

Informe - Avance
Proyecto FORDECYT

La Clasificación Fisiográfica de la Región de la Cuenca del Río Usumacinta, componente básico para la Eco-regionalización y como Estrategia para la Conservación de los Recursos Naturales y la Planificación de Sistemas Productivos

Índice

Introducción

- 1. ¿Que nos propusimos hacer y porque?**
- 2. ¿En qué se ha avanzado y que se ha realizado hasta el momento?**
 - 2.1. Resultados obtenidos en la FASE 1. Recopilación e Inventario Básico y Temático de información y de Datos Espaciales (Fase Preparatoria).**
 - 2.1.1. Percepción Remota (PR) y Sistemas de Información Geográfica (SIG)
Descarga – Análisis – Agrupamiento – Cortes – Clasificación –
Procesamiento**
 - 2.2. Resultados obtenidos en la FASE 2. Caracterización del Medio Biofísico y Análisis Fisiográfico de la Región.**
 - 2.2.1. Aspectos GEOLÓGICOS - Proceso de Análisis Fisiográfico**
 - 2.2.2. Aspectos GEOMORFOLÓGICOS I - Proceso de Análisis Fisiográfico**
 - 2.2.3. Aspectos CLIMÁTICOS - Proceso de Análisis Fisiográfico**
 - 2.2.4. Aspectos GEOMORFOLÓGICOS II - Proceso de Análisis Fisiográfico**
- 3. Hallazgos sobre el Objeto de Estudio**
 - 3.1. Reflexiones e Ideas metodológicas**
- 4. Hasta donde se puede avanzar en tres meses**
- 5. Líneas de Investigación a Futuro y/o posible (s) proyectos que dieran continuidad a lo realizado.**

Introducción

La ubicación estratégica y la importancia de la Región de la Cuenca del Río Usumacinta (RCRUM) situada al sureste del territorio de México, al norte del territorio de Guatemala, al oeste del territorio de Belice y al sur de la península de Yucatán, es territorio importante y exuberante de la región¹ del trópico húmedo Mesoamericano, y considerada la cuenca más grande **de la Región de la Selva Maya**. A su vez, es uno de los ecosistemas más ricos del mundo que alberga una gran diversidad de hábitats con especies de flora y fauna, muchas de ellas únicas de esta región y con extraordinarios vestigios arqueológicos patrimoniales de culturas milenarias. Justamente, este importante ecosistema, como muchos, viene absorbiendo a través del tiempo el impacto socio-ambiental ocasionado por el crecimiento incontrolado y el manejo poco racional de sus recursos, consecuencia de una colonización mal dirigida, y producto de inadecuadas políticas y actividades socioeconómicas sobre esta esencial región natural, la cual viene siendo afectada y devastada a un ritmo acelerado.

En conjunto e individualmente, cada una de estas regiones y sus ecosistemas conforman corredores biológicos que aún conservan extensas masas forestales (bosque tropical), siendo la más grande de Mesoamérica² y Centroamérica, a pesar del acelerado e intensivo proceso de transformación que está ocurriendo por la constante presión humana que viene afectando la Región en sus distintos ecosistemas en las últimas décadas.

Por otra parte, los diversos ecosistemas presentes en la **RCRUM** juegan y tiene un papel muy importante al ser reguladores de muchos procesos ecológicos y por mantener la conectividad entre varias de sus Áreas Naturales Protegidas (ANP's), las cuales aún se "conservan en buen estado", debido al tratamiento y a la legislación bajo las cuales se rigen algunas de estas áreas.

Es, bajo este complejo contexto espacial geográfico, de temáticas y de evidencias de problemas socio-culturales, económicos y ambientales de la (RCRUM) que resolvimos participar en el estudio de esta esencial región del sur del país. De esta manera, nos propusimos en este proyecto, en su parte inicial, implementar primordialmente una metodología para el Análisis Fisiográfico de la región, como

¹ **Región Transnacional**. Definida para este estudio como un espacio geográfico natural y ambiental establecido entre países, donde se comparten las características de una región morfológica, la cual contiene todo lo perteneciente a una Región Natural y donde se constituyen relaciones socio-económicas; como un sistema territorial en el que también se presenta un conjunto complejo de todo tipo de intercambios, procesos y una gama y serie de actividades antrópicas y de producción e interacción regional dentro del propio país y entre países vecinos. Saavedra, A.

² **Mesoamérica** (griego: μέσος [mesos], 'intermedio') es la región del continente americano que comprende la mitad meridional de México; los territorios de Guatemala, El Salvador y Belice; así como el occidente de Honduras, Nicaragua y Costa Rica.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Mesoam%C3%A9rica..>

herramienta básica para la Eco-Regionalización³ y jerarquización de unidades relativamente homogéneas de tierras; esenciales para establecer relaciones entre las grandes unidades fisiográficas que contienen el entorno de la Región del Río Usumacinta y las unidades de paisaje específicas que existen dentro de esta.

En este contexto y de esta manera, este segundo informe representa el avance y los resultados generados de las fases 1 y 2. A continuación se relacionan de acuerdo al contenido del informe y a las actividades que se vienen realizando y analizando de manera integral; todas ellas basadas en el inventario y la generación y actualización del medio biofísico en los aspectos de clima, geomorfología, geología e hidrografía, esenciales para el análisis fisiográfico y su posterior relación con los otros componentes integrales del sistema natural como son suelos, uso y coberturas vegetales, lo que nos permitirán llegar a comprender y a tener una concepción más sistémica del estado actual y alteración de sus paisajes. Así que esta parte inicial, es fundamental para la Eco-Regionalización del territorio en este estudio, y será la herramienta básica y una propuesta para planificar y definir la capacidad de las Tierras y los conflictos de uso ocasionados por la acción antrópica y la explotación inadecuada de los recursos naturales en el manejo del territorio.

1. ¿Que nos propusimos hacer y porque?

Una de las principales labores planteadas en este proyecto es investigar la interacción espacial entre la sociedad y la naturaleza, así como el estudiar las actividades y causas de los fenómenos que se suceden en esos espacios. En este sentido, los esfuerzos en buena parte se enfocan hacia el conocimiento y la ordenación del espacio o del territorio, y cuyo propósito es la búsqueda de un sistema adecuado para lograr un mejor aprovechamiento y uso racional de los recursos naturales.

Para esto, decidimos estudiar entre otros aspectos, el medio biofísico en función social, con criterios de zonificación (eco-regionalización) consistentes y de utilidad, para poder brindar alternativas, recomendaciones y/o posibles soluciones a los problemas que se presentan y a los que se enfrenta el hombre y la naturaleza en el sistema territorial. En este sentido, nos encontramos supeditados no solo a la complejidad de la región y a la falta de información y datos, sino además, al tipo, la calidad, el nivel de detalle y la actualización de los mismos; es decir, a la carencia y el desconocimiento de la región en aspectos del medio biofísico y su espacio geográfico en temáticas a diferentes niveles y/o escalas con mayor detalle.

³ La Eco-Regionalización consiste en la delimitación de espacios geográficos relativamente homogéneos en función del medio biofísico, de tal manera que se pueda establecer una adecuada vinculación con el uso y apropiación del territorio por parte de la sociedad. Bocco, G., 2009.

Por consiguiente, la Eco-regionalización de la RCRUM que se realiza en este proyecto, está basada esencialmente en generar información bajo un enfoque integral, jerárquico y multicategorico, fundamentado en el estudio, análisis y **Clasificación Fisiográfica del Terreno** en unidades de paisaje; unidades sobre las cuales se integran los elementos que constituyen el sistema natural y sobre las cuales se desarrollan los procesos y productos fruto de la interacción antrópica.

De esta manera, el análisis fisiográfico permitirá su aplicación a diferentes escalas (hasta donde sea posible), partiendo de manera muy general y jerárquicamente, desde los ecosistemas continentales hasta los territoriales, adscritos a una entidad federal regional y estatal; planeando llegar posteriormente a un nivel de análisis más detallado a nivel municipal (y estructurado para llegar hasta un estudio a nivel local). Todo esto como ya se menciona anteriormente, va acorde al tipo de imágenes de percepción remota utilizada, a la calidad y precisión de los datos y a la información tanto recolectada, actualizada y requerida, como a la generada para el análisis y desarrollo del estudio a niveles más detallados.

Asimismo y de acuerdo a los objetivos señalados y planteados, así como a la definición del área de estudio y su contexto geográfico espacial (Unidades de Análisis del Territorio), a su dinámica, al nivel de detalle del estudio, a la implementación y aplicación de metodologías, y en parte, al alcance mismo de este proyecto que como ya se menciona, está sujeto al tipo y a la calidad de información y al análisis realizado de acuerdo con el esquema de la **(Figura 1)**, desarrollado para el análisis y la definición del proyecto.

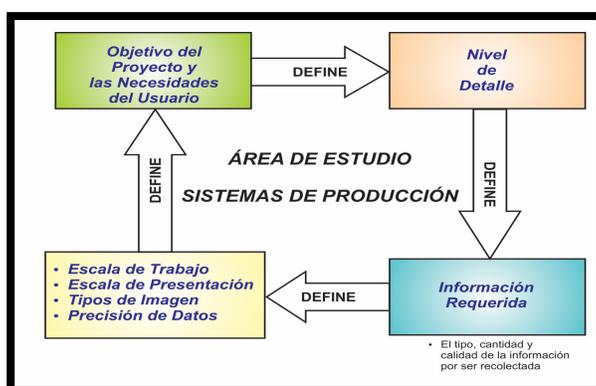


Figura 1. Esquema para la Definición del Proyecto

Finalmente, a partir de la definición del proyecto en su contexto espacial geográfico enfocado al estudio integral, multiescalar, multicategorico y Jerárquico del Análisis Fisiográfico sobre el cual se fundamenta, relaciona y estructura este proyecto de Eco-regionalización de la Región de la Cuenca del Río Usumacinta, se pretende la delimitación de áreas de tierras lo más homogéneas posibles en

función del medio biofísico, social y económico para la Planificación Rural de sus espacios geográficos. Definidas estas Áreas relativamente "homogéneas" de tierras como aquellas unidades de tierra donde se pueden establecer adecuadas relaciones entre el uso y manejo, y la ocupación del territorio por parte de la población y la comunidad. Así, este territorio representará el área de estudio vista integralmente y dentro del contexto Internacional (trinacional- transnacional), Regional, Estatal / Departamental, Municipal, Local o de cuenca hidrográfica.

Con base en la anterior propuesta y los objetivos planteados, a continuación desarrollaremos y ampliaremos los puntos más relevantes realizados e investigados hasta este momento en el presente proyecto.

2. ¿En qué se ha avanzado y que se ha realizado hasta el momento?

En el desarrollo del presente proyecto se ha llevado a cabo en primer lugar la **elaboración misma del diseño conceptual y metodológico (Figuras 2 y 4)**, el cual incluye: Presentación - Justificación - Objetivos - Introducción - Marco Conceptual y Metodología (Ver informe inicial), estableciendo y definiendo el área de estudio y su importancia en el contexto de región Transnacional⁴ (**Figura 3**); y posteriormente la metodología que se está realizando y se implementará para el Análisis y la Clasificación Fisiográfica de la RCRUM, como componente básico para la Eco-regionalización del Territorio, y como estrategia y propuesta para la Conservación de los Recursos Naturales, la aptitud de uso de las tierras y la planificación y uso de los Sistemas Productivos en la Región.

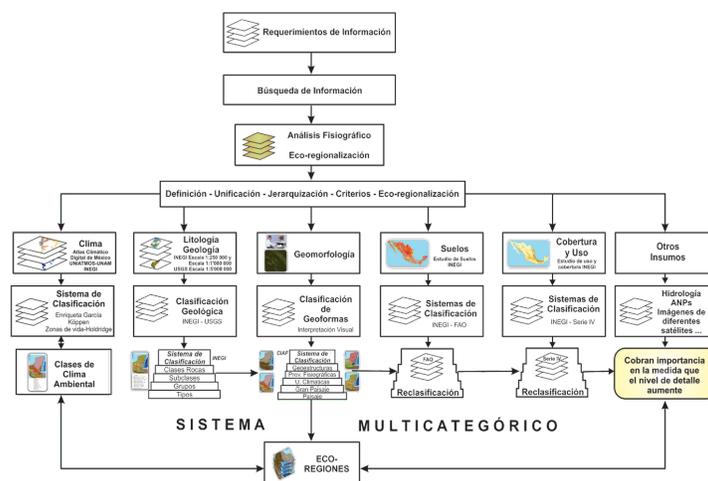


Figura 2. Esquema Metodológico

⁴ **Región Transnacional.** Definida en este estudio como aquellas regiones naturales ambientales establecidas entre países, donde se comparten las características de una región morfológica, la cual contiene todo lo perteneciente a una Región Natural y donde se constituyen relaciones socio-económicas entre países; y también se presentan todo tipo de intercambios, procesos y una gama y serie de actividades antrópicas y de producción regional dentro del propio país y regionalmente entre países vecinos. **Aristides Saavedra.**

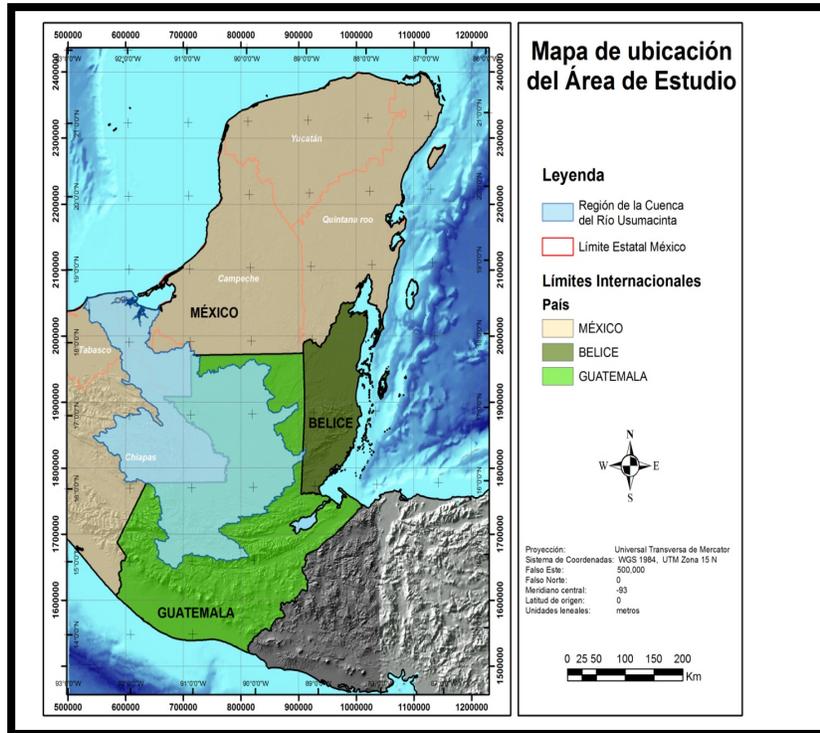


Figura 3. Área de Estudio - Contexto Tri-nacional – Transnacional

A continuación se presenta el avance hasta el momento obtenido de acuerdo al conjunto de actividades elaboradas para el proyecto (RUM-FORDECYT), las cuales están relacionadas particularmente con las labores asociadas a las **Fases 1 y 2** del marco metodológico elaborado conforme a la **Figura 4**.

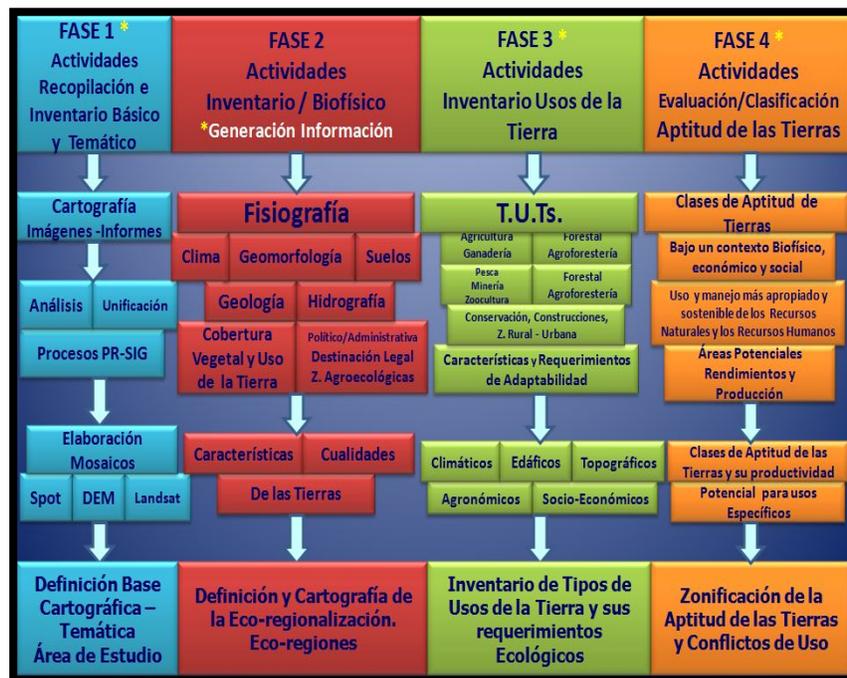


Figura 4. Marco Metodológico. Fases y Actividades del Proyecto

2.1. Resultados obtenidos en la FASE 1. Recopilación e Inventario Básico y Temático de información y de Datos Espaciales (Fase Preparatoria)

En esta fase del trabajo se realizaron diferentes etapas y actividades. En primer lugar se llevó a cabo una búsqueda de información digital, consecución y compilación cartográfica - temática de estudios geológicos, litológicos, hidrográficos e informes de vegetación (cobertura y uso) registros climáticos (Datos mensuales de temperatura y precipitación) **Figura 5**, y una serie de documentos técnicos de la región que pudieran suministrarlos datos necesarios y de interés para el estudio. Posteriormente también se evaluó el material bibliográfico disponible relacionado con las distintas temáticas y otros aspectos de interés general de la zona de estudio y su contexto regional.

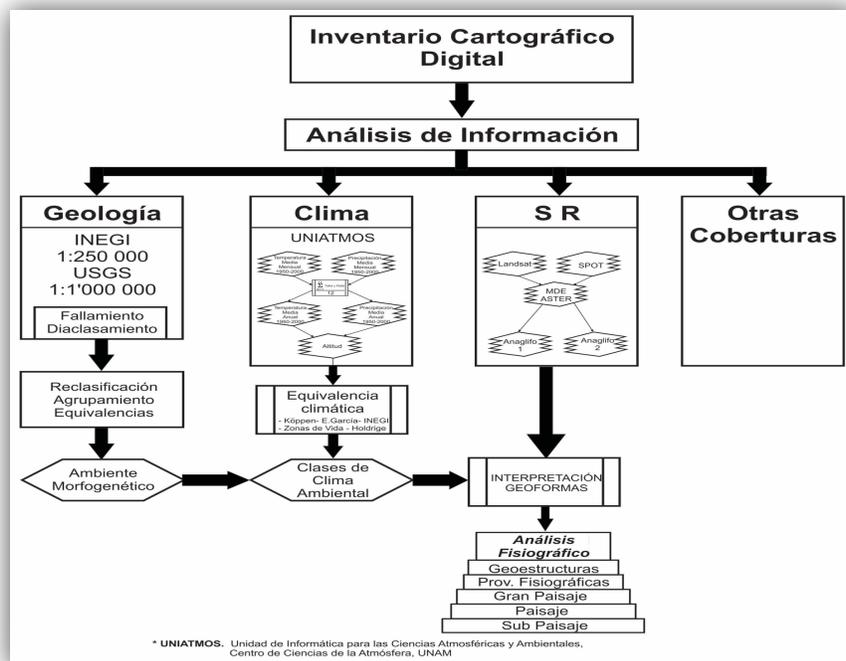


Figura 5. Inventario cartográfico digital

Igualmente en esta fase preparatoria se descargaron y procesaron imágenes de satélite (LANDSAT, SPOT, ASTER) **Figura 6**. Del mismo modo mapas digitales temáticos con sus bases de datos en aspectos del medio natural relacionados con: el clima, zonas de vida de Holdridge (Provincias de humedad, Bio-temperatura), geología INEGI (Esc. 1:250.000) y del USGS (Esc. 1:1'000.000), suelos INEGI, sistema FAO, 1970 (Esc. 1:250.000), uso y cobertura (series III y IV. INEGI- Esc. 1:250.000) y posteriormente se procedió con la *descarga, el análisis, el agrupamiento, cortes, clasificación y el procesamiento* de las mismas, con las herramientas y funciones propias de la Percepción Remota (PR) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) de la información digital definida ya en su contexto Regional y para el área de estudio de la RCRUM propiamente dicha.

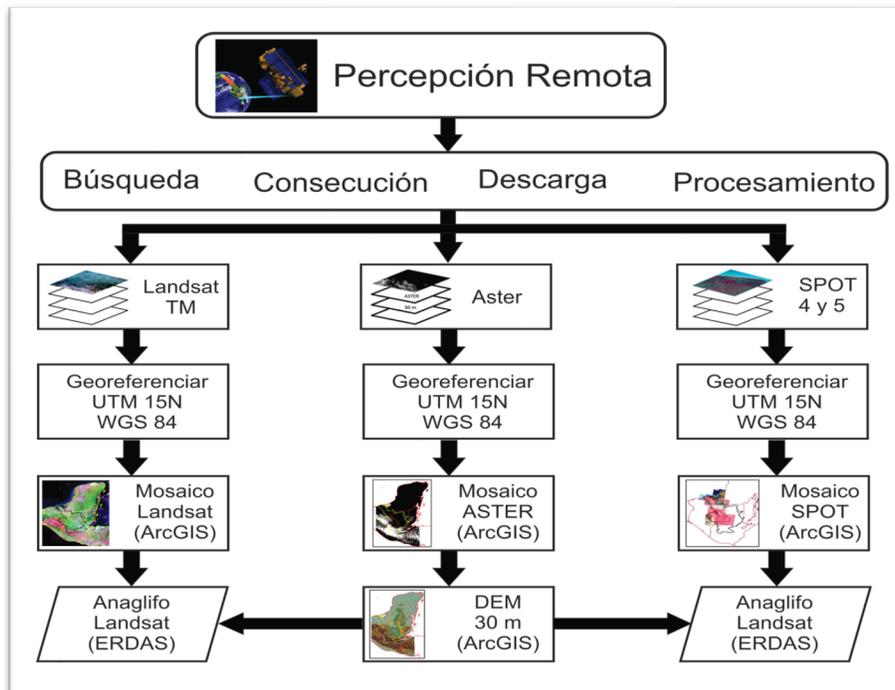


Figura 6. Esquema de Procesamiento Digital de Imágenes y Generación de los Anaglifsos

A continuación se presenta los resultados obtenidos en esta primera fase, los cuales están desglosados por temáticas y representan la información digital obtenida en su contexto Regional y para el área de estudio de la RCRUM.

2.1.1. Percepción Remota (PR) y Sistemas de Información Geográfica (SIG) Descarga – Análisis – Agrupamiento – Cortes – Clasificación – Procesamiento

- Dentro de los procesos que se corrieron en PR y SIG en esta fase del proyecto y a partir de las 49 imágenes LANDSAT-7 ETM+ y las 47 imágenes ASTER descargadas⁵ se procedió mediante el procesamiento digital de imágenes a:
 - ✓ Cambiar de proyección a las imágenes Landsat y ASTER originales, para pasarlas a coordenadas *Geográficas UTM Zona 15 WGS-84*, que es la proyección de trabajo para este proyecto **Figura 7 y Figura 8**.

⁵ Descargadas de la página <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/search.jsp>.

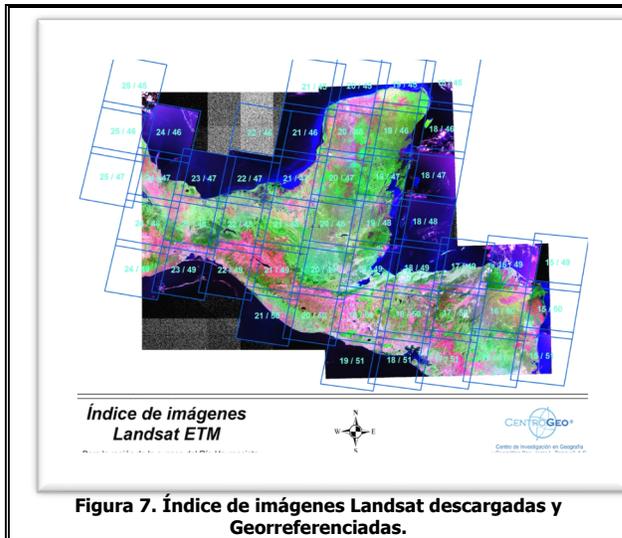


Figura 7. Índice de imágenes Landsat descargadas y Georreferenciadas.

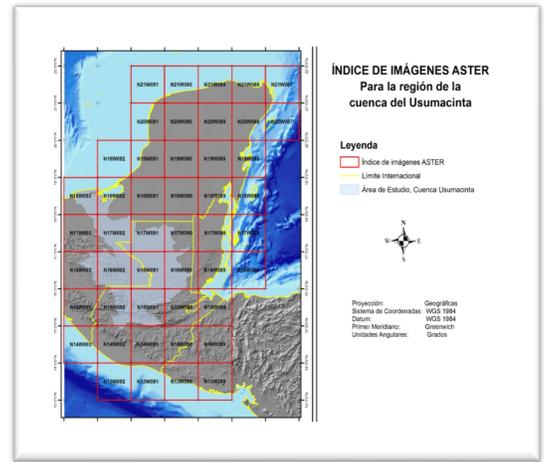


Figura 8. Índice de imágenes ASTER descargadas y Georreferenciadas.

- ✓ Generación de mosaicos a partir de las imágenes Landsat **Figura 9** y las imágenes ASTER **Figura 10**, para manejarlos como un solo archivo.
- ✓ Luego de los datos ASTER se elaboró el Modelo de Elevación Digital (DEM de 30m) **ver Figura 11**.

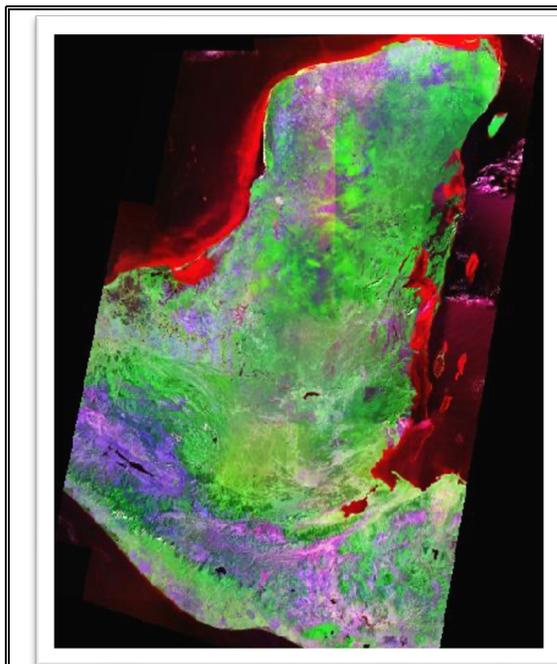


Figura 9. Mosaico de imágenes Landsat

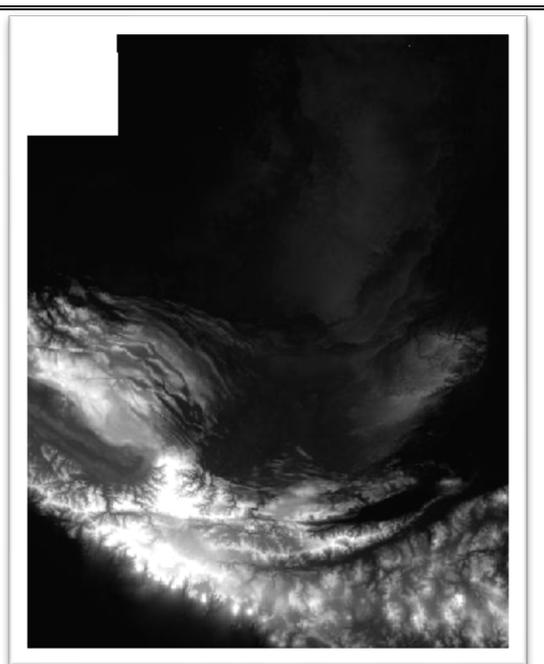


Figura 10. Mosaico de imágenes ASTER

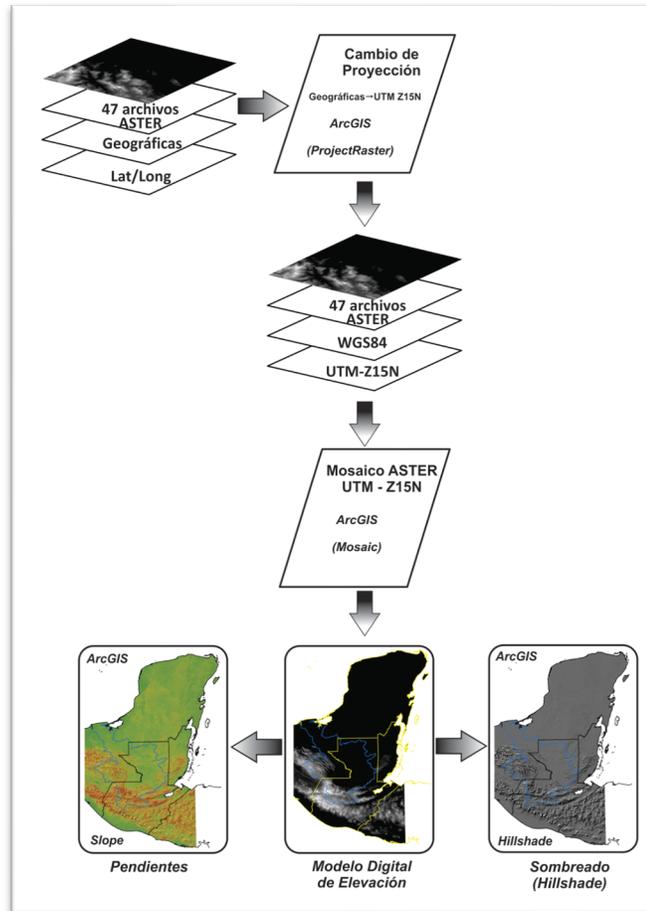


Figura 11. Procesamiento Imágenes ASTER y Productos

- A partir del Modelo de Elevación Digital (DEM) se generó el **mapa de pendientes (Anexo 1. Mapas 7)**, el cual se creó y clasifiqué en grados y porcentaje de pendiente, definiendo y seleccionando un número de rangos, en función y la necesidad del uso, el manejo y la susceptibilidad a la erosión y la degradación de tierras.
- Igualmente del Modelo de Elevación Digital – (DEM reclasificado) se generó el mapa de alturas en metros sobre el nivel del mar (**Anexo 1. Mapa 9**).
- De los mosaicos de imágenes Landsat y el DEM se generó el **Anaglifo (Anexo 1. Mapa Mosaico Anaglifo)** mediante pruebas de ensayo-error, (definición del mosaico) **Figura 12 y 13**, es decir, generar una imagen de dos dimensiones capaz de provocar el efecto tridimensional más óptimo de acuerdo con el algoritmo aplicado (Anaglyph Generation) que contiene el programa (ERDAS - Terrain). Se genera el efecto tridimensional cuando se ve a través de lentes especiales, que permiten ver la región en alto relieve; imágenes-anaglifos que se están utilizando en este estudio para la interpretación de las unidades geomorfológicas.

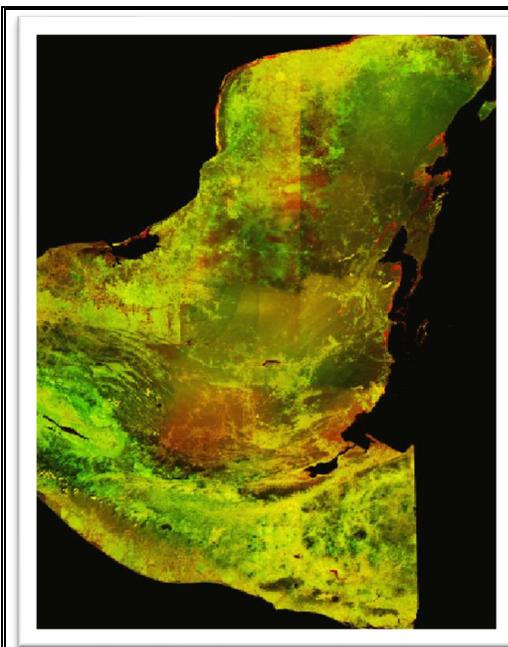


Figura 12. Anaglifo (Mosaico Anaglifo)

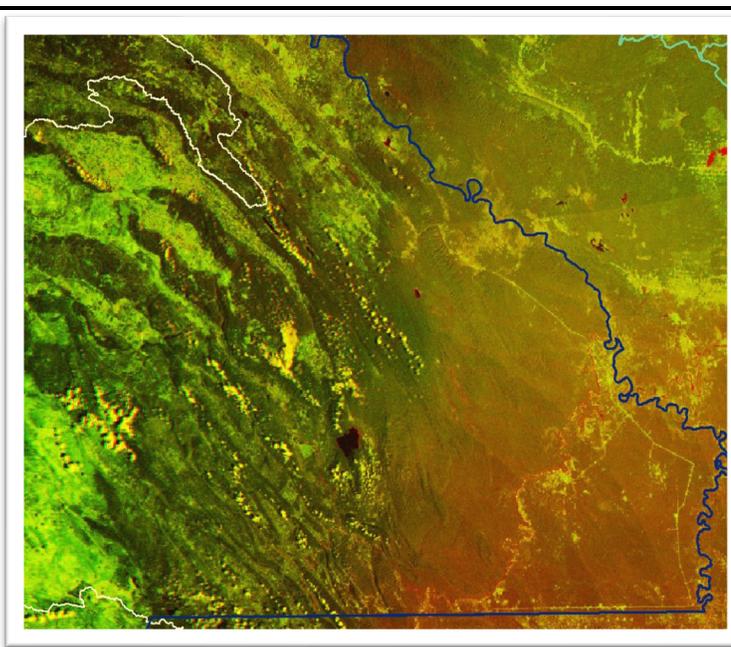


Figura 13. Detalle Anaglifo

2.2. Resultados obtenidos en la FASE 2. Caracterización del Medio Biofísico y Jerarquización para el Análisis Fisiográfico de la Región.

En esta fase del proyecto, el proceso de caracterización y análisis del medio biofísico se enmarca dentro del marco conceptual y metodológico propuesto en la eco-regionalización y el Análisis Integral del Paisaje, para lo cual necesita como base esencial, el conocimiento de disciplinas especializadas para el estudio del paisaje, apoyados en sistemas de clasificación jerárquicos, sistémicos e integrales con el propósito de lograr un acercamiento más integral del paisaje y con una visión de conjunto desde la perspectiva de las diferentes disciplinas.

Siguiendo bajo este concepto y desde el enfoque aplicado, la fisiografía incluye el estudio, la clasificación y la descripción de las geoformas del terreno, para lo cual se consideran aspectos geológicos, geomorfológicos, climáticos, de hidrología e indirectamente aspectos bióticos (la actividad antrópica).

Siguiendo con esta visión y concepción, se presentan los resultados obtenidos hasta el momento, ejecutados en el diseño metodológico para el análisis fisiográfico, los cuales se exponen a continuación por cada una de las especialidades que representan la información temática digital obtenida en su contexto Regional y para el área de estudio.

2.2.1. Aspectos Geológicos - Proceso de Análisis y Jerarquización - Análisis Fisiográfico

Dentro de los objetivos del proyecto y la definición de algunos criterios y un sistema de clasificación geológico coherente y útil para el esquema metodológico planteado, se identificaron, definieron, unificaron y jerarquizaron las tipos de rocas bajo un sistema multicategórico, el cual representa una propuesta para determinar los diferentes niveles de detalle y las distintas categorías de rocas. Esta clase de agrupación se plantea bajo un sistema de clasificación subdividido jerárquicamente de acuerdo a sus características, según el grado de homogeneidad de sus materiales y de acuerdo a la información existente, interpretada, analizada y relacionada para el resto de la región. A continuación se presenta el esquema piramidal de clasificación geológica propuesto (**Figura 14**).

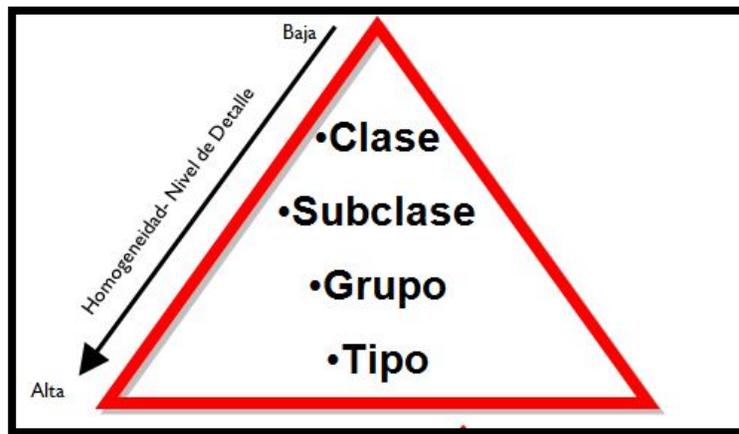


Figura 14. Esquema Jerárquico de Clasificación Geológica Propuesto

La información geológica principalmente fue tomada del INEGI (Esc. 1:250.000) y del USGS (Esc. 1:1'000.000) para el resto de la región, la cual se ajustó y delimitó mediante interpretación visual para el contexto regional. Es sobre esta información que se realizó y estableció el análisis de jerarquización integrada, con base en las formaciones geológicas y los depósitos superficiales.

De esta manera, la información geológica del INEGI y del Servicio Geológico de EE.UU. (USGS), se agrupó y jerarquizó hasta donde fue posible cada una de éstas unidades geológicas en clases, subclases, grupos y tipos de rocas, a partir de los cuales se generaron los respectivos mapas por categorías conformando así el nivel jerárquico de clasificación propuesto (**Figuras 15 y 16**); todas ellas divididas según su formación (sedimentario – ígneo – metamórfico – depósitos superficiales), y subdivididas de acuerdo a su origen, grado y tipo (**Anexo 1. Mapas 1, 2, 3, 4, 5. Clasificación Geológica – Categorías Jerárquicas y su respectiva Leyenda Geológica**).

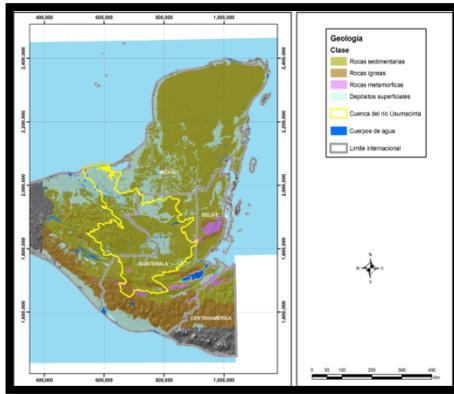
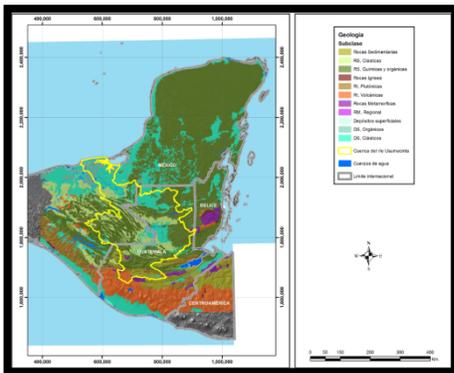


Figura 15. Mapa Geológico



CLASE	SUBCLASE	GRUPO	TIPO
Rocas Sedimentarias	Conglomeráticas	Conglomerados	(SE)
		De Bajo Grado	Esquistos (SE)
	Clásticas	Areniscas	Areniscas (SE)
		Limolitas	(SE)
	Limo-Arcillosas	Arcillosas	(SE)
		Lutitas	(SE)
	Ócticas y Orgánicas	Carbonatadas	Calizas (SE)
			Caliche
		Trasvertinos	(SE)
		Dolomitas	(SE)
Silíceas		(SE)	
Perforadas		(SE)	
Fosfáticas		(SE)	
Rocas Plutónicas	Fálticas	Granito	(SE)
		Granodiorita	(SE)
	Intermedias	Dioritas	(SE)
		Máficas	(SE)
	Ultramáficas	Gabros	(SE)
			(SE)
	Volcánicas	Fálticas	Riolitas (SE)
		Intermedias	Andesitas (SE)
		Máficas	Basaltos (SE)
		Plutónicas Consolidadas	Diabazas (SE)
		Tefalos (SE)	
Rocas Metamórficas	M. Regional	De Medio Grado	Neiss (SE)
		De Alto Grado	Migmatita (SE)
	M. Dinámicas	Sin flujo	Microbrecha (SE)
		Con flujo	Milonita (SE)
			(SE)
			(SE)
			(SE)
			(SE)
			(SE)
			(SE)
		(SE)	
Depósitos Superficiales	Orgánicos	Turba	(SE)
		Paludosa	(SE)
	Clticos	Y. Esp. descompuesta	(SE)
		Y. Mod. descompuesta	(SE)
		Y. Poco descompuesta	(SE)
		Cantos y gravas	(SE)
		Aloctonos	(SE)
		Sed. Marinos	(SE)
		Sed. Lacustres	(SE)
		Sed. Fluvio Marinos	(SE)
Coluvios	(SE)		
Gravitónicos	Lodos	(SE)	
		(SE)	
Pneumáticos No consolidados	Lodas	(SE)	
	Leiras	(SE)	
Hidrogénicos		(SE)	
		(SE)	
Anemogénicos		(SE)	
		(SE)	

Figura 16. Leyenda Mapa de Geología

2.2.2. Aspectos GEOMORFOLÓGICOS I - Proceso de Análisis y Jerarquización-Análisis fisiográfico

Partiendo de la información geológica que es otro elemento del sistema natural importante de los paisajes fisiográficos, y que al igual, que la geomorfología definida por el tipo de relieve, el material parental y el tiempo junto con el clima, son y representan los componentes que van determinando los paisajes fisiográficos sobre los cuales se fundamenta el análisis y la clasificación de la superficie terrestre.

Así, el estudio geomorfológico que se está desarrollando es esencial en la construcción de las unidades de paisaje (formas del relieve). Por lo tanto, la cartografía geomorfológica digital que se está realizando bajo un sistema de información geográfica, constituye un instrumento técnico-científico de conocimiento y aplicación para muchas disciplinas. De la misma forma, la definición jerárquica (estructurada), que se ha delineado y definido, sirven para conformar las distintas unidades interpretadas y separadas, que constituyen los diferentes tipos de relieve preliminares encontrados a nivel de paisaje en la clasificación fisiográfico **Figura 17**; y unida, a la información geológica y su análisis, determinamos el ambiente morfogenético, su pedogénesis y su dinámica.

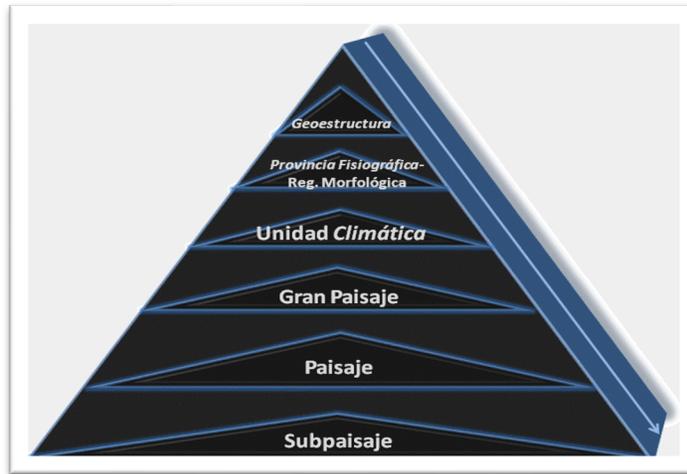


Figura 17. Sistema de Clasificación Fisiográfica (Villota, 1997)

Siguiendo con el marco metodológico del Sistema de Clasificación y Análisis Fisiográfico (**Figura 17**), en el cual se basa este estudio y sobre el cual se van desarrollando procesos de manera semi-automatizada y automatizada combinadamente, según la temática y/o el proceso que se vaya desarrollando, se han ido delimitando en primer lugar las unidades geomorfológicas utilizando las técnicas de interpretación visual y digital de imágenes **Figura 18**.

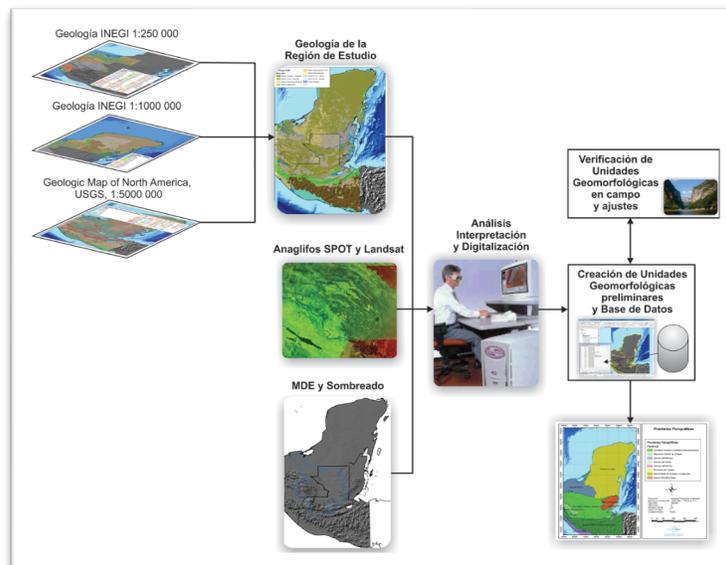


Figura 18. Esquema conformación de Unidades Geomorfológicas y Fisiográficas

De esta manera y partiendo de éstos criterios de interpretación geomorfológica VISUAL (digital) sobre los anaglifos generados en la fase 1 (**Figura 19**) y de la propuesta de análisis geológico estructurado y conformado de acuerdo al sistema de clasificación geológica, en el cual se unificaron, agruparon y jerarquizaron las distintas unidades geológicas o clases de materiales geológicos/litológicos y/o formaciones superficiales en función del tiempo (era, periodo, época) y las

rocas, relacionados en el ítem anterior de geología (2.2.1.), donde se analizan, separan y agrupan en clases, subclases, grupos y tipos de materiales para definir en conjunto y de acuerdo a estas otras características, las distintas unidades morfogénéticas (**Anexo 1. Mapas 14 y 15**) y ambiente morfogénético del relieve, para obtener las categorías que nos permiten la uniformidad de materiales según los niveles de detalle y por consiguiente, la relación y jerarquización que define nuestro sistema multicategorico en aspectos geomorfológicos y geológicos.

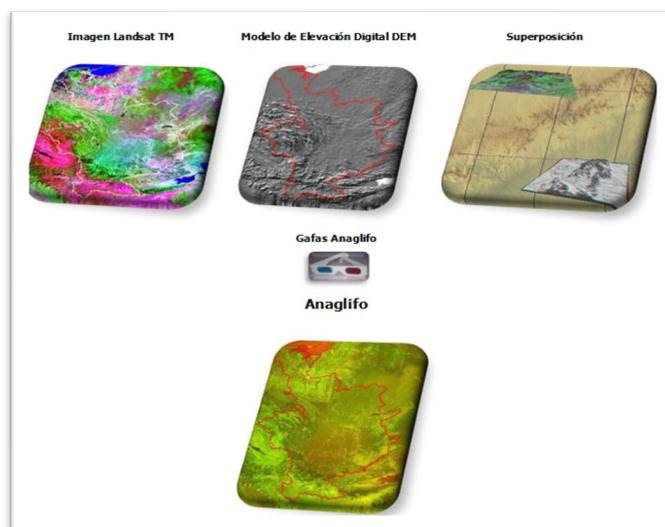


Figura 19. Imágenes y elementos para la construcción y visualización del Anaglifo.

De la interpretación preliminar de las imágenes se delimitaron y separaron geformas del terreno y junto con las características de las Unidades Geológicas, se han separando inicialmente en nuestra área de estudio los megarrelieves (grandes estructuras continentales) **Anexo 1. Mapa 10** y sobre ellas posteriormente se delimitaron las provincias fisiográficas como unidades de análisis territoriales macro; las cuales agrupan y representan regiones morfológicas con características de macrorrelieve, macroclima y geología definida **Anexo 1. Mapa 11**.

Continuando con el análisis y desarrollo de la metodología de clasificación fisiográfica, la cual facilita estudiar la región y cualquier zona rural desde el punto de vista biofísico, de manera jerárquica, de lo general a lo particular, bajo la estructura piramidal del sistema mismo de clasificación y después de ver y determinar las **provincias fisiográficas** como la primera categoría del sistema que corresponde a la categoría superior de la pirámide (las más general), representada en regiones naturales o morfológicas, en las que predominan una o más unidades climáticas y están constituidas por un conjunto de unidades genéticas de relieve con relaciones de parentesco de tipo geológico, topográfico y espacial.

A continuación pasamos a la segunda categoría del sistema de clasificación, donde se relaciona la metodología de análisis e integración de datos y los resultados obtenidos para conformar las unidades climáticas propuestas.

2.2.3. Aspectos CLIMÁTICOS - Proceso de Análisis y Jerarquización - Análisis Fisiográfico

De la información climática obtenida y procesada de UNIATMOS⁶ la cual contiene datos de temperatura y precipitación media mensual por un periodo de 50 años comprendido entre los años 1950 y 2000. Inicialmente constituyen nuestras bases de datos climáticos de trabajo, a los cuales posteriormente se les determinaron los promedios anuales de temperatura (**Anexo 1. Mapa 12**), precipitación (**Anexo 1. Mapa 13**) y junto con la altitud en metros sobre el nivel del mar (**Anexo 1. Mapa 9**), sacada del modelo digital de elevación (DEM 30m - ASTER), vienen a constituir los principales atributos climáticos que se tuvieron en cuenta para analizar y determinar nuestras clases de clima ambiental propuesta para la región en el contexto tri-nacional.

Adicionalmente con base en las Provincias de Humedad, la Bio-Temperatura Media Anual (°C), el promedio de Precipitación Total por Año (mm), la altitud (m.s.n.m.), la Clasificación climática según Köeppen modificada, todos ellos analizados mediante equivalencias en sus atributos climáticos y el Diagrama Triangular de Clasificación de Zonas de Vida de Holdridge, se compararon, relacionaron, elaboraron y determinaron las *Clases de Unidades Climáticas Propuestas* (**Anexo 1. Mapa 6**); las cuales se caracterizaron mediante el esquema metodológico (**Figura 20**) que permite conformar las *Unidades Climáticas* para el área de estudio.

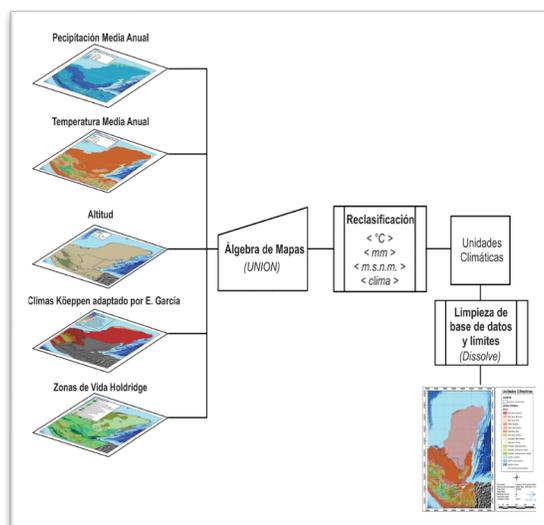


Figura 20. Esquema Metodológico conformación de Clases de Unidades Climáticas

⁶ UNIATMOS. Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.

La propuesta de Unidades Climáticas (**Anexo 1. Mapa 6**) elaborada y presentada para este estudio, es importante ya que va a representar, no solo la segunda categoría dentro del sistema de clasificación fisiográfica como la unidad con homogeneidad en temperatura media anual y humedad disponible; sino además, porque las unidades climáticas representan una aproximación unificada y definida para toda la RCRUM dentro de nuestro contexto tri-transnacional (México-Guatemala-Belice). Es decir, es una aproximación climática para el uso regional y no solo para el uso y aplicación exclusiva de un país.

En este contexto y bajo este fundamento, se generó de manera integral, multicategoría y Jerárquica gran parte de la información y clasificación climática para el análisis y el estudio de la región en conjunto. Es importante señalar, que actualmente las Unidades Climáticas ya están definidas tal y como se presentan en la leyenda de clima ambiental (**Anexo 1. Leyenda Clima Ambiental**). Por otra parte, en lo que respecta al mapa digital de unidades climáticas, cabe anotar que éste se encuentra igualmente terminado, después de haberle realizado la respectiva limpieza a su base de datos, sus límites y de haber ejecutado la generalización de algunas de sus unidades cartográficas definidas.

2.2.4. Aspectos GEOMORFOLÓGICOS II – Proceso de Análisis y Jerarquización-Análisis Fisiográfico

Continuando con los resultados obtenidos en esta fase del proceso y relativo a lo anteriormente presentado, es importante indicar que en el **análisis fisiográfico** se vienen realizando trabajos en aspectos geomorfológicos a nivel de las categorías de paisaje y tipos de relieve. De esta manera y simultáneamente con los aspectos geológicos (clases y tipos de rocas), el clima, los suelos y la hidrografía, se van analizando y presentando los elementos de correlación que en conjunto permiten la identificación y/o diferenciación de los diferentes paisajes que conforman la superficie terrestre.

Así, es importante señalar que el proceso de interpretación geomorfológica visual de imágenes de sensores remotos continúa paralelamente en el desarrollo del procesos de análisis y elaboración del mismo; para continuar delimitando, detallando y definiendo las unidades fisiográficas, para posterior y conjuntamente, a la conformación de las unidades climáticas, superponer los distintos paisajes y tipos de relieve de las unidades geomorfológicas definidas y delimitadas preliminarmente. Estas Unidades son las que forman parte del gran paisaje y el paisaje fisiográfico, correspondientes a las categorías 3 y 4 respectivamente del sistema de clasificación.

En esencia, geomorfológicamente el Gran Paisaje definido (**Figura 21**) representa la tercera categoría del sistema, es decir, corresponde al **ambiente morfogenético - unidad genética de relieve**

(Anexo 1. Mapas 14 y 15) Ambientes morfogenéticos clasificados y determinados en esta fase de análisis, y que de acuerdo con la estructura jerárquica de los paisajes fisiográficos, ésta se encuentra debajo de la unidad climática. Bajo estas condiciones, el gran paisaje comprende los diversos paisajes con relaciones de afinidad de tipo climático, geogenético, litológico y topográfico (Villota, 1997). Por lo tanto el gran paisaje representa nuestra unidad fisiográfica con similitud en cuanto a su geogénesis, clima, litología y topografía general.

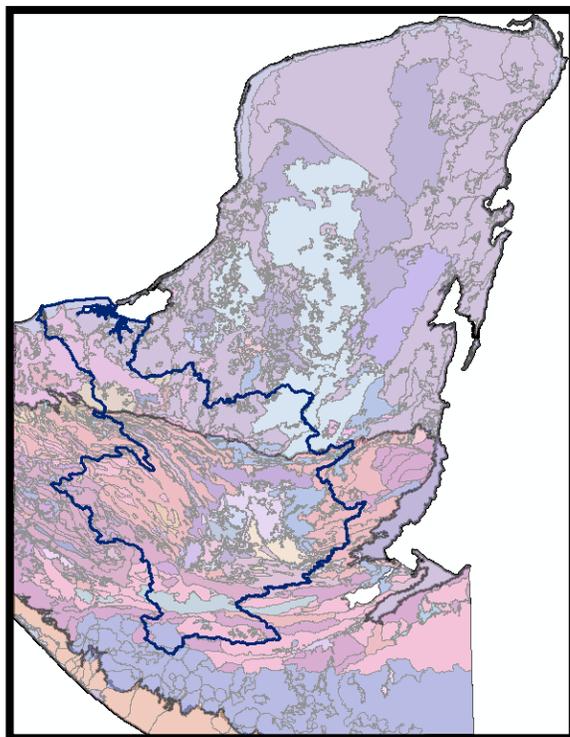


Figura 21. Gran Paisaje Fisiográfico.

Pasando a la siguiente categoría de análisis denominado *Paisaje Fisiográfico*, por definición es una categoría subordinada del Gran paisaje que pertenece de acuerdo a sus características, a porciones de la superficie terrestre resultantes de una misma geogénesis, y por ende, puede ser descrita en términos de iguales características climáticas, morfológicas, de material litológico y de edad; y en las que además puede esperarse una alta homogeneidad pedológica, así como una cobertura vegetal o uso de la tierra similares.

En lo que respecta a las categorías de gran paisaje y paisaje fisiográfico, en este momento se encuentra en la etapa de ajuste y construcción de acuerdo con el trabajo de comprobación de campo (en elaboración y por terminar) (**Figura 28**). En el caso, del paisaje fisiográfico analizado para este estudio, es una aproximación a la realidad, y válido a nuestro juicio y experiencia para el contexto

espacial regional del análisis fisiográfico elaborado de acuerdo a la interpretación visual digital preliminar realizada sobre los anaglifos de las imágenes sobre las que se interpretó y separaron las distintas unidades geomorfológicas a nivel del paisaje fisiográfico (Fase en construcción).

Es importante señalar que posteriormente al proceso de interpretación ***se realizó trabajo de campo*** para la observación de la región en aspectos del medio biofísico, el cual comprendió la toma de información mediante puntos con GPS, para la comprobación y arreglo de unidades geomorfológicas interpretadas y delimitadas. Lo anterior nos permitirá no solo ajustar y corroborar como ya se menciona, las distintas unidades de grandes paisajes interpretadas preliminarmente, sino además, relativamente confirmar las unidades separadas como paisajes fisiográficos.

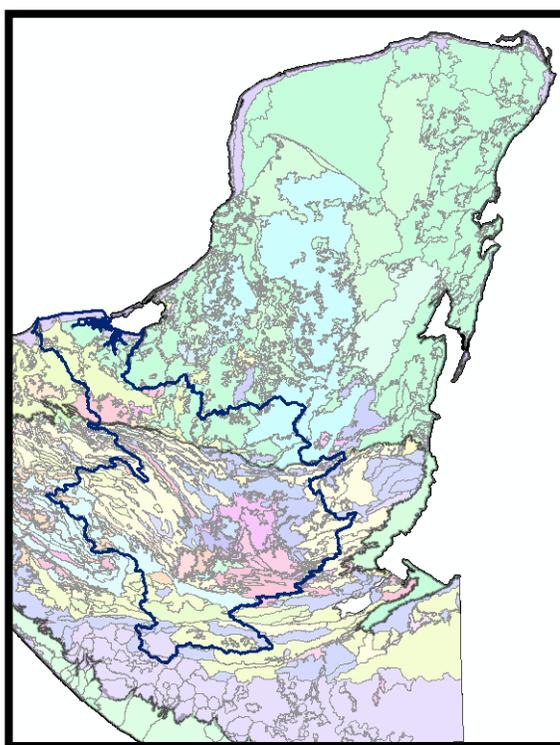


Figura 28. Paisaje Fisiográfico.

Aunado a lo anterior, cabe mencionar que este trabajo de interpretación visual digital realizado sobre anaglifos, se pudo realizar con mejor nivel de observación de la imagen en tres dimensiones (produciendo el efecto de profundidad), particularmente en lo que respecta a las unidades más elevadas (montañosas); no así, en las regiones bajas, planas y relieves ondulados, relieves donde es menor la altura (< desnivel) y donde no se pueden observar y diferenciar claramente el efecto de profundidad en los anaglifos de las formas del terreno (geoformas) y los rasgos de sus formas, debido a la poca o baja diferencia de desnivel presentado.

Pese a lo anterior, hay que señalar ciertas características y elementos condicionantes muy importantes dentro del análisis mismo de la investigación planteada en este proyecto; situaciones mismas que limitaron su alcance y el nivel de detalle al que se pretende llegar. Estas situaciones se presenta por el tipo y la resolución de las imágenes Landsat empleadas, el DEM (30m), la obtención y el uso de anaglifos, la actualización, la escala y el detalle de la información y los datos disponibles, encontrados y utilizados. Lo anteriormente señalado son situaciones y características que se aclararan con mayor énfasis, en el punto 3 (hallazgos) en este informe.

Continuando con los resultados obtenidos en esta fase del proceso y relativo a lo anteriormente presentado, es importante indicar que se han realizado trabajos de interpretación de imágenes en aspectos geomorfológicos a nivel de paisaje y en cierto grado a nivel de tipos de relieve, para el correspondiente análisis fisiográfico. De esta manera y simultáneamente con los aspectos geológicos (clases y tipos de rocas), el clima, los suelos y la hidrografía, se están analizando y presentando los elementos de correlación que en conjunto permiten la identificación y/o diferenciación de los diferentes paisajes que conforman la superficie terrestre.

Así, el proceso de interpretación visual de imágenes de sensores remotos (sobre los anaglifos) se desarrolla continúa y paralelamente en el avance del mismo, para detallar, delimitar y definir las distintas *Unidades de Paisaje* hasta ahora delimitadas; para posterior y conjuntamente con las unidades climáticas cartográfica y metodológicamente propuestas, aplicar sobre ellas algebra de mapas con los distintos paisajes y los tipos de relieve de las unidades geomorfológicas definidas, delimitadas y que posteriormente serán ajustadas de acuerdo con lo observado, levantado y analizado en el trabajo de campo. Para así determinar definitivamente el gran paisaje y el paisaje fisiográfico final con sus características climáticas.

2.2.5. Elaboración y Preparación Plan de Salida al Campo y Trabajo de Campo. Revisión y Comprobación en Campo de las Unidades Geomorfológicas interpretadas en oficina - Proceso Análisis Fisiográfico.

Se elaboró y presentó el programa correspondiente a las actividades a desarrollar en el trabajo de campo de la RCRUM. Se programaron los correspondientes recorridos y sitios de observación sobre algunas de las unidades de paisajes interpretadas previamente, para la observación, comprobación y validación de las distintas unidades geomorfológicas. También se hicieron observaciones y captura de información en GPS acerca del uso actual de la tierra para el posterior análisis y planificación de los sistemas productivos (**Figuras 29 y 30**).

Las comprobaciones de campo cubrieron (4) cuatro sectores que encierran algunas de las diferentes Regiones Fisiográficas delimitadas y parte de los Estados de la región sur de la República Mexicana (sectores de Tabasco, Campeche, Quintana Roo, Chiapas) en zonas inmersas en la RCRUM y su contexto, incluyendo zonas de frontera con Belice y áreas del país de Guatemala.

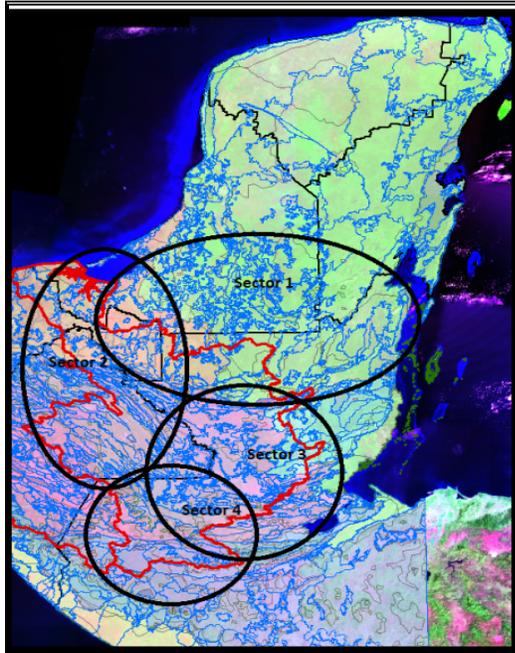


Figura 29. Sectores Trabajo de Campo

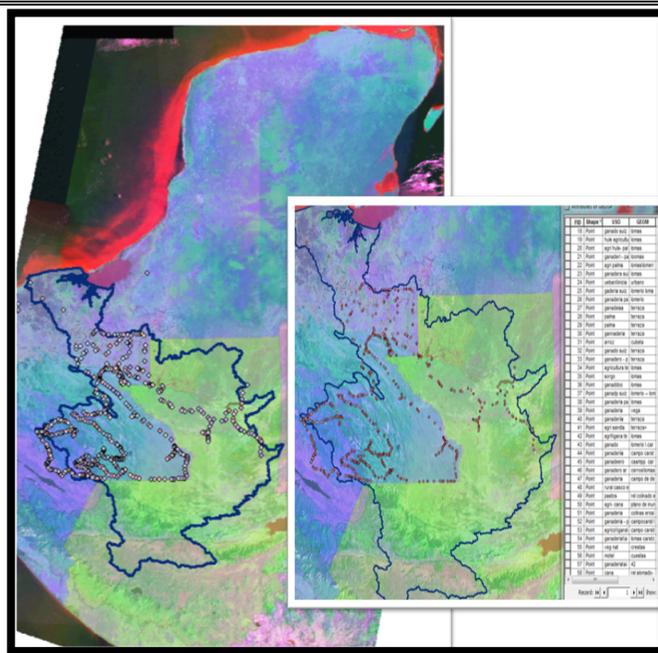


Figura 30. Puntos tomados con GPS. Trabajo de campo

La labor de ajuste, comprobación y corrección de las unidades geomorfológicas y fisiográficas interpretadas preliminarmente, está pendiente. Esta labor viene a continuación y está pendiente de realizarse. Este es un trabajo que se incluirá en el punto número 4 de avance para los siguientes (3) meses, con el cual ya permitirá concluir los procesos y ajuste de los grandes paisajes y los paisajes fisiográficos del área de estudio y su contexto regional.

2.2.6. Adelanto inter-faces 2 y 3 Elaboración II – Proceso de Análisis Fisiográfico

En este punto se presentan los aspectos realizados con la documentación que se elaboró (**ver Anexo 2**) para realizar el trabajo correspondiente a conseguir y capturar información a través de encuestas y toma de puntos de observación y control en campo de los diferentes usos de la tierra necesarios para el análisis de los sistemas productivos en el área de estudio.

A continuación se relaciona el material que se diseñó para realizar este trabajo e inventario en campo y que está pendiente por realizar, el cual corresponde a las Fases 3 y 4 del presente proyecto.

- Guía General para el Levantamiento de información. Guía diseñada para recabar información mediante encuestas y toma de puntos de observación y control en campo de los diferentes usos de la tierra (incluye equipos y materiales necesarios para ello).
- Plantilla 1. Formato de Encuesta para el Levantamiento de la Información en Campo.
- Plantilla 2. Formato para la toma en campo de los Puntos de observación y verificación (opción 1 o 2).
- Esquemas de distribución de los Ejidos para el municipio de Tenosique y señalización de puntos de muestreo en áreas localizadas fuera de los límites ejidales (como guía y ayuda para tal fin).
- Anexos.
 - Tablas Excel estructuradas acorde con las plantillas, para la facilidad de su llenado.
 - Glosario (Algunos términos definidos, para aclarar y unificar conceptos).

3. Hallazgos sobre el Objeto de Estudio

Los hallazgos hasta el momento reconocidos en las fases 1 y 2 en el avance del proyecto, al implementar el análisis fisiográfico como metodología y herramienta básica para la eco-regionalización de la RCRUM, y la jerarquización, definición y descripción de unidades relativamente homogéneas del paisaje, como insumo esencial y necesario en el uso, manejo y aptitud para la planeación y gestión del territorio; se presentan a continuación agrupados en hallazgos favorables y hallazgos desfavorables.

➤ Hallazgos Desfavorables

- ✓ La poca disponibilidad de información y la falta de información temática actualizada de la región. Así mismo, la carente y escasa información, y datos temáticos y cartográficos digitales.
- ✓ El tipo de información y el nivel detalle cartográfico encontrado en la región, la cual es muy general (de escalas pequeñas) y claramente espaciada escalaramente, Ej., la información geológica INEGI es (Esc. 1:250.000) Vs USGS (Esc. 1:1'000.000).
- ✓ El uso del Modelo Digital de Elevación de 30 metros (DEM – ASTER), imposibilita y limita el detalle en áreas planas, de relieves bajos y con poco desnivel entre las geoformas.
- ✓ El trabajar con imágenes Landsat para la interpretación visual geomorfológica, no da el nivel de detalle necesario para el estudio del análisis fisiográfico que se pretende realizar en el área de estudio y contexto.
- ✓ Los anaglifos generados mediante pruebas de ensayo-error de las imágenes Landsat con resolución espacial de 30 m y el DEM de 30 metros, muy poco sirve para regiones de relieves con bajo desnivel.
- ✓ Mediante pruebas de ensayo-error, no se consiguió elaborar un anaglifo apropiado del mosaico de las imágenes Spot multiespectral a 20m para la RCRUM.
- ✓ La interpretación digital visual de las geoformas del terreno realizada sobre el anaglifo generado es tardada, ardua y dispendiosa.

- ✓ La elaboración, digitalización y edición de líneas, y el proceso de generación de los polígonos temáticos en la interpretación, es igualmente lenta, complicada e intensa; al igual que el ajuste y la corrección de las mismas.
- ✓ La implementación misma de la metodología y el trabajo preliminar a realizar debido al tipo de información y datos encontrados.
- ✓ La poca utilidad y aplicabilidad de los Anaglifos elaborados para análisis geomorfológico semidetallado, detallados y hasta cierto nivel o escala en los generales.

➤ **Hallazgos Favorables**

- ✓ La elaboración y utilización de anaglifos como una improvisación metodológica y otra posible técnica en la interpretación y análisis de geoformas.
- ✓ El proceso de interpretación visual de imágenes de sensores remotos basado y apoyado esencialmente en el uso de anáglifos para definir hasta cierto nivel categórico las unidades geomorfológicas para los paisajes fisiográficos.
- ✓ La importancia y la ayuda de los Anaglifos como una técnica de análisis e interpretación; en nuestro caso particular, el uso del DEM a 30m y las imágenes Landsat; son una solución y ayuda, a falta de fotografías aéreas y estereoscopio para la interpretación y delimitación tradicional de las geoformas.
- ✓ La utilidad de los Anaglifos en regiones montañosas donde los desniveles son significativos y mayores.
- ✓ La utilidad y aplicabilidad de los Anaglifos para estudios geomorfológicos de tipo exploratorio, regional y posiblemente hasta ciertos niveles generales.
- ✓ Mediante la implementación del método de clasificación sistemático de análisis fisiográfico como herramienta técnico-científica, permitió el análisis y la generación de gran parte de la información temática de forma estructurada, integral, multicategórica y Jerárquica hasta ahora construida.
- ✓ El análisis, la realización y el arreglo obtenido del inventario biofísico permitió la generación de nueva información en aspectos climáticos, geomorfológicos y geológicos y que a su vez, bajo un sistema de información geográfica permitió el desarrollo de la cartografía digital jerárquica y multicategórica, cuyas temáticas se constituyen en un instrumento técnico-científico de conocimiento y aplicación para otras disciplinas y posteriores estudios.
- ✓ La elaboración y construcción de los principales atributos climáticos que se tuvieron en cuenta para analizar y determinar las clases de clima ambiental propuesta para el estudio y el análisis de la región en el contexto tri-nacional.

3.1. Reflexiones e Ideas Metodológicas

Algunas reflexiones e ideas que pueden enriquecer este estudio en su desarrollo y/o, como aportes y propuestas a otros nuevos estudios que se pretendan hacer para la región o cualquier otro lugar son:

- ✓ Es imperioso actualizar, profundizar, detallar y realizar más investigaciones que permitan ampliar el inventario de estudios temáticos en la región y en el país.
- ✓ Debe haber disponibilidad de la información temática actualizada y detallada en aspectos del medio biofísico y de sus datos temáticos y cartográficos digitales tanto de la región como del país.
- ✓ La elaboración y el uso de anaglifos con imágenes de satélite y Modelos Digitales de Elevación DEM, pueden ser una alternativa y un recurso de ayuda para este tipo de estudios; y probablemente con mejores resultados, si se trabaja e investiga más sobre algoritmos para la generación de anaglifos y su elaboración sobre imágenes de satélite y DEM con diferente resolución espacial y detalle (> de 30 metros). Igualmente se requiere trabajar más en pruebas de ensayo-error para la construcción de los mismos.
- ✓ La importancia y la necesidad de continuar en el conocimiento y el análisis del territorio mediante la implementación de metodologías de Análisis Fisiográfico dentro de un marco conceptual que apunta hacia la realización de un inventario lo mejor estructurado y jerárquicamente posible para el conocimiento y el análisis de los distintos paisajes y sinergias que conforman la RCRUM en su contexto Regional Tri-nacional; como una alternativa y propuesta de solución en esta investigación.
- ✓ Lo esencial y útil de esta metodología jerárquica y multicategórica implementada, en especial por el acercamiento que se va haciendo a la creación y definición de áreas relativamente homogéneas para la Eco-regionalización.
- ✓ La realización y presentación de varias propuestas, producto del análisis y el trabajo que hasta el momento se viene elaborado. Entre ellas, la propuesta de *Unidades Climáticas* elaborada y presentada para este estudio, la cual no solo representa la base que conforma la segunda categoría dentro del sistema de clasificación fisiográfica implementada como la unidad con homogeneidad en temperatura media anual y humedad disponible; sino además, como una representación de unidades climáticas que constituyen una aproximación jerarquizada, unificada y definida como tal, para la RCRUM dentro de nuestro contexto tri-transnacional (México-Guatemala-Belice). Es decir, es una propuesta de aproximación climática para el uso en un amplio espacio territorial geográfico y no solo para el uso y aplicación exclusiva de un país.
- ✓ La elaboración, unificación y jerarquización en aspectos geológicos y morfogenéticos; con las propuestas de grupos y niveles jerárquicos hasta donde fue posible con la información existente, donde éstas unidades geológicas se separaron y agruparon en clases, subclases, grupos y tipos de rocas; divididas según su formación (sedimentario – ígneo – metamórfico – depósitos superficiales), y subdivididas en clases de acuerdo a su origen, grado, composición y edad.

- ✓ La definición de geoformas a partir de factores medio ambientales ligados con su génesis (origen, evolución, composición) y condiciones morfogenéticas (ambiente morfogenético) como punto de partida para los diferentes órdenes de levantamientos de suelos, y base para la delimitación de unidades ecológicas del paisaje, apoyadas en la interpretación de imágenes de sensores remotos (anaglifos) y para la planificación de las áreas rurales.

4. Hasta donde se puede avanzar en tres meses

En lo que respecta al avance de este proyecto, los siguientes tres meses estarán centrados y dirigidos a terminar la fase dos (**figura 4**). De esta manera se realizará en primer lugar, el ajuste de las unidades geomorfológicas interpretadas preliminarmente, respecto a la información identificada, revisada y verificada en campo.

En esta parte del trabajo se requiere ajustar, modificar y dado el caso, corregir la descripción de unidades, líneas y polígonos definidos e identificados por interpretación visual digital de las distintas unidades geomorfológicas cartografiadas en las que se detectaron diferencias y se requieren ajustes y modificaciones. Así, mediante la terminación de estos ajustes por realizar a la interpretación preliminar sobre los anaglifos y posterior limpieza (dissolve) a su base de datos y sus límites al mapa digital de Unidades geomorfológicas y fisiográficas basados en su entorno geomorfológico, y definidos por el relieve, el material parental, y el tiempo junto con el clima, permitirán conformar los factores formadores de tales paisajes fisiográficos. Cabe recalcar que éste proceso se encuentra pendiente por realizar y previsto para terminar en estos 3 meses.

Continuando con los procesos de implementación del método de clasificación sistemático de análisis fisiográfico como herramienta técnico-científica, También se procederá al análisis y la generación de información de forma estructurada, integral, multicategoría y jerárquica de las temáticas de geomorfología, suelos, vegetación y uso de las tierras.

Complementaria y seguidamente, se realizará inicialmente el proceso de delimitación y clasificación de áreas ecológicamente distintas de la superficie terrestre, resultado de la interacción y cruce (álgebra de mapas) de aspectos geológicos, climáticos, geomorfológicos, edafológicos, hídricos, de vegetación y áreas con destinación legal. Además, es necesario mencionar que estas interacciones se realizarán de forma dirigida, atendiendo la metodología de forma organizada y elaborada de manera multicategoría y de estructura jerárquica, las cuales contienen los componentes naturales ya mencionados, y que con anterioridad en esta misma fase del proyecto, se organizaran y clasificaran de tal manera que se pueden analizar integralmente y con aplicación escalár, y

ordenadas categóricamente para el análisis de los territorios. En nuestro caso, desde ecosistemas continentales hasta las unidades territoriales estatales con un acercamiento a nivel regional y de la cuenca hidrográfica de la región del río Usumacinta.

De esta manera se ha proyectado el trabajo por realizar durante estos tres meses, previendo los ajustes a las unidades temáticas mencionadas y al análisis, clasificación y jerarquización de las mismas acorde con la metodología implementada de análisis fisiográfico aplicada en este informe y en el marco conceptual y metodológico para este proyecto.

5. Líneas de Investigación a Futuro y/o posible(s) proyectos que dieran continuidad a lo realizado.

Es importante resaltar en este punto, que antes de definir cualquier otra línea de investigación y/o de posibles proyectos que dieran continuidad a lo realizado hasta ahora, debemos enfocarnos principalmente a la continuación y culminación del mismo; es decir, llegar a realizar las actividades y terminar lo proyectado en las fases 3 y 4 planteadas dentro del marco contextual y metodológico de éste proyecto. De esta forma nos permitirá mediante el conocimiento y el manejo integral de los componentes abordados, y mediante la eco-regionalización misma, planificar y definir la aptitud y los conflictos de uso de las Tierras ocasionados por la acción antrópica y el aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales en el manejo del territorio, para procurar proteger y garantizar de esta forma y hacia el futuro, la preservación de las funciones ambientales y antrópicas de la región.

Sin embargo, esta situación no nos limita o quita el poder realizar y apuntar hacia otras líneas de investigación que puedan no solo profundizar y detallar más en todos estos aspectos ya mencionados; sino además, porque ellos mismos son la base y el punto esencial de partida para el análisis y el conocimiento del espacio geográfico de la región, ya que representan el marco espacial de los ecosistemas. A propósito de los aspectos señalados, en materia de clima, geomorfología, geología, suelos y cobertura, uso de la tierra entre otros, son aspectos esenciales que por su estrecha relación en la conformación y desarrollo de paisajes, serán siempre fundamentales y punto de partida para el inventario y conocimiento con mayor detalle de los recursos y en la comprensión de cualquier línea de investigación que se desarrolle para la planificación, la aptitud y los conflictos de uso de las Tierras. Por lo tanto, bajo estos tópicos se pueden desarrollar líneas de investigación a futuro que pueden ayudar a profundizar en el proyecto para el desarrollo y conocimiento de la región y en los aspectos propiamente dichos en materia de cada ciencia y sus distintas aplicaciones.

A continuación enunciamos algunos puntos que consideramos pueden ser líneas de investigación que dieran continuidad a lo realizado o como enriquecimiento y complemento mismo a este proyecto.

- Implementar las distintas propuestas temáticas clasificadas, jerarquizadas, realizadas y presentadas hasta ahora del medio biofísico en este estudio, como base temática cartográfica para el desarrollo de otros tipos de estudios en y para la región (contexto).
- Efectuar y actualizar nuevos estudios partiendo del análisis fisiográfico elaborado y con fundamento en el método de análisis y clasificación jerárquica y multicategoría realizado en base a este conocimiento integral de cada una de las especialidades vistas y estudiadas.
- Realizar y conformar nuevas Unidades Climáticas con atributos climáticos más ajustados y concretos de acuerdo con datos climáticos más recientes que incluyan el periodo 2000-2012, años no contemplados en este análisis por falta de información. Así mismo, ajustar más los rangos de temperatura – precipitación (bio-temperatura), provincias de humedad y altitud para la conformación de las unidades climáticas propuestas.
- Elaborar e implementar balances hídricos en la región de estudio, para el análisis de nuestros paisajes fisiográficos y eco-regiones como insumos básicos y necesarios para enriquecer y re-direccionar las actividades agropecuarias, de preservación, conservación y en la definición de los sistemas productivos (Sistemas Agroforestales) y en general del uso más apropiado de la tierra en la Región.
- Realizar y Analizar espacialmente en conjunto e individualmente los múltiples aspectos presentes en cada uno de los paisajes fisiográficos y en sus distintas eco-regiones definidos, como corredores biológicos, los cuales a su vez, van enlazados a los distintos elementos que rodean al hombre, ya sean de aspectos biofísicos, ambientales, socio-culturales (antrópicos), étnicos, políticos, etc., para cada una de estas regiones y ecosistemas que los conforman; así como sus procesos ecológicos y de conectividad entre sus Áreas Naturales Protegidas y actividades productivas.