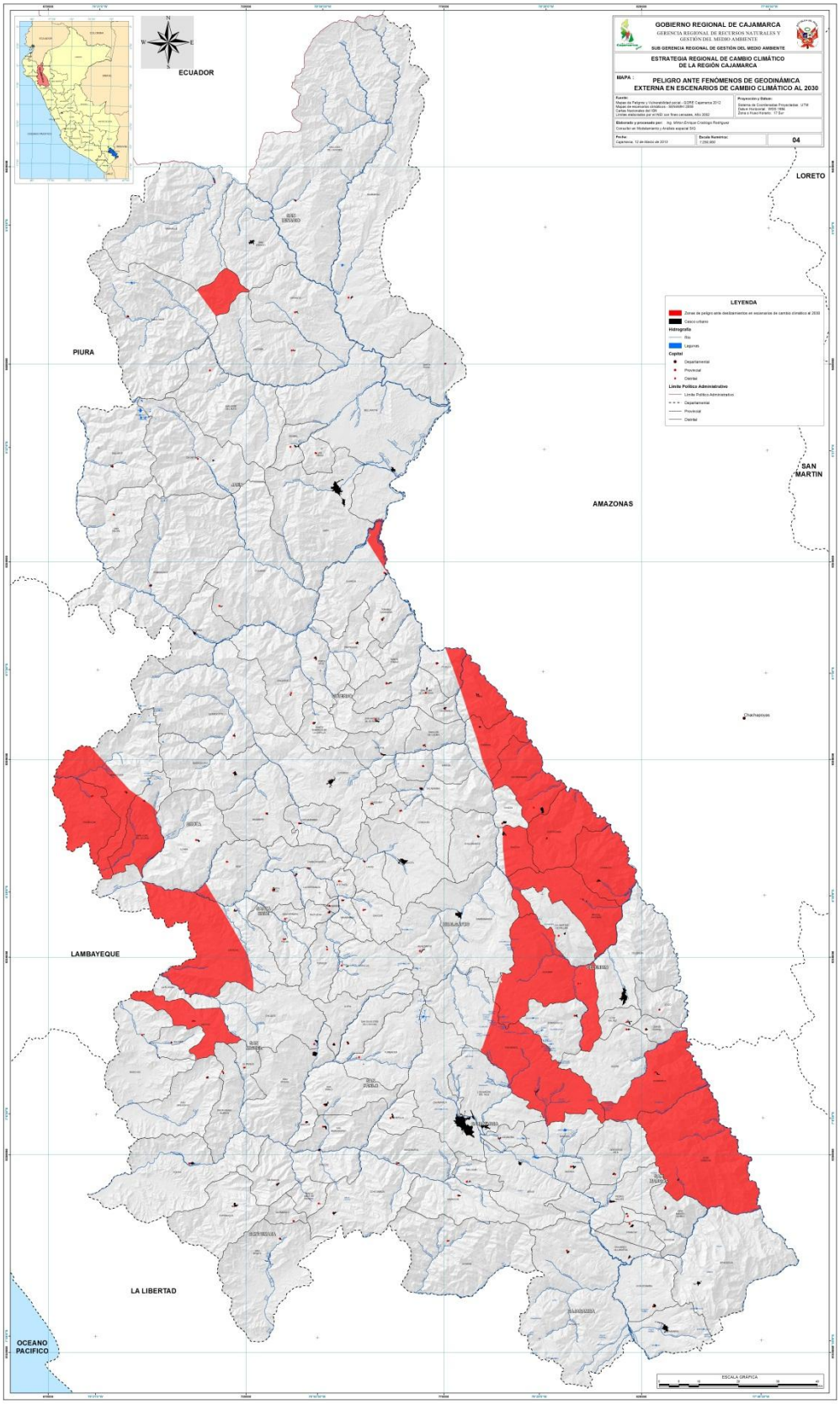
para el modelo, el llenado de los atributos se hace mediante consultas espaciales a la Base de datos, utilizando el lenguaje SQL.

7.2.4. Elaboración del Mapa.

Terminada la fase de geoprocesamiento, el paso siguiente es el análisis espacial que se hace con la Base de datos y que esto se abordará en el siguiente punto (VIII. Resultados y/o productos).

También es importante tener una salida gráfica del producto final y viene a ser la elaboración del ***Mapa de peligro ante fenómenos de geodinámica externa en escenarios de cambio climático al 2030***, cuya finalidad es para que los usuarios que manejarán este mapa les sea fácil de entender y tomar decisiones en función al mensaje de este.

Mapa Nº 04: Mapa de peligro ante fenómenos de geodinámica externa en escenarios de cambio climático al 2030



VIII. RESULTADOS Y/O PRODUCTOS

Una vez que se ha terminado de generar los productos intermedios y llegar a obtener el producto Nº 04: ***Mapa de peligro ante fenómenos de geodinámica externa en escenarios de cambio climático al*** 2030 de la consultoría ***"Modelamiento SIG para generar Mapas de Peligros en Escenarios de Cambio Climático al 2030 en la Región Cajamarca"***, se procedió hacer algunos análisis espaciales con el propósito de que hayan más insumos para el **Proceso de Formulación Participativa de Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC),** que viene impulsando el Gobierno Regional Cajamarca.

Cuando se analiza información georeferenciada (espacial), la característica principal es que se encuentra ubicada en alguna parte de la faz de la tierra y es por ello que el primer análisis espacial realizado con el producto obtenido se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 11: Distribución porcentual del peligro por geodinámica externa al 2030.

Provincia	Distrito	Área (ha)	Provincia (%)	Distrito (%)
Cajabamba	Sitacocha	58072.71	0.04	0.12
Cajamarca	Encañada	63048.62	13.41	63.17
	Los Baños del Inca	28162.31		0.05
	Namora	15752.29		0.14
Celendín	Celendín	40513.24	54.43	0.01
	Chumuch	21870.74		99.83
	Cortegana	23893.03		99.97
	Huasmín	44929.75		98.17
	Jorge Chávez	5200.86		1.01
	La Libertad de Pallan	16685.18		0.28
	Miguel Iglesias	26431.22		99.98
	Oxamarca	28393.55		99.88
	Sucre	26190.09		0.01
Chota	Chimban	14555.57	28.89	77.54
	Choropampa	20728.10		99.33
	Llama	49060.39		0.08
	Miracosta	41842.98		46.45
	Paccha	9781.64		80.58
	Pion	13984.70		88.62
	San Juan de Licupis	20153.15		76.27
	Tacabamba	19359.81		0.10
	Tocmoche	21624.85		99.97
Cutervo	Choros	26070.20	1.85	11.66
	Cujillo	9930.83		25.87
	Toribio Casanova	13143.89		0.06

San Ignacio	Tabaconas	79390.31	1.60	9.92
San Marcos	Jose Manuel Quiroz	10753.88	43.08	0.08
	Jose Sabogal	58431.74		99.98
San Miguel	Nanchoc	35566.95	6.04	0.05
	Niepos	15317.50		99.74
Santa Cruz	Catache	56664.21	30.48	72.52
	Sexi	19168.99		5.64

Del cuadro Nº 11, se observa que la provincia más impactada por el peligro por geodinámica externa que será exacerbado por el cambio climático al 2030 es Celendín, con una cifra alarmante de 54.43 % del total de su superficie, encontrándose a sus distritos de Chumuc, Cortegana, Huasmín, Miguel Iglesias y Oxamarca, que sufrirán más del 98 % de su superficie la manifestación de este peligro, así mismo es necesario tener en cuenta que las provincias de San Marcos será impactadas por este peligro en más del 43 % de su territorio.

Ahora que se conoce en qué provincias y distritos se exacerbará el peligro por geodinámica externa debido a la variación climática, es necesario saber qué y cuanta población será afectada, con la finalidad de ir pensando que hacer para contrarrestar este escenario que se aproxima en un corto plazo y evitar daños y pérdidas tanto humanas, materiales y ecosistémicas; en el cuadro Nº 12 se detalla el nombre de los centros poblados y su respectiva población según el censo 2007, que será afectada:

Cuadro Nº 12: Distribución porcentual del peligro por geodinámica externa al 2030.

Provincia	Distrito	Centros poblados	Habitantes 2007
Cajabamba	Sitacocha	Santa Ana	234
Cajamarca	La Encañada	Quinua Pampa, Bellavista Alta, El Milagro, Santa Rosa, Tuyupampa, Palpata, San José, Gallorco, Rollopampa, Santa Delia (Santa Eulalia), Guaguayo, Santa Rosa De Yerba Buena, Pabellon De Combayo, Bellavista Baja, Michiquillay, La Purla, La Torre, Romeral, Alto Chaquil, Potrerillo, Polloc, San Luis, Yerba Buena Grande, Corralpampa Ventanillas, El Progreso Combayo, Chimchin, Gran Chimú, Sangal Bajo, Yerba Buena Chica (La Torre), Chancas, San Pedro De Combayo, Quinuayoc, Hualtipata, Micuypampa, Usnio, Huaytorco, Tambomayo, El Mangle, Lloctarapampa, Toldopata (Toldo Pata), La Florida, Yanatotora, Quinuamayo Bajo, Juanchopuquio, Aguamala, Maqui Maqui, Santa Cleotilde, Las Lagunas, Ventanilla De Combayo, Alto Sogoron, Progreso La Toma, Sogoron Bajo, Challuayacu, Magmamayo, Molino Del Arco, San Francisco, Santa Teresita De La Quispa, Santa Margarita, Alto Polloquito, San Nicolas De Challuagun, Porvenir Encañada, Yerba Buena Alta, Combayo, Maraypata, El Pedregal, El Punre, Sendamal, Laurel Del Valle, La Victoria, Sangal Alto, Chaquil, San Martin, San Luis De Polloquito, Santa Rosa De Milpo, Rodacocha, Carhuaquero, San Luis De Uñigan, Corral Pampa y Yerba Buena De Polloc	15701
Celendín	Chumuch	Nuevo Laguna, Nuevo Chupica, Miraflores, Buena Vista, El Cardón, Azafran, Agua Santa, Cristo Rey, Las Minas, Rambram, La Unión, Poro Poro, Bella Aurora, El Imperio, Tres De Octubre, Yanacancha,	2555

		La Lucma y Mitopampa	
	Cortegana	El Sauce, Guayabas, Chimuch, San José, Dos de Mayo, Pueblo Nuevo, Canden, El Porvenir, Muñuño, San Isidro, Chupica, Santa Clara, San Juan de la Quinua, Miraflores, Ashupata, Miguel Grau, San Miguel, El Estanque (Cercado), Tres Lagunitas, Villanueva, Consuelo, El Alizo, Santa Rosa, Ingenio, Andamachay, Cortegana, Nuevo Celendín, Musaden, Pampa del Hombre, Yagen, Naranjitos, San Carlos, Chicapampa, Pueblo Libre, Pucara, Las Arenas, La Ramada, San Antonio, Libertad Villanueva, Lanchepampa, El Calvario, Vista Alegre, San Pedro, Nuevo Lirio, La Pauca, F.M. Bermudez, Pacchapampa, Santa Cruz y La Quinua	7634
	Huasmín	Tupac Amaru, Tulipampa, Paucapata, San Isidro, La Shita, Collona, Lagunas, Jerez, Chamana, Coñicorgue, Paltarumi, Pachachaca, Lucma, San Roque (Cunaglo), Chilac Numero 8, Quinua, Chugur, San Juan, Shanipata, Peña Blanca (La Union), Reyes, El Lirio, Lucma Grande, Pincha, Pedregal, Namo, Shiuate, Taya Pampa, Santa Rosa, Congona, Tingo, Tahuan, Mashacate, San José, La Victoria, Chivala Cruz, Cura Pampa, Meléndez, El Sauce, Pajonal, Cruz Conga, Las Cales, Juan Velasco, Sexi, 3 De Mayo, Llaguan, Sendamal y Lindero	9701
	Miguel Iglesias	Oxapampa, Nuevo Quinuamayo (Muyoc Cucho), Campo Alegre, Mirador, Jorge Chávez, Pizon, Muyoc Chico, Vista Alegre, José Olaya, La Merced, Villa Hermosa, Bellavista, El Alizo, Muyoc Grande, Alto Perú, Maquemaque, San Isidro, Catalina y Loropampa	4140
	Oxamarca	Succha, Masma, Condorilla, Tallambo, La Tinaja, Cocan, Llimbe, Rejo, Colpacucho, Trapiche, Conga Del Granero, La Quinua, Yanahuma, Algodón, Shacat, Erapata, Trancapampa, Palta Rume, Corralpampa, La Laguna, Iraca, Shillac, San Juan De Piobamba, Piobamba, Coshaymullo, La Libertad, Pajonal, Pozo Verde, Yungapata, La Colpa, Majadapampa, La Pauca, Quillamachay, Choctapampa, La Carcel, La Chocta, Porvenir Dos De Mayo , Saucepampa, Pacaypampa, La Garrocha, El Verde, Patuchaque, San Isidro, Dungol, La Colpilla, Yerba Buena, Lugmillas, La Escalera, Cochorco, San Agustin y La Lisuya	5471
Chota	Chimban	Ramos Pampa, Pande, Toruacana, Santa Rosa, Pongoya, La Lacha, Minas, Chontas, Alto Pongoya, Limapampa, El Rejo, Caldera, Valle (Llamini), Balzapampa y La Palma	941
	Choropampa	Lin Lin, Chucen, Nueva Esperanza, Libertad, Calamaco, Cachimal De Lucma, Vista Alegre, La Capilla, Vaqueria, Choropampa, La Palmeras, Comugan, Naranjo Mayo, La Paza, La Congona, Mangalpa, Camparero, Porvenir, Palcopampa (Palco) y Buenos Aires	2910
	Miracosta	Chalen, Huanabal, Huambara, Chirquipe (Chiriquipe), Chichiquis (Shishiques), La Union, Miraflores, Shawindo (Sahuindo), Chonta, El Suso, Huangashanga (Huanga Shanga), Sunsho, Shashala, Nieves, Anguyaco, Sayus (Sayos), La Montaña, Miracosta, Puquio Pampa (Pirgacirca), Naranjo, Angulis (Hda Angulis), El Puente, Chunis y Añicate	1901
	Paccha	Vista Alegre, Uñigan, El Lirio, Rayos Del Sol, San Martin, La Libertad, Villa Palma, Paccha, Laurel Pampa, Las Palmas, Polloquito, Rejopampa, Simon Mayo y Quiden	3740
	Pion	Santa Cruz, Vista Alegre, Las Palmas, Pion, Los Limones, Chilcapampa, El Caucho, Mundo Nuevo, Iraca y Santa Rosa	1563
	San Juan de Licupis	Nueva Esperanza, Pay Pay, Agua Colorada, Molino Viejo, Las Limas, La Toma, El Horno, Ladis, Los Porongos, Llonque, Las Pampas (Hda Las Pampas), Cabache, La Muchala (La Muchal), Ramaldon (Ramalpon), Tayal, Camellon, Cupina, El Peinero, El Huaylo, El Molino, Chatuquis y Palo Blanco	638
	Tocmoche	Tangasca, Casupe, Yaypon, Llacaden, Yupian, Pay Pay, Algarrobo,	682

		Llavis (Llaves), Carape, Pueblo Nuevo, Pampa Grande, Guineo, Lizcate, Tres Huacas, Tasajera, Luzcapampa (Luscapampa), Yaque (Hda Yaque), La Laguna, Huamantin, Hualanga, Masannique, Huabo, Tallacirca y Chuchupon	
Cutervo	Choros	Almendral, La Ciruela, Monte Redondo y Sanaque	176
	Cujillo	Quilucate, Hospital y Cujillorco	161
San Marcos	Jose Manuel Quiroz	Quinuamayo	206
	José Sabogal	El Progreso, Santa Ana, Casa Blanca, El Capuli, Alisopata, Pay Pay, La Raspadura, La Florida, Aushuconga, La Pauca, Coriorco, Pampas Verdes, Nuevo San Juan, El Amante, Huagal, Los Ángeles, La Merced, Venecia, Nuevo San Antonio, Hornanbo, Campanillo, Cangerejo, Jelic, El Porvenir, Nueva Santa Rosa, Camish, Huacoto, Malat, Santa Rosa, El Cardon, Carhuaconga, Santa Irene, Pampa Alegre, Bellavista, Licliconga, Tingo La Palla, Matibamba, Jalca Pampa, San Pedro, La Ramada, Atumpata, La Cocha, El Sauce, Ventanilla, Chilinmayo, 3 De Mayo, Nuevo Jerusalen, Tinyayoc, Agua Blanca, Aguas Verdes, El Infiernillo, El Ollero, El Alizo, Nueva Esperanza y Huachac	12233
San Miguel	Niepos	Tucaquis, Las Tunas, Menbrillar, Lanchez, Miravalles, El Naranjo, La Alfalfilla, Pampa Del Potrero, La Comunidad, Tunazan, La Pampa, La Tienda, El Rollo, Bebedero, Callualoma, El Palmo, Chugur, El Alto, El Batán, La Cruz Del Gallo, La Laguna, Ushcundul, La Meseta, Paucal, El Padrio, Yurac Allpa, Nogalito, Blanca Florida, Vista Alegre, La Toma y Quebrada Honda	3266
Santa Cruz	Catache	Marampampilla, La Manzana, Poro Poro, El Troje, El Verde, Monte Seco, Cascaden, Marampampa, Barbechopampa, El Taure, El Sauce, La Montañita, La Lucmilla, Ocpoy, Rodeopampa, La Chapa, El Lloque, El Palmo, Monte Chico, Udima, Acedan, Cerro Negro, Tellas, Hierba Buena, Limoncito, El Chorro, La Playa, La Coca, El Ocho, El Choloque, Culden, Dos Ríos, Maramayo, Sinchagual, Ayacos y El Alumbral	4977

Al observar el cuadro Nº 12, se aprecia que la mayor cantidad de población que será afectada por el peligro por geodinámica externa, como producto del cambio climático al 2030 es la que está ubicada en la provincia de Celendín, con un total de 29 501 habitantes, pero ojo, este análisis es en base a la población del censo 2007, tanto en la provincia de Chota y San Marcos, al menos 12 000 habitantes serán impactados por el peligro.

Finalmente el objetivo de hacer planes o estrategias frente al cambio climático, para este caso, es con la finalidad de prevenir los efectos adversos de este evento socionatural y así planificar escenarios sostenibles de desarrollo a futuro, es por tal motivo que se ha visto conveniente hacer el análisis espacial de los espacios en los cueles se manifestará el peligro por geodinámica externa con el mapa de frentes económicos que ha generado la ZEE – OT del Gobierno Regional en el año 2010 y como resultado de este análisis nos arroja el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 13: Frentes económicos que serás impactados por el peligro de geodinámica externa al 2030.

Provincia	Gran frente económico	Frente económico	Área afectada (ha)	Porcentaje (%)
Cajabamba	Frente Agropecuario	Frente ganadero	68.35	0.04
Cajamarca	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	24510.24	8.24
		Frente ganadero	6735.34	2.27
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	8616.61	2.90
Celendín	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	44784.17	16.85
		Frente ganadero	53896.58	20.27
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	46034.68	17.32
Chota	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	22166.65	5.89
		Frente ganadero	38858.43	10.33
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	43043.20	11.45
		Áreas naturales protegidas	4567.67	1.21
Cutervo	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	1184.31	0.39
		Frente ganadero	85.28	0.03
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	4345.86	1.43
San Ignacio	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	7429.52	1.51
	Frente Agropecuario	Frente de cultivos tropicales	442.34	0.09
San Marcos	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	21030.44	15.51
		Frente ganadero	20392.53	15.04
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	17004.62	12.54
San Miguel	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	4589.53	1.81
		Frente ganadero	7089.58	2.80
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	3615.27	1.43
Santa Cruz	Frente Agropecuario	Frente de cultivos mixtos diversos	158.51	0.11
		Frente ganadero	16160.38	11.68
		Frente de cultivos tropicales	73.58	0.05
	Frente de conservación y turismo	Áreas poco intervenidas o perturbadas	5722.35	4.14
		Áreas naturales protegidas	18939.58	13.69
	Frente Forestal	Frente extractivo no maderable	1118.37	0.81

Para obtener este resultado se han intersectado el mapa de peligros por geodinámica externa al 2030, con el de frentes económicos, luego se ha calculado las áreas de cada frente económico y finalmente se ha calculado el porcentaje que cada uno representan en cada provincia en la cual están ubicados.

Si observamos el cuadro Nº 13, apreciamos que en la provincia de Celendín el 37 % del Gran frente económico agropecuario va a ser impactado por el peligro de geodinámica externa, esta es una cifra a tener en cuenta por los tomadores de decisiones, para hacer medidas de adaptación y así contrarrestar los daños y pérdidas que abran en esta provincia, en la provincia de San Marcos alrededor del 30 % del Gran frente económico agropecuario será afectado por este peligro.

Finalmente como conclusión del análisis de los cuadros 11, 12 y 13, se aprecia que en la provincia de Celendín se configura un escenario de peligro por geodinámica externa adverso y que si no te toma cartas en el asunto, abran muchas pérdidas humanas, materiales y ecosistémicas y sumado a ello es que el nivel de vulnerabilidad social de estas poblaciones seguirá siendo peor.

e) <u>Producto Nº 05</u>: Mapa de ecosistemas altamente vulnerables en escenarios de cambio climático al 2030.

El producto Nº 05 consta en realidad de tres sub productos o mapas y son los siguientes:

- ✓ **Producto Nº 05.1:** Mapa de Zonas de peligro ante sequías en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios.
- ✓ **Producto Nº 05.2:** Mapa de Zonas de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios.
- ✓ **Producto Nº 05.3:** Mapa de Zonas de peligro ante deslizamientos en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios.

Considerando que el objetivo principal de este producto es hacer un análisis exhaustivo de los ecosistemas altamente vulnerables en escenarios de cambio climático al 2030, es por tal motivo que antes de entrar a describir los capítulos VII. Materiales y metodología y VIII. Resultados y/o productos, de los tres sub productos mencionados, analizaré la situación en que se encuentra cada sitio prioritario y los factores que los hacen vulnerables a estos ecosistemas.

Como producto principal del análisis del Sub Modelo de Valor Bioecológico, se identificaron 15 Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad en el Departamento de Cajamarca, los cuales fueron el resultado de la integración de variables temáticas que evidenciaban la riqueza de especies de flora y fauna silvestre y otro grupo que identificaban paisajes que por estado de conservación albergan a estas especies y además brindaban bienes y servicios ambientales. La Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, para cumplir con una de sus funciones que es hacer la Estrategia Regional de Cambio Climático de la Región Cajamarca, ha validado estos sitios prioritarios en talleres realizados en algunas capitales provinciales, utilizando como unidad de análisis a las unidades hidrográficas y ha evaluado su estado actual de vulnerabilidad, asignándoles una calificación, en el cuadro N° 14 se detalla la calificación asignada a cada sitio.

Cuadro Nº 14: Los 15 Sitios prioritarios y su respectiva calificación.

Número	Nombre	Ubicación	Calificación	Área (ha)
1	Inicio de la Cordillera del Cóndor	San Ignacio	10	50785.77
2	SN Tabaconas Namballe – Bosque de Chaupe	San Ignacio	10	41647.37
3	Montaña de Manta, Quismache y Páramo – Lagunas de Palambe	San Ignacio y Jaén	10	48825.81
4	Río Chinchipe	Jaén	17	46424.88
5	Huamantanga – Huaco Chorro Blanco – Chontalí	Jaén	6	13775.74
6	Querocoto – Miracosta – Pagaibamba	Chota	10	29996.41
7	PN de Cutervo – Socota	Cutervo	16	5037.86

8	Cabecera de los Ríos Viscamayo y Peña Blanca	Chota	16	4255.13
9	Bosques de Chumuch – Cortegana	Celendín	17	16423.65
10	Río Marañón	Chota, Celendín, San Marcos, y Cajabamba	16	64958.01
11	Jalca de Cajamarca – Celendín – San Pablo	Cajamarca, San Pablo, y Celendín	16	114499.46
12	Cuencas del Río Muyoc y Cantange	Cajamarca, San Marcos, y Celendín	16	25873.22
13	Cuenca del Río Cascasén	San Marcos	13	14646.13
14	Jalca de Cajabamba	Cajabamba	16	15253.36
15	Bosque de Cachil – Pozo Kuam	Contumazá	14	6236.02

Análisis de vulnerabilidad de los Sitios prioritarios

Al observar el cuadro N° 14, se aprecia que la cuarta columna almacena los valores de calificación que se les han asignado a cada uno de los sitios prioritarios, estos son el resultado de analizar cinco criterios, que han servido para dar la calificación que ha originado el nivel de vulnerabilidad de los sitios prioritarios, a continuación se describirá el concepto de cada uno de estos:

- ✓ **Estado del ecosistema:** Ecosistemas más diversos son más resilientes; ecosistemas degradados y fragmentados por presiones humanas, bosques aislados, son menos resilientes o más vulnerables.
- ✓ **Conectividad de ecosistemas:** Ecosistemas conectados, que forman parte de corredores biológicos, son menos vulnerables; ecosistemas cercanos a vías de comunicación terrestre y ciudades, son más vulnerables.
- ✓ **Tipo de actividad económica en zonas aledañas:** Actividades extractivas, agricultura de subsistencia en suelos no aptos y/o siembra de cultivos con alta demanda, así como el nivel de vulnerabilidad de las unidades sociales circundantes, incrementan la vulnerabilidad del ecosistema.
- ✓ **Ordenamiento territorial:** Existencia de instrumentos (ZEE. Sitios prioritarios para la conservación, POT): políticas, estrategias e inversiones para la conservación de biodiversidad; reducen el nivel de vulnerabilidad de los ecosistemas.
- ✓ **Nivel de organización para la conservación:** Existencia de organizaciones fuertes dedicadas a la conservación, con instrumentos de gestión, mecanismos de autofinanciamiento, hacen menos vulnerables a los ecosistemas.

Luego para asignar una calificación a cada Sitio prioritario, se hace en base a la evaluación de cada uno de estos cinco criterios, para lo cual se ha utilizado la siguiente matriz.

Cuadro Nº 15: Matriz de criterios empleada en el análisis de vulnerabilidad de los ecosistemas del departamento de Cajamarca

Criterio 1		Criterio 2		Criterio 3		Criterio 4		Criterio 5	
Estado del ecosistema		**Conectividad del ecosistema**		**Actividades económicas**		**Ordenamiento territorial**		**Nivel de organización**	
Nivel	**Valor**	**Nivel**	**Valor**	**Nivel**	**Valor**	**Nivel**	**Valor**	**Nivel**	**Valor**
Muy bueno	1	Muy bueno	1	Muy alta	4	Muy alta	1	Muy alto	1
Bueno	2	Bueno	2	Alta	3	Alta	2	Alto	2
Regular	3	Regular	3	Media	2	Media	3	Medio	3
Malo	4	Malo	4	Baja	1	Baja	4	Bajo	4

Una vez que se ha evaluado cada Sitio prioritario en función a los cinco criterios indicados, se procede a sumar los valores de cada criterio y así se obtiene el valor final (cuarta columna del cuadro N° 14), el cual indica el nivel de vulnerabilidad que tendrá cada uno de estos ecosistemas, finalmente para hacer un mejor análisis de cada sitio prioritario, se agrupan en cuatro niveles de vulnerabilidad y quedó de la siguiente manera:

- ✓ Sitio prioritario con nivel de vulnerabilidad bajo: 0 - 5
- ✓ Sitio prioritario con nivel de vulnerabilidad medio: 6 - 10
- ✓ Sitio prioritario con nivel de vulnerabilidad alto: 11- 15
- ✓ Sitio prioritario con nivel de vulnerabilidad muy alto: 16 - 20

Es importante aclarar que para obtener los productos N° 05.1, 05.2 y 05.3, solamente se evaluarán los sitios prioritarios que tienen un nivel de vulnerabilidad alto y muy alto, entonces al observar el cuadro N° 14, se aprecia que la cuarta columna almacena esta información y de los 15 Sitios prioritarios, solamente 10 se encuentran con la calificación de nivel de Vulnerabilidad alto y muy alto.

Finalmente en el cuadro N° 16 se muestran el análisis hecho por criterio para cada sitio prioritario y que han dado origen al nivel de vulnerabilidad, solo se muestran los sitios que entraran en el modelo, y son los siguientes: 4, 7, 8, 9 10, 11, 12, 13, 14 y 15.

Cuadro Nº 15: Criterios que se emplearon para evaluar el nivel de vulnerabilidad de cada Sitio prioritario del departamento de Cajamarca

Criterio de evaluación	Análisis	Calificac	Nivel de vulnerab
Sitio prioritario Nº 4: Río Chinchipe		**17**	Muy alto
Estado de conservación	Alta intervención por las actividades agrícolas, ganaderas y minería artesanal	4	
	Existen pocas áreas con cobertura boscosa (Sector Santa Rosa)		
	Las especies forestales son aprovechadas para leña de autoconsumo y venta. (Sector Santa Rosa)		

Conectividad	No existe conectividad en las márgenes ribereñas, las coberturas vegetales naturales se encuentran aisladas	4	
	En el cuerpo de agua existe alta conectividad (Sector Santa Rosa)		
Actividades económicas	Pesca para venta de especies nativas como la "Cashca". (Sector Santa Rosa)	3	
	Minería artesanal. (Sector Santa Rosa)		
	Transporte fluvial (balsas cautivas)		
Ordenamiento Territorial	ZEE provincial de Jaén	3	
Estado organizacional	Rondas campesinas organizadas, y resguardo en vías de acceso aledañas	3	
Sitio prioritario Nº 7: Parque Nacional de Cutervo - Socota		**16**	Muy alto
Estado de conservación	El PN está rodeado (áreas contiguas) de áreas intervenidas	3	
Conectividad	Conectividad mínima	4	
	Sólo existen 3 espacios de conexión		
Actividades económicas	Fuerte presión por ganadería	4	
Ordenamiento Territorial	El PN cuenta con Plan Maestro el cual considera la zonificación del Área Natural Protegida	3	
	Fuera del PN no existe ordenamiento territorial		
Estado organizacional	Existe personal oficial del SERNANP en el ANP	2	
	Existen cartas de entendimiento con Municipios		
Sitio prioritario Nº 8: Cabecera de los Ríos Viscamayo y Peña Blanca		**16**	Muy alto
Estado de conservación			
Conectividad			
Actividades económicas			
Ordenamiento Territorial			
Estado organizacional			
Sitio prioritario Nº 9: Bosques de Chumuch - Cortegana		**17**	Muy alto
Estado de conservación		3	
Conectividad		3	
Actividades económicas		4	
Ordenamiento Territorial		4	
Estado organizacional		3	
Sitio prioritario Nº 10: Río Marañón		**16**	Muy alto
Estado de conservación		3	
Conectividad		2	
Actividades económicas		3	
Ordenamiento Territorial		4	
Estado organizacional		4	

Sitio prioritario Nº 11: Jalca de Cajamarca - Celendín - San Pablo		**16**	Muy alto
Estado de conservación		3	
Conectividad		4	
Actividades económicas	Existencia de pastoreo	2	
Ordenamiento Territorial	Iniciativa de Ordenamiento territorial en San Pablo	3	
Estado organizacional	El accionar de las rondas campesinas en cuidado de la biodiversidad es nulo	4	
Sitio prioritario Nº 12: Cuenca del Río Muyoc y Cantange		**16**	Muy alto
Estado de conservación		3	
Conectividad		2	
Actividades económicas		4	
Ordenamiento Territorial		4	
Estado organizacional		3	
Sitio prioritario Nº 13: Cuenca del Río Cascasén		**13**	Alto
Estado de conservación		3	
Conectividad		2	
Actividades económicas		3	
Ordenamiento Territorial		2	
Estado organizacional		3	
Sitio prioritario Nº 14: Jalca de Cajabamba		**16**	Muy alto
Estado de conservación		4	
Conectividad		3	
Actividades económicas		2	
Ordenamiento Territorial		4	
Estado organizacional		3	
Sitio prioritario Nº 15: Bosque de Cachil - Pozo Kuam		**14**	Alto
Estado de conservación	Ciertas zonas o sectores se han quemado para instalar chacras, pero el resto del sitio se encuentra en buen estado de conservación	2	
Conectividad		3	
Actividades económicas	No existen actividades económicas relevantes que pongan en riesgo el sitio	1	
Ordenamiento Territorial	No existe ninguna iniciativa de zonificación u ordenamiento	4	
Estado organizacional	No existe ningún tipo o nivel de organización a favor de la conservación del sitio	4	

A continuación se detallara todo lo realizado para lograr los tres sub productos que conforman el producto N° 05.

e.1) Producto Nº 05.1: Mapa de Zonas de peligro ante sequías en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios.

VII. MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.1. Materiales.

Entre los principales materiales utilizados para lograr este producto de la presente consultoría se tienen a los siguientes:

a) Material cartográfico.

- ✓ Mapas político administrativo de Perú, de la delimitación referencial departamental, provincial y distrital, generado con fines censales por el INEI – 2002.
- ✓ Centros poblados, elaborado por el censo del INEI - 2007.
- ✓ Mapas de peligro por sequías, generada por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2012.
- ✓ Mapa de sitios prioritarios para la conservación, generado por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2011.
- ✓ Mapa de escenarios climáticos al 2030, elaborados por el SENAMHI – 2008.
- ✓ Carta nacional, elaborada por el IGN – permanente actualización.
- ✓ Red vial, generado por en MTC – 2004 y actualizado por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2010.

b) Material de gabinete.

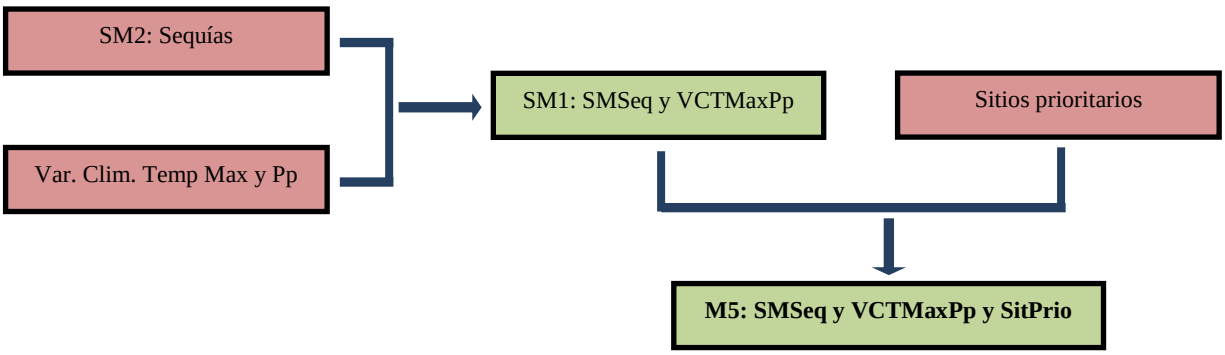
- ✓ Equipo de cómputo.
- ✓ Software: ArcGIS 10.1.
- ✓ Impresora.
- ✓ Papel.
- ✓ Lapiceros.

4.2. Metodología.

La metodología que se ha empleado para lograr este producto estipulado en la presente consultoría, se basa en el análisis espacial y empleo de funciones de geoprocesamiento, utilizando la plataforma de modelamiento Model Builder del software de ArcGIS, versión 10.1, la cual se detalla a continuación.

7.2.1. Elaboración del Modelo conceptual.

Para concretar esta actividad nos reunimos con parte del Sub grupo del GTR CCyGdR, el día sábado 19 de enero de 2013, en la sala de reuniones de la GIZ, y luego que Dante Aleman y Roy León expusieran los objetivos de la consultoría y los productos esperados, así mismo se plantearon cuáles serían las variables que nos ayudarían a obtener dichos productos. Como resultado de esta reunión se planteó la siguiente estructura conceptual:



Como se aprecia en esta estructura, se van a utilizar las siguientes variables:

- ✓ Mapa de Peligro por sequías.
- ✓ Mapa de Variación climática (escenario climático) de precipitación al 2030.
- ✓ Mapa de Variación climática (escenario climático) de temperaturas máximas al 2030.
- ✓ Mapa de Sitios prioritarios.

La variable de Peligro por sequias, se va a utilizar porque en este producto se determinarán cuáles son los espacios de los sitios prioritarios, en los cuales se manifiesta este peligro y haría que los ecosistemas aumenten su nivel de vulnerabilidad.

En este producto, también se va a hacer el análisis del cambio climático, para ello se analizó cuál de los mapas de escenarios climáticos (variación climática) al 2030, hacen que se exacerbe más este peligro y concluimos que son el mapa de Temperaturas máximas y de Precipitación.

Finalmente la variable de los Sitios prioritarios, por conformar la unidad de análisis para lograr el producto.

Cabe precisar que además de identificar las variables que se utilizarán para el modelo, también es de vital importancia saber que parte o atributos de estas variables, serán las que servirán para obtener el resultado final, expresado en un mapa temático.

Y respondiendo a esta necesidad, se realizó una reunión entre los integrantes del Sub grupo del GTR CCyGdR, el día lunes 28 de enero de 2013, en la sala de reuniones de la GIZ, en la cual se identificaron los atributos que servirían para lograr el producto Nº 05.1: ***Mapa de Zonas de peligro ante sequías en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios*** y quedó de la siguiente manera.

- ✓ Mapa de Peligro por sequías; Atributos: Medio, alto y muy alto.
- ✓ Mapa de Variación climática (escenario climático) de precipitación al 2030; Atributos: Disminuirá en 10 %.
- ✓ Mapa de Variación climática (escenario climático) de temperaturas máximas al 2030; Atributos: aumentará en 02 ºC, en 0.6 ºC, en 1.0 ºC y en 1.4 ºC.
- ✓ Mapa de Sitios prioritarios; Atributos: Alto y muy alto.

Si se estaría analizando los efectos negativos de los peligros por sequía en los ecosistemas en un contexto actual, solo merecería atención los espacios en donde se manifestaría un peligro alto y muy alto, pero conociendo que el producto servirá para una Estrategia Regional de Cambio Climático, también se incluirán en el modelo aquellos lugares que actualmente tienen un peligro medio de sequía.

Partiendo de que la sequía, se manifiesta con la disminución de Precipitación por debajo del promedio normal en un determinado ecosistema, entonces solo se analizará aquellos espacios en donde el escenario climático afirma que abra una disminución de hasta el 10 % con respecto a la precipitación actual.

También la variable del escenario climático de temperaturas máximas, servirá para evidenciar como ciertos ecosistemas que se desarrollan en determinadas condiciones de temperaturas se verán afectadas por el aumento de esta, lo que desencadena espacios más áridos con respecto a la actualidad, en base a ello se definió que los espacios en donde la temperatura máxima aumente a partir de 0.2 ºC, serán considerados en el análisis.

Finalmente con respecto a la variable de Sitios prioritarios, solo se analizarán en el modelo aquellos que cuando han sido evaluados con los cinco criterios mencionado líneas arriba, nos indican que tienen un nivel de vulnerabilidad alto y muy alto y que ante un escenario de cambio climático, se exacerbará el peligro por sequía, y esto sería el detonante para que se incremente considerablemente su nivel de vulnerabilidad.

Luego de definir las variables y sus atributos que entraran al modelo, el algoritmo que se va a utilizar para el modelamiento quedó expresado por la siguiente función:

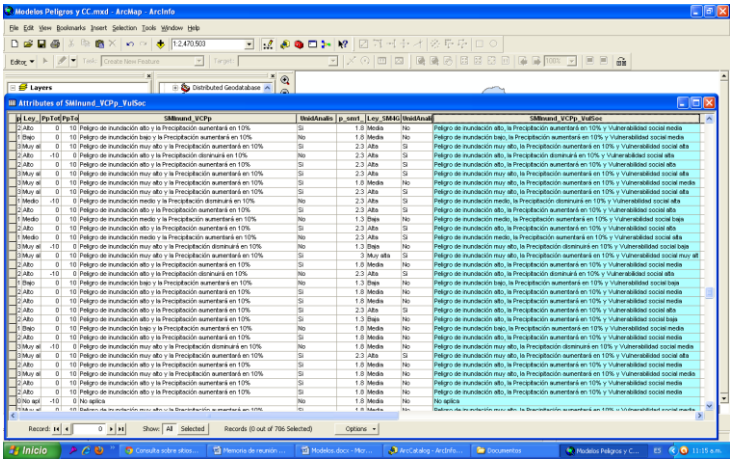
$$\mathrm{M5} = (\mathrm{MS}\ a, ma + \mathrm{MPP}\ \triangledown 10\% + \mathrm{MT^{o}}\ \text{Máx.} \triangle\ 0.2, 0.6, 1.0, 1.6°C\ ) + Mapa\ AVE\ ecosist.con\ nivel\ de\ V\ a, ma$$

7.2.2. Estructura y estandarización de la Base de datos.

Luego de saber a ciencia cierta, cuales son las variables involucradas en este modelo, se procedió a estructurar la Base de datos de cada una de estas variables identificadas y que en Sistemas de información geográfica se las denomina Featureclass, para lo cual se debe de saber los siguientes criterios en la etapa de modelamiento:

- ✓ Tipo de modelo: Descriptivo
- ✓ Formato del modelo: Vector
- ✓ Algebra de mapas: Lógico

Una vez definido estos criterios, se procede con las actividades propiamente dichas para este paso y son las siguientes:

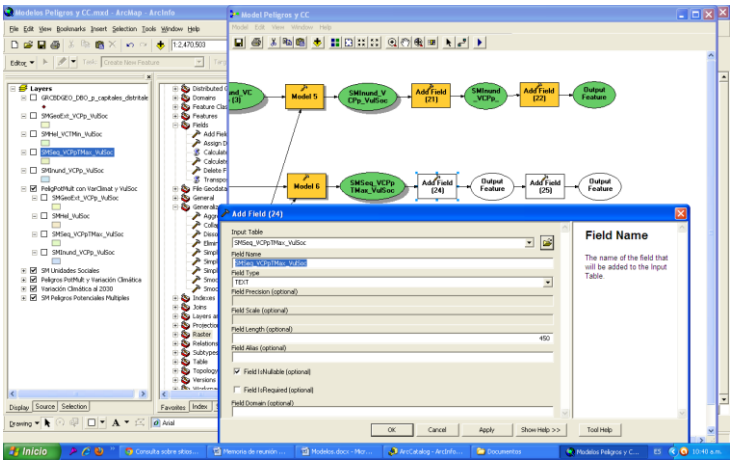


- ✓ Revisar a detalle cada campo de la base de datos, de cada una de las variables involucradas, para identificar qué campo es el que contiene la información que es útil para el modelo.
- ✓ Seguidamente utilizando la plataforma de modelamiento Model Builder del ArcGIS 10.1, se cargó la capa temática de Peligro por sequías y se procedió hacer una disolución en función a los atributos identificados en el campo de interés.
- ✓ Considerando que el tipo de algebra de mapas a utilizar para este modelo, es de tipo lógico, se cambió de variable cuantitativa a calificativas al Mapa de Peligro por sequías.
- ✓ Luego de hacer el control de calidad topológico y definir la unidad mínima cartografiable se procedió a eliminar todos estos polígonos, que son inferiores a 100 ha, para este caso.

- ✓ Las variables de Variación climática de Precipitación al 2030 y de Temperaturas máximas al 2030 ya poseen sus atributos calificativos por lo que solo se hizo el control de calidad topológico.
- ✓ Al revisar la Base de datos del Featureclass de Sitios prioritarios, se observó que aún no contenía el valor de calificación, para ello se creó un campo y se procedió a llegar los atributos para cada uno de los 15 sitios.
- ✓ Considerando que el tipo de algebra de mapa a utilizar para este modelo, es de tipo lógico, se cambió de variable cuantitativa a calificativas, según lo definido por el GTR CCyGdR y que el siguiente: de 1 – 5 (bajo), de 6 – 10 (medio), de 11 – 15 (alto) y de 16 – 20 (muy alto).

7.2.3. Elaboración del Modelo geoespacial (físico y lógico).

Una vez terminado el paso anterior, las variables están en condiciones de ser modeladas y con la certeza que los resultados que se van a obtener, responderán a lo esperado, se procedió a diseñar el modelo en la plataforma de modelamiento Model Builder del ArcGIS y de esta manera lograr el producto final, denominado ***Mapa de Zonas de peligro ante sequías en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios***, para ello se realizó lo siguiente:



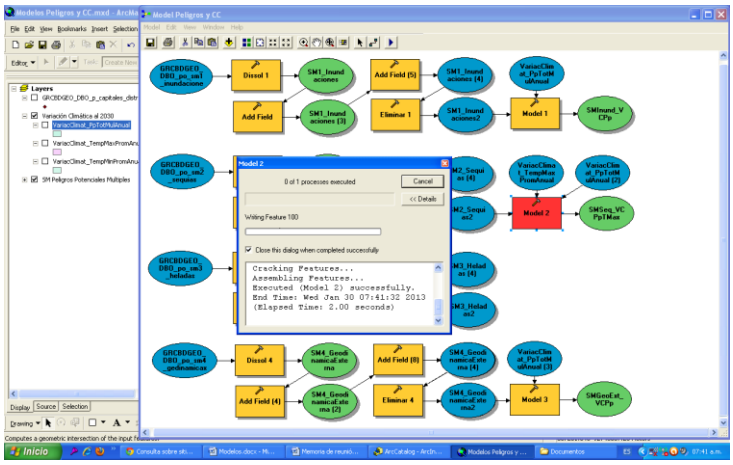
- ✓ Se cargaron al Model Builder las variables de Peligro por sequías y de Variación climática de Precipitación al 2030 y de Temperatura máxima al 2030 y se utilizó la función de geoprocesamiento de intersección, para integrar estos tres mapas.
- ✓ Luego se revisó la Base de datos integrada y se procedió a eliminar algunos campos que se generan automáticamente, pero que no son de utilidad para el producto final.
- ✓ Seguidamente se hace una disolución con la finalidad de poder calcular el área y eliminar aquellos polígonos que no cumplen con la unidad mínima cartografiable, esto se hace manualmente y por multicriterio.
- ✓ Seguidamente se crea el campo que alojará las características de cada unidad homogénea.
- ✓ Haciendo las consultas SQL a la Base de datos, se procedió a llenar la leyenda de cada unidad homogénea y así obtener el Mapa SM1: SMSeq y VCTMaxPp, el cual es insumo para el producto final.

- ✓ Finalmente para poder estimar como estos factores incrementarían el nivel de vulnerabilidad de los ecosistemas de cada sitio prioritario, se procedió a elaborar una matriz de calificación y es la siguiente:

Cuadro Nº 16: Factores que incrementarán el nivel de vulnerabilidad de los ecosistemas de cada Sitio prioritario

Atributo	Aumentará el nivel de vulnerabilidad en
Peligro de sequía medio, la Precipitación disminuirá en 10% y la Temperatura máxima aumentará en 0.2 ºC	1
Peligro de sequía medio, la Precipitación disminuirá en 10% y la Temperatura máxima aumentará en 0.6 ºC	
Peligro de sequía medio, la Precipitación disminuirá en 10% y la Temperatura máxima aumentará en 1.0 ºC	2
Peligro de sequía alto, la Precipitación disminuirá en 10% y la Temperatura máxima aumentará en 0.2 ºC	
Peligro de sequía alto, la Precipitación disminuirá en 10% y la Temperatura máxima aumentará en 0.6 ºC	3
Peligro de sequía muy alto, la Precipitación disminuirá en 10% y la Temperatura máxima aumentará en 0.6 ºC	4

Una vez obtenido este Sub modelo intermedio, se volverá a integrar con la otra variable (Sitios prioritarios) y así obtener el mapa final para este producto.



- ✓ Se adicionó la capa temática de sitios prioritarios al Model Builder para ser integrada con el SM1: SMInund y VCPp, utilizando la función de Identity del ArcGIS y obtener el producto Nº 05.1.
- ✓ En seguida se revisa la Base de datos integrada y se procedió a eliminar algunos campos que se generan automáticamente, pero que no son de utilidad para el producto final.
- ✓ Seguidamente se hizo una disolución con la finalidad de tener integrada todas las entidades comunes en un solo atributo y además poder calcular el área.
- ✓ Luego se creó el campo que alojará las características de cada unidad homogénea.
- ✓ Seguidamente haciendo las consultas SQL a la Base de datos, y diseñando los cálculos aritméticos y algebraicos a cada ecosistema de cada Sitio prioritario, se procedió a llenar la

leyenda final del ***Mapa de Zonas de peligro ante sequías en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios***, y así obtener el mapa definitivo.

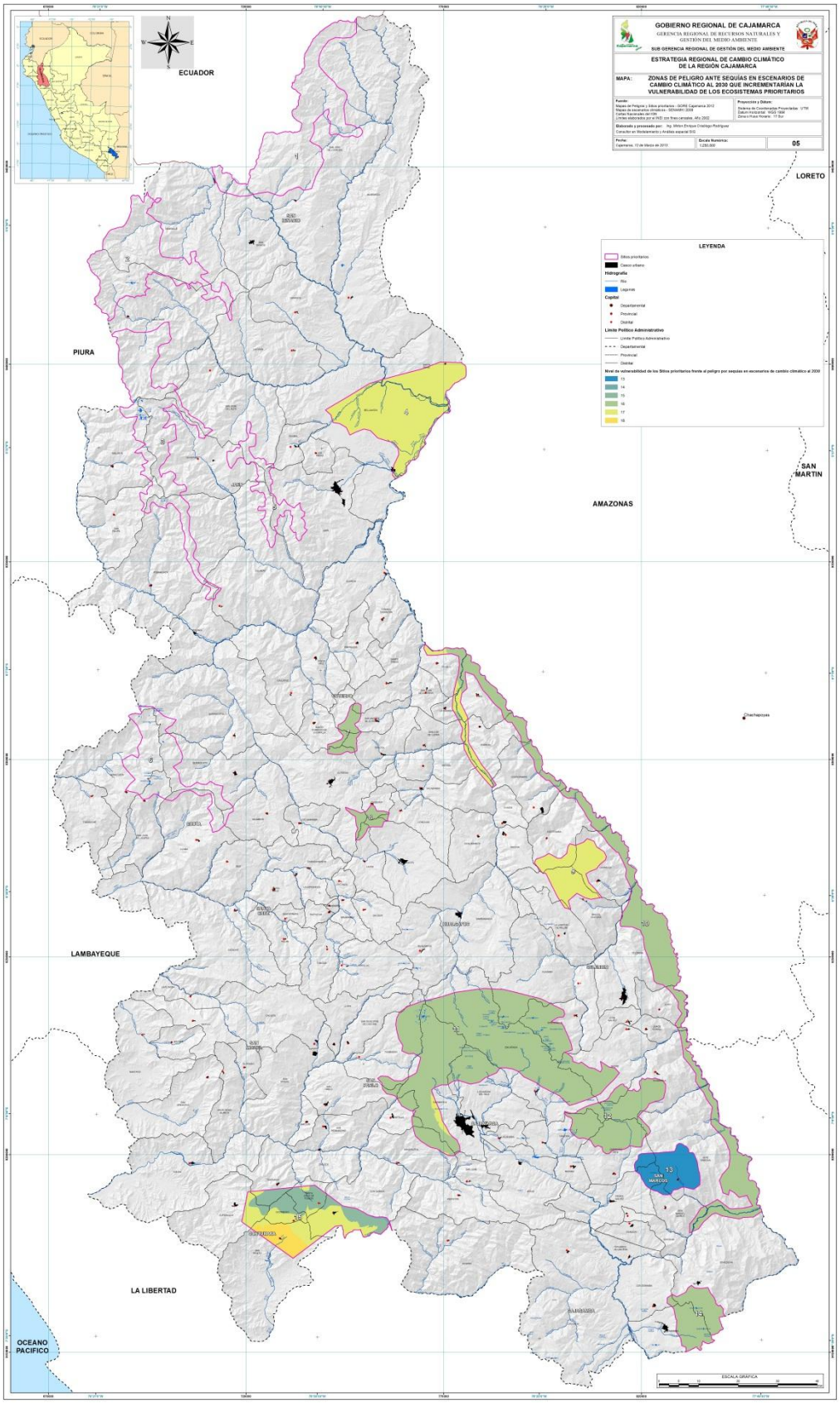
- ✓ Finalmente se hace consultas de atributos y análisis espacial, para determinar qué factores que generan la vulnerabilidad de cada Sitio prioritario, están interrelacionadas como estas nuevas características físicas (hidrometeorológicas) del territorio.

7.2.4. Elaboración del Mapa.

Una vez que se ha terminado el paso de geoprocesamiento, la fase siguiente es el análisis espacial que se hace con la Base de datos y que estos se abordarán en el siguiente punto (VIII. Resultados y/o productos).

También es importante tener una salida gráfica del producto final y viene a ser la elaboración del ***Mapa de Zonas de peligro ante sequías en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios***, cuya finalidad es para que los usuarios que manejarán este mapa les sea fácil de entender y tomar decisiones en función al mensaje de este.

Mapa Nº 05: Mapa de Zonas de peligro ante sequías en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios



VIII. RESULTADOS Y/O PRODUCTOS

Una vez que se ha terminado de generar los productos intermedios y llegar a obtener el producto Nº 05.1: ***Mapa de Zonas de peligro ante sequías en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios*** de la consultoría ***"Modelamiento SIG para generar Mapas de Peligros en Escenarios de Cambio Climático al 2030 en la Región Cajamarca"***, se procedió a analizar cada uno de los Sitios prioritarios, entre los análisis espaciales y alfanuméricos realizados con la finalidad de contar con más insumos para el **Proceso de Formulación Participativa de Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC),** que viene impulsando el Gobierno Regional Cajamarca, se tienen los siguientes:

El primer análisis que se ha hecho para el producto N° 05.1, es identificar en que ecosistemas de los Sitios prioritarios se exacerbará el peligro por sequía como consecuencia del cambio climático y como éste influirá en hacer más vulnerable a cada ecosistema, el resultado se muestra en el cuadro N° 17.

Cuadro Nº 17: Peligro por sequías en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarán la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios prioritario

Núm.	Nombre	Nivel de vulnerab.	Pelig. sequía en escenarios de cambio climático al 2030	Vulnerab. por peligro	Vulnerab. total	Porcentaje
4	Río Chinchipe	17		0	17	100.00
7	P.N. Cutervo - Socota	16		0	16	100.00
8	Cabecera de los Ríos Viscamayo y Peña Blanca	16		0	16	100.00
9	Bosques de Chumuch - Cortegana	17		0	17	100.00
10	Río Marañón	16		0	16	91.34
			Peligro de sequía medio, la Precipitación disminuirá en 10% y la Temperatura máxima aumentará en 0.6 °C	1	17	8.66
11	Jalca de Cajamarca - Celendín - San Pablo	16		0	16	98.77
			Peligro de sequía medio, la Precipitación disminuirá en 10% y la Temperatura máxima aumentará en 0.6 °C	1	17	1.18
			Peligro de sequía medio, la Precipitación disminuirá en 10% y la Temperatura máxima aumentará en 1.0 °C	2	18	0.05
12	Cuenca de los Ríos Muyoc y Cantange	16		0	16	100.00

13	Cuenca del Río Cascasén	13		0	13	100.00
14	Jalca de Cajabamba	16		0	16	100.00
15	Bosque de Cachil - Pozo Kuan	14		0	14	0.93
			Peligro de sequía medio, la Precipitaci¾n disminuirá en 10% y la Temperatura máxima aumentará en 0.6 °C	1	15	39.16
			Peligro de sequía alto, la Precipitación disminuirá en 10% y la Temperatura máxima aumentará en 0.6 °C	3	17	43.15
			Peligro de sequía muy alto, la Precipitación disminuirá en 10% y la Temperatura máxima aumentará en 0.6 °C	4	18	16.76

Al observa detalladamente el cuadro N° 17, notamos que los Sitios prioritarios 10, 11 y 15, serán los que se van a ver afectados por el peligro por sequía, el cual será exacerbado por el cambio climático al 2030.

Análisis del Sitio N° 10: Río Marañón.

El primer punto fue identificar claramente los factores que hacen vulnerable a los ecosistemas de este Sitio prioritario, sin embargo al revisar la información que habían levantada en campo y talleres, no se disponía de esta para este Sitio, es por ello que solo se muestra en el cuadro N° 15 solo los cinco criterios y su respectiva calificación.

El otro análisis que también es de suma importancia, es que como resultado de integrar este Sitio prioritario con el mapa de los peligros por sequias que serán exacerbados por el cambio climático al 2030, se aprecia en el cuadro N° 17, que el 8.66 % será impactado y se incrementará su vulnerabilidad de 16 a 17, eso indica que seguirá siendo su nivel de vulnerabilidad muy alto.

Finalmente otro análisis que será de mucha utilidad para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), es saber con cuál de los factores que hacen vulnerable a este Sitio prioritario se interrelacionan con el peligro por sequía en un escenario de cambio climático al 2030, pero al no contar con el detalle de estos, se ha hecho una diferenciación entre estos cinco criterios y se aprecia que: el criterio de Estado de conservación y de Conectividad del ecosistema, son los que más correlacionan, por tratarse de aspectos físico – biológicos y que son influenciados directamente por el peligro por sequía; para el caso del criterio de Actividades económicas, dependerá si la actividad que se realiza está acelerando la manifestación de éste peligro y finalmente los criterios de Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, son netamente de gestión y depende de lo que se haga acá para mitigar los efectos del peligro por sequías y del cambio climático.

Análisis del Sitio N° 11: Jalca de Cajamarca - Celendín - San Pablo.

Al igual que para el Sitio prioritario N° 10, el primer análisis fue identificar claramente los factores que hacen vulnerable a los ecosistemas de este Sitio prioritario, los cuales están agrupados en cinco criterios y se muestran en el cuadro N° 15, de éste se aprecia que los criterios de: Estado de conservación y de Conectividad del ecosistema, no cuentan con información y los de: Actividades económicas, Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, si muestran los factores que se han identificado como responsables para que este Sitio tenga un nivel de vulnerabilidad muy alta.

El otro análisis que también es de suma importancia, es que como resultado de integrar este Sitio prioritario con el mapa de los peligros por sequias que serán exacerbados por el cambio climático al 2030, se aprecia en el cuadro N° 17, que el 1.18 % será impactado y se incrementará su vulnerabilidad de 16 a 17, eso indica que seguirá siendo su nivel de vulnerabilidad muy alto y también se observa que el 0.05 % se incrementará su vulnerabilidad de 16 a 18 y con ello su nivel de vulnerabilidad seguirá siendo muy alta.

Finalmente otro análisis que será de mucha utilidad para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), es saber con cuál de los factores que hacen vulnerable a este Sitio prioritario se interrelacionan con el peligro por sequía en un escenario de cambio climático al 2030, se aprecia que: el criterio de Estado de conservación y de Conectividad del ecosistema, no se tiene información, sin embargo son los que más correlacionan, por tratarse de aspectos físico – biológicos y que son influenciados directamente por el peligro por sequía; para el caso del criterio de Actividades económicas, la actividad de: existencia de sobrepastoreo, correlaciona directamente, porque al deteriorarse la cobertura de estos pastos, influirá directamente en la regulación del ciclo hidrológico, la humedad relativa y la distribución temporal y espacial de la precipitación, finalmente con relación a los criterios de Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, como se aprecia son netamente de gestión y que con la implementación de estos factores ayudarán a mitigar los efectos del peligro por sequías y del cambio climático.

Análisis del Sitio N° 15: Bosque de Cachil - Pozo Kuan.

Similar a los dos anteriores casos, el primer análisis fue identificar claramente los factores que hacen vulnerable a los ecosistemas de este Sitio prioritario, los cuales están agrupados en cinco criterios y se muestran en el cuadro N° 15, de éste se aprecia que los criterios de: Estado de conservación y de Conectividad del ecosistema, se cuenta con información para el primero y los de: Actividades económicas, Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, si muestran los factores que se han identificado como responsables para que este Sitio tenga un nivel de vulnerabilidad alta.

El otro análisis que es importante realizar, es qué como resultado de integrar este Sitio prioritario con el mapa de los peligros por sequias que serán exacerbados por el cambio climático al 2030, se aprecia en el cuadro N° 17, que el 39.16 % será impactado y se incrementará su vulnerabilidad de 14 a 15, eso indica que seguirá siendo su nivel de vulnerabilidad alto, también se observa que el 43.15 % se incrementará su vulnerabilidad de 14 a 17 y con ello su nivel de vulnerabilidad pasará de alto a muy alta, igual sucede con el 16.76 %, el cual su vulnerabilidad pasa de 14 a 18, y también su nivel de vulnerabilidad pasa de alto a muy alto.

Finalmente otro análisis que será de mucha utilidad para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), es saber con cuál de los factores que hacen vulnerable a este Sitio prioritario se interrelacionan con el peligro por sequía en un escenario de cambio climático al 2030, se aprecia que: el criterio de Estado de conservación, se afirma que el factor de: Ciertas zonas o sectores se han quemado para instalar chacras, pero el resto del sitio se encuentra en buen estado de conservación, este correlaciona directamente para que el peligro por sequía se manifieste con más intensidad, debido a la ubicación y característica de fragilidad del Sitio y para el caso del criterio de Conectividad del ecosistema, no se tiene información, sin embargo por la afirmación del factor mencionado, me imagino que está fraccionado el ecosistema y también correlaciona directamente con el peligro por sequía; para el caso del criterio de Actividades económicas, afirman que no existe alguna actividad de importancia que ponga en riesgo el Sitio, pero quizás el cambio de uso del suelo que se viene dando, en algún momento sea significativo para que ayude a la manifestación del efecto de la sequía, finalmente con relación a los criterios de Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, como se aprecia son netamente de gestión y que para este sitio aún no existen, lo cual dificulta en evidenciar cuales serían las acciones más adecuadas a tomar en cuenta para mitigar los efectos del peligro por sequías y del cambio climático.

e.2) Producto Nº 05.2: Mapa de Zonas de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios.

VII. MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.1. Materiales.

Entre los principales materiales utilizados para lograr este producto de la presente consultoría se tienen a los siguientes:

a) Material cartográfico.

- ✓ Mapas político administrativo de Perú, de la delimitación referencial departamental, provincial y distrital, generado con fines censales por el INEI – 2002.
- ✓ Centros poblados, elaborado por el censo del INEI - 2007.
- ✓ Mapas de peligro por heladas, generada por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2012.
- ✓ Mapa de sitios prioritarios para la conservación, generado por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2011.
- ✓ Carta nacional, elaborada por el IGN – permanente actualización.
- ✓ Red vial, generado por en MTC – 2004 y actualizado por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2010.

b) Material de gabinete.

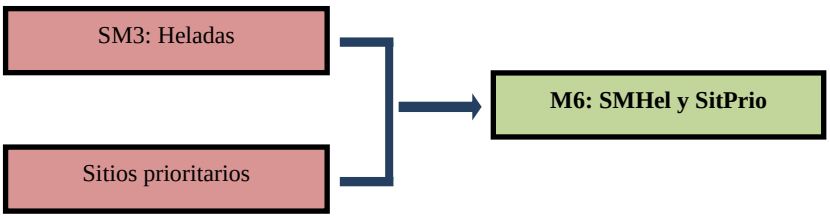
- ✓ Equipo de cómputo.
- ✓ Software: ArcGIS 10.1.
- ✓ Impresora.
- ✓ Papel.
- ✓ Lapiceros.

4.2. Metodología.

La metodología que se ha empleado para lograr este producto estipulado en la presente consultoría, se basa en el análisis espacial y empleo de funciones de geoprocesamiento, utilizando la plataforma de modelamiento Model Builder del software de ArcGIS, versión 10.1, la cual se detalla a continuación.

7.2.1. Elaboración del Modelo conceptual.

Para concretar esta actividad nos reunimos con parte del Sub grupo del GTR CCyGdR, el día sábado 19 de enero de 2013, en la sala de reuniones de la GIZ, y luego que Dante Aleman y Roy León expusieran los objetivos de la consultoría y los productos esperados, así mismo se plantearon cuáles serían las variables que nos ayudarían a obtener dichos productos. Como resultado de esta reunión se planteó la siguiente estructura conceptual:



Como se aprecia en esta estructura, se van a utilizar las siguientes variables:

- ✓ Mapa de Peligro por heladas.
- ✓ Mapa de Sitios prioritarios.

La variable de Peligro por heladas, se va a utilizar porque en este producto se determinarán cuáles son los espacios de los sitios prioritarios, en los cuales se manifiesta este peligro y haría que los ecosistemas aumenten su nivel de vulnerabilidad.

Finalmente la variable de los Sitios prioritarios, por conformar la unidad de análisis para lograr el producto.

Cabe precisar que además de identificar las variables que se utilizarán para el modelo, también es de vital importancia saber que parte o atributos de estas variables, serán las que servirán para obtener el resultado final, expresado en un mapa temático.

Y respondiendo a esta necesidad, se realizó una reunión entre los integrantes del Sub grupo del GTR CCyGdR, el día lunes 28 de enero de 2013, en la sala de reuniones de la GIZ, en la cual se identificaron los atributos que servirían para lograr el producto Nº 05.2: ***Mapa de Zonas de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios*** y quedó de la siguiente manera.

- ✓ Mapa de Peligro por heladas; Atributos: Medio, alto y muy alto.
- ✓ Mapa de Sitios prioritarios; Atributos: Alto y muy alto.

Los atributos de la variable de peligros por heladas que servirán para obtener este producto, son el alto y muy alto, a la identificación de estos espacios, serán de gran utilidad para la elaboración de la Estrategia Regional de Cambio Climático.

Finalmente con respecto a la variable de Sitios prioritarios, solo se analizarán en el modelo aquellos que cuando han sido evaluados con los cinco criterios mencionado líneas arriba, nos indican que tienen un nivel de vulnerabilidad alto y muy alto y que ante un escenario de cambio climático, se exacerbará el peligro por heladas, y esto sería el detonante para que se incremente considerablemente su nivel de vulnerabilidad.

Luego de definir las variables y sus atributos que entraran al modelo, el algoritmo que se va a utilizar para el modelamiento quedó expresado por la siguiente función:

$$\mathrm{M6} = (\mathrm{MH}\ a, ma) + Mapa\ AVE\ ecosist.\ con\ nivel\ de\ V\ a, ma$$

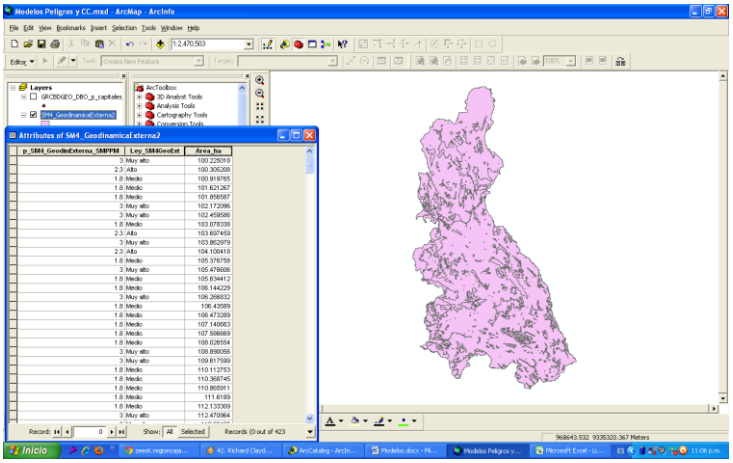
7.2.2. Estructura y estandarización de la Base de datos.

Luego de saber a ciencia cierta, cuales son las variables involucradas en este modelo, se procedió a estructurar la Base de datos de cada una de estas variables identificadas y que en Sistemas de información geográfica se las denomina Featureclass, para lo cual se debe de saber los siguientes criterios en la etapa de modelamiento:

- ✓ Tipo de modelo: Descriptivo
- ✓ Formato del modelo: Vector
- ✓ Algebra de mapas: Lógico

Una vez definido estos criterios, se procede con las actividades propiamente dichas para este paso y son las siguientes:

- ✓ Revisar a detalle cada campo de la base de datos, de cada una de las variables involucradas, para identificar qué campo es el que contiene la información que es útil para el modelo.
- ✓ Seguidamente utilizando la plataforma de modelamiento Model Builder del ArcGIS 10.1,

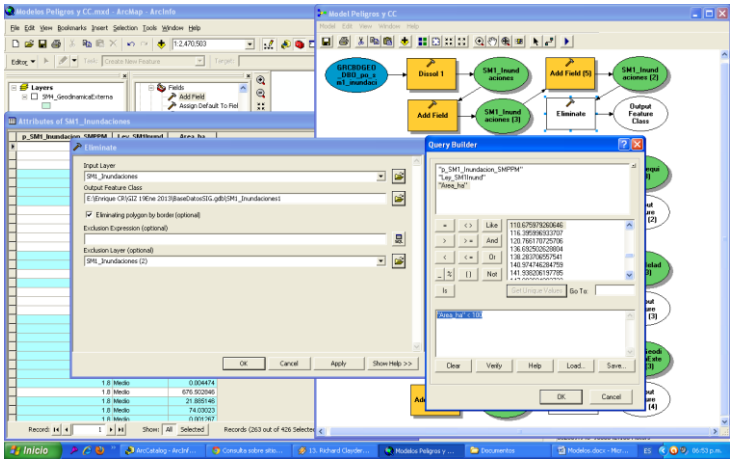


se cargó la capa temática de Peligro por heladas y se procedió hacer una disolución en función a los atributos identificados en el campo de interés.

- ✓ Considerando que el tipo de algebra de mapas a utilizar para este modelo, es de tipo lógico, se cambió de variable cuantitativa a calificativas al Mapa de Peligro por heladas.
- ✓ Luego de hacer el control de calidad topológico y definir la unidad mínima cartografiable se procedió a eliminar todos estos polígonos, que son inferiores a 100 ha, para este caso.
- ✓ Al revisar la Base de datos del Featureclass de Sitios prioritarios, se observó que aún no contenía el valor de calificación, para ello se creó un campo y se procedió a llegar los atributos para cada uno de los 15 sitios.
- ✓ Considerando que el tipo de algebra de mapas a utilizar para este modelo, es de tipo lógico, se cambió de variable cuantitativa a calificativas, según lo definido por el GTR CCyGdR y que el siguiente: de 1 – 5 (bajo), de 6 – 10 (medio), de 11 – 15 (alto) y de 16 – 20 (muy alto).

7.2.3. Elaboración del Modelo geoespacial (físico y lógico).

Una vez terminado el paso anterior, las variables están en condiciones de ser modeladas y con la certeza que los resultados que se van a obtener, responderán a lo esperado, se procedió a diseñar el modelo en la plataforma de modelamiento Model Builder del ArcGIS y de esta manera lograr el producto final, denominado ***Mapa de Zonas de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios***, para ello se realizó lo siguiente:



- ✓ Se adicionó la capa temática de Sitios prioritarios al Model Builder para ser integrada con el SM3: Heladas, utilizando la función de Identity del ArcGIS y obtener el producto Nº 05.2.
- ✓ En seguida se revisó la Base de datos integrada y se procedió a eliminar algunos campos que se generan automáticamente, pero que no son de utilidad para el producto final.
- ✓ Seguidamente se hizo una disolución con la finalidad de tener integrada todas las entidades comunes en un solo atributo y además poder calcular el área.
- ✓ Luego se crea el campo que alojará las características de cada unidad homogénea.
- ✓ Seguidamente haciendo las consultas SQL a la Base de datos, y diseñando los cálculos aritméticos y algebraicos a cada ecosistema de cada Sitio prioritario, se procedió a llenar la

leyenda final del ***Mapa de Zonas de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios***, y así obtener el mapa definitivo.

- ✓ Finalmente se hace consultas de atributos y análisis espacial, para determinar qué factores que generan la vulnerabilidad de cada Sitio prioritario, están interrelacionadas como estas nuevas características físicas (hidrometeorológicas) del territorio.
  - ✓ Cabe indicar que para poder estimar como estos factores de peligros por heladas, incrementarían el nivel de vulnerabilidad de los ecosistemas de cada sitio prioritario, se procedió a elaborar una matriz de calificación y es la siguiente:

Cuadro Nº 18: Factores que incrementarán el nivel de vulnerabilidad de los ecosistemas de cada Sitio prioritario

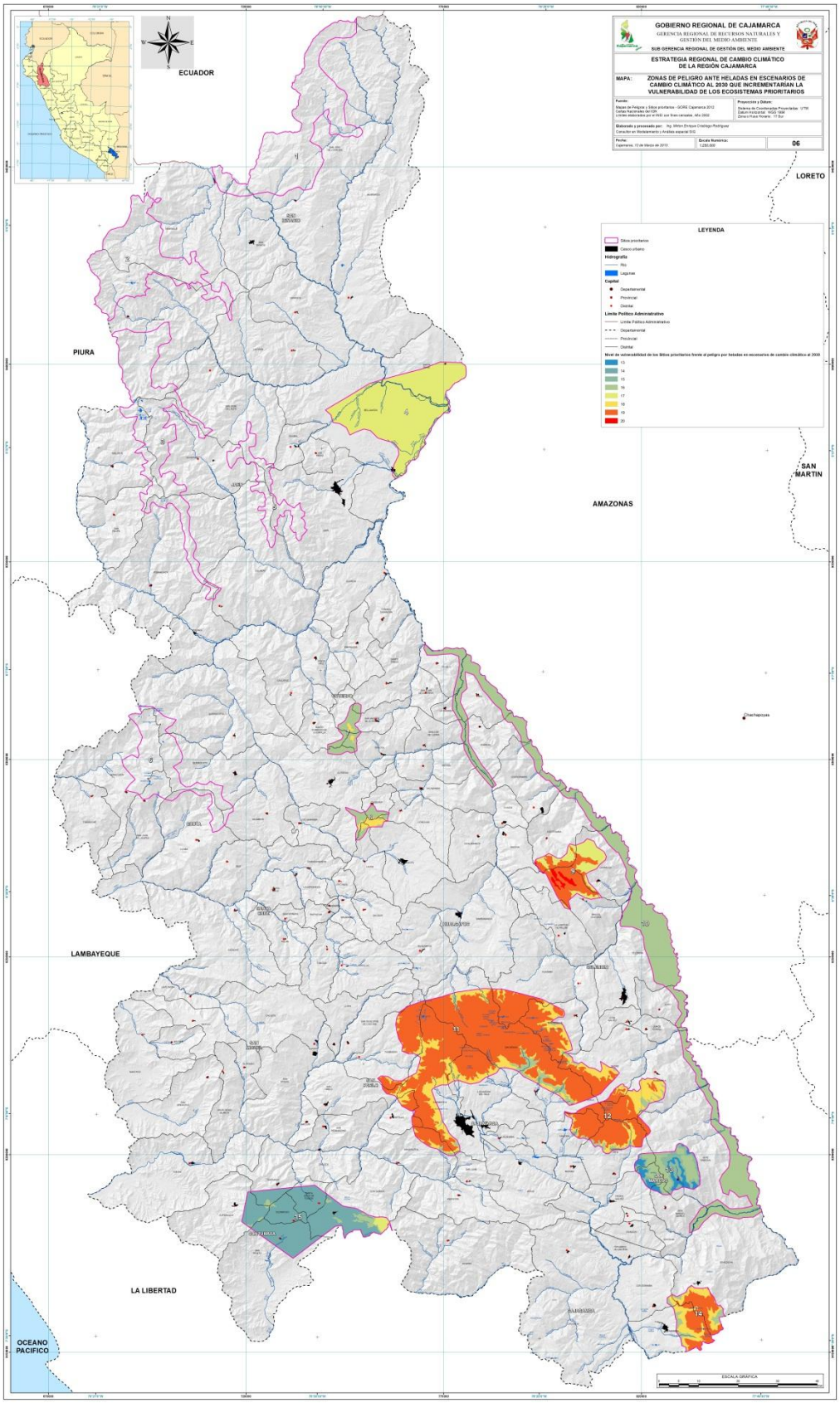
Atributo	Aumentará el nivel de vulnerabilidad en
Alto	2
Muy alto	3

7.2.4. Elaboración del Mapa.

Una vez que se ha terminado la fase de geoprocesamiento, el paso siguiente es el análisis espacial que se hace con la Base de datos y que estos se abordarán en el siguiente punto (VIII. Resultados y/o productos).

También es importante tener una salida gráfica del producto final y viene a ser la elaboración del ***Mapa de Zonas de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios***, cuya finalidad es para que los usuarios que manejarán este mapa les sea fácil de entender y tomar decisiones en función al mensaje de este.

Mapa Nº 06: Mapa de Zonas de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios



VIII. RESULTADOS Y/O PRODUCTOS

Una vez que se ha terminado de generar los productos intermedios y llegar a obtener el producto Nº 05.2: ***Mapa de Zonas de peligro ante heladas en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios*** de la consultoría ***"Modelamiento SIG para generar Mapas de Peligros en Escenarios de Cambio Climático al 2030 en la Región Cajamarca"***, se procedió a analizar cada uno de los Sitios prioritarios, entre los análisis espaciales y alfanuméricos realizados con la finalidad de contar con más insumos para el **Proceso de Formulación Participativa de Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC),** que viene impulsando el Gobierno Regional Cajamarca, se tienen los siguientes:

El primer análisis que se ha hecho para el producto N° 05.2, es identificar en que ecosistemas de los Sitios prioritarios se exacerbará el peligro por heladas, como consecuencia del cambio climático y como éste influirá en hacer más vulnerable a cada ecosistema, el resultado se muestra en el cuadro N° 19.

Cuadro Nº 19: Peligro por heladas en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarán la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios prioritario

Núm.	Nombre	Nivel de vulnerab.	Pelig. heladas en escenarios de cambio climático al 2030	Vulnerab. por peligro	Vulnerab. total	Porcentaje
4	Río Chinchipe	17		0	17	100.00
7	P.N. Cutervo - Socota	16		0	16	95.05
			Alto	2	18	4.95
8	Cabecera de los Ríos Viscamayo y Peña Blanca	16		0	16	66.16
			Alto	2	18	33.84
9	Bosques de Chumuch - Cortegana	17		0	17	41.57
			Alto	2	19	51.80
			Muy alto	3	20	6.63
10	Río Marañón	16		0	16	100.00
11	Jalca de Cajamarca - Celendín - San Pablo	16		0	16	4.45
			Alto	2	18	18.56
			Muy alto	3	19	76.99
12	Cuenca de los Ríos Muyoc y Cantange	16		0	16	8.82
			Alto	2	18	24.36
			Muy alto	3	19	66.82
13	Cuenca del Río Cascasén	13		0	13	24.43
			Alto	2	15	32.21
			Muy alto	3	16	43.36
14	Jalca de Cajabamba	16		0	16	13.55
			Alto	2	18	34.45
			Muy alto	3	19	52.00
15	Bosque de	14		0	14	92.09

	Cachil - Pozo Kuan		Alto	2	16	5.12
			Muy alto	3	17	2.80

Al observa detalladamente el cuadro N° 19, notamos que los Sitios prioritarios 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14 y 15, serán los que van a ser impactados por el peligro por heladas, el cual será exacerbado por el cambio climático al 2030.

Análisis del Sitio N° 7: P.N. Cutervo - Socota.

El primer análisis fue identificar claramente los factores que hacen vulnerable a los ecosistemas de este Sitio prioritario, estos factores han sido levantados en campo y talleres, los cuales están agrupados en cinco criterios y se muestran en el cuadro N° 15.

Otro análisis que también es de suma importancia, es que como resultado de integrar este Sitio prioritario con el mapa de los peligros por heladas que serán exacerbados por el cambio climático al 2030, se aprecia en el cuadro N° 19, que el 4.95 % será impactado y se incrementará su vulnerabilidad de 16 a 18, eso indica que seguirá siendo su nivel de vulnerabilidad muy alto.

Finalmente otro análisis que será de mucha utilidad para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), es saber con cuál de los factores que hacen vulnerable a este Sitio prioritario se interrelacionan con el peligro por heladas en un escenario de cambio climático al 2030, para el caso del criterio de Estado de conservación, se afirma qué: El PN está rodeado (áreas contiguas) de áreas intervenidas, esto significa que hay penetración de la población dentro del bosque, los cual implica que están haciendo un cambio en el uso del suelo, que si sigue la misma tendencia podría sufrir los efectos del peligro por heladas, debido a que ya no hay una regulación del ciclo hidrológico, la humedad relativa es menor y la distribución temporal y espacial de la precipitación y variación de temperaturas podrían verse alteradas, para el caso del criterio de Conectividad del ecosistema, los actores que trabajaron afirman que es mínima y que solo existen 3 espacios de conexión, esto nos confirma que el ecosistema está siendo fragmentado, alterando el buen funcionamiento de este y haciendo que se acentúe con mayor fuerza los efectos del peligro por heladas, con respecto al criterio de Actividades económicas, los actores han afirmado que la presión ganadera es muy fuerte y eso implica un acelerado cambio de uso, haciendo más vulnerable a las actividades que se realizan en este ecosistema y por ende también una mayor manifestación de los efectos negativos del peligro por heladas y el cambio climático, y finalmente los criterios de Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, los cuales son netamente de gestión y depende del tipo de intervención que se haga en este ecosistema para mitigar los efectos del peligro por sequias y del cambio climático.

Análisis del Sitio N° 8: Cabecera de los Ríos Viscamayo y Peña Blanca.

Al igual que para el Sitio prioritario N° 7, el primer punto fue identificar claramente los factores que hacen vulnerable a los ecosistemas de este Sitio prioritario, sin embargo al revisar la información que habían levantado en campo y talleres, no se disponía de ésta para este Sitio, es por ello que solo se muestra en el cuadro N° 15, los cinco criterios y su respectiva calificación.

Otro análisis que también es de suma importancia, es que como resultado de integrar este Sitio prioritario con el mapa de los peligros por heladas que serán exacerbados por el cambio climático al 2030, se aprecia en el cuadro N° 19, que el 33.84 % será impactado y se incrementará su vulnerabilidad de 16 a 18, eso indica que seguirá siendo su nivel de vulnerabilidad muy alta.

Finalmente otro análisis que será de mucha utilidad para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), es saber con cuál de los factores que hacen vulnerable a este Sitio prioritario se interrelacionan con el peligro por heladas en un escenario de cambio climático al 2030, pero al no contar con el detalle de estos, se ha hecho una diferenciación entre estos cinco criterios y se aprecia que: el criterio de Estado de conservación y de Conectividad del ecosistema, son los que más correlacionan, por tratarse de aspectos físico – biológicos y que son influenciados directamente por el peligro por heladas; para el caso del criterio de Actividades económicas, dependerá si la actividad que se realiza está acelerando la manifestación de éste peligro y finalmente los criterios de Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, son netamente de gestión y depende de lo que se haga acá para mitigar los efectos del peligro por heladas y del cambio climático.

Análisis del Sitio N° 9: Bosques de Chumuch - Cortegana.

Similar a los dos Sitios anteriores, el primer punto fue identificar claramente los factores que hacen vulnerable a los ecosistemas de este Sitio prioritario, sin embargo al revisar la información que habían levantado en campo y talleres, no se disponía de ésta para este Sitio, es por ello que solo se muestra en el cuadro N° 15, los cinco criterios y su respectiva calificación.

El otro análisis que es importante realizar, es qué como resultado de integrar este Sitio prioritario con el mapa de los peligros por heladas que serán exacerbados por el cambio climático al 2030, se aprecia en el cuadro N° 19, que el 51.80 % será impactado y se incrementará su vulnerabilidad de 17 a 19, eso indica que seguirá siendo su nivel de vulnerabilidad alta, también se observa que el 6.63 % se incrementará su vulnerabilidad de 17 a 20 y con ello su nivel de vulnerabilidad seguirá siendo muy alta.

Finalmente otro análisis que será de mucha utilidad para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), es saber con cuál de los factores que hacen vulnerable a este Sitio prioritario se interrelacionan

con el peligro por heladas en un escenario de cambio climático al 2030, pero al no contar con el detalle de estos, se ha hecho una diferenciación entre estos cinco criterios y se aprecia que: el criterio de Estado de conservación y de Conectividad del ecosistema, son los que más correlacionan, por tratarse de aspectos físico – biológicos y que son influenciados directamente por el peligro por heladas; para el caso del criterio de Actividades económicas, dependerá si la actividad que se realiza está acelerando la manifestación de éste peligro y finalmente los criterios de Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, son netamente de gestión y depende de lo que se haga acá para mitigar los efectos del peligro por heladas y del cambio climático.

Análisis del Sitio N° 11: Jalca de Cajamarca - Celendín - San Pablo.

El primer análisis que se ha generado fue identificar claramente los factores que hacen vulnerable a los ecosistemas de este Sitio prioritario, estos factores han sido levantados en campo y talleres, los cuales están agrupados en cinco criterios y se muestran en el cuadro N° 15, cabe indicar que como se aprecia en el cuadro, de los cinco criterios analizados, solo se cuenta con información para los tres últimos.

Otro análisis importante que se realizado, es que como resultado de integrar este Sitio prioritario con el mapa de los peligros por heladas que serán exacerbados por el cambio climático al 2030, se aprecia en el cuadro N° 19, que el 18.56 % será impactado y se incrementará su vulnerabilidad de 16 a 18, eso indica que seguirá siendo su nivel de vulnerabilidad muy alta, pero también se observa que el 76.99 %, será afectado y eso significara que su vulnerabilidad se incrementará de 16 a 19 y con ello su nivel de vulnerabilidad seguirá siendo muy alta.

Finalmente otro análisis que será de mucha utilidad para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), es saber con cuál de los factores que hacen vulnerable a este Sitio prioritario se interrelacionan con el peligro por heladas en un escenario de cambio climático al 2030, no se cuenta con el detalle de estos, para el caso de los criterios de: Estado de conservación y de Conectividad del ecosistema, sin embargo son los que más correlacionan, por tratarse de aspectos físico – biológicos y que son influenciados directamente por el peligro por heladas, sumado a ello la actividad económica que se realiza, induce a pensar que el estado de conservación no es bueno, por la presión humana que sufre este ecosistema y que también es responsable para que sea fraccionada; para el caso del criterio de Actividades económicas, los actores afirman que hay pastoreo, que si no se usa la tecnología adecuada podría acelerar los efectos negativos que se manifiestan por el peligro por heladas y finalmente los criterios de Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, son netamente de gestión y depende de lo que se haga acá para mitigar los efectos del peligro por sequías y del cambio climático.

Análisis del Sitio N° 12: Cuenca de los Ríos Muyoc y Cantange.

Al igual que para el caso de los Sitios prioritarios anteriores, el primer punto fue identificar claramente los factores que hacen vulnerable a los ecosistemas de este Sitio prioritario, sin embargo al revisar la información que habían levantado en campo y talleres, no se disponía de ésta para este Sitio, es por ello que solo se muestra en el cuadro N° 15, los cinco criterios y su respectiva calificación.

Otro análisis que se ha generado, es que como resultado de integrar este Sitio prioritario con el mapa de los peligros por heladas que serán exacerbados por el cambio climático al 2030, se aprecia en el cuadro N° 19, que el 24.36 % será impactado y se incrementará su vulnerabilidad de 16 a 18, eso indica que seguirá siendo su nivel de vulnerabilidad muy alta, también se observa que un alarmante 66.82 % se incrementará su vulnerabilidad de 16 a 19 y con ello su nivel de vulnerabilidad seguirá siendo muy alta.

Finalmente otro análisis que será de mucha utilidad para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), es saber con cuál de los factores que hacen vulnerable a este Sitio prioritario se interrelacionan con el peligro por heladas en un escenario de cambio climático al 2030, pero al no contar con el detalle de estos, se ha hecho una diferenciación entre estos cinco criterios y se aprecia que: el criterio de Estado de conservación y de Conectividad del ecosistema, son los que más correlacionan, por tratarse de aspectos físico – biológicos y que son influenciados directamente por el peligro por heladas; para el caso del criterio de Actividades económicas, dependerá si la actividad que se realiza está acelerando la manifestación de éste peligro y finalmente los criterios de Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, son netamente de gestión y depende de lo que se haga acá para mitigar los efectos del peligro por heladas y del cambio climático.

Análisis del Sitio N° 13: Cuenca del Río Cascasén.

El primer análisis ha sido identificar claramente los factores que hacen vulnerable a los ecosistemas de este Sitio prioritario, sin embargo al revisar la información que habían levantado en campo y talleres, no se disponía de ésta para este Sitio, es por ello que solo se muestra en el cuadro N° 15, los cinco criterios y su respectiva calificación.

El otro análisis que es necesario e importante realizar, es qué como resultado de integrar este Sitio prioritario con el mapa de los peligros por heladas que serán exacerbados por el cambio climático al 2030, se aprecia en el cuadro N° 19, que el 32.21 % será impactado y se incrementará su vulnerabilidad de 13 a 15, eso indica que su nivel de vulnerabilidad pasara de ser alta a muy alta, también se observa que el 43.36 % se incrementará su vulnerabilidad de 13 a 16 y con ello, como el caso anterior su nivel de vulnerabilidad pasará de alta a muy alta.

Finalmente otro análisis que será de mucha utilidad para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), es saber con cuál de los factores que hacen vulnerable a este Sitio prioritario se interrelacionan con el peligro por heladas en un escenario de cambio climático al 2030, pero al no contar con el detalle de estos, se ha hecho una diferenciación entre estos cinco criterios y se aprecia que: el criterio de Estado de conservación y de Conectividad del ecosistema, son los que más correlacionan, por tratarse de aspectos físico – biológicos y que son influenciados directamente por el peligro por heladas; para el caso del criterio de Actividades económicas, dependerá si la actividad que se realiza está acelerando la manifestación de éste peligro y finalmente los criterios de Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, son netamente de gestión y depende de lo que se haga acá para mitigar los efectos del peligro por heladas y del cambio climático.

Análisis del Sitio N° 14: Jalca de Cajabamba.

El primer análisis que se ha hecho, como para los demás casos, fue identificar claramente los factores que hacen vulnerable a los ecosistemas de este Sitio prioritario, sin embargo al revisar la información que habían levantado en campo y talleres, no se disponía de ésta para este Sitio, es por ello que solo se muestra en el cuadro N° 15, los cinco criterios y su respectiva calificación.

Otro análisis que merece la pena realizado y a la vez es importante, es que como resultado de integrar este Sitio prioritario con el mapa de los peligros por heladas que serán exacerbados por el cambio climático al 2030, se aprecia en el cuadro N° 19, que el 34.45 % será impactado y se incrementará su vulnerabilidad de 16 a 18, eso indica que seguirá siendo su nivel de vulnerabilidad muy alta, asimismo se observa que más de la mitad (el 52.00 %), será afectado y eso significara que su vulnerabilidad se incrementará de 16 a 19 y con ello su nivel de vulnerabilidad seguirá siendo muy alta.

Finalmente otro análisis que será de mucha utilidad para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), es saber con cuál de los factores que hacen vulnerable a este Sitio prioritario se interrelacionan con el peligro por heladas en un escenario de cambio climático al 2030, pero al no contar con el detalle de estos, se ha hecho una diferenciación entre estos cinco criterios y se aprecia que: el criterio de Estado de conservación y de Conectividad del ecosistema, son los que más correlacionan, por tratarse de aspectos físico – biológicos y que son influenciados directamente por el peligro por heladas; para el caso del criterio de Actividades económicas, dependerá si la actividad que se realiza está acelerando la manifestación de éste peligro y finalmente los criterios de Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, son netamente de gestión y depende de lo que se haga acá para mitigar los efectos del peligro por heladas y del cambio climático.

e.3) Producto Nº 05.3: Mapa de Zonas de peligro ante deslizamientos en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios.

VII. MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.1. Materiales.

Entre los principales materiales utilizados para lograr este producto de la presente consultoría se tienen a los siguientes:

a) Material cartográfico.

- ✓ Mapas político administrativo de Perú, de la delimitación referencial departamental, provincial y distrital, generado con fines censales por el INEI – 2002.
- ✓ Centros poblados, elaborado por el censo del INEI - 2007.
- ✓ Mapas de peligro por geodinámica externa, generada por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2012.
- ✓ Mapa de sitios prioritarios para la conservación, generado por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2011.
- ✓ Mapa de escenarios climáticos al 2030, elaborados por el SENAMHI – 2008.
- ✓ Carta nacional, elaborada por el IGN – permanente actualización.
- ✓ Red vial, generado por en MTC – 2004 y actualizado por la ZEE-OT del Gobierno Regional de Cajamarca - 2010.

b) Material de gabinete.

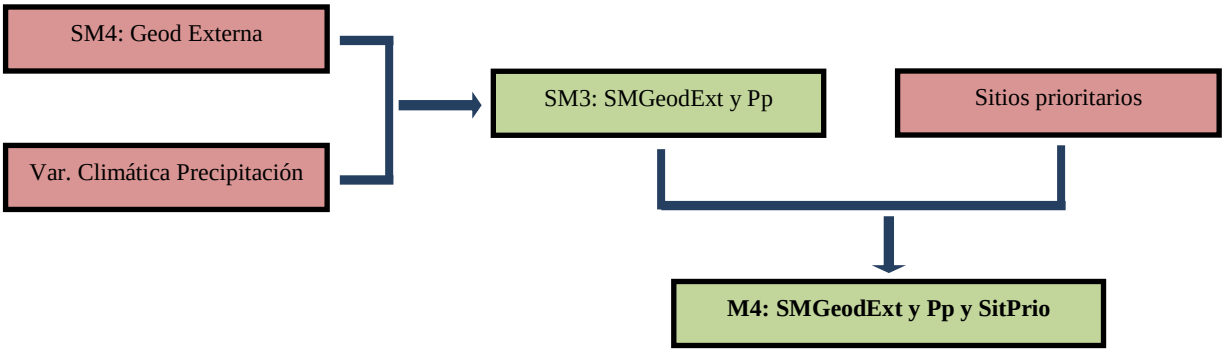
- ✓ Equipo de cómputo.
- ✓ Software: ArcGIS 10.1.
- ✓ Impresora.
- ✓ Papel.
- ✓ Lapiceros.

4.2. Metodología.

La metodología que se ha empleado para lograr este producto estipulado en la presente consultoría, se basa en el análisis espacial y empleo de funciones de geoprocesamiento, utilizando la plataforma de modelamiento Model Builder del software de ArcGIS, versión 10.1, la cual se detalla a continuación.

7.2.1. Elaboración del Modelo conceptual.

Para concretar esta actividad nos reunimos con parte del Sub grupo del GTR CCyGdR, el día sábado 19 de enero de 2013, en la sala de reuniones de la GIZ, y luego que Dante Aleman y Roy León expusieran los objetivos de la consultoría y los productos esperados, así mismo se plantearon cuáles serían las variables que nos ayudarían a obtener dichos productos. Como resultado de esta reunión se planteó la siguiente estructura conceptual:



Como se aprecia en esta estructura, se van a utilizar las siguientes variables:

- ✓ Mapa de Peligro por geodinámica externa
- ✓ Mapa de Variación climática (escenario climático) de precipitación al 2030.
- ✓ Mapa de Sitios prioritarios.

La variable de Peligro por geodinámica externa, se va a utilizar porque en este producto se determinarán cuáles son los espacios de los sitios prioritarios, en los cuales se manifiesta este peligro y haría que los ecosistemas aumenten su nivel de vulnerabilidad.

En este producto, también se va a hacer el análisis del cambio climático, para ello se analizó cuál de los mapas de escenarios climáticos (variación climática) al 2030, hacen que se exacerbe más este peligro y concluimos que son el mapa de Precipitación.

Finalmente la variable de los Sitios prioritarios, por conformar la unidad de análisis para lograr el producto.

Cabe precisar que además de identificar las variables que se utilizarán para el modelo, también es de vital importancia saber que parte o atributos de estas variables, serán las que servirán para obtener el resultado final del modelo, expresado en un mapa temático.

Y respondiendo a esta necesidad, se realizó una reunión entre los integrantes del Sub grupo del GTR CCyGdR, el día lunes 28 de enero de 2013, en la sala de reuniones de la GIZ, en la cual se identificaron los atributos que servirían para lograr el producto Nº 5: ***Mapa de Zonas de peligro ante deslizamientos en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios*** y quedó de la siguiente manera.

- ✓ Mapa de Peligro por geodinámica externa; Atributos: Medio, alto y muy alto.
- ✓ Mapa de Variación climática (escenario climático) de precipitación al 2030; Atributos: Aumentará en 10 %.
- ✓ Mapa de Sitios prioritarios; Atributos: Alto y muy alto.

Si se estaría analizando los efectos negativos de los peligros por geodinámica externa en los ecosistemas en un contexto actual, solo merecería atención los espacios en donde se manifestaría un peligro alto y muy alto, pero conociendo que el producto servirá para una Estrategia Regional de Cambio Climático, también se incluirán en el modelo aquellos lugares que actualmente tienen un peligro medio de sequía.

Partiendo de que la geodinámica externa, como son los deslizamientos, se manifiesta por el aumento de Precipitación por encima del promedio normal en un determinado ecosistema, entonces solo se analizará aquellos espacios en donde el escenario climático afirma que abra un aumento de hasta el 10 % con respecto a la precipitación actual.

Finalmente con respecto a la variable de Sitios prioritarios, solo se analizarán en el modelo aquellos que cuando han sido evaluados con los cinco criterios mencionado líneas arriba, nos indican que tienen un nivel de vulnerabilidad alta y muy alta y que ante un escenario de cambio climático, se exacerbará el peligro por geodinámica externa, y esto sería el detonante para que se incremente considerablemente su nivel de vulnerabilidad.

Luego de definir las variables y sus atributos que entraran al modelo, el algoritmo que se va a utilizar para el modelamiento quedó expresado por la siguiente función:

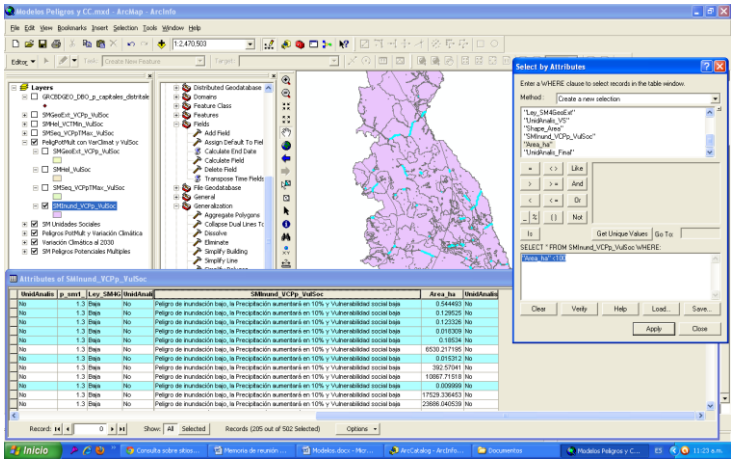
$$\mathrm{M7} = (\mathrm{MGE}\ a, ma + \mathrm{MPP}\ \Delta\ 10\%) + Mapa\ AVE\ ecosist. con\ nivel\ de\ V\ a, ma$$

7.2.2. Estructura y estandarización de la Base de datos.

Luego de saber a ciencia cierta, cuales son las variables involucradas en este modelo, se procede a estructurar la Base de datos de cada una de estas variables identificadas y que en Sistemas de información geográfica se las denomina Featureclass, para lo cual se debe de saber los siguientes criterios en la etapa de modelamiento:

- ✓ Tipo de modelo: Descriptivo
- ✓ Formato del modelo: Vector
- ✓ Algebra de mapas: Lógico

Una vez definido estos criterios, se procede con las actividades propiamente dichas para este paso y son las siguientes:

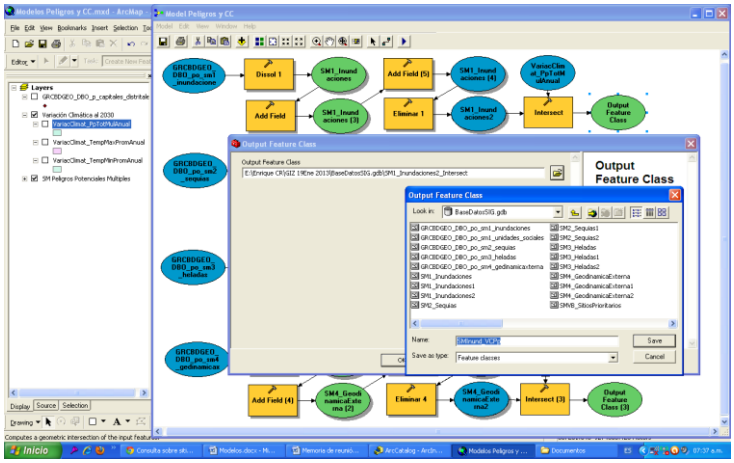


- ✓ Revisar a detalle cada campo de la base de datos, de cada una de las variables involucradas, para identificar qué campo es el que contiene la información que es útil para el modelo.
- ✓ Seguidamente utilizando la plataforma de modelamiento Model Builder del ArcGIS 10.1, se cargó la capa temática de Peligro por geodinámica externa y se procedió hacer una disolución en función a los atributos identificados en el campo de interés.
- ✓ Considerando que el tipo de algebra de mapas a utilizar para este modelo, es de tipo lógico, se cambió de variable cuantitativa a calificativas al Mapa de Peligro por geodinámica externa.
- ✓ Luego de hacer el control de calidad topológico y definir la unidad mínima cartografiable se procedió a eliminar todos estos polígonos, que son inferiores a 100 ha, para este caso.
- ✓ La variable de Variación climática de Precipitación al 2030 ya posee sus atributos calificativos por lo que solo se hizo el control de calidad topológico.
- ✓ Al revisar la Base de datos del Featureclass de Sitios prioritarios, se observó que aún no contenía el valor de calificación, para ello se creó un campo y se procedió a llegar los atributos para cada uno de los 15 sitios.
- ✓ Considerando que el tipo de algebra de mapa a utilizar para este modelo, es de tipo lógico, se cambió de variable cuantitativa a calificativas, según lo definido por el GTR CCyGdR y que el siguiente: de 1 – 5 (bajo), de 6 – 10 (medio), de 11 – 15 (alto) y de 16 – 20 (muy alto).

7.2.3. Elaboración del Modelo geoespacial (físico y lógico).

Una vez terminado el paso anterior, las variables están en condiciones de ser modeladas y con la certeza que los resultados que se van a obtener, responderán a lo esperado, se procedió a diseñar el modelo en la plataforma de modelamiento Model Builder del ArcGIS y de esta manera lograr el producto final,

denominado ***Mapa de Zonas de peligro ante deslizamientos en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios***, para ello se realizó lo siguiente:



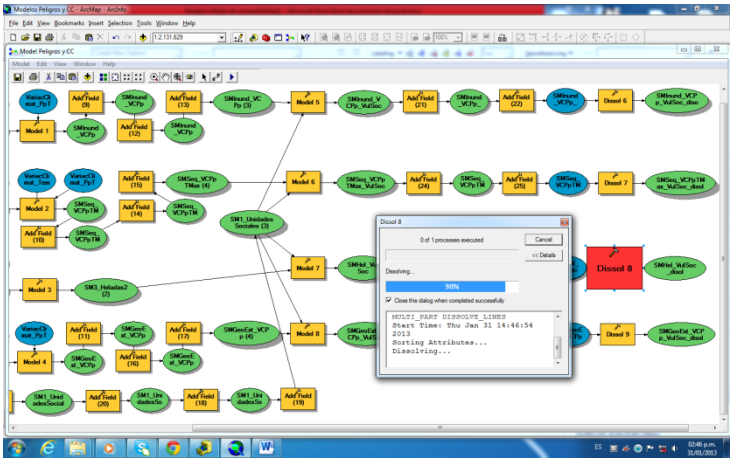
- ✓ Se cargaron al Model Builder las variables de Peligro por geodinámica externa y de Variación climática de Precipitación al 2030 y se utilizó la función de geoprocesamiento de intersección, para integrar estos dos mapas.
- ✓ Luego se revisó la Base de datos integrada y se procedió a eliminar algunos campos que se generan automáticamente, pero que no son de utilidad para el producto final.
- ✓ Seguidamente se hace una disolución con la finalidad de poder calcular el área y eliminar aquellos polígonos que no cumplen con la unidad mínima cartografiable, esto se hace manualmente y por multicriterio.
- ✓ Seguidamente se crea el campo que alojará las características de cada unidad homogénea.
- ✓ Haciendo las consultas SQL a la Base de datos, se procedió a llenar la leyenda de cada unidad homogénea y así obtener el Mapa SM3: SMGeodExt y Pp, el cual es insumo para el producto final.
- ✓ Finalmente para poder estimar como estos factores incrementarían el nivel de vulnerabilidad de los ecosistemas de cada sitio prioritario, se procedió a elaborar una matriz de calificación y es la siguiente:

Cuadro Nº 20: Factores que incrementarán el nivel de vulnerabilidad de los ecosistemas de cada Sitio prioritario

Atributo	Aumentará el nivel de vulnerabilidad en
Peligro de geodinámica externa medio y la Precipitación aumentará en 10%	2
Peligro de geodinámica externa alto y la Precipitación aumentará en 10%	3
Peligro de geodinámica externa muy alto y la Precipitación aumentará en 10%	4

Una vez obtenido este Sub modelo intermedio, se volverá a integrar con la otra variable (Sitios prioritarios) y así obtener el mapa final para este producto.

- ✓ Luego se adicionó la capa temática de sitios prioritarios al Model Builder para ser integrada con el SM3: SMGeodExt y Pp, utilizando la función de Identity del ArcGIS y obtener el producto Nº 05.3.



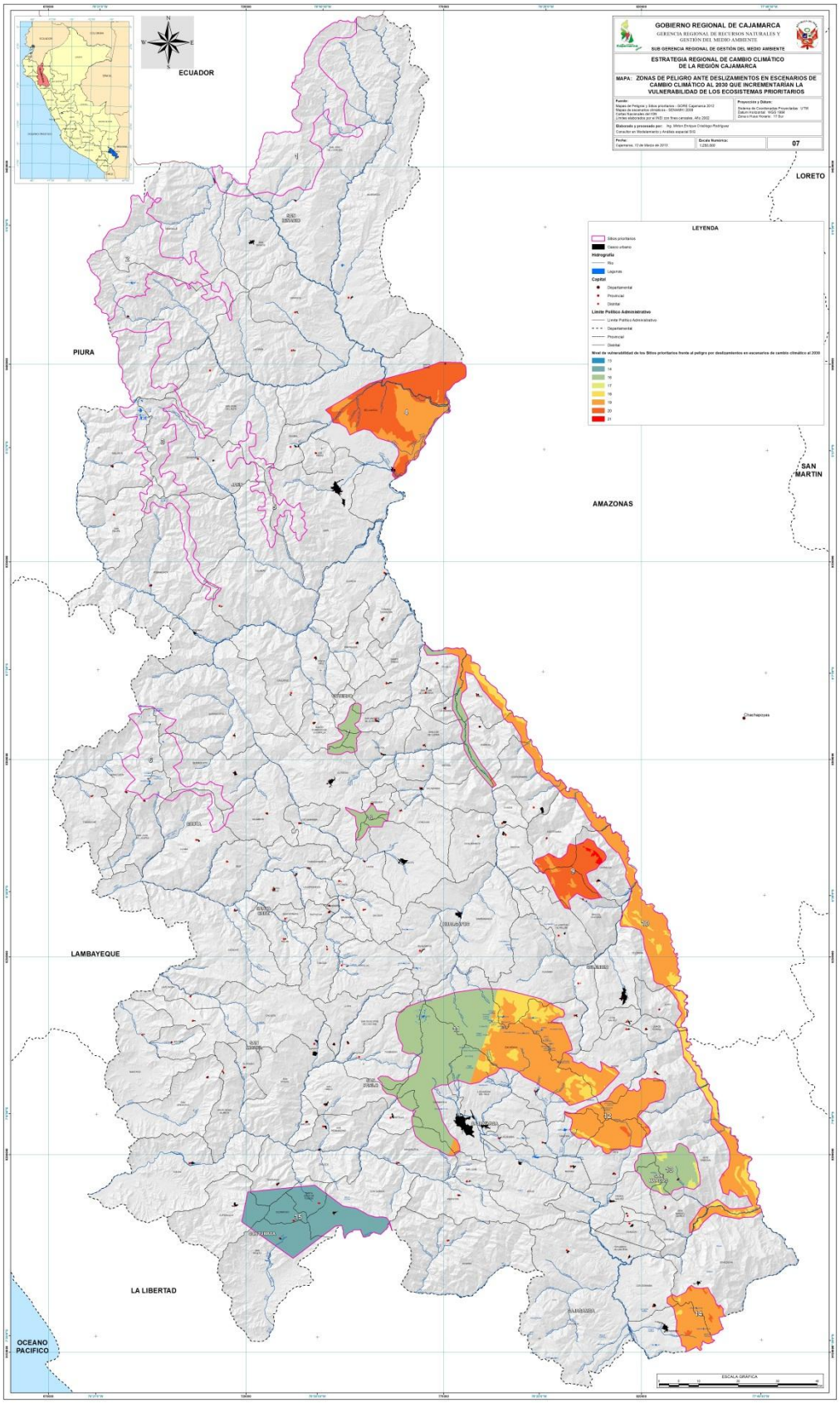
- ✓ En seguida se revisa la Base de datos integrada y se procede a eliminar algunos campos que se generan automáticamente, pero que no son de utilidad para el producto final.
- ✓ Seguidamente se hizo una disolución con la finalidad de poder calcular el área y eliminar aquellos polígonos que no cumplen con la unidad mínima cartografiable, esto se hace manualmente y por multicriterio.
- ✓ Luego se crea el campo que alojará las características de cada unidad homogénea.
- ✓ Seguidamente haciendo las consultas SQL a la Base de datos, y diseñando los cálculos aritméticos y algebraicos a cada ecosistema de cada Sitio prioritario, se procedió a llenar la leyenda final del ***Mapa de Zonas de peligro ante deslizamientos en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios*** y así obtener el mapa definitivo.
- ✓ Finalmente se hace consultas de atributos y análisis espacial, para determinar qué factores que generan la vulnerabilidad de cada Sitio prioritario, están interrelacionadas como estas nuevas características físicas (geodinámicas) del territorio.

7.2.4. Elaboración del Mapa.

Una vez que se ha terminado la fase de geoprocesamiento, el paso siguiente es el análisis espacial que se hace con la Base de datos y que estos se abordarán en el siguiente punto (VIII. Resultados y/o productos).

También es importante tener una salida gráfica del producto final y viene a ser la elaboración del ***Mapa de Zonas de peligro ante deslizamientos en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios***, cuya finalidad es para que los usuarios que manejarán este mapa les sea fácil de entender y tomar decisiones en función al mensaje de este.

Mapa Nº 07: Mapa de Zonas de peligro ante deslizamientos en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios



VIII. RESULTADOS Y/O PRODUCTOS

Una vez que se ha terminado de generar los productos intermedios y llegar a obtener el producto Nº 05.3: ***Mapa de Zonas de peligro ante deslizamientos en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarían la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios*** de la consultoría ***"Modelamiento SIG para generar Mapas de Peligros en Escenarios de Cambio Climático al 2030 en la Región Cajamarca"***, se procedió a analizar cada uno de los Sitios prioritarios, entre los análisis espaciales y alfanuméricos realizados con la finalidad de contar con más insumos para el **Proceso de Formulación Participativa de Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC),** que viene impulsando el Gobierno Regional Cajamarca, se tienen los siguientes.

El primer análisis que se ha hecho para el producto N° 05.3, es identificar en que ecosistemas de los Sitios prioritarios se exacerbará el peligro por geodinámica externa, como consecuencia del cambio climático y como éste influirá para hacer más vulnerable a cada ecosistema, el resultado se muestra en el cuadro N° 21.

Cuadro Nº 21: Peligro por deslizamientos en escenarios de cambio climático al 2030 que incrementarán la vulnerabilidad de los ecosistemas prioritarios prioritario

Núm.	Nombre	Nivel de vulnerab.	Pelig. heladas en escenarios de cambio climático al 2030	Vulnerab. por peligro	Vulnerab total	Porcent
4	Río Chinchipe	17		0	17	0.10
			Peligro de geodinámica externa medio y la Precipitación aumentará en 10%	2	19	35.02
			Peligro de geodinámica externa alto y la Precipitación aumentará en 10%	3	20	64.88
7	P.N. Cutervo - Socota	16		0	16	100.00
8	Cabecera de los Ríos Viscamayo y Peña Blanca	16		0	16	100.00
9	Bosques de Chumuch - Cortegana	17	Peligro de geodinámica externa medio y la Precipitación aumentará en 10%	2	19	9.70
			Peligro de geodinámica externa alto y la Precipitación aumentará en 10%	3	20	87.09
			Peligro de geodinámica externa muy alto y la Precipitación aumentará en 10%	4	21	3.21
10	Río Marañón	16		0	16	9.13
			Peligro de geodinámica externa medio y la Precipitación aumentará en 10%	2	18	23.77
			Peligro de geodinámica externa alto y la Precipitación aumentará en 10%	3	19	66.95

			Peligro de geodinámica externa muy alto y la Precipitación aumentará en 10%	4	20	0.15
11	Jalca de Cajamarca - Celendín - San Pablo	16		0	16	52.91
			Peligro de geodinámica externa medio y la Precipitación aumentará en 10%	2	18	11.76
			Peligro de geodinámica externa alto y la Precipitación aumentará en 10%	3	19	35.33
12	Cuenca de los Ríos Muyoc y Cantange	16		0	16	0.02
			Peligro de geodinámica externa medio y la Precipitación aumentará en 10%	2	18	3.34
			Peligro de geodinámica externa alto y la Precipitación aumentará en 10%	3	19	95.18
			Peligro de geodinámica externa muy alto y la Precipitación aumentará en 10%	4	20	1.47
13	Cuenca del Río Cascasén	13		0	13	0.08
			Peligro de geodinámica externa alto y la Precipitación aumentará en 10%	3	16	90.02
			Peligro de geodinámica externa muy alto y la Precipitación aumentará en 10%	4	17	9.90
14	Jalca de Cajabamba	16		0	16	0.14
			Peligro de geodinámica externa medio y la Precipitación aumentar en 10%	2	18	1.65
			Peligro de geodinámica externa alto y la Precipitación aumentará en 10%	3	19	94.75
			Peligro de geodinámica externa muy alto y la Precipitación aumentará en 10%	4	20	3.46
15	Bosque de Cachil - Pozo Kuan	14		0	14	100.00

Al apreciar el contenido del cuadro N° 21, se aprecia que los Sitios prioritarios 4, 9, 10, 11, 12, 13 y 14, serán impactados por el peligro por geodinámica externa, el cual será exacerbado por el cambio climático al 2030.

<u>Análisis del Sitio N° 4: Río Chinchipe.</u>

El primer análisis que se hizo para este Sitio prioritario, fue identificar claramente los factores que hacen vulnerable a los ecosistemas de este Sitio prioritario, estos factores han sido levantados en campo y talleres, los cuales están agrupados en cinco criterios y se muestran en el cuadro N° 15.

Un segundo análisis generado para este sitio, es que como resultado de integrar este Sitio prioritario con el mapa de los peligros por geodinámica externa que serán exacerbados por el cambio climático al 2030, se aprecia en el cuadro N° 21, que el 35.02 % será impactado y se incrementará su vulnerabilidad de 17 a

19, eso indica que seguirá siendo su nivel de vulnerabilidad muy alta, pero eso no es todo, porque el 64.88 % también será afectado, su vulnerabilidad pasará de 17 a 20, y eso implica que su nivel de vulnerabilidad seguirá siendo muy alta.

Finalmente otro análisis que será de mucha utilidad para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), es saber con cuál de los factores que hacen vulnerable a este Sitio prioritario se interrelacionan con el peligro por geodinámica externa en un escenario de cambio climático al 2030, para el caso del criterio de Estado de conservación, se afirma qué: hay Alta intervención por las actividades agrícolas, ganaderas y minería artesanal, Existen pocas áreas con cobertura boscosa y Las especies forestales son aprovechadas para leña de autoconsumo y venta, estos factores correlacionan directamente con los efectos del peligro por geodinámica externa, ya que al cambiar de uso al suelo, y muchos de ellos no planificados y realizados en lugares que por sus características orográficas y edáficas, son muy frágiles a derrumbes, deslizamientos, huaycos, entre otros, al observar el criterio de Conectividad del ecosistema, los actores que trabajaron afirman qué: No existe conectividad en las márgenes ribereñas, las coberturas vegetales naturales se encuentran aisladas y En el cuerpo de agua existe alta conectividad, estos factores nos deben llamar a la reflexión porque se trata de espacios puntuales que existen en el ecosistema, eso implica que el resto del Sitio prioritario está fragmentado y que si sigue la misma tendencia actual, harán que estos ecosistemas sea más vulnerables al peligro por geodinámica externa, porque la cobertura vegetal correlaciona directamente con este peligro, con respecto al criterio de Actividades económicas, los actores han afirmado que entre los factores están: Pesca para venta de especies nativas como la “Cashca”, Minería artesanal y Transporte fluvial, de esto se puede afirmar que estas actividades no correlacionan significativamente con el peligro por geodinámica externa, y finalmente los criterios de Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, estos factores son netamente de gestión y depende del tipo de intervención que se haga en este ecosistema para mitigar los efectos del peligro por geodinámica externa y del cambio climático.

Análisis del Sitio N° 9: Bosques de Chumuch - Cortegana.

Al igual que para el Sitio prioritario N° 4, el primer análisis fue identificar claramente los factores que hacen vulnerable a los ecosistemas de este Sitio prioritario, sin embargo al revisar la información que habían levantada en campo y talleres, no se disponía de ésta para este Sitio, es por ello que solo se muestra en el cuadro N° 15 los cinco criterios y su respectiva calificación.

Otro análisis que también es de suma importancia, es que como resultado de integrar este Sitio prioritario con el mapa de los peligros por geodinámica externa que serán exacerbados por el cambio climático al 2030, se aprecia en el cuadro N° 21, que este sitio será afectado en el 100 %, se tiene que el 9.70 % se incrementará su vulnerabilidad de 17 a 19, eso indica que seguirá siendo su nivel de vulnerabilidad muy

alta, el 87.09 % se incrementara su vulnerabilidad de 17 a 20 y su nivel de vulnerabilidad seguirá siendo muy alta y finalmente el 3.21 % pasará su vulnerabilidad de 17 a la alarmante cifra de 21, eso nos manifiesta que seguirá siendo su nivel de vulnerabilidad muy alta.

Finalmente otro análisis que será de mucha utilidad para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), es saber con cuál de los factores que hacen vulnerable a este Sitio prioritario se interrelacionan con el peligro por geodinámica externa en un escenario de cambio climático al 2030, pero al no contar con el detalle de estos, se ha hecho una diferenciación entre estos cinco criterios y se aprecia que: el criterio de Estado de conservación y de Conectividad del ecosistema, son los que más correlacionan, por tratarse de aspectos físico – biológicos y que son influenciados directamente con el peligro por geodinámica externa; para el caso del criterio de Actividades económicas, dependerá si la actividad que se realiza está acelerando la manifestación de éste peligro y finalmente los criterios de Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, son netamente de gestión y depende de lo que se haga en estos ecosistemas para mitigar los efectos del peligro por sequias y del cambio climático.

Análisis del Sitio N° 10: Río Marañón.

Similar a los dos anteriores casos, el primer análisis fue identificar claramente los factores que hacen vulnerable a los ecosistemas de este Sitio prioritario, sin embargo al revisar la información que habían levantada en campo y talleres, no se disponía de ésta para este Sitio, es por ello que solo se muestra en el cuadro N° 15 los cinco criterios y su respectiva calificación.

El otro análisis que es importante realizar, es qué como resultado de integrar este Sitio prioritario con el mapa de los peligros por geodinámica externa que serán exacerbados por el cambio climático al 2030, se aprecia en el cuadro N° 21, que el 23.77 % será impactado y se incrementará su vulnerabilidad de 16 a 18, eso indica que seguirá siendo su nivel de vulnerabilidad muy alta, también se observa que el 66.95 % se incrementará su vulnerabilidad de 16 a 19 y con ello su nivel de vulnerabilidad seguirá siendo muy alta y finalmente el 0.15 %, se incrementará su vulnerabilidad de 16 a 20 y esto nos indica que su nivel de vulnerabilidad seguirá siendo muy alta.

Finalmente otro análisis que será de mucha utilidad para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), es saber con cuál de los factores que hacen vulnerable a este Sitio prioritario se interrelacionan con el peligro por geodinámica externa en un escenario de cambio climático al 2030, pero al no contar con el detalle de estos, se ha hecho una diferenciación entre estos cinco criterios y se aprecia que: el criterio de Estado de conservación y de Conectividad del ecosistema, son los que más correlacionan, por tratarse de aspectos físico – biológicos y que son influenciados directamente con el peligro por geodinámica externa; para el caso del criterio de Actividades económicas, dependerá si la actividad que

se realiza está acelerando la manifestación de éste peligro y finalmente los criterios de Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, son netamente de gestión y depende de lo que se haga en estos ecosistemas para mitigar los efectos del peligro por sequias y del cambio climático.

Análisis del Sitio N° 11: Jalca de Cajamarca - Celendín - San Pablo.

Como se ha venido analizando los Sitios prioritarios anteriores, el primer análisis que se ha generado fue identificar claramente los factores que hacen vulnerable a los ecosistemas de este Sitio prioritario, estos factores han sido levantados en campo y talleres, los cuales están agrupados en cinco criterios y se muestran en el cuadro N° 15, cabe indicar que como se aprecia en el cuadro, de los cinco criterios analizados, solo se cuenta con información para los tres últimos.

Un segundo análisis también importante, es qué como resultado de integrar este Sitio prioritario con el mapa de los peligros por geodinámica externa que serán exacerbados por el cambio climático al 2030, se aprecia en el cuadro N° 21, que el 11.76 % será impactado y se incrementará su vulnerabilidad de 16 a 18, eso indica que seguirá siendo su nivel de vulnerabilidad muy alta, pero también se observa que el 35.33 %, será afectado y eso significara que su vulnerabilidad se incrementará de 16 a 19 y con ello su nivel de vulnerabilidad seguirá siendo muy alta.

Finalmente otro análisis que será de mucha utilidad para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), es saber con cuál de los factores que hacen vulnerable a este Sitio prioritario se interrelacionan con el peligro por heladas en un escenario de cambio climático al 2030, no se cuenta con el detalle de estos, para el caso de los criterios de: Estado de conservación y de Conectividad del ecosistema, sin embargo son los que más correlacionan, por tratarse de aspectos físico – biológicos y que son influenciados directamente por el peligro por geodinámica externa, sumado a ello la actividad económica que se realiza, induce a pensar que el estado de conservación no es bueno, por la presión humana que sufre este ecosistema, está siendo fraccionada y dejando sin cubierta el suelo; para el caso del criterio de Actividades económicas, los actores afirman que hay pastoreo, que si no se usa la tecnología adecuada podría acelerar los efectos negativos que se manifiestan por el peligro por geodinámica externa como son los deslizamientos, huaycos, derrumbes, entre otros y finalmente los criterios de Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, son netamente de gestión y depende de lo que se haga acá para mitigar los efectos del peligro por geodinámica externa y del cambio climático.

Análisis del Sitio N° 12: Cuenca de los Ríos Muyoc y Cantange.

Como primer análisis hecho para este sitio, fue identificar claramente los factores que hacen vulnerable a los ecosistemas de este Sitio prioritario, sin embargo al revisar la información que habían levantada en

campo y talleres, no se disponía de ésta para este Sitio, es por ello que solo se muestra en el cuadro N° 15 los cinco criterios y su respectiva calificación.

Otro análisis que se ha generado, es que como resultado de integrar este Sitio prioritario con el mapa de peligros por geodinámica externa que serán exacerbados por el cambio climático al 2030, se aprecia en el cuadro N° 21, que el 99.98 % será impactado, el 3.34 % será afectado y se incrementará su vulnerabilidad de 16 a 18, eso indica que seguirá siendo su nivel de vulnerabilidad muy alta, también se observa que un alarmante 95.18 % se incrementará su vulnerabilidad de 16 a 19 y con ello su nivel de vulnerabilidad seguirá siendo muy alta y finalmente se evidencia que el 1.47 % se incrementará su vulnerabilidad de 16 a 20 y con esto podemos afirmar que su nivel de vulnerabilidad seguirá siendo muy alta.

Finalmente otro análisis que será de mucha utilidad para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), es saber con cuál de los factores que hacen vulnerable a este Sitio prioritario se interrelacionan con el peligro por geodinámica externa en un escenario de cambio climático al 2030, pero al no contar con el detalle de estos, se ha hecho una diferenciación entre estos cinco criterios y se aprecia que: el criterio de Estado de conservación y de Conectividad del ecosistema, son los que más correlacionan, por tratarse de aspectos físico – biológicos y que son influenciados directamente con el peligro por geodinámica externa; para el caso del criterio de Actividades económicas, dependerá si la actividad que se realiza está acelerando la manifestación de éste peligro y finalmente los criterios de Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, son netamente de gestión y depende de lo que se haga en estos ecosistemas para mitigar los efectos del peligro por sequias y del cambio climático.

Análisis del Sitio N° 13: Cuenca del Río Cascasén.

El primer análisis que se ha hecho, es la identificación de los factores que hacen vulnerable a los ecosistemas de este Sitio prioritario, sin embargo al revisar la información que habían levantada en campo y talleres, no se disponía de ésta para este Sitio, es por ello que solo se muestra en el cuadro N° 15 los cinco criterios y su respectiva calificación.

Un segundo análisis y que es necesario e importante realizar, es qué como resultado de integrar este Sitio prioritario con el mapa de los peligros por heladas que serán exacerbados por el cambio climático al 2030, se aprecia en el cuadro N° 21 que el 99.92 % de estos ecosistemas serán impactados por la exacerbación del peligro por geodinámica externa, el 90.02 % se incrementará su vulnerabilidad de 13 a 16, eso indica que su nivel de vulnerabilidad pasara de ser alta a muy alta, también se observa que el 9.90 % se incrementará su vulnerabilidad de 13 a 17 y con ello, como el caso anterior su nivel de vulnerabilidad pasará de alta a muy alta.

Finalmente otro análisis que será de mucha utilidad para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), es saber con cuál de los factores que hacen vulnerable a este Sitio prioritario se interrelacionan con el peligro por geodinámica externa en un escenario de cambio climático al 2030, pero al no contar con el detalle de estos, se ha hecho una diferenciación entre estos cinco criterios y se aprecia que: el criterio de Estado de conservación y de Conectividad del ecosistema, son los que más correlacionan, por tratarse de aspectos físico – biológicos y que son influenciados directamente con el peligro por geodinámica externa; para el caso del criterio de Actividades económicas, dependerá si la actividad que se realiza está acelerando la manifestación de éste peligro y finalmente los criterios de Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, son netamente de gestión y depende de lo que se haga en estos ecosistemas para mitigar los efectos del peligro por sequias y del cambio climático.

Análisis del Sitio N° 14: Jalca de Cajabamba.

El primer análisis que se ha hecho, como para los demás casos, fue identificar los factores que hacen vulnerable a los ecosistemas de este Sitio prioritario, sin embargo al revisar la información que habían levantada en campo y talleres, no se disponía de ésta para este Sitio, es por ello que solo se muestra en el cuadro N° 15 los cinco criterios y su respectiva calificación..

Otro análisis que merece la pena realizado y a la vez es importante, es que como resultado de integrar este Sitio prioritario con el mapa de los peligros por geodinámica externa que serán exacerbados por el cambio climático al 2030, se aprecia en el cuadro N° 21 que el 90.86 % se verá afectado por la exacerbación de este peligro, se observa que el 1.65 % se incrementará su vulnerabilidad de 16 a 18, eso indica que seguirá siendo su nivel de vulnerabilidad muy alta, asimismo se aprecia la alarmante cifra del 94.75 % que su vulnerabilidad se incrementará de 16 a 19 y con ello su nivel de vulnerabilidad seguirá siendo muy alta y finalmente el 3.46 % se incrementará de 16 a 20 y eso indica que su nivel de vulnerabilidad seguirá siendo muy alta.

Finalmente un tercer análisis que será de mucha utilidad para la Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC), es saber con cuál de los factores que hacen vulnerable a este Sitio prioritario se interrelacionan con el peligro por geodinámica externa en un escenario de cambio climático al 2030, pero al no contar con el detalle de estos, se ha hecho una diferenciación entre estos cinco criterios y se aprecia que: el criterio de Estado de conservación y de Conectividad del ecosistema, son los que más correlacionan, por tratarse de aspectos físico – biológicos y que son influenciados directamente con el peligro por geodinámica externa; para el caso del criterio de Actividades económicas, dependerá si la actividad que se realiza está acelerando la manifestación de éste peligro y finalmente los criterios de Ordenamiento Territorial y de Estado organizacional, son netamente de gestión y depende de lo que se haga en estos ecosistemas para mitigar los efectos del peligro por sequias y del cambio climático.

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- ✓ Las variables utilizadas para cada modelo, han sido las adecuadas para lograr los productos esperados.
- ✓ La provincia de Cutervo será la más afectada por el peligro por sequias, exacerbadas por el cambio climático al 2030.
- ✓ La provincia de Celendín será la más afectada por el peligro por inundaciones, exacerbadas por el cambio climático al 2030.
- ✓ Las provincias de Hualgayoc y Cajamarca serán las más impactadas por el peligro por heladas, exacerbadas por el cambio climático al 2030.
- ✓ La provincia de Celendín será la más afectada por el peligro por geodinámica externa, exacerbadas por el cambio climático al 2030.
- ✓ Los Sitios prioritario 10, 11 y 15, se incrementaría su nivel de vulnerabilidad por el peligro por sequias, exacerbado por el cambio climático al 2030.
- ✓ Los Sitios prioritario 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14 y 15, se incrementaría su nivel de vulnerabilidad por el peligro por heladas, exacerbado por el cambio climático al 2030.
- ✓ Los Sitios prioritario 4, 9, 10, 11, 12, 13 y 14, se incrementaría su nivel de vulnerabilidad por el peligro por geodinámica externa, exacerbado por el cambio climático al 2030.

6.2. Recomendaciones

- ✓ Actualizar el análisis con escenarios de cambio climático a escala regional.
- ✓ Identificar los factores de vulnerabilidad para cada Sitio prioritario, con la finalidad de tener más herramientas de análisis para elaborar la estrategia Regional de Cambio Climático.

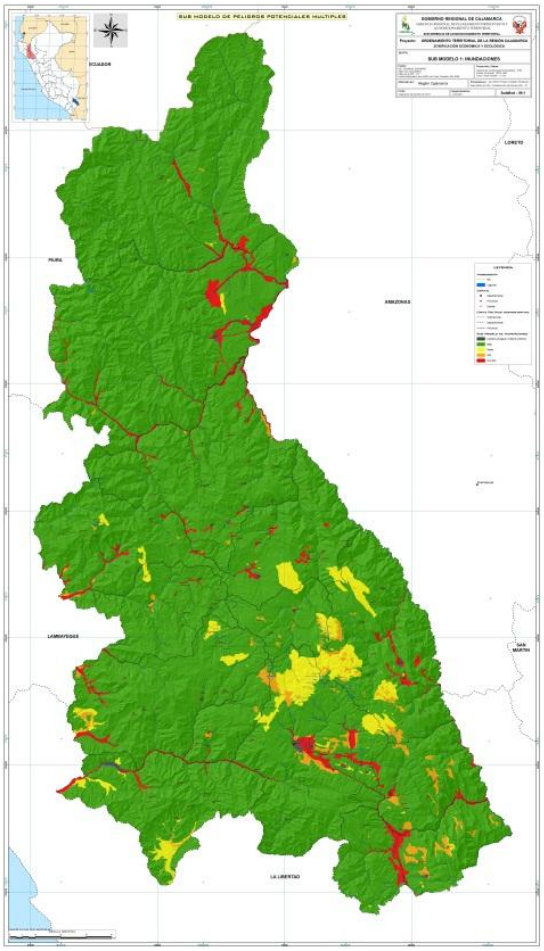
X. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Blaike, P. (1996). Vulnerabilidad: El Entorno Social, Político y Económico de los Desastres. Primera edición. 290 pp.
- ✓ Bosque, J. (1992). Sistemas de Información Geográfica. Primera edición. Madrid. 445 pp.
- ✓ Korte, G. (2001). The GIS Book. Quinta edición. Canadá. 387 pp.
- ✓ MINAM. (2010). Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático. Primera edición. Lima. 147 pp.
- ✓ Muñoz, M. (1997). Libro rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad en Chile. Revista de Ciencia y tecnología. Chile. 90 - 99 pp.
- ✓ Pantigoso, H. (2009). ArcGIS, El mejor Sistema de Información Geográfica. Segunda edición. Lima. 399 pp.
- ✓ Rigaux, P. (2002). Spatial Databases with application to GIS. San Francisco – EE. UU. 410 pp.
- ✓ Roggero, H. (1995). Cartografía y Geodesia satelital. Lima. 231. Pp.
- ✓ Sub Modelo Peligros Potenciales Múltiples Región Cajamarca (2010). Cajamarca. 76 pp.
- ✓ Tomlinson, R. (2007). Pensando en el SIG. California. 255 pp.

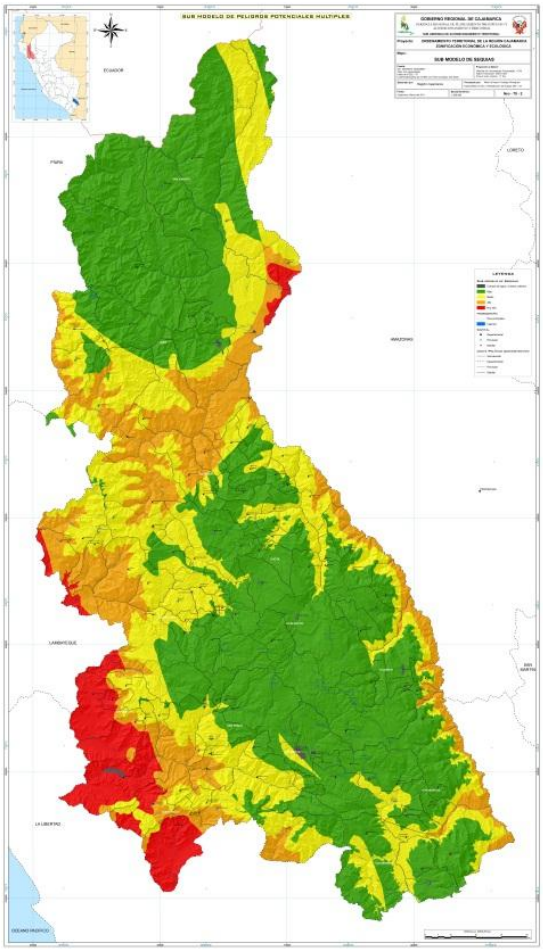
XI. Anexos

11.1. Mapas

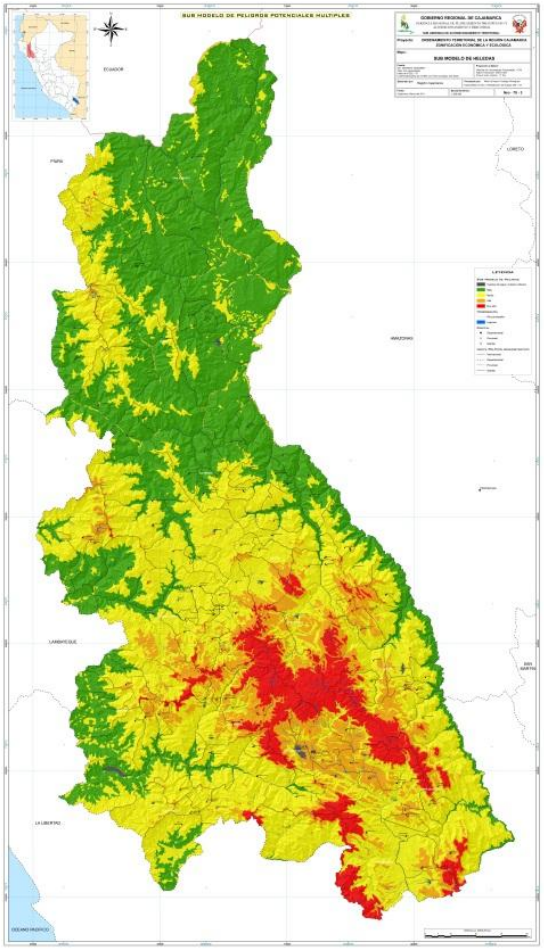
11.1.1. Mapa de peligros por inundaciones



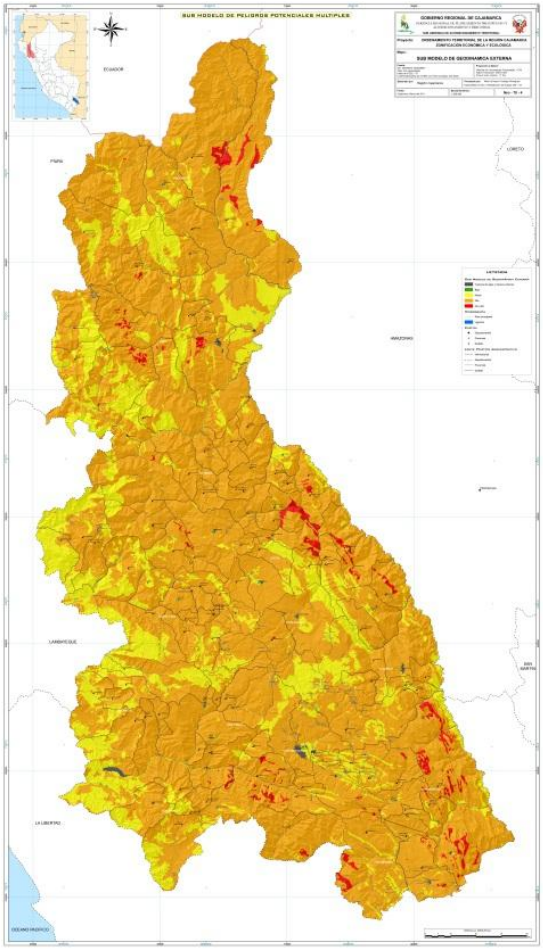
11.1.2. Mapa de peligro por sequias



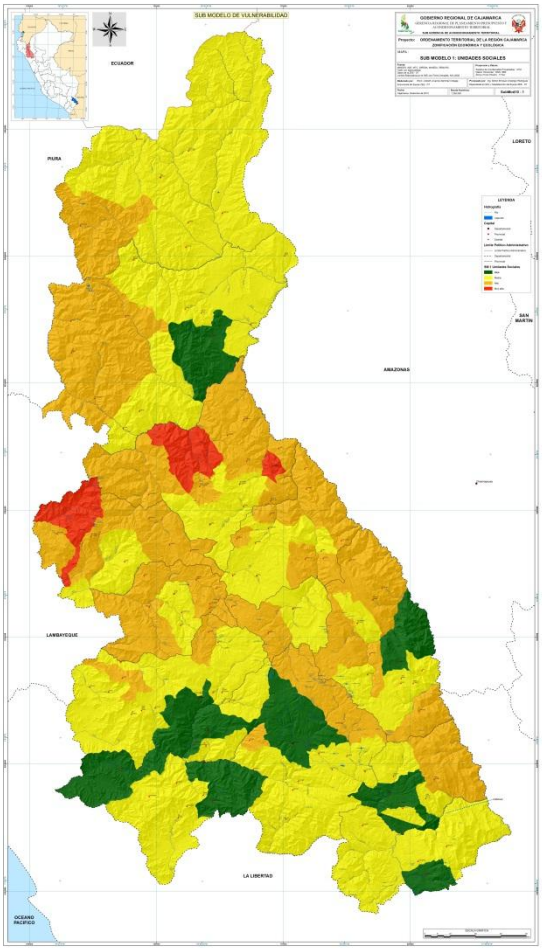
11.1.3. Mapa de peligro por heladas



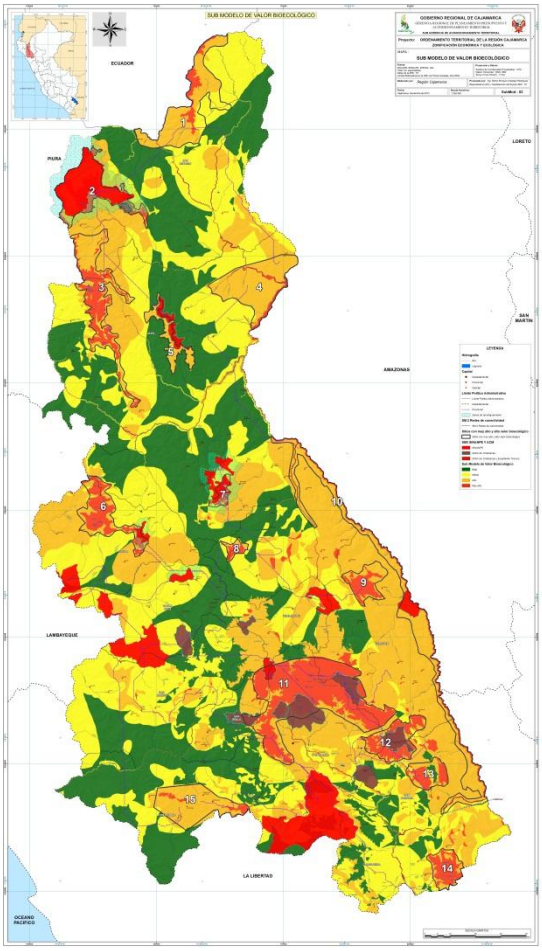
11.1.4. Mapa de peligros por geodinámica externa



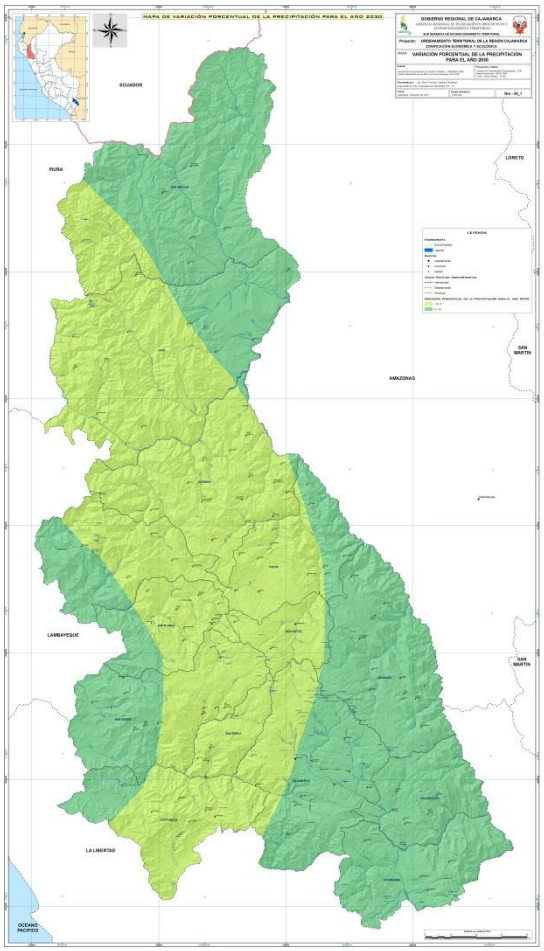
11.1.5. Mapa de vulnerabilidad social



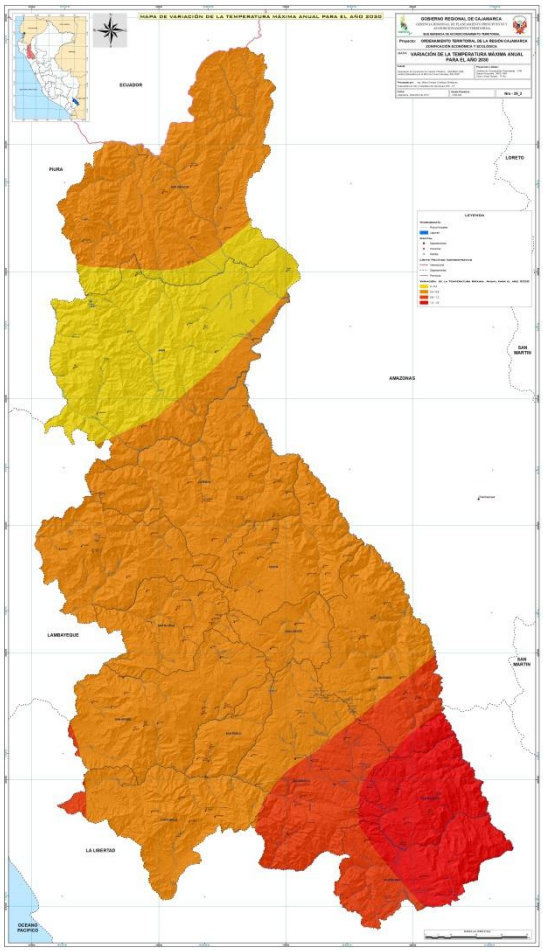
11.1.6. Mapa de sitios prioritarios



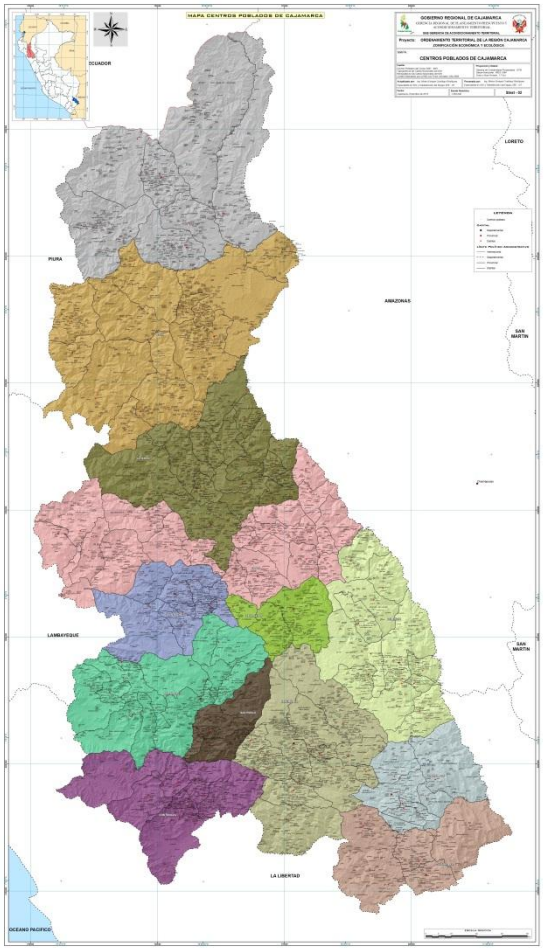
11.1.7. Mapa de escenario climático de Precipitación al 2030



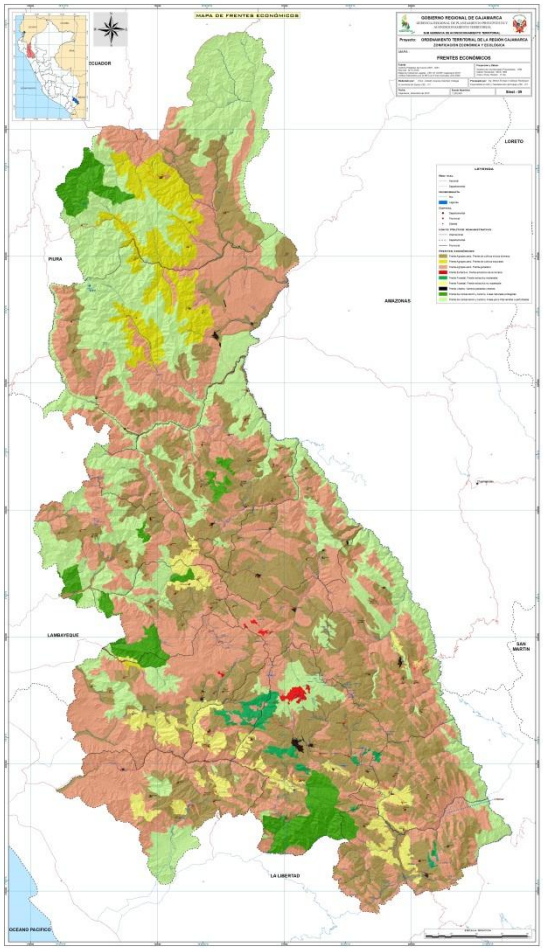
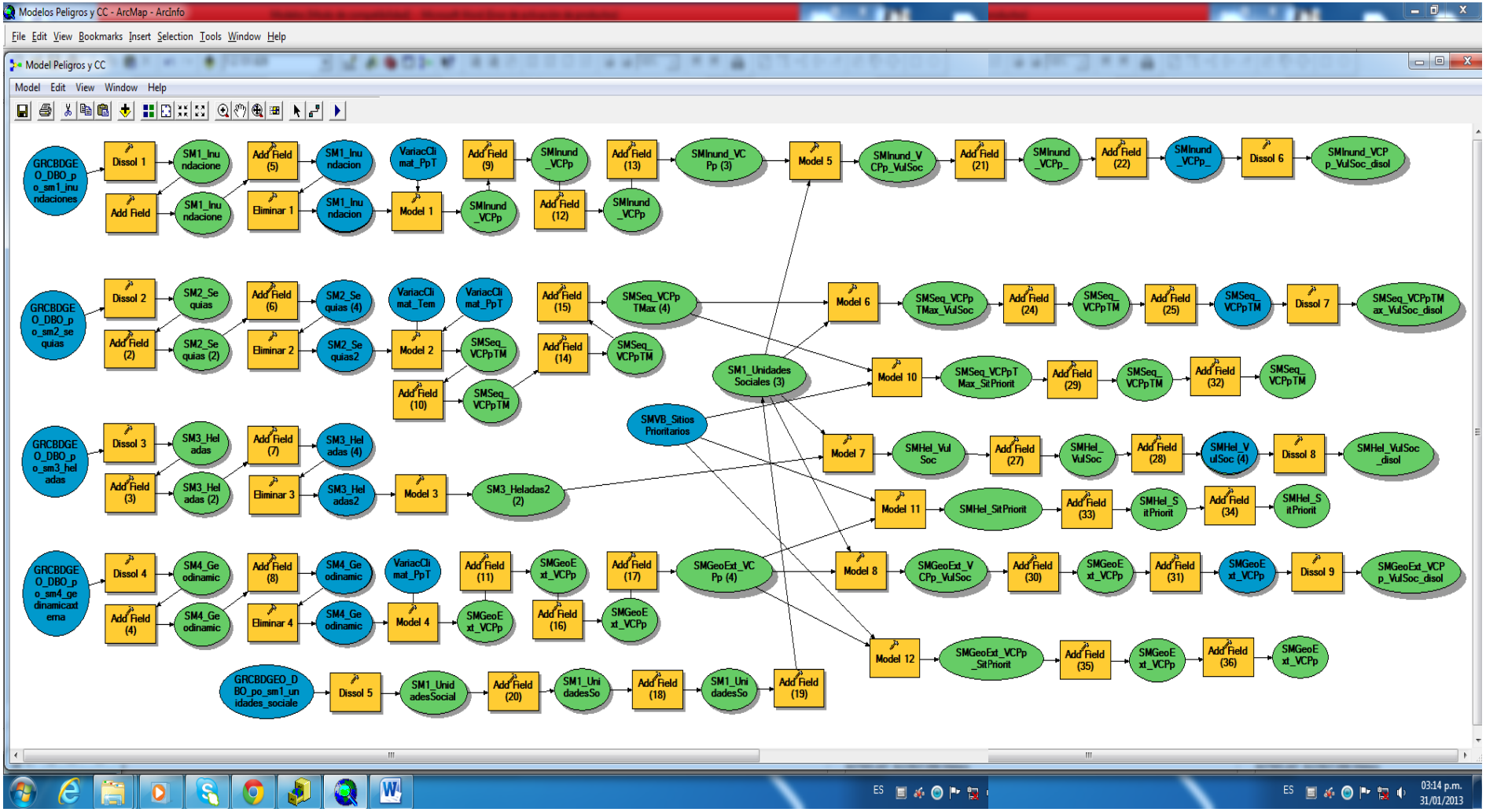
11.1.8. Mapa de escenario climático de Temperatura máxima al 2030



11.1.9. Mapa Político administrativo



11.1.10. Mapa de frentes económicos



11.2. Estructura del Modelo geoespacial (físico y lógico)