

SNMH
681.3.06
G22
ej.3



*"EL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA-SIG, SU IMPORTANCIA Y
APLICACION A LAS ACTIVIDADES METEOROLOGICAS-AGROMETEOROLOGICAS
E HIDROLOGICAS DEL SENAMHI"*

PRESENTADO POR : LUIS F. GAMARRA CHAVARRY

OFICINA GENERAL DE OPERACIONES TECNICAS DEL SENAMHI

LIMA - PERU

SNMH
681.3.06
G22
ej.3

1,996

CONTENIDO

- I. INTRODUCCION
- II. OBJETIVOS
- III. RESEÑA HISTORICA
 - 3.1. A Nivel Mundial
 - 3.2. En el Perú
- IV. DEFINICION
- V. VENTAJAS
- VI. COMPONENTES
 - 6.1. Equipo Computarizado (Hardware)
 - 6.2. Programas (Software)
 - 6.3. El Aspecto Organizacional del SIG
- VII. TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA
 - 7.1. Estructuras de Datos para SIG
 - 7.2. Representación Computarizada de los Datos Geográficos
 - 7.3. Tipos de SIG
 - 7.3.1. Celular o Raster
 - 7.3.2. Vectorial
- VIII. APLICACIONES
 - 8.1. En general
 - 8.2. En Las actividades del SENAMHI
 - 8.2.1. Meteorología
 - 8.2.2. Agrometeorología
 - 8.2.3. Hidrología
- IX. RELACION DEL SIG Y EL GPS
 - 9.1. Aplicaciones de ambos sistemas
- X. CONCLUSIONES
- XI. BIBLIOGRAFIA

Proc.; Memo. 010-SENAMHI/DTS-97 - 27e97 - claud



I. INTRODUCCION

Hoy en día, los Sistemas de Información Geográfica - SIG, así como el sistema de posicionamiento global - GPS, ya no son exclusividad de un pequeño grupo de instituciones o profesionales, cuyo uso y aplicación era muy reservada. Su difusión en el Perú a sido intensiva con la globalización y liberalización de la economía, a través de seminarios, congresos, conferencias, talleres y cursos de capacitación, así como el aumento cada vez mayor de proveedores del Sistema, que ofertan nuevas versiones y precios que varían en función a los requerimientos del usuario.

El Sistema es utilizado en actividades gubernamentales, administrativas, empresariales y Universidades. Se está tomando conciencia de la importancia y necesidad de adquirir estos sistemas, así como capacitar y especializar al personal, a fin de obtener como resultado un capital humano con uso eficiente del sistema.

El presente informe hace llegar una síntesis general del sistema, a fin de exhortar primero a la presente gestión para que considere su adquisición, y segundo a las Direcciones de Línea del SENAMHI, para indicarles algunas posibles aplicaciones que se pudieran dar en sus actividades, estudios o proyectos que tengan en mente realizar reforzado por sus experiencias, cuya finalidad sea la de brindar a los usuarios información de calidad, para llegar a ser una institución innovadora y competitiva.

Luis Gamarra Chavarry

II. OBJETIVOS

- *Difundir genéricamente la importancia del SIG, a los funcionarios, profesionales y técnicos del SENAMHI, a fin de exhortarlos para su adquisición y posterior aplicación a las actividades que se desarrollan en el Servicio.*

- *Dar a conocer los componentes básicos utilizados por el SIG, para ejecutar estudios multidiciplinarios, tomando en consideración experiencias, especialización y actividades desarrolladas.*

III. RESEÑA HISTÓRICA

3.1. *A Nivel Mundial*

No existe una fecha exacta de su origen, sin embargo se tiene conocimiento que en Canadá (1962) se diseña el primer SIG, aplicada exclusivamente al mantenimiento de un inventario de recursos Naturales a escala Nacional.

Su desarrollo ha girado en torno al interés de organismos administrativos, universidades y empresas comerciales de software y hardware, según los adelantos de la tecnología a permitido crear nuevas versiones, cada vez de mayor capacidad de procesamiento de datos, así como mejorar la calidad de la presentación de la información, facilitando su manipulación en ambiente windows.

La historia del uso de computadoras para el manejo y análisis espacial de las características de la superficie terrestre, muestra que muchas disciplinas que están estrechamente relacionadas, se han venido desarrollando en forma paralela, técnicas referentes a la captura, análisis y presentación automatizada de datos. Esas especialidades son mapeo topográfico, cartografía temática, ingeniería civil, geografía, estudios matemáticos de las variables espaciales, ciencia del suelo, fotogrametría y cartografía, planeamiento urbano y rural, redes de utilitarios, así como en sensoramiento remoto y análisis de imágenes.

Estas disciplinas han logrado desarrollar en conjunto un paquete de herramientas para colección, almacenamiento, recuperación, transformación y presentación de datos espaciales del mundo real. Este paquete de herramientas constituye un Sistema de Información Geográfica SIG.

La información geográfica, describe objetos del mundo real en términos de: a) Su posición con respecto a un sistema conocido de coordenadas, b) otros atributos, que no están relacionados con la posición, tales como color, pH, incidencia de enfermedades, etc. y c) sus interrelaciones espaciales como color, pH, incidencia de plagas, etc. y d) las relaciones topológicas, las cuales describen como los datos están ligados entre sí.

En un sentido muy concreto y objetivo, representan un modelo del mundo real y debido a que estos datos pueden ser accedados, transformados y manipulados interactivamente en un SIG, entonces éste puede servir para estudiar el medio ambiente y los procesos ambientales o para analizar los resultados de tendencias, o para anticiparse a los posibles resultados de decisiones de planificación.

Los investigadores en el campo del SIG, están produciendo interesantes resultados, mediante la adecuación de la geografía a la informática; se están diseñando nuevos procedimientos de manipulación, automatización de la información requerida, descentralización de la información, asimilación de los diferentes tipos de información cada vez más complejos, enriquecimiento de la capacidad de deducción automática de los sistemas y el tratamiento adecuado de información espacial que constituye un continuo acicate que despierta nuevas e interesantes soluciones.

Las diferentes organizaciones sociales eficientes fueron las primeras en concebir y desarrollar la teoría de sistemas de información que posteriormente se han extendido en diferentes niveles de aplicación a diferentes áreas. Este desarrollo permite la idealización y consolidación de diversas alternativas de solución a diferentes problemas de la sociedad dentro del espacio geográfico.

Así, la interpretación física del espacio geográfico y el crecimiento de las necesidades de información, desde la acción del hombre sobre la naturaleza, debió organizarse permanentemente; concibiéndose en los últimos años el Sistema de Información Geográfica, en este lapso se distinguen generaciones conceptuales, significando una contribución efectiva en los niveles del ordenamiento del espacio y proveyendo en el futuro que, con la tecnología de los sensores remotos permita respuestas inmediatas en materia de evaluación y monitoreo medio ambiental.

*En la actualidad sus aplicaciones son múltiples como en el caso de los **Estados Unidos** y países **Europeos** donde se ha implementado el SIG, en los diversos niveles de la administración estatal, como en empresas privadas. Entre los países en vías de desarrollo se destacan **Brasil** en monitoreo ambiental y de recursos naturales; en **Venezuela** en la explotación de recursos energéticos, evaluación del impacto ambiental y planificación urbana; **Chile** con su auge en el monitoreo de su producción frutícola, desarrollo agrícola y forestal; otros países presentan niveles de desarrollo diversos en catastro urbano y rural. Además del desarrollo individual de los países ya existen un intercambio importante de experiencias vía Internet, conformándose para ello la **Sociedad Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica (SISIG)**.*

3.2. En el Perú

El desarrollo de los SIGs en nuestro país, fué lento en la década de los ochenta siendo su uso restringido, difundándose a través de congresos, seminarios, fórums, talleres, conferencias, etc.

En el Perú se inicia con la cooperación Técnica Canadiense y de los estados Unidos quienes implementaron a la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), incluyendo un paquete tecnológico de equipos, programas de cómputo y capacitación del personal en el uso del SIG, así como en sensores remotos; posteriormente se extendió a otras instituciones como el Instituto Geográfico Nacional (IGN), Dirección General de Aerofotografía (DIGAF), Comisión Nacional de Desarrollo Aeroespacial (CONIDA), Municipalidad de Lima, donde el Estado Peruano y la Cooperación Técnica Internacional destinaron fuertes recursos económicos y financieros que no logró consolidar las expectativas planteadas. En el Proyecto de Apoyo a la Política de Desarrollo Regional (APODESA) del Instituto Nacional de Desarrollo (INADE), se conformó un grupo de trabajo con Asistencia Técnica de la Agencia para el desarrollo Internacional (AID), para implementar un SIG en estudios de planificación Regional, recibiendo también equipos, programas y entrenamiento local y externo, que finalmente ha alcanzado un nivel de implementación óptimo que le permite sostener un flujo de actividades y recursos a mediano plazo.

En la actualidad se viene utilizando el SIG, para fines de Zonificación Ecológica-Económica de la Amazonia, en la que intervienen diversas Instituciones Nacionales

vinculadas con el uso y aplicación del Sistema, si bien el SENAMHI no cuenta con el SIG, sin embargo a sido considerada para participar en estos tipos de estudios, ejecutado por la Secretaría Pro t mpore del Tratado de Cooperación Amazonica en convenio con el BID. El suscrito viene acudiendo a estas reuniones. La ventaja de esta participación es que el convenio contempla la adquisición de equipos para implementar algunas Instituciones Nacionales seleccionadas como responsables de la ejecución.

IV. DEFINICIÓN

El Sistema de Información Geográfica - SIG, se define como un conjunto de bases informatizadas de datos con algún tipo de componente espacial. La información en ellas almacenada está referenciada geográficamente tales como mapas, estadísticas o datos sobre un territorio completo.

Es un conjunto de herramientas computarizadas, desarrolladas para realizar las acciones de colección, almacenamiento, recuperación, transformación y presentación de datos espaciales, geográficamente referenciados, provenientes de información del mundo real, con el propósito de satisfacer un conjunto de propósitos particulares, desde evaluaciones de recursos naturales a gran escala, hasta catastros de cualquier género al detalle.

El Sistema de Información Geográfica es mucho más que un simple medio para codificar, almacenar y recuperar datos acerca de la superficie de la tierra, sino más bien un conjunto de elementos interrelacionados y estructurados sistemáticamente.

V. VENTAJAS

- *Permite tener una ubicación espacial del área de estudio, sea a nivel de cuencas, subcuencas, microcuencas, valles, llanuras, mezetas, etc.*
- *Permite normalizar la recolección de datos, así como establece un orden lógico de su tratamiento y presentación.*
- *Proporciona un almacenamiento coherente de la información espacial, pudiendo ser actualizada o manipulada con el mínimo esfuerzo.*
- *Permite la obtención de modelos cartográficos, a partir de la transformación o combinación de diversas variables.*
- *Facilita la presentación gráfica de los resultados mediante diversos periféricos de salida (impresoras, graficadores de pluma, etc.).*
- *Facilita el manejo de múltiples variables referidas al mismo espacio, combinándolas de forma diversa según las necesidades, ampliando las posibilidades de análisis que brinda los mapas convencionales, además de facilitar el almacenamiento organizado.*



VI. COMPONENTES

Los Sistemas de información Geográfica tienen tres componentes principales constituidos por, el equipo computarizado (hardware), programas (softwares) de aplicación y su propio contexto organizacional.

6.1. *Equipo computarizado (hardware)*

Lo constituye:

- *La Unidad de procesamiento Central o computarizado (CPU) está ligado a la unidad de disco, el cuál proporciona espacio para almacenar datos y programas.*
- *El digitalizador u otro dispositivo, es usado para convertir mapas y documentos en forma digital y enviarlos a la computadora.*
- *Un plotter u otro tipo de impresor se usa para mostrar los resultados del procesamiento de datos.*
- *La unidad de cinta es usada para almacenar datos o programas en cintas magnéticas, o para comunicarse con otros sistemas. La comunicación inter computadoras es posible vía un sistema de redes, mediante líneas especiales o vía módem, por teléfono.*

- *La Unidad de Visualización (VDU), el usuario controla la computadora y los periféricos (término general para designar a los plotter, printers, digitalizadores y otros aparatos ligados a la computadora), también conocida como terminal. El terminal del usuario puede ser una microcomputadora, o puede incorporar un hardware especial que permita una visualización rápida de los mapas.*

6.2. PROGRAMAS (Software)

El software de un Sistema de Información Geográfica está constituida por cinco módulos básicos, los cuales son subsistemas, así tenemos:

Ingreso y verificación de datos (digitalización)

Cubre todos los aspectos de conversión de los datos procedentes de los mapas existentes, observaciones de campo y sensores remotos, a una forma digital compatible. En el mercado se encuentra disponible un amplio rango de herramientas computarizadas, incluyendo el terminal interactivo o equipo de visualización (VDU), el digitalizador, lista de datos en archivos de texto, scanners y el equipo necesario para grabar datos de medios magnéticos tales como cintas, tambores y discos.

Es conveniente hacer notar que la calidad de los datos introducidos influye en los resultados del SIG, independientemente de los tipos de hardware y software.

Almacenamiento de datos y manejo de base de datos

Se refiere al modo en que los datos, sobre posición, topología (uniones) y atributos de los elementos geográficos (puntos, líneas y áreas que representan objetos de la superficie terrestre), han sido estructurados y organizados, con respecto a la forma en que deben ser manejados en la computadora y como estos pueden ser obtenidos y percibidos por los usuarios del sistema, el programa usado para organizar las bases de datos es conocido como un Sistema de Manejo de bases de datos (DBMS).

Transformación de datos: análisis y tratamiento de datos

Involucra dos clases de operaciones, las cuales son:

- a) Transformaciones necesarias para corregir los errores o actualizarlos, o bien haciéndolos compatibles, para unirlos a otro conjunto de datos.*
- b) Análisis de datos, que pueden ser aplicados a fin de responder a las preguntas que puede hacerse un usuario del SIG.*

Las operaciones de transformación o procesamiento, pueden referirse a los aspectos espaciales y no espaciales de los datos, sea separadamente o a ambos. Las operaciones de naturaleza general son las asociadas al cambio de escala, adaptación de los datos a nuevas proyecciones, recuperación lógica de datos y cálculo de áreas y perímetros, otra clase de manipulación puede ser muy específica y su incorporación a un SIG particular puede ser sólo para satisfacer esa necesidad especial.

Interacción con el usuario (edición de gráficos, mapas, etc.)

Es absolutamente esencial para la aceptación y uso de cualquier sistema de información.

Salida y presentación de datos

Se refiere a las formas en que los datos son presentados y los resultados informados a los usuarios. Los datos pueden ser presentados en pantalla, o impresos como mapas, tablas y figuras (gráficos y cartas) en una variedad de formas, desde una imagen efímera en un tubo de rayos catódicos (CRT), una hard-copy en un printer o en un plotter, hasta información grabada en una cinta magnética en forma digital.

6.3. El Aspecto Organizacional del SIG

Es el uso eficaz del SIG, éste necesita ser ubicado en un contexto aproximadamente organizacional, esto implica que además del hardware y software adecuados, se cuente con personal y operadores entrenados para usar la nueva tecnología en un contexto de organización.

Una utilización eficaz del SIG requiere contar con personal suficientemente capacitado y que durante las operaciones de introducción y elaboración de datos se cuente con el apoyo del especialista temático correspondiente.

VII. TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

7.1. Estructuras de Datos para SIG

Los datos geográficos son complicados en su manejo, debido a que deben incluir información acerca de su posición conexiones topológicas y atributos de los objetos grabados.

Los aspectos topológicos y espaciales del procesamiento geográfico de datos diferencia los sistemas usados para gráficos y mapas, de aquellos modernos sistemas de procesamiento de datos, como los usados para operaciones bancarias, búsqueda en bibliotecas y otras.

Los datos geográficos son referenciados, a su localización sobre la superficie terrestre por medio del sistema standard de coordenadas. El sistema de coordenadas puede ser local, como en el caso de un estudio de un área limitada, o puede ser un Grid Nacional o una proyección internacional aceptada como es el sistema de coordenadas Universal Transversa Mercator (UTM).

7.2. Representación Computarizada de los Datos Geográficos

La computadora requiere tener instrucciones acerca de como los datos espaciales deben ser manejados y presentados. Esencialmente hay dos formas contrastantes pero complementarias de representar los datos espaciales en la computadora.

La primera es la celular o ráster, la misma que representa los datos en una forma explícita, la cual construye la forma en un conjunto de puntos en una grilla o raster, en la práctica cada célula es representada por un valor numérico, por un color o por una escala de grises, teniéndose la siguiente estructura de datos:

Atributo del elemento espacial-símbolo/color-célula X.

La segunda, es la representación vectorial o implícita, usa un conjunto de líneas definidas por puntos de inicio y finales y alguna forma de conectividad. Estos puntos definen vectores, que representan la forma del elemento espacial; los puntos entre las líneas indican a la computadora como las líneas se juntan para dar forma a dicho elemento espacial, con una estructura de datos como:

Atributos del elemento espacial-conjunto de vectores-conectividad.

7.3. Tipos de SIG

Atendiendo a la forma como ingresan, manejan y representan los datos, los Sistemas de Información Geográfica pueden ser clasificados como:

7.3.1. Celular o Raster

La estructura más simple de datos, consiste en un arreglo de células Grid (celdas o pixeles). Cada célula Grid es referenciada por un

número de fila o columna y contiene un número que representan el tipo o valor del atributo que está siendo mapeado. La información se almacena explícitamente en una estructura de celdas, conformando una matriz cartesiana, donde las columnas representan al eje de las ordenadas y las filas al eje de las abscisas.

En la estructura raster un punto es representado por una simple celda Grid, una línea por un juego de celdas vecinas marcadamente con una dirección dada y un área por un conjunto aglomerado de celdas vecinas.

En esta estructura es muy importante la selección apropiada de las dimensiones de la celda usada para el almacenamiento, análisis y presentación cartográfica de los datos. Existen celdas rectangulares, cuadradas, triangulares y hexagonales, siendo la más común la cuadrada.

El origen de la celda es usualmente la esquina superior izquierda, diferenciándose de otros sistemas, como el de coordenadas geográficas, donde el origen es un punto específico de la superficie terrestre.

Entre los programas más conocidos que manejan información de tipo celular, se tiene: ERDAS, MAP 2.0 Y 3.0 (OSU), IDRISI.

7.3.2. Vectorial

Está conformada por secuencias ordenadas de pares de coordenadas interconectadas que pueden ser enlazadas a atributos. Este modelo está representado por tres entidades geográficas principales: puntos (dimensión 0), líneas (dimensión 1) y polígonos (dimensión 2). El espacio geográfico en un modelo vectorial es contínuo, permitiendo precisar todo tipo de posiciones, longitudes y dimensiones.

Existen programas que permiten trabajar vectorialmente, como ARC/INFO (ESRI) entre ellos tenemos: ARC TIN, ARC COGO, ARC GRID, ARC SCAN, ARC STORN, ARC PRESS, INTEGRAPH, INFOCAD, ATLAS GIS. Existen otros programas de uso mixto, como ILWIS, SPAN y ERDAS.

VIII. APLICACIONES

8.1. En general

- *Integra mapas trazados con escalas diferentes*
- *Superpone mapas para obtener mapas complejos y relacionales.*
- *Cambia la escala, las proyecciones, las leyendas, etc.*
- *Intercambia información en forma compatible.*
- *Elabora gráficos y estadísticas alfanuméricas con los datos georeferenciado.*

8.2. En Las actividades del SENAMHI

La aplicación del SIG en las actividades del SENAMHI tiene una gran ventaja, debido a que el Servicio cuenta con un poderoso Banco de Datos de información Meteorológica, Agrometeorológica e Hidrológica, que se debe aprovechar para beneficio del Servicio y del usuarios, así tenemos :

8.2.1. Meteorología

Elaboración de :

Mapas de clasificación climática

Mapas de zona de vida

Mapas de Insolación

De acuerdo al acimut del sol y su ángulo de inclinación con respecto a la pendiente de la superficie, horas de sol, radiación global, difusa, total etc.

Mapa de Cobertura de la Red Nacional de Estaciones Climatológicas

8.2.2. Agrometeorología

Mapas de Zonificación Agroclimática de cultivos

Comprende la localización de áreas de aptitud climática de ciertos cultivos, bajo esta situación el comportamiento fisiológico debe ser óptimo, por lo tanto sus rendimientos resultarán rentables. Se debe considerar los siguientes requerimientos:

Oscilación térmica (temperaturas extremas)

Indices agroclimáticos

Requerimientos hídricos para la campaña

Luminosidad y radiación solar.

Mapas del potencial Hidroenergético

Conociendo los valores de esorrentía o caudales en las salidas de las subcuencas, así como las características morfométricas es posible calcular la potencialidad hidroenergética midiendo las caídas de agua

por medio de las ecuaciones de la energía, naturalmente requiere información que garantice la operación de la central con el menor riesgo de ineficiencia (99% de probabilidad).

Mapas de cobertura vegetal

Mapas de Cobertura de Estaciones Agrometeorológicas.

Mapas de Sequías

8.2.3. Hidrología

Mapas de Evapotranspiración potencial (ETP)

A. Para superficies Naturales:

Thornthwaite y Mather : Temperatura media, Latitud

Turc : Temperatura media anual, Precipitación media anual.

Penman : Temperatura media, humedad relativa, velocidad del viento, heliofanía, latitud.

B. Para superficies Regadas:

Blaney- Criddle : Latitud, Temperatura media, coeficiente de cultivo.

Grassi-Christiansen : Temperatura, Evaporación de Tanque, coeficiente de cultivos.

Mapas de cuencas Hidrográficas

A nivel de Cuencas

A nivel de subcuencas

A nivel de Microcuencas

Mapas de escorrentía Superficial y Subsuperficial

Esta es la posibilidad más importante que ofrece el sistema. Tomando en cuenta los elementos que intervienen en el ciclo hidrológico y las estaciones hidrométricas comprendidas en el área de estudio.

Mapas de demanda de agua según el uso actual de la tierra

Requerimiento de información sobre:

Cálculo de la evapotranspiración

Propuesta de cédula de cultivo

Cálculo consuntivo utilizando el factor K_c para cada uno de los cultivos propuestos.

Balance hídrico consolidado para cada cultivo.

Mapas de Zonas Inundables

Requerimientos de información sobre:

Red de estaciones Hidrológicas

Mapa de pendientes

Mapa de isoyetas

Zonas inundables

Inundaciones históricas

Mapas de deslizamientos

Requerimiento de información sobre:

Pendiente de la zona de estudio

Precipitación histórica

Estabilidad geológica

Ecología

Capacidad de uso mayor del suelo

Áreas intervenidas

Récord históricos.

Zonas sísmicas

Ocurrencia de eventos, etc.

IX. RELACION DEL SIG Y EL GPS

El principal problema del manejo de base de datos se encuentra al momento de correlacionar las diferentes fuentes de los mismos, si esto no se realiza correctamente, la información no se registrará adecuadamente, con el consiguiente problema de la veracidad de la información.

El nivel crítico de una de estas capas de información se encuentra en la toma de datos de campo y restauración cartográfica, ya sea por su precisión como en la manipulación de la información, desde su registro hasta su proceso y cálculo.

El uso de los sistemas GPS, ha reducido enormemente el tiempo de la toma de

información de campo, suministrando un posicionamiento continuo en 3 dimensiones en cualquier parte del mundo con precisiones del orden de 1 a 5 metros. El beneficio mayor se encuentra en que se utiliza un sistema de referencia común, permitiendo los datos finales ser exportados y trabajados en un ambiente SIG, sin operaciones de digitalización manual. Por ejemplo para cartografiar el límite de un campo, el usuario deberá ir al punto inicial, encender el receptor y verificar que se esté generando el posicionamiento observando en el display los datos adquiridos, luego iniciar la recolección de datos recorriendo el límite de la propiedad (caminando o conduciendo un auto, en una avioneta, etc.), para luego al final del recorrido apagar el receptor. Después al regresar a la oficina el receptor es conectado a una PC y los datos son extraídos a un formato SIG para su posterior utilización. Adicionalmente el software que integran los GPS de esta generación, permiten graficar y revisar a una escala determinada el dato de campo registrado en el receptor para su verificación. Así tenemos que ambos sistemas pueden ser aplicados a los siguientes campos:

9.1. Aplicaciones de ambos Sistemas

Campo minero : denuncios patentados, ubicación de depósitos minerales, accidentes geográficos, trazados geológicos, etc.

Campo Agrícola : Zonificación de reservas forestales, delimitación de bosques depredados, parcelación y titulación de tierras, determinación de áreas siniestradas, inventario de flora y fauna, inventario de cosechas, fumigación de aérea, planeamiento de cultivos, inventario de cuencas hidrográficas, inventario de canales de riego, etc.

Campo de la ingeniería civil : En estudios de factibilidad y definitivos en obras de construcción, etc.

Inventario de los Bienes del Estado : Redes eléctricas, telefónicas, alcantarillado, agua, viales, catastro urbano, catastro rural, catastro minero, etc.

Seguridad : Seguimiento de vehículos, rescates, defensa civil, Policía Nacional, Inteligencia Militar, Ubicación Geográfica en cualquier punto de la tierra, etc.

Industria : Actualización de inventarios y ubicación de unidades flotantes, estudios de marketing, políticas de ventas, etc.

Deporte y Cultura : Expediciones arqueológicas, turismo de aventura, etc.

Medio Ambiente : Expediciones de licencias ambientales, determinación de áreas de polución, estudios de impacto ambiental, etc.

Pesquería : Determinación de rutas marinas, ubicación de cardúmenes, estudios de contaminación marina, hidrografía, elaboración de cartas marinas, etc.

Sin embargo la optimización del uso y aplicación de ambos sistemas está en función de las necesidades y requerimientos del personal a cargo de su manipulación, así como de la visión tecnico-profesional, de experiencias y estrecha vinculación con el estudio o proyecto a ejecutarse, evaluando costo-beneficios para bien de la institución.

X. CONCLUSIONES

El SIG es una herramienta muy útil y necesaria, conforme a su descripción general de sus ventajas y aplicación directa a las actividades Meteorológicas, agrometeorológicas e Hidrológicas del SENAMHI , así como a actividades conexas.

La información almacenada en el Banco de datos del Servicio se debe adecuar a los requerimientos de los usuarios que demandan información no solamente abstracta, sino georeferenciada con un procesamiento previo de su ubicación y cobertura a nivel de unidades espaciales, es decir cuencas, valles, regiones etc.

Siendo necesario contar con un mosaico de estaciones debidamente localizadas y complementadas con información de las principales características de la zona donde se encuentre ubicada, así como también conformar un laboratorio de investigación con el SIG conducida por profesionales debidamente capacitados en su uso, a fin de llevar a cabo estudios, proyectos o evaluaciones ambientales.

El Servicio tiene que ser una institución innovadora y creativa acorde con los adelantos tecnológicos que impone la modernidad , así como seguir las líneas matrices para lograr el desarrollo sustentable.

XI. BIBLIOGRAFIA

Zonificación Ecológica-Económica: TCA Secretaría Pro Tempore año 1,994
Instrumento para la Conservación y el
Desarrollo Sostenible de los recursos de la
Amazonia.

Resumen del curso Operativo sobre Sistema U.N.A. Facultad de Ingeniería Agrícola,
de Información Geográfica. Dpto. de Recursos Agua y Tierra. Del 22
Ago. al 30 de Oct. de 1,993

Aplicación de Técnicas de Cómputo en Ing. José L. Rosales Vidal, Escuela de
Meteorología. Capacitación y Perfeccionamiento FAP.

Introducción al Posicionamiento Global - Curso de capacitación organizado por
GPS. CONIDA, 1,996

Documentos AMBIENTE N° Año 1. FLACAM y Fundación CEPA.
Publicación Trimestral.

Propuesta Metodológica sobre: Zonificación Comisión Nacional Permanente del Tratado
Económica-Ecológica de la Amazonia, de Cooperación Amazonica del Ministerio de
utilizando Sistemas de Información Relaciones Exteriores, 1996.
Geográfica.

